

Doğa, Orman ve Ekoturizm: Araştırmalar ve Uygulamalar

Editör
Mehmet Mısır



BİDGE Yayınları

Doğa, Orman ve Ekoturizm: Araştırmalar ve Uygulamalar

Editör: Prof.Dr. Mehmet MISIR

ISBN: 978-625-372-460-3

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 25.12.2024

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İçindekiler

Korunan Alanların İşlevsel Yönetimi İçin Ziyaretçi Beklenti ve Algıları	5
Adnan ATASEVER	5
Selahattin TEMİZKALP	5
Ayhan AKYOL	5
Düzce İlindeki Mantar Üretimi ve Düzce'nin Yenilebilir Mantar Potansiyelinin Ekoturizm Açısından İncelenmesi	31
Deniz AKÇAY	31
Çağlar AKÇAY	31
Forest Areas and Ecotourism Activities.....	59
Çağdan UYAR	59
Gülberk Gizem KÜÇÜKOSMANOĞLU	59
Ali KÜÇÜKOSMANOĞLU	59
Ardahan Yöresi Saf Sarıçam Meşcereleri için Göğüs Boyu Şekil Katsayısı Denklemlerinin Geliştirilmesi	89
Aydın KAHRİMAN	89
Burak SAYGILI	89
Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Boya, Vernik veya Kaplama Film Katmanları İçin Sertlik Test Yöntemleri.....	108
Serdar KAÇAMER.....	108
Measurement Comparison of Optical Sensors Mounted on Unmanned Aerial System on Elevation Accuracy.....	142
Evren KABACA.....	142
Ender BUĞDAY	142
Köyceğiz'de Odun Dışı Orman Ürünlerinin Yöre Halkına Ekonomik Katkısı	178

Hatice ULUSOY	178
Nurgül AY	178
Atık Pleksi Tozunun Kontrplak Üretiminde Yapıştırıcı Madde Olarak Değerlendirilmesi	200
Okan İLHAN	200
Abdullah Uğur BİRİNCİ	200
Hasan ÖZTÜRK	200

BÖLÜM I

Korunan Alanların İşlevsel Yönetimi İçin Ziyaretçi Beklenti ve Algıları

Adnan ATASEVER¹
Selahattin TEMİZKALP²
Ayhan AKYOL³

Giriş

Günümüz şartlarında insanların yoğun ve stresli yaşamları, yaşam kalitesini düşürerek psikolojik ve fiziksel sorunlara yol açabilmektedir. Son yıllarda insanlar bu nedenlerden dolayı doğal alanlardan turizm ve rekreasyon amaçlı yararlanma istekleri oldukça artmıştır (Uzun ve Müderrisoğlu, 2010). Bu alanlara milli parklar, tabiat parkları, kent ormanları, mesire alanları vb. alanlar örnek olarak gösterilebilir. Bu alanlardan bazıları korunan alanlar

¹ Orman Mühendisi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi

² Orman Mühendisi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi

³ Prof. Dr., İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orcid: 0000-0001-6442-0256, ayhan.akyol@ikcu.edu.tr

kategorisinde bulunan hassas ekosistemlere sahip, ulusal ve uluslararası önemi olan alanlardır. Son yıllarda korunan alanlara olan ziyaretçi artışı doğal alanlar ve bu alanların yönetiminde zorluklara neden olmaktadır (Gül ve Akten, 2005; Atmış vd., 2020). Özellikle yoğun ziyaretçiye maruz kalan korunan alanların yönetimi için bir ziyaretçi politikasının geliştirilmesi ve ziyaretçi yönetim planlarının yapılması son yıllarda zorunlu hale getirilmiştir (Akten vd., 2012; Belkayalı ve Kesimoğlu, 2015; Manning ve Anderson, 2020). Bu sonuçlardan yola çıkarak yapılması gereken, ziyaretçilerin korunan alanlardan beklentilerini tespit etmek, uygun olan faaliyetlere yönelik stratejiler belirlemek büyük önem arz etmektedir (Müderrisoğlu vd., 2006). Çalışmada alana gelen ziyaretçilerin beklentilerinin, memnuniyetlerinin ve alanın yeterli olup olmadığı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda literatür analizi ve 35 soruluk anket çalışmasından elde edilen veriler değerlendirilerek alan yöneticileri için çeşitli öneriler geliştirilmeye çalışılmıştır.

Korunan Alanlar ve Ziyaretçileri

Korunan alanlar; içerisinde barındırdığı ekosistemler ve kültürel değerlerle birlikte doğanın uzun vadede korunmasını amaçlayan, belirlenen yasalarla ya da geçerli diğer araçlarla yönetilen doğal alanlardır (IUCN, 2024). Korunan alanlarda sürdürülebilir yönetim anlayışı konusu son yıllarda hem ulusal hem de uluslararası alanda önemini arttırmıştır. Korunan alanlar sahip oldukları tarihi ve doğal değerlerini, içinde bulundurduğu manzara bütünlüğünü, ev sahipliği yaptığı yaban hayvanlarını koruyacak ve yerel halkın faydalanabileceği bir şekilde yönetilmelidir (Akesen, 2002).

Yirminci yüzyıldan günümüze kadar artan sanayileşme ile gün geçtikçe yapısal bozukluğu artan ekosistemlerde insanlar yaşamlarını sürdürmektedir. Artan nüfus nedeniyle büyüyen kentler, büyüme sürecinde kent içi ve yakın çevresindeki yeşil alanları beraberinde yok etmiştir. İnsanlar geçmişte farkında olmadan yaşadıkları doğal alanları kaybettikçe, rekreasyonel gereklilikleri çok daha fazla artmıştır (Özkan, 2001). Günümüzde insanların yoğun ve stresli yaşam sürmeleri, günlük yaşam kalitelerini düşürmekle beraber mental ve ruhsal olarak psikolojik sorunlara yol açabilmektedir (Uzun ve Müderrisoğlu, 2010). Özellikle son yıllarda insanların stresli iş ortamından, gürültülü ve kalabalık mekanlardan kendini uzaklaştırıp, doğayla baş başa kalmak, ruhsal ve fiziksel yorgunluklarını gidermek amacıyla korunan alanlara ilgilerinin arttığı görülmektedir (Kelkit ve Öztürk, 2003). İnsanların kaliteli bir yaşam ve serbest bir şekilde eğlenip vakit geçirebildikleri bu alanlar tabiat parkları, mesire alanları, kent ormanları, milli parklar, sulak alanlar örnek olarak gösterilebilir (Müderrisoğlu vd., 2006; Cohen vd., 2007; Sayın ve Karadağ, 2016; Öztürk ve Enez, 2016). Son yıllarda korunan alanlar eğlenme ve dinlenme fonksiyonları nedeniyle insanların ilgisini ve merakını üstüne çekmektedir. Yerel ve yabancı halkın bu alanlara ilgisi bu alandaki kaynaklara baskı oluşturmaktadır. Bu olumsuzlukların yanı sıra insanların bu değerleri bilinçsiz bir şekilde faydalanmaya çalışması sonucunda kaynakların korunma zorunluluğu ortaya çıkmıştır (Yücel ve Babuş, 2005; Alkan ve Korkmaz, 2009; Akten vd., 2012).

Korunan alanlar insanlar için ortaya çıkışlarından bugüne zamanla ilgi kaynağı olmuş ve talep artmıştır. Bu ilgi ve talep artışı ile birlikte korunan alanlarda kitle turizminin ön plana çıkması

sosyal, çevresel, biyolojik ve sosyo-kültürel değerlerin tahrip edilmesi, zarar görmesi vb. sonuçlar ortaya çıkmasına neden olmuştur (Akşit, 2007; Atmış ve Artar, 2013). Korunan alanlardaki faaliyetlerin çevreye zarar vermeden ve kaynakların korunumu gözetilerek, insanların beklenti ve taleplerini karşılayabilecek düzeyde, ekonomik olarak gelir sağlama ve kalkınmaya destek olacak bir biçimde yürütülmesi gerekmektedir (Ok vd., 2011; Korkmaz ve Başkalkan, 2011).

Bu tip alanlardan faydalanan ziyaretçilerin bu alanlara yönelik algı, beklenti ve tutumları ile ilgili değerlendirmeler yani ziyaretçi profilleri ile ilgili bilimsel çalışmalar ise son derece sınırlıdır. Yasal açıdan korunan alan statüsünde olan yerlerin çoğu etkin olarak yönetilmemekte ve bir sürü koruma sorunu ile karşı karşıya gelmektedir. Bu gibi alanlar çoğunlukla paper parks (kağıt üstünde park) olarak isimlendirilmektedir. Örnek vermek gerekirse Arias vd. (2000) Latin Amerika ülkelerinde bulunan korunan alanların en az %30'unun paper parks niteliğinde olduğundan bahsetmiştir. WWF (2003) ise Avrupa ülkelerinde bulunan birçok korunan alanı bu başlık altında değerlendirmiştir. Yine, WWF (2001) ve Dudley vd. (1999), dünyadaki korunan alanların büyük bir kısmında yasa dışı avcılık, aşırı turizm, madencilik, yerleşme amacı ile işgal ve altyapı gelişimi gibi ciddi tehditlerle karşı karşıya olduğunu belirtmiştir.

Korunan alanların korunabilmesi ve devamlılığının sağlanmasındaki anahtar faktörlerden birisi de bu alanlardan faydalanan ve bu alanları ziyaret edenlerdir (Tolunay vd., 2004a,b; Akyol ve Akbulut, 2017). Özellikle büyük şehirlere yakın korunan alanlarda yaşanan ziyaretçi yoğunluğu ve bu yoğunluğun yarattığı olumsuzlukların giderilmesi için ziyaretçi yönetim çalışmalarının

farklı çevre tutumlarına sahip ziyaretçilere uyarlanması ziyaretçi özellikleri ve algıları için önemli bir faktör olarak görülmektedir (Akten vd., 2012; Cheung ve Fok, 2014).

Korunan alanlar, doğal ortamlarda yeni deneyimlere meraklı ziyaretçiler için büyük bir çekiciliğe sahiptir. Ziyaretçi memnuniyetinde, yöneticilerin ziyaretçilere tatmin edici bir deneyim sağlaması için temel olarak beklenti ve algılarını anlamaları gerekmektedir. Bu deneyimler, korunan alanların ilgi çekici tür varlığı ve peyzajın çekiciliği olabilmektedir (Agyeman, 2019).

Yapılan çalışmalar ile ziyaretçilerin sosyo-demografik özellikleri, tatmin ve motivasyonları arasındaki ilişki, örnek alana gelen ziyaretçilerin kalıplarını ve seyahat davranışlarını tahmin etmede büyük ölçüde yardımcı olacağı düşünülmektedir. Korunan alanları ziyaret edenlerin etkin bir şekilde yönetimi doğal kaynakların korunması için büyük bir etkidir. Bu nedenle, korunan alanlardaki ziyaretçi memnuniyeti ve gelecekteki davranışsal niyetlerin neler olacağı yönetim planlarında öncelikli olarak yer verilmelidir. Ziyaretçilerin memnuniyet düzeyleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmak korunan alanın yönetiminde kilit konulardan biridir (Agyeman, 2019).

Materyal ve Yöntem

İzmir Kuş Cenneti, kuşlar, memeliler, sürüngenler, iç su balıkları ile tatlı-tuzlu su ekosistemleri, sazlık alanlar, lagünler, kumullar, tuzcul kıyı çayırları gibi birçok önemli kaynağa ev sahipliği yapan, hem ülkemiz hem de uluslararası öneme sahip bir alandır. Ülkemizdeki 13 Ramsar alanından birisidir. 15.04.1998 tarihinde Gediz Deltası, 14.900 ha alanı ile sözleşmeye dahil

edilmiştir. İzmir Kuş Cenneti, Gediz Deltası içerisinde, Çiğli-Çamaltı Tuzlası sahası içinde 8 bin hektarlık bir alanda yayılım göstermektedir. Dünyada nesli tükenmekte olan bazı tepeli pelikanlar, gri ve siyah leylekler, pembe kanatlı flamingolar ve 205 kuş türünün yaşadığı doğal sulak alanlarından birisidir. Saha içinde bulunan Çamaltı Tuzlası, yıllık 600 bin tonu bulabilen kapasitesi ile Türkiye'nin tuz ihtiyacını önemli bir kısmını karşılayabilecek düzeydedir. Alan 1982 yılında “Su Kuşları Koruma ve Üreme Sahası” olarak tescil edilmiş ve önem kazanıp değeri artmıştır.

İzmir Kuş Cenneti'nin Çiğli ilçesine uzaklığı 10, Karşıyaka ilçesine uzaklığı 26 kilometredir. Yılda 50 bin kuş türünün uğradığı bu alan, kuşların göç edeceği yol güzergâhı üzerinde olup ayrıca saha içerisindeki bazı yerler arkeolojik ve doğal sit alanı statüsüne de sahiptir. İzmir Kuş Cenneti, ziyaretçilerine sağladığı aktiviteler sayesinde ziyaretçilerin yoğun iş stresinden ve gürültülü şehir ortamından bir nebze de olsa uzaklaşmasına yardımcı olmakta, barındırdığı doğal güzellikler ve biyolojik çeşitlilikle dikkatleri üzerine çekmektedir. Alan içerisinde kuş gözlem kuleleri, seyir alanları, bisiklet yolları ve parkurları, ziyaretçi merkezi vb. alanlar mevcuttur.

Çalışmanın birincil verileri anket-mülakat yardımıyla elde edilen verilerden oluşmaktadır. Ayrıca gözlemlerden de yararlanılmıştır. İkincil veriler ise başta Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü olmak üzere kamu kurum ve kuruluşlarından elde edilen dokümanlar, haritalar, istatistiki veriler ve daha önce yapılmış olan çalışmaların sonuçlarına dayanmaktadır.

Araştırma sırasında izlenen yol sırasıyla; (1) literatür analizi, (2) ziyaretçilere yönelik anket çalışmaları, (3) örnek alan içerisinde gözlem ve inceleme, (4) istatistiksel analiz şeklindedir. Anket çalışması ‘Gediz Deltası-İzmir Kuş Cenneti’ bölgesinde 2024 yılında Haziran-Ekim ayları arasında yapılmıştır. Bu ayların seçilmesinde, alanın geçtiğimiz yıllarda yüksek sayıda ziyaretçi aldığı dönem olması etkili olmuştur. Çalışma kapsamında belirli periyotlarda alan ziyaretçileri ile anket çalışması gerçekleştirilmiş ve toplam 191 kişi ile çalışma tamamlanmıştır. Anketler yapılırken, mümkün olduğu kadar farklı profile ziyaretçilere ulaşmak için hem hafta sonu hem hafta içi olacak şekilde ve gün içerisinde de farklı saatlerde yapılmıştır. Anket formlarında profil belirlemeye yönelik (sosyo-demografik özellikler) sorularla birlikte ziyaretçi tutum ve algılarına yönelik önermeler ve çoktan seçmeli sorular da kullanılmıştır. Önermelerde ölçek olarak 5’li likert kullanılmıştır. Araştırmacıların bilgi-deneyiminin yanı sıra anket formunun hazırlanmasında Obua ve Harding (1996), Tolunay vd., (2004a,b), Pak ve Türker (2004), Daşdemir ve Güngör (2008), Kaptanoğlu (2010), Arabatzis ve Evangelos (2010), Akyol ve Akbulut (2017) gibi çalışmalardan da yararlanılmıştır.

Analizlerde verilerin özelliklerine göre frekanslar, yüzdeler, standart sapma, aritmetik ortalama vb. faydalanılmıştır. Ayrıca verilerin analizinde Parametrik veya Non-parametrik testlerden hangilerinin kullanılacağını belirlemek için Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testleri ile normallik testleri gerçekleştirilmiştir. Test sonucunda anlamlılık değeri $p < 0.05$ olarak hesaplanmış ve verilerin normal dağılmadığı belirlenmiştir (Mendes ve Pala, 2003). Çalışmada, iki değişken arasında bağ olup olmadığını

belirlemek veya iki ya da daha çok grup arasında fark olup olmadığını ortaya koymak için ki-kare testi yapılmıştır. Ki-kare testi, bir veya daha fazla kategoride beklenen ile görülen değerler arasındaki farkların belirlemesini de kullanılan istatistiksel bir değerlendirmedir (Eymen, 2007; Kalaycı, 2010).

Bulgular

Ziyaretçilerin bazı sosyo–demografik özellikleri

Bu bölüm alana gelen ziyaretçilerin profilleri hakkında bilgi edinmek amacıyla sorulan soruların tablo haline getirildiği kısımdır. Araştırma bazında bazı ziyaretçilerin sosyo– demografik özellikleri Tablo 1’deki gibidir. Çalışma bulgularına göre alana gelen ziyaretçilerin %41,9’unun kadınlardan, %58,1’inin ise erkek bireylerden meydana geldiği görülmüştür. Bu bilgiye dayanarak erkek bireylerin kadın bireylere göre alanı daha çok ziyaret ettiği görülmektedir. Ziyaretçiler yaş gruplarına ayrıldığında beş farklı sınıf oluşturulmuştur. Ziyaretçilerin yaş grupları açısından sınıflandırıldığında 18 – 40 yaş aralığında %67,1’lik kısmın ziyaret ettiği görülmektedir. Bu bilgilere göre alanı yaşlı bireylerden ziyade orta yaş grubundaki ziyaretçiler tercih etmektedir. Eğitim düzeyi ile ilgili beş farklı grup bulunmaktadır. Eğitim konusu bu çalışmada alanda yapılacak değişiklikler için büyük önem arz eder. Çalışma bulgularına göre alanı ziyaret eden %49,7’lik bir istatistik ile üniversite düzeyindeki bireylerin çoğunluklu olduğu görülmektedir. Bunun İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi yerleşkesinin alana yakın olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bu istatistikten hareketle üniversite öğrencilerini alana çekmeye yönelik çalışmaların üstüne durulması düşünülebilir. Çalışma istatistiklerine göre kalan yüzdelik kısım sırası ile %38,2 lise, % 6,3 ortaokul, %4,2

lisansüstü ve son olarak %1,6'lık kısmın ilköğretim grubunda olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Ziyaretçilerin Önemli Bazı Profil Özellikleri

Profil Özellikleri	Gruplar	Sayı (f)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Kadın	80	41,9
	Erkek	111	58,1
Yaş	18-30	62	32,5
	31-40	66	34,6
	41-50	32	16,8
	51-60	22	11,5
	61≤	9	4,7
Eğitim	İlköğretim	3	1,6
	Ortaokul	12	6,3
	Lise	73	38,2
	Üniversite	95	49,7
	Lisansüstü	8	4,2
İş/Meslek	Memur/İşçi	44	23,0
	Serbest çalışan	91	47,6
	Emekli	29	15,2
	Öğrenci	18	9,4
	Çalışmıyor	9	4,7
Aylık gelir	0-10.000	23	12,0
	10.001-20.000	61	31,9
	20.001-30.000	62	32,5
	30.001-40.000	18	9,4
	40.001≤	27	14,1

Ziyaretçilerin meslek durumları ile ilgili ise beş farklı düzey ortaya çıkmıştır. Alanı ziyaret eden ziyaretçilerin en kalabalık kısmını serbest çalışan meslek grupları oluşturmaktadır. Yüzdelik olarak yüksekte düşüğe göre sıralandığında serbest çalışan kesim 47,6'lık kısmı oluşturmaktadır. Daha sonra ardından %23'lük bir istatistik ile memur/işçi kesimi yer almaktadır. Diğer gruplar ise sırasıyla %15,2 emekli, %9,4 öğrenci ve son olarak %4,7'lik kısım ile çalışmayan bireyler olduğu görülmektedir. Aylık gelir

bakımından ziyaretçilerin %32,5'lik kısmın 20.001 – 30.000 aralığında olduğu görülmektedir. Ona çok yakın bir istatistikle aylık gelirleri 10.001 – 20.000 aralığında olan bireylerin %31,9'lık kısmını oluşturduğu görülmektedir. Bu istatistiklere göre toplumun refah düzeyini belirleyen gelir düzeyi, meslek ve eğitim, vb. faktörlerin bir arada değerlendirilerek alanla ilgili gelecekte yapılacak olan çalışmalarda kullanılması etkin ve verimli bir alan yönetimi için önem taşımaktadır.

Ziyaretçilerin alan ile ilgili tercih ve algıları

Çalışmada ziyaretçilerin alanla ile ilgili bazı tercihleri değerlendirmiş olup, her bir tercih için yüzde ve frekans değerleri farklı tablolarda gösterilmiştir. Ziyaretçilerin alanı kiminle beraber ziyaret ettikleri incelendiğinde, %37,7'si ailesi ile birlikte, %36,6'sı arkadaşlarıyla, %23'ü yalnız, %19'u çocuklarıyla, %7'si diğer grubu ile alanı ziyaret etmektedirler. Bu bulgular ile tespiti göre insanların korunan alanları ziyaret ederken önceliği aile bireylerine verdiklerini göstermektedir. Ailesiyle ziyaret edenlerin yanı sıra onlara çok yakın bir istatistikle alanı arkadaşlarıyla ziyaret eden bireyler bulunmaktadır (Tablo 2). Yapılan ki-kare testi sonuçlarına göre meslek durumlarına göre ziyaretleri kimlerle yaptıkları konusunda istatistiksel olarak bir ilişki belirlenmiştir ($\chi^2=63,044$; $sd=16$; $p=0,000$). Yapılan analiz ve değerlendirmelere göre farklılık öğrencilerden kaynaklanmaktadır. Öğrenciler ziyaretleri sadece arkadaşları ile yapmakta iken diğer gruplar genellikle aileleri ile ziyaretleri gerçekleştirmektedirler. Ziyaretçilerin yaş gruplarına göre ziyaretleri kimlerle birlikte gerçekleştirdikleri konusu incelendiğinde ise ($\chi^2=92,613$; $sd=16$; $p=0,000$). Yapılan analiz ve değerlendirmelere göre 18-30 yaş katılımcılar alanı arkadaşları ile

ziyaret ederken daha yaşlı bireylerin aileleri ile ziyaret etmeyi tercih ettikleri belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Alan Ziyaretlerinin Kimlerle Yapıldığı

Yanıtlar	Frekans (f)	Yüzde (%)
Ailemle	72	37,7
Yalnız	23	12,0
Arkadaşlarımla	70	36,6
Çocuklarımla	19	9,9
Diğer	7	3,7
Toplam	191	100,0

Ziyaretçilerin alana ulaşımalarında tercih ettikleri ulaşım araçları ile ilgili yüzde ve frekans bulguları Tablo 3’de verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde, ziyaretçilerin alana ulaşma tercihlerinde öncelikli olarak %72,3 ile özel oto gelmektedir. Çalışma süresi boyunca alanda yapılan gözlemler, özellikle ziyaretçi yoğunluğunun arttığı dönemlerde otopark kapasitesinin yetersiz olduğunu göstermiştir. Alana gelen ziyaretçilerin %5’lik kısmı ise ticari taksi ile geldiğini belirtmiştir. Yüzdeliğin bir diğer büyük kısmını ise %17,3’lük istatistikle bisikletle gelen grup oluşturmuştur. Bu sonuçlar, alanla ilgili yapılacak çalışma ve düzenlemelerde otopark kapasitesinin artırılması ve geliştirilmesi için toplu taşıma, bisiklet vb. gibi ulaşım araçlarının geliştirilmesine yönelik alternatif bir çözüm oluşturulmasına gerekli kılmaktadır. Buna istinaden alana gelen ziyaretçiler korunan alanda belediye otobüs durağı olmamasından şikayetçi olduğunu dile getirmiştir. Alanı bisikletle ziyaret eden bireyler kendileri için bisiklet yolu yapılmasını istemiştir (Tablo 3). Yapılan ki-kare testi sonuçlarına göre ziyaretçilerin meslek durumlarına göre ulaşımında tercih ettikleri araçlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki belirlenmiştir

($\chi^2=51,313$; $sd=16$; $p=0,000$). Yapılan analiz ve değerlendirmelere göre herhangi bir işe sahip olanlar özel otoryu tercih ederken öğrenciler bisiklet ve serbest çalışanlarda özel oto, bisiklet ve motosiklet tercihinde bulunmaktadır. Ziyaretçilerin yaş guruplarına göre ulaşımnda tercih ettikleri araçlar arasındaki ilişki incelenmiştir ($\chi^2=59,470$; $sd=16$; $p=0,000$).Bu inceleme için yapılan analiz ve değerlendirmelere göre 18-30 yaş katılımcılar bisiklet ve motosiklet tercih ederken daha yaşlı bireyler özel oto tercih etmektedirler (Tablo 3).

Tablo 3. Alan Ziyaretinde Kullanılan Taşıtlar

Yanıtlar	Frekans (f)	Yüzde (%)
Özel oto	138	72,3
Ticari taksi	1	0,5
Belediye otobüsü	1	0,5
Motosiklet	18	9,4
Bisiklet	33	17,3
Toplam	191	100,0

Ziyaretçilere daha önce kaç tane korunan alan ziyaret ettikleri sorulduğunda %38,7'lik yüzdellekle iki tane korunan alan ziyaret ettikleri tespit edilmiştir. Buna en yakın istatistikle dört ve üzeri şeklinde ziyaret eden bireyler olduğu görülmüştür. Bu topluluğun yüzdeliği ise %35,1 olduğu görülmüştür. Daha sonra sırasıyla %15,7'lik istatistikle üç defa ziyaret eden,%10,5'lik istatistikle bir defa ziyaret eden bireyler olduğu görülmüştür. Bu istatistiklere bakarak alanı ziyaret eden bireylerin daha önce farklı korunan alanları ziyaret ettiği görülmüştür. Ziyaretçilerin daha önce kaç tane korunan alan ziyaret ettikleri ile ilgili frekans ve yüzde bulguları Tablo 4'te verilmiştir. Ziyaretçilerin eğitim durumlarına göre daha önce korunan alan ziyaret edip etmedikleri konusu arasından

istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki belirlenmiştir ($\chi^2=39,337$; $sd=12$; $p=0,000$). Yapılan analiz ve değerlendirmelere göre eğitim durumu arttıkça korunan alan ziyaretlerinin arttığı eğitim düzeyi lise olan katılımcıların ortalama 2, eğitim durumu üniversite olan katılımcıların ise ortalama 4 ve üzeri sayıda korunan alanı ziyaret ettiği belirlenmiştir. Ziyaretçilerin meslek durumlarına göre daha önce başka bir korunan alanı ziyaret edip etmeme durumları incelenmiştir ($\chi^2=37,892$; $sd=12$; $p=0,000$). Yapılan analiz ve değerlendirmelere göre Serbest çalışanlar ortalama 2 defa ziyaret etmişken Memur/İşçi grubu 4 ve daha fazla kez ziyaret etmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Daha Önce Başka Bir Korunan Alanın Ziyaret Edilip Edilmediği

Yanıtlar	Frekans (f)	Yüzde (%)
Bir	20	10,5
İki	74	38,7
Üç	30	15,7
Dört ve üzeri	67	35,1
Toplam	191	100,0

Ziyaretçilerin alanı tekrar ziyaret etmeyi düşünüp düşünmediği ile ilgili frekans ve yüzde bulguları Tablo 5'te verilmiştir. Alana gelen ziyaretçilere tekrar ziyaret edip etmeyeceği sorulduğunda %94,8'lik yüzdelerle evet cevabı verildiği görülmüştür. Ziyaretçilerin %5'i kararsız kalırken %4,7'lik kısım hayır cevabını vermiştir. Bu istatistiklere baktığımızda alana gelen bireylerin genel olarak ziyaretinden memnun kaldığı görülmüştür. Ziyaretçilerin cinsiyetlerine göre alanı tekrar ziyaret etme durumları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki belirlenmiştir ($\chi^2=7,605$; $sd=2$; $p=0,022$). Yapılan analiz ve değerlendirmelere göre erkek

katılımcıların tekrar ziyaret etme oranlarının beklenenden az olmasıdır. Ziyaretçilerin meslek durumlarına göre alanı tekrar ziyaret edip etmeme durumları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki belirlenmiştir ($\chi^2=24,799$; $sd=8$; $p=0,002$). Yapılan analiz ve değerlendirmelere göre öğrenciler alanı yeniden ziyaret etmeyi düşünmemektedirler.

Tablo 5. Memnuniyet Durumuna Göre Farklı Korunan Alanların Ziyaret Edilme Durumu

Yanıtlar	Frekans (f)	Yüzde (%)
Evet	181	94,8
Hayır	9	4,7
Kararsız	1	,5
Toplam	191	100,0

Ziyaretçilerin alana nereden geldikleri hakkında bilgi almak için Tablo 6 incelendiğinde %81,2'lik yüzdeler dilimiyle ziyaretçilerin İzmir ili sınırlarından geldiği görülmektedir. İzmir ili dışından alanı ziyaret edenlerin ise %18,8'lik kısmı oluşturduğu görülmektedir. Bu istatistiklere bakıldığında alana gelen ziyaretçilerin çoğunluk kısmı alanın bulunduğu lokasyon etrafından geldiği görülmektedir.

Tablo 6. Korunan Alanın İzmir İlinden Ziyaret Edilip Edilmediği

Yanıtlar	Frekans (f)	Yüzde (%)
Evet	36	18,8
Hayır	155	81,2
Toplam	191	100,0

Ziyaretçilere korunan alanı başkalarına tavsiye edip etmeyecekleri sorulduğunda ise %87,4'lük kısmın evet cevabı verdiği görülmüştür. Buna istinaden kararsız kalan kısım %9,9'luk yüzdeler oluşturmaktadır.%2,6'luk kısım ise hayır cevabını

vermiştir. Bu bulgular ziyaretçilerin yaklaşık olarak % 90'ının ziyaretinden memnun kaldığını göstermektedir (Tablo 7).

Tablo 7. Katılımcıların Korunan Alanı Bir Başka Ziyaretçiye Önerip Önermeyeceği

Yanıtlar	Frekans (f)	Yüzde (%)
Evet	167	87,4
Hayır	5	2,6
Kararsız	19	9,9
Toplam	191	100,0

Alana gelen ziyaretçilere bu ziyaretlerine bağlı olarak farklı bir korunan alan ziyaret eder misiniz diye soru yöneltildiğinde bireylerin %94,8'inin evet cevabı verdiği görülmüştür. Cevabı hayır veya kararsız olanların %2,6'lık yüzdelle eşit olduğu tespit edilmiştir. Bu soruyla ilgili frekans ve yüzde bulguları Tablo 8'de verilmiştir. Bu istatistiklere bakıldığında ziyaretçilerin büyük bir çoğunluğunun alanı beğendiği kanısına varılabilir.

Tablo 8. Katılımcıların Alanı Tekrar Ziyaret Edip Etmeyeceği

Yanıtlar	Frekans (f)	Yüzde (%)
Evet	181	94,8
Hayır	5	2,6
Kararsızım	5	2,6
Toplam	191	100,0

Ziyaretçilerin alanda geçirdiği sürelerle ilgili frekans ve yüzde bulguları Tablo 9'da verilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre %41,9'luk istatistikle en fazla cevap 1-3 saat aralığında olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra sırasıyla %21,5'lik istatistikle ziyaretçilerin alanda 1 saatte az durduğu görülmüştür. Ziyaret süresi 3-5 saat olan bireyler %20,9'luk kısmı oluştururken 5 saatten fazla alanı ziyaret eden bireyler %15,7'lik kısmı oluşturduğu görülmektedir. Bu ziyaret

sürelerinin uzun olmasının nedeni alanın yüzölçümü olarak büyük bir yer kapladığından dolayı olduğu düşünülmektedir.

Tablo 9. Alanda Geçirilen Süre

Yanıtlar	Frekans (f)	Yüzde (%)
1 saat	41	21,5
1-3 saat	80	41,9
3-5 saat	40	20,9
5 saatten fazla	30	15,7
Toplam	191	100,0

Alana gelen ziyaretçileri çevrelerinde bulunan korunan alanların yeterli olup olmadığı sorulduğunda %73,3'lük istatistikle evet cevabı alınmıştır. Bu soruya hayır diyen bireyler ise %22'lik kısmı oluşturduğu görülmüştür. Kararsız kalan ziyaretçiler ise %4,7'lik bir istatistik içinde olduğu görülmüştür. Ziyaretçilerin çevrelerinde bulunan korunan alanların yeterli olup olmadığı sorusuyla ilgili verilen cevapların frekans ve yüzde bulguları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Çevrede Bulunan Korunan Alanların Yeterli Olup Olmadığı

Yanıtlar	Frekans (f)	Yüzde (%)
Evet	140	73,3
Hayır	42	22,0
Kararsızım	9	4,7
Toplam	191	100,0

Tartışma ve Sonuç

Çalışma sonuçları ve yapılan gözlemlerde alanın haftanın farklı günlerinde ve günün farklı saatlerine göre değişken bir yapıda ziyaretçi bulundurma ve kullanımına sahip olduğu görülmektedir. Alan, Mayıs aylarından başlayarak Eylül ayı sonlarına kadar

özellikle hafta sonları yoğun talep görmektedir. Zaman zaman bu durum alanın ziyaretçi kapasitesinin üzerinde kullanılmasına neden olmaktadır. Yüksek ziyaretçi sayısı, alanı tercih eden ziyaretçilerin alandan yararlanma düzeyini düşürdüğü gibi özellikle kuşlar açısından da bazı olumsuzluklar yaratmaktadır. Bu durum, alanın kaynak değerlerinin korunması ve ziyaretçi memnuniyetinin sağlanabilmesi için alana özgü taşıma kapasitesinin belirlenmesini ve uygulamaya konulması gerektiğini göstermektedir. Bu amaçla, taşıma kapasitesinin belirlenmesinde IUCN tarafından önerilen rekreasyonel taşıma kapasitesi tahmin yöntemi kullanılabilir. Ancak, alanın taşıma kapasitesi belirlenirken alanın kendine özgü nitelikleri, ziyaretçilerin özellikleri ve tercihleri de dikkate alınmalıdır. Yine taşıma kapasiteleri belirlenirken, ziyaretçilerin alana zarar vermeden alan içinde dolaşımını sağlamak, ziyaretçilerde doğa ve çevre bilincini uyandırmak ve ziyarete uygun davranış biçimlerinin geliştirilmesine katkı sağlamak gibi konularda dikkate alınmalıdır.

Ziyaretçilerin profilleri, tercih ve algıları alan ile ilgili planlamalarda büyük önem taşımaktadır. Ancak ziyaretçi özelliklerinin alanla ilgili diğer bazı konularla analiz edilerek ilişkilendirilmesi, alan yöneticilerine karar verme konusunda daha geniş bir izlenim çerçevesi sunmaktadır. Böylece yapılacak planlamalarda alanın daha verimli ve en az zararlı kullanımı söz konusu olabilecektir. Örneğin alana gelen ziyaretçilerin hangi taşıt araçlarıyla geldikleri sorulmuş ve ziyaretçilerin %72,3'ü özel oto ile geldikleri belirlenmiştir. Ardından taşıt olarak motosiklet ve bisiklet gelmektedir. Alana otobüsle gelen sayısı az olup, bu durum ulaşımının zor olduğunu göstermektedir. Ziyaretçiler alana yakın durak olmamasından şikayet etmektedirler. Bu sonuçlardan yola

ıkarak gelecekte ulaşımla ilgili yeni düzenlemelerin yapılmasının alanın sürdürülebilir gelişimine ve ziyaretçi memnuniyetine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Alanı ziyaret edenler yaş gurupları açısından karşılaştırıldığında 18 – 30 ve 31 – 40 yaş grubunda yer alan katılımcıların diğer yaş guruplarındaki katılımcılara oranla alanı daha fazla tercih ettikleri belirlenmiştir. Yani genç ve orta yaştaki bireyler alanı daha çok tercih etmektedirler. Bu nedenlerle alanla ilgili yapılacak planlamalar ve düzenlemelerde bu yaş gurupları öncelikli olarak dikkate alınmalıdır.

Alanı ziyaret edenlerin büyük bir çoğunluğu İzmir ilinden gelmiş olup, diğer ziyaretçilerin ise yakın çevredeki illerden alanı ziyaret ettiği grlmştir. Alanın İzmir ili kent merkezine yakın olması bunun en önemli nedenlerinden birisidir. İl dışından gelenlerin birçoğu ise İzmir ili ve yakın ilçelerine tatile gelip giderken veya tatilde iken alanı ziyaret edenlerdir. Bu durum, alanın kentsel rekreasyon açısından da önemli bir konumda olduğunu göstermektedir. Ziyaretçilerin yaklaşık olarak %90'ı alanı gezmek için başkalarına tavsiye edebileceklerini ifade etmişlerdir. Bu sonuç, alanın ziyaretçiler tarafından beğenildiği ve sunulan hizmetlerden memnun kalındığını göstermektedir.

Ziyaretçilerin alanı tercih etme sebeplerinin başında temiz hava almak, manzara izlemek ve alandaki ki ender kuş türlerini görmek istemeleri gelmektedir. Sonrasında ise, sıkıcı şehir yaşantısından, evre kirliliğinden ve gürültüsünden uzaklaşmak gibi nedenler yer almaktadır. Genç katılımcılarda ise manzara ve doğa fotoğrafları çekmek ve bunları sosyal medyada yayınlamak gibi tercihler söz konusudur. Bu durum, alan için planlanan aktivite ve etkinliklerin yapısı, şekli, zamanı ve niteliği ile ilgili önemli bilgileri

içermektedir. Alandaki ziyaretçilerin büyük kısmı alanda 1-3 saat vakit geçirmektedir. Genel olarak bakıldığında alanda geçirilen sürelerin fazla olduğu görülmektedir. Bunun nedeninin alan içerisinde araç kullanımı olmaması, alanın büyük olması ve buna bağlı artan dolaşım süresidir. Ziyaretçilerin alana ulaşmada en çok kullanılan tercihi %72,3 ile özel otodur. Bunu sırasıyla %17,3 ile bisiklet, %9,4 ile motosiklet ve %5 ile de ticari taksi ve belediye otobüsü izlemektedir. Isparta ilinde yapılan benzer bir çalışmada Ayazmana mesireliğini ziyaret eden katılımcıların %63,9'u özel otoyu tercih ederken (Tolunay vd., 2004a), Gölcük Tabiat Parkı'nı ziyaret eden bireylerin ise %98,6'sı özel otoyu tercih etmektedir (Tolunay vd., 2004b). Başar ve Miran (2010) tarafından yapılan çalışmada da milli parka ulaşmada %87,5'lik istatistikle özel oto ilk sırada yer almaktadır. Bu durum, Dereli (2010) tarafından Kazdağı Milli Parkı'nda yapılan bir çalışmanın bulguları ile de örtüşmektedir. Bu durum korunan alanın konumunun ziyaretçilerin ulaşım tercihlerini etkilediğini ve ziyaretlerde özel oto seçeneğinin öncelikli olduğunu göstermektedir. Bu nedenlerle planlamalarda alana ulaşım, alan içerisinde ulaşım ve otopark gibi konulara dikkat edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Özellikle korunan alanların hassas ekosistem ve türleri içermesi durumunda araçların ve trafiğin yaratacağı olumsuzlukların önlenmesi açısından bu durum önem kazanmaktadır.

Ziyaretçilerin alanı kimler ile birlikte ziyaret ettikleri incelendiğinde, ziyaretçilerin %37,7'si ailesi, %36,6'sı arkadaşları, %12'si yalnız ve %9,9'u çocukları ile birlikte alanı ziyaret ettikleri görülmüştür. Konuyla ilgili yapılan benzer bir çalışmada da korunan alan ziyareti tercihlerinde aile ile ziyaret

tercihinin ön planda olduğunu göstermektedir. Ancak, aynı çalışmada ikinci tercih akrabalar iken bu çalışmada arkadaşlar seçeneği yüzdesel olarak ikinci tercih olmuştur (Tolunay vd., 2004a,b). Bu bulgular, korunan alan ziyaretçilerinin çoğunlukla ziyaretlerinde tercihlerini ailelerinden yana kullandıklarını göstermektedir.

Ziyaretçilerin sosyo-demografik özellikleri incelendiğinde alana gelen ziyaretçilerin önemli bir kısmının (%47,6) serbest çalışan meslek gurubunda yer aldığı görülmüştür. Akyol ve Akbulut (2017) tarafından yapılan benzer bir çalışmada %35'lik oranla en kalabalık gurup serbest çalışanlardır. Bu durum her iki çalışmada da benzerlik göstermektedir. Alanı ziyaret eden katılımcıların neredeyse tamamı ziyaret memnuniyetlerine bağlı olarak farklı korunan alanları da ziyaret edebileceklerini ifade etmişlerdir. Çalışma kapsamında alana gelen ziyaretçiler, alanı tavsiye edip etmeyecekleri ile ilgili soruya %87,4 oranla evet yanıtı vermişlerdir. Akyol ve Akbulut (2017) tarafından yapılan benzer bir çalışmada Kurşunlu Tabiat Parkı ziyaretçileri ise aynı soruyu %94,5'lik bir oranla evet olarak yanıtlamışlardır. Ziyaretlerin nereden yapıldığı ile ilgi soruya ise alanı ziyaret eden katılımcıların %81,2'sinin İzmir ilinden geldiği tespit edilmiştir. Bu çalışmadan farklı Akyol ve Akbulut (2017) ise yaptıkları çalışmada il dışından ve il çevresinden gelen ziyaretçilerin oranlarının birbirine yakın olduğunu belirlemişlerdir. Alanın coğrafi konumunun ve civarında başka korunan alanlarının varlığının bu oranları etkilediğini söylemek mümkündür.

Sonuç olarak, İzmir Kuş Cenneti özellikle bahar ve yaz aylarında yoğun bir talep görmekte ve ziyaret edilmekte, şehir içi ve

şehir dışından gelen ziyaretçilerin ilgisini çekmektedir. Çalışma ile karar vericilere ve alan yöneticilerine planlama çalışmalarında kullanılmak üzere bilgi ve fikir verilmesi amaçlanmıştır. Böylece belli zamanlarda yoğun bir şekilde yapılan ziyaretler sonucunda alanda gözlemlenen bazı olumsuzlukların giderilmesi, sunulacak olan hizmetlerin kalitesinin artması, ziyaretçi davranışlarının yönlendirilmesi ve ziyaretçi memnuniyetinin artırılmasına katkı yapılmaya çalışılmıştır. Korunan alanlarda yapılacak planlama çalışmalarında alanın ekolojik, jeolojik, biyolojik vb. özelliklerinin yanı sıra alan ziyaretçilerinin özellikleri ve tercihlerinin de dikkate alınmasının ziyaretçilerin alanı doğru bir şekilde kullanması, anlaması ve algılamalarını sağlayacak davranış biçimleri geliştirmelerine de katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu amaçla geliştirilecek yönetim ve planlama anlayışı aynı zamanda alanın kaynak değerlerinin korunmasına ve gelecek nesillere zarar görmeden sürdürülebilirlik çerçevesinde aktarılmasına yardımcı olacaktır.

Teşekkür

Çalışma, TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programı (Proje No: 1919B012309065) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

Agyeman, Y. B., Aboagye, O. K., & Ashie, E. (2019). Visitor satisfaction at Kakum National Park in Ghana. *Tourism Recreation Research*, 44(2), 178–189. DOI: <https://doi.org/10.1080/02508281.2019.1566048>

Akesen, A. (2002). Milli Park ve eşdeğer korunan alanların sürdürülebilir yönetimi, politika ve ilkeleri. Türkiye Dağları 1. Ulusal Sempozyumu 1-04 Haziran 2002, Kastamonu, Türkiye,

Akşit S. (2007). Doğal ortam duyarlılığı açısından sürdürülebilir turizm. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(2), 441-460.

Akten, S., Gül, A. & Akten, M. (2012). Korunan doğal alanlarda kullanılabilecek ziyaretçi yönetim modelleri ve karşılaştırılması. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 57-65.

Akyol, A. & Akbulut, E. (2017). Korunan alanların planlanması ve etkin yönetiminde ziyaretçi özellikleri ve algılarının önemi: Kuşunlu Şelalesi Tabiat Parkı örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 18(3): 197-206. DOI: <https://doi.org/10.18182/tjf.306364>

Alkan, H., Korkmaz, M. (2009). *Korunan alanların yönetiminde yaşanan sosyo-ekonomik odaklı sorunlara ilişkin bir değerlendirme*. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 19-21 Şubat 2009, Isparta.

Arabatzis, G. & Evangelos, G., 2010. Visitors' satisfaction, perceptions and gap analysis: the case of Dadia–Lefkimi–Soufion National Park. *Forest Policy and Economics*, 12, 163–172.

Arias, C.M., Valery., A.I. & Faria, H.H. (2000). *Measuring protected area management effectiveness*. Forest innovations project, WWF/GTZ/IUCN, Technical Series No.2.

Atmış, E., Günşen, H.B., & Yıldız, D. (2020). Tabiat parklarının korunan alan statülerinin değerlendirilmesi: Batı Karadeniz örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 21(2), 148-158. DOI: <https://doi.org/10.18182/tjf.711344>

Atmış, E. & Artar, M. (2013). Türkiye’de korumadan kullanmaya yönelik doğa koruma politikalarının değerlendirilmesi. 2023’e Doğru 2. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu Bildiriler Kitabı. 31 Ekim-3 Kasım 2013, Antalya.

Başar, H. & Miran, B. (2010). Dilek Yarımadası-Büyük Menderes Deltası Milli Parkında sonbahar ziyaretçilerinin özellikleri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 47(3), 241-250.

Belkayalı, N. & Kesimoğlu, M.D. (2015). The stakeholders’ point of view about the impact of recreational and tourism activities on natural protected area: A case study from Kure Mountains National Park, Turkey. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 29(6), 1092-1103.

Cheung, L.T.O. & Fok, L. (2014). The motivations and environmental attitudes of nature-based visitors to protected areas in Hong Kong. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 21(1), 28-38. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504509.2013.832711>

Cohen, D.A., McKenzie, T.L., Sehgal, A., Williamson, S., Golinelli, D. & Lurie N. (2007). Contribution of public parks to

physical activity. Am J Public Health, 97(3):509-14. DOI: <https://doi.org/10.2105/AJPH.2005.072447>.

Daşdemir, İ. & Güngör, E. (2008). Küre Dağları Milli Parkı optimum yönetim stratejisinin belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 10(13), 23-36.

Dereli, D. (2010). *Kazdağı Milli Parkı'nda ziyaretçi yönetimi*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.

Dudley, N., Hockings, M., Stolton, S. & Kiernan, M. (1999). *Effectiveness of forest protected areas*. In A draft paper for IFF Intersessional Meeting on Protected Areas. Puerto Rico.

Eymen, U.E. (2007). *SPSS 15.0 veri analiz yöntemleri*. İstatistik Merkezi Yayınları.

IUCN (2024). About IUCN. What is a Protected Area. <http://www.iucn.org>

Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. 5. Baskı Asil Yayın Dağıtım.

Kaptanoğlu, A.Y.Ç. (2010). Korunan alanlardaki rekreasyonel talep özelliklerinin saptanmasında ziyaretçi gözlem yöntemlerinin kullanımı. *Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University*, 60(2), 69-76.

Kelkit, A. & Öztürk, C. (2003). *Ormaniçi dinlenme yerleri planlaması ve yöntemde katılımcı yaklaşım: Çanakkale örneği*. II. Ulusal Ormancılık Kongresi. Ankara.

Korkmaz, M. & Başkalkan, S. (2011). Eğirdir Gölü ve çevresinde turizm gelişiminin sürdürülebilirliği üzerine değerlendirmeler. *Turkish Journal of Forestry*, 12(1), 62-69. DOI: <https://doi.org/10.18182/tjf.37493>

Manning, R.E., & Anderson, L.E. (2020). Managing carrying capacity at Arches National Park. *Tourism Cases*, (2020), tourism20200013. DOI: <https://doi.org/10.1079/tourism.2020.0013>

Mendes, M. & Pala, A. (2003). Type I error rate and power of three normality tests. *Pakistan Journal of Information and Technology*, 2(2), 135-139.

Müderrişoğlu, H., Aşıkkutlu, H.S., Kalaycı, A. & Salantur, B. (2006). Rekreatyonel motivasyonların belirlenmesi: Spor tesisi örneği. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 2(2), 15-23.

Obua, J. & Harding, D.M. (1996). Visitor characteristics and attitudes towards Kibale National Park, Uganda. *Tourism Management*, 17(7), 495 505. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(96\)00067-2](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(96)00067-2)

Ok, K., Okan, T. & Yılmaz, E. (2011). A comparative study on activity selection with multicriteria decision-making techniques in ecotourism planning. *Scientific Research and Essays*, 6(6), 1417-1427.

Özkan, B. (2001). Kentsel rekreasyon alan planlaması. E. Ü. *Ziraat Fak. Peyzaj Mimarlığı Bölümü*, 15(18), 38- 50.

Öztürk, S. & Enez, K. (2016). *Munzur Vadisi Milli Parkı ziyaretçi memnuniyeti*. Uluslararası Ormancılık Sempozyumu, 6-10 Aralık 2016, Kastamonu.

Pak, M. & Türker, M.F. (2004). Orman içi dinlenme yeri ziyaretçilerinin bazı sosyo-ekonomik özelliklerinin irdelenmesi (Kapıçam, Başkonuş ve Dülükbaba orman içi dinlenme yerleri örneği). *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7 (1): 66-74.

Sayın, Ş. & Karadağ, A.A. (2016). Abant Tabiat Parkı rekreasyonel beklentilerinin değerlendirilmesi. *Ormancılık Dergisi*, 12(2): 80-93.

Tolunay, A., Alkan, H. & Korkmaz, M. (2004a). Isparta tarihi Ayazmana Mesireliği'nin açık hava rekreasyonu açısından kullanıcı özellikleri. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8 (1): 59-70.

Tolunay, A., Korkmaz, M. & Alkan, H. (2004b). *Kent ormanlarında rekreasyonel etkinlikler açısından ziyaretçi profilinin belirlenmesi (Gölcük Tabiat Parkı Örneği)*. I. Kent Ormancılığı Kongresi, Türkiye Ormancılar Derneği, 9-11 Nisan 2004, Ankara.

Uzun, S. & Müderrisoğlu, H. (2010). Kırsal rekreasyon alanlarında kullanıcı memnuniyeti: Bolu Gölcük ormanı içi dinlenme yeri örneği. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 1(1), 67-82.

WWF (2001). *Insight into Europe's Forest Protection*. Report, Gland, Switzerland.

WWF (2003). *State of Europe's forest protection*. WWF European Forest Programme, 4th Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Vienna.

Yücel, M. & Babuş, D. (2005). Doğa korumanın tarihçesi ve Türkiye'deki gelişmeler. *Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü DOA Dergisi*, 11, 151-175.

BÖLÜM II

Düzce İlindeki Mantar Üretimi ve Düzce'nin Yenilebilir Mantar Potansiyelinin Ekoturizm Açısından İncelenmesi

Deniz AKÇAY¹
Çağlar AKÇAY²

Giriş

Ekoturizm, doğanın dengesini bozmadan ve yerel halkın gelir elde etmesini sağlayan, sürdürülebilir kalkınma için yapılan faaliyetlerin bütünüdür. Yeryüzünün doğal kaynaklarını gelecek nesiller için güvence altına alan kültürel sürdürülebilirliktir (Kaypak, 2012).

Mikolojik turizm yada mikoturizm, doğada kendiliğinden yetişen yenilebilir yabani mantarların gözlemlenmesi, aranması,

¹ Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ekoturizm Anabilim Dalı, Düzce, Türkiye,

² Doç. Dr., Düzce Üniversitesi, Ormancılık Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Düzce Türkiye, Orcid: 0000-0003-1246-3056, caglarakcay@duzce.edu.tr

toplanması, tür tespitinin yapılması, tadının test edilerek keşfedilmesi ve biyokültürel bir miras olarak değerlendirilmesini sağlayan, doğada yapılan kültürel ve rekreasyonel faaliyetler olarak tanımlanabilir (Ceylan ve Ark, 2022). Toprak, ilkim ve coğrafi olarak uygun destinasyonlarda alanda uzman ya da uzmanlar eşliğinde gerçekleştirilen mantarlar ile ilgili turlar, bölgenin mikolojik kaynaklarının ortaya çıkmasına ve bölgesel bir kalkınmanın oluşmasında kilit rol oynayan sürdürülebilir bir ekoturizm faaliyeti olarak karşımıza çıkmaktadır (Mısır ve Ark., 2022).

Orman yan ürünü olan mantarlar gıda olarak tüketilmekte ancak bilinçsiz tüketim sonucu, mantarların yapı ve içeriklerinden kaynaklı olarak kişilerin mantar zehirlenmeleri zaman zaman gündeme gelmektedir. Mantarların türlerine göre insan sağlığını etkileme şekilleri de değişmektedir. Örneğin bazı türlerin tüketilmesi direkt olarak ölümle sonuçlanırken bazı türler de alerjik etkilerin görülmesi, mide ve bağırsak hareketlerinde değişimler, karaciğere etki etmesi ve halüsilasyon görme vb. durumlar ortaya çıkabilir (Yardan ve ark., 2008; Akkuzu ve ark, 2020). Diğer yandan bazı mantar türleri de insan sağlığı üzerinde pozitif etkiler gösterebilmektedir. Ancak mantarların doğru bir şekilde tespit edilmesi ve teşhisinin yapılması büyük öneme sahiptir. Mantarların yetiştiği ortamın iklim özellikleri, toprak yapısı gibi coğrafi şekillere ve beslendiği substrata göre mantarların türü ve içeriği farklılık gösterebilmektedir. Ancak bazı durumlarda mantarların birbirine benzemesinden kaynaklı olarak zehirlenmeler de yaşanabilmektedir. Bu nedenle bu tür mikolojik turizm etkinliklerinde muhakkak uzman ya da bölgeye ve mantar türlerine çok iyi hakim yerel halkın

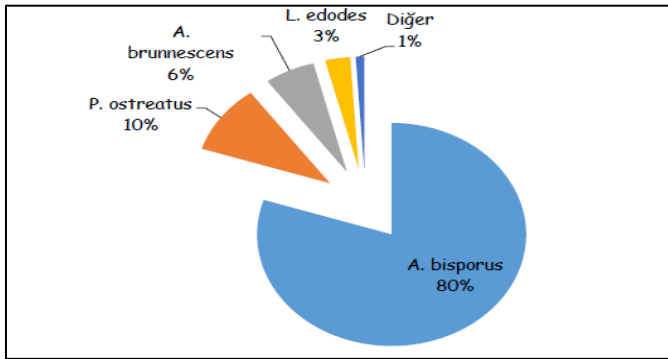
da yer alması hayati önem taşımaktadır. Böylelikle yerel halkın faaliyetler içerisinde yer alması olası sağlık problemlerinin önüne geçmesinin yanı sıra ekoturizm faaliyetlerine de katkı sağlayacaktır (Mısır ve ark., 2022).

Bu çalışmada Batı Karadeniz’de mantarcılık faaliyetleri açısından büyük öneme sahip olan Düzce’nin yenilebilir mantar türleri, yetiştirme potansiyeli ve bu türlerin ekoturizm faaliyeti olan mikolojik turizm potansiyeli açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.

1. Türkiye ve Düzce’de Mantarcılığın Genel Durumu

Mantar üretiminin iç koşullarda yapılmış olması, dış çevresel koşullardan etkilenmeyerek yılın her mevsiminde üretilebilir olması, birim alanda elde edilen gelirin yüksek olması, yatırım maliyetlerinin diğer endüstri kollarına göre daha düşük olması ve üretimde kullanılacak tarımsal atık çeşitliliğinin yüksek olmasından dolayı giderek yaygınlaşmaktadır (Eren ve Pekşen, 2019). Dünya nüfusunun giderek artması, sanayileşmenin her geçen gün artarak devam etmesi neticesinde verimli tarım arazileri azalmaktadır. Bu nedenle artan nüfusun gıda ihtiyacını tamamlamak için yıl boyu üretimi yapılan ürünlere ihtiyaç duyulmaktadır (Kurt ve ark., 2018) Türkiye’de kültür mantarı üretimi 1960’lı yıllara dayanmaktadır. 1990’lı yıllara gelindiğinde ise ticari olarak üretilmeye başlanmış ve sektör haline gelmiştir. 1983 yılında yıllık 1400 ton olan kültür mantarı üretimi 2018 yılında 65000 ton seviyelerine geldiği görülmüştür. 2025 yılına gelindiğinde ise Türkiye’nin toplam kültür mantarı üretim miktarının 100.000 tona ulaşacağı öngörülmektedir. (Eren ve Pekşen, 2019). Ülkemizde kişi başına düşen mantar tüketim miktarı 2018 yılında 792 gr iken dünyada bu değer 2.5-3 kg

civarındadır. Ülkemizde kişi başına düşen mantar tüketim miktarı kültür mantarı üzerinden hesaplanmaktadır. Ancak ülkemizin iklim koşulları birçok doğa mantarının oluşmasına imkan vermekte ve halk doğa mantarlarını da ciddi oranda tükettiği bilinmektedir. Bu durum istatistiki değerlere yansımadığından gerçek tüketim miktarının daha fazla olduğu tahmin edilmektedir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Zonguldak Fizibilite Raporu, 2020). Ülkemizde en çok yetiştirilen mantar türünün dünyada da olduğu gibi beyaz şapkallı mantar veya kültür mantarı olarak da bilinen *Agaricus bisporus* mantarıdır. Bu mantar türünün pazar payındaki büyüklüğü %80'dir. İkinci sırada ise kayın mantarı, kavak mantarı veya istiridye mantarı olarak da bilinen %10 pazar payı ile *Pleurotus ostreatus* gelmektedir. Her iki mantar türü de ülkemizde üretim teknikleri ve şartları bakımından yaygın bir şekilde yetiştirilebilmektedir. Ancak tıbbi ve yenilebilir mantar türlerinden olan şitaki veya meşe mantarı olarak da bilinen *Lentinus edodes* uzak doğu ülkelerinde yaygın olarak yetiştirilmesine rağmen ülkemizde %3 pazar payına sahiptir (Şekil 1) (Eren ve Pekşen, 2019).



Şekil 1. Ülkemizde yenilebilir mantar üretimin türlere göre pazar payı

İller özelinde incelendiğinde ise en fazla kültür mantarı üretimi %61 ile Antalya'nın Korkuteli ilçesinde yapılmaktadır. Korkuteli'nin yanında Konya, Kocaeli, Burdur, Ankara, Afyon, Denizli ve Isparta gibi illerde de üretimlerin olduğu göze çarpmaktadır. Düzce'nin ülkemiz mantar üretimindeki yeri incelendiğinde 2016 yılında 250 ton olan mantar üretimi 2020 yılına gelindiğinde ise %100'ün üzerinde bir artışla 504 tona ulaşmıştır. Kültür mantarı yetiştiriciliğinde Düzce'nin pazar payı ise 8 dekar alanda üretim ile %0,91 olarak görülmektedir (Talo 1). 2020 yılı üretim payı içerisinde iller arasında 13.sırada gelmektedir.

Tablo 1: İllere göre mantar üretim miktarları (Ordu Ticaret Borsası Kültür Mantarı Raporu, 2021)

İller	2016	2017	2018	2019	2020		2020 yılı % üretim payı
	Üretim ton	Üretim (ton)	Üretim (ton)	Üretim (ton)	Alan (da)	Üretim (ton)	
Afyon	131	131	1.305	1.306	26	1.320	2,38
Amasya				-	4	52	0,09
Ankara	640	755	647	1.754	71	1.845	3,33
Antalya	21.533	22.044	25.337	26.314	263	33.752	60,86
Aydın	3	3	2	2	-	-	-
Balıkesir	83	116	97	97	8	96	0,17
Bartın	5	44	44	44	2	40	0,72
Burdur	5.822	5.042	5.042	4.956	61	2.592	4,67
Bursa	2	2	158	280	24	160	0,29
Denizli	327	331	210	246	22	1.214	2,19
Düzce	250	400	420	500	8	504	0,91
Elâzığ		-	399	399	4	4	0,007
Eskişehir	140	110	128	123	6	120	0,22

Gümüşhane	-	-	-	-	1	160	0,29
Hatay	160	150	150	60	-	-	-
Isparta	882	1.219	1.179	1.506	30	812	1,46
Karabük	840	840	70	70	8	72	0,13
Kayseri	41	80	80	125	4	21	0,04
Kocaeli	3.142	3.142	3.100	3.100	20	3.060	5,52
Konya	4.519	4.215	4.594	5.140	40	5.612	10,12
Kütahya	316	200	220	201	6	40	0,07
Kırşehir	52	160	160	160	8	160	0,29
Malatya	360	404	466	522	1	9	0,02
Manisa	-	-	-	-	7	173	0,31
Mersin	-	-	-	-	8	-	-
Muğla	18	18	21	23	40	233	0,42
Ordu	-		-	-	6	54	0,1
Osmaniye	-	276	312	306	2	203	0,37
Sakarya	112	112	112	212	13	580	1,05
Samsun	55	181	622	769	15	623	1,12
Çanakkale		60	60	60	3	130	0,23
Çorum	174	174	174	174	0	2	0,004
İstanbul	150	150	520	400	27	1.136	2,05
İzmir	500	500	500	500	22	660	1,19
Toplam	40.272	40.874	46.144	49.364	760	55.455	100

Tablo 2 incelendiğinde kültür mantarı üretiminin ve tüketiminin bölgelere göre farklılık gösterdiği görülmektedir. En fazla üretim oranı %61,5 ile Akdeniz’de ve bunu sırası ile % 19,3 ile Marmara bölgesi ve % 7,4 ile Ege bölgesi takip ettiği görülmektedir. Ancak tüketim oranlarına bakıldığında ise Marmara bölgesi %40 tüketim oranı ile lider konumdadır. İstanbul ili gibi devasa

kozmpolit ve nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu şehrin bu bölgede olması bu sonucun ortaya çıkmasında etkili olduğu söylenebilir. Düzce ilinin de bulunduğu Batı Karadeniz bölgesinin tüketim oranı ise %6 olarak diğer bölgelere yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu bölgede kültür mantarı üretimi üzerine yapılacak olan yatırımların bu büyük pazara olan yakınlık, yatırımların sürdürülebilir olması ve rekabet açısından büyük avantaj sağladığı görülmektedir. Batıkaradeniz bölgesinde bulunan Düzce ilinin bulunmuş olduğu bölgenin İstanbul gibi devasa pazara olan yakınlığı ile birlikte yöredeki illerde mantar tüketim alışkanlığının diğer bölgelere göre yüksek olması başka mantar türlerinin de üretilmesine olanak sağlayacağı söylenebilir. Pazar koşulları göz önünde bulundurulduğunda üretilebilecek mantarların başında beyaz şapkalı mantar (*Agaricus bisporus*), kestane mantarı ve istiridye mantarı (*Pleurotus ostreatus*) gelmektedir. Şitaki (*Lentinus edodes*) ve Reishi (*Ganoderma lucidum*) mantarının ise bölgede henüz pazar talebinin oluşmadığı ancak bu mantarın üretildiği takdirde kurutulmuş ve öğütülmüş olarak da satılabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca bu iki mantar türünün diğer yenilebilir mantar türlerine göre satış fiyatlarının çok daha yüksek olduğu da bilinmektedir.

Tablo 2: Türkiye’de kültür mantarının üretim ve tüketiminin bölgelere göre dağılımı (Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı, 2019)

Üretim			Tüketim		
Bölgeler	Üretim miktarı (ton/gün)	Üretim oranı (%)	Bölgeler	Tüketim miktarı (ton /gün)	Tüketim oranı (%)
Akdeniz	83	61.5	Marmara	54	40.0
Marmara	26	19.3	Ege	23	17.0
Ege	10	7.4	Akdeniz	19	14.1
İç Anadolu	7	5.9	İç Anadolu	18	13.3
Batı Karadeniz	5	3.7	Batı Karadeniz	8	6.0
Güney Doğu Anadolu	2	1.5	Güney Doğu Anadolu	6	4.4
Diğer	2	1.5	Diğer	7	5.9

2. Doğa Mantarcılığı İçin Düzce’nin İklim ve Bitki Örtüsü

Mantarların iklim isteklerinin başında sıcaklık ve bağıl nem gelmektedir. Ayrıca mantarların substrat üzerindeki çürütme etkisi sıcaklık ve yağışın yıl içerisindeki dağılımlarını da esas alan iklim indeksi (çürüme indeksi) ile de alakalıdır. Yapılan araştırmalar Düzce’nin iklim indeksinin orta düzey çürüme indeksine sahip olduğunu göstermiştir (Gündüz, 2007). Düzce sahip olduğu gerek iklim özellikleri gerekse bitki örtüsü ile birçok yenilebilir doğa mantarının oluşmasına imkan vermektedir. Tablo 3’ten de görüleceği üzere Düzce’de yıllık ortalama sıcaklık 13,2 °C, yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 138 ve yıllık toplam 833,1 mm yağış aldığı görülmektedir (DMİ, 2022). Yükseltisi ise 0-1850 m arasında değişmektedir. Bölge nemli ve Batıkaradeniz ikliminin özellikleri taşımaktadır. Düzce ovasının etrafını çevreleyen dağların ormanlık alanlarla kaplı olması doğa mantarları için bir avantaj

oluşturmaktadır. Çünkü yağın yağmur suyunun toprağa daha kolay sızmasına imkan tanıyarak toprağın sürekli nemli kalmasını sağlamaktadır (Akbulut ve Keten, 2001). Düzce ilinin bitki örtüsü Avrupa-Sibirya flora bölgesinin Öksin (Euxin) kesiminde (Türkiye'nin en büyük flora bölgesinden biri) yer almaktadır. Yörede alçak kesimlerde kavak, söğüt, çınar toplulukları bulunurken yamaç kesimlerde 1400 m'ye kadar meşe kestane, ıhlamur, kızılalağaç ve kayın gibi yapraklı ağaçlar bulunmaktadır. 1800 m yüksekliklere kadar ise göknar sarıçam gibi iğne yapraklı ağaçlar orman örtüsünü oluşturmaktadır. Daha yüksek kesimlerde ise alpinik zon olan çayırlar ile kaplı step alanlar yer almaktadır (Yüksel ve ark., 2006).

Tablo 3: Düzce iline ait bazı meteorolojik veriler (ölçüm periyodu; 1959-2021) (DMI, 2022)

Aylar	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ort. En Düşük Sıcaklık (°C)	Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	Ort. Yağışlı Gün Sayısı	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ort. (mm)
1	3,7	8,2	0,5	1,9	14,18	90,1
2	5,1	10,4	1,4	2,9	13,71	69,8
3	7,7	13,7	3,5	3,8	15,06	73,5
4	12,1	18,9	7,2	5,3	12,47	59,6
5	16,5	23,4	11,3	6,8	12,06	63,5
6	20,3	27,1	14,7	8,1	10,59	68,3
7	22,4	29,1	16,9	8,7	5,82	45,5
8	22,3	29,2	16,9	8,3	4,24	51,6
9	18,6	25,9	13,4	6,6	10,06	52,7
10	14,1	20,8	9,8	4,4	13,82	79,4
11	9,4	15,6	5,2	2,8	11,12	77,3
12	5,7	10,3	2,4	1,8	15,24	101,8
Yıllık ort	13,2	19,4	8,6	5,1	138,4	833,1

3.Düzce'nin Yenilebilir Mantar Türleri

Düzce yöresinde Yüksel ve ark., (2006) tarafından yenilebilir doğa mantarların tespitine yönelik yapılan bir çalışmada toplam 31 adet mantar türü tespit edildiği bildirilmiştir. Ancak yöre halkı bunlardan 10 tanesini bilmekte/tüketmekte ve halk pazarında satmaktadır. Bulunan başlıca mantar türleri; kuzugöbeği (*Morchella conica* *Morchella esculenta*, *Morchella vulgaris*), Portakalımsı kadeh mantarı veya Portakal kabuğu mantarı (*Aleuria aurantia*), Gezi veya Dolaşma mantarı (*Agaricus angustus*), Anason mantarı veya At mantarı (*Agaricus arvensis*), Orman mantarı (*Agaricus silvicola*), Dilburan veya Acı mantarı (*Lactarius blennius*) Çintar veya Kanlıca (*Lactarius deliciosus*), Biberli mantar (*Lactarius piperatus*), Tirit mantarı (*Lactarius volemus*), Sütsüz mantar (*Russula delica*), Bal mantarı (*Armillariella mellea*), Adi bal mantarı (*Armillariella ostoyae*), Kış mantarı (*Flammulina velutipes*), Kızılımsı hunimsi mantar (*Laccaria laccata*), Sarıkız mantarı (*Tricholoma flavovirens*), Tellice veya Gelin parmağı (*Clavaria condensata*), Soluk sarımsı tellice (*Clavaria flava*), Cücekız, Yumurta mantarı veya Hakiki horoz mantarı (*Cantharellus cibarius*), Porçini, çörek mantarı veya ayı mantarı (*Boletus edulis*), Kayın mantarı veya karakulak (*Pleurotus cornucopiae*), İstiridye mantarı veya kültüre edilmiş ağaç istiridyesi (*Pleurotus ostreatus*), Kükürt mantarı (*Laetiporus sulphureus*), Pullu veya kepek gözenekli mantar (*Polyporus squamosus*), Keseli veya küçük torbalı mantar (*Calvatia excipuliformis*), Tavşan mantarı (*Calvatia utriformis*) olarak verilmiştir (Yüksel ve ark 2006). Görüldüğü üzere Düzce ili sınırlarında yenilebilir mantar türleri içerisinde önemli bir

potansiyele sahip olup mikolojik turizm faaliyetleri için oldukça elverişli bir konumdadır.

3.1. Kuzu göbeği mantarı

Morchellaceae familyası içerisinde yer alan kuzugöbeği mantarı süngerimsi yapıda alveollü ve şapkanın şekli yuvarlaktan koni şekline kadar değişebilir. Kuzugöbeği mantarı ormanlarda canlı ağaçlar ile ilişki içinde yaşarlar, bazıları da orman yangınlarından sonra bol miktarda ortaya çıkarlar. Meşe, kayın, akçaağaç, karaağaç, dişbudak, çınar, defne, ladin, göknar, elma ve kiraz gibi ağaçların yakınlarında veya altında oluşurlar (Taşkın ve Büyükalaca, 2012). Karlar eriyip toprağın nem miktarı arttıktan sonra havada da belli bir nem miktarı olduğunda kuzugöbeği mantarı oluşmaktadır. Topografik yapı ve iklim özelliklerine bağlı olarak değişmekle birlikte ülkemizde Nisan ayının başından Mayıs ayının sonu kadar görülebilmektedir (Çolak 2019). Kuzu göbeği mantarının dünya ticareti bakımından da önemli bir yere sahiptir. Ülkemizin de hemen her yerinde bulunması sebebiyle ülkemiz ihracatçı ülkeler arasında önemli bir yere sahiptir. Oldukça besleyici ve zengin vitamin içeriğine sahip olan mantarın kurutulmuşunda %42 protein içeriği olduğu ve kurduğunda ağırlığın %90'nını kaybedeceği belirlenmiştir (Taşkın ve Büyükalaca, 2012). Yenilebilir mantarlar içerisinde en yüksek D vitamini içeriğine sahiptir. Halk pazarında satılmaktadır.



Şekil 2: Kuzu göbeği mantarı

3.2. Portakal kabuğu mantarı

Portakal kabuğu mantarı (*Aleuria aurantia*) Düzce, Abant ve Sinekli yaylası'nda göknar ormanlarında kısmen açık alanlarda görüldüğü belirtilmektedir (Yüksel ve ark., 2006). Başlangıçta fincan şeklindedir ancak çoğu zaman bölünerek bükülmüş bir kâseye dönüşür. Renginden dolayı ilgi çekici bir mantardır ancak lezzeti görünüşü kadar iyi değildir. Bu yüzden Salatalara renk katmak için tercih edilebilir (First nature, 2024).



Şekil 3: Portakal kabuğu mantarı

3.3. Kanlıca Mantarı

Kanlıca Mantarı (*Lactarius deliciosus*) yayvanlaşmış, çukurlaşmış huniye benzer ve kırmızımtırak turuncu sarı bir renge sahiptir. Kuşaklı bir görüntüsü vardır. Mantar yaşlanmayla beraber yeşilimtırak bir renk alır. Hemen pişirilip tüketilmesi ve genç bireylerin aranması tavsiye edilir. Çünkü yaşlı mantarlarda böcek larvaları saldırısı görülür. Tuzlanarak ve sirkeyle muamele edilerek salamura yapılıp saklanabilir Aromatik kokulu, tadı hafif keskin ve hoş bir mantar türüdür. Çam ağaçları ile mikorizal bir ilişkisi olduğundan genelde ibrelili ağaçların altında bulunur. Ağustos ve Kasım aylarında görülmektedir.



Şekil 4: Kanlıca mantarı

3.4. Sütsüz mantar

Sütsüz mantar (*Russula delica*), şapka toprağa yakın ve üzerinde yapışık olarak yaprak, toprak ve partiküller taşıyan huni şeklinde bir mantardır. Kenarı içeriye doğru kıvrık sarımtırak esmer renginde lekelidir. Acımtırak bir tadı vardır. Kokusu belirgin olarak balık gibidir. Tadı ise önceleri mülayim daha sonra ise keskin ve acı

hal alır. Acı bir mantar olmasından kaynaklı halk arasında acı mantar olarak da bilinmektedir. Genellikle nemi az çam ormanlarında ve meşe ağaçlarının olduğu yerlerde tek tek ya da gruplar halinde bulunur. Antimikrobiyal etkiye sahip bir mantar olduğundan doğada meydana gelebilecek yaralanmalarda bu mantar türü ezilerek püre halinde yaraya sürülebilir.



Şekil 5: Söğüt mantar

3.5. Bal Mantarı

Bal Mantarı (*Armillariella mellea*) şapkası önce tümsek sonradan ise merkezi yayvanlaşarak çöker. Renk bakımından değişken olup kahverengi sarımtıraktır. Kuvvetli kokulu ve acılı bir tada sahiptir. Yoğun kümeler halinde ve yaşlı ağaçların kütüklerinde veya civarında yetişir. Eylül ayında ortaya çıkmaktadır. Sirke içerisinde salamurası yapılan mantarların başında gelmektedir. Acımsı tadı kaynatıldığında dahi kaybolmayabilir. Uygun pişirilmeyen mantarlar hazımsızlık yaratabilir. Karadeniz bölgesinde çokça tüketilen bir mantar türü olup uzak doğuda kültürü yapılmaktadır. Bal mantarı pişirildiğinde yoğun kıvamlı bir su verir.

Bu nedenle çorbalarda kıvam arttırıcı ve krema yapımında kullanılır. Alkol ile tüketilmesi önerilmemektedir. Ayrıca bu mantarın hazırlanmasında ve tüketilmesinde çok dikkatli olunmalı ve büyük özen gösterilmelidir. Tıbbi özelliklerinin olduğu da bildirilmiştir (Erbiai ve ark., 2021).



Şekil 6: Bal mantarı

3.6. Kış mantarı

Kış mantarı (*Flammulina velutipes*) başlangıçta tümsek bir şapkaya sahipken daha sonra yayvanlaşmaktadır. Pürüzsüz kaygan bir mantar olan kış mantarı kahverengiden sarımsı renge kadar değişmekte olup güzel kokusu ve tadı vardır. Ülkemizde kültürü yapılmayan fakat Çin, Japonya, Kore ve Tayvan’da üretilmektedir. Bu nedenle dünyada kültürü yapılan 5.mantar türüdür. Zengin bir besin değerine sahiptir. Karbonhidrat, lif esansiyel, aminoasit ve mineral kaynağıdır. Ayrıca antitümör, antikanser, tromboz inhibisyonu, hipolipidemik, antihipertansif ve kan şekeri ile kolesterol düşürücü etkiler, yaşlanma karşıtı ve antioksidan özellikler, hafıza ve öğrenme ile ilişkili nörotransmitterlerin geri

kazanılmasında etkili olmasının yansıra, antienflamatuar, immünomodülatör ve antibakteriyel özellikleri olduğu bildirilmiştir (Karasoy ve ark., 2019).



şekil 7: Kış mantarı

3.7. Çörek mantarı

Çörek mantarı (*Boletus edulis*) porcini veya ayı mantarı isimleriyle de bilinmektedir. şapkası yarım küre şeklinde tümsek ve yayvandır. Rengi değişken olup soluk kahverengi veya kestane rengine yakın olabilir. Sap kısmı ortada ve dibe doğru şişkin yapıdadır. Asit karakterli topraklarda kayın, meşe, huş,  am ve genç ladin ağaçları altında Haziran -Ağustos aylarında ve Eylül ayından Kasım ayına kadar görülmektedir. Yenilebilir özellikte en iyi mantarlardan birisidir. Fındık gibi lezzetli tadı ve hoş kokusu vardır. Kurutulabilir veya yağ içinde saklanabilir. Potasyum, kalsiyum, ve demir minerallerine ek olarak B1, B2, B3 B4, B5 ve B7 vitaminleri bakımından zengindir. İçeriğinde bol miktarda folik asit bulunduğundan kansızlığa iyi gelir. Mikorizal özellikte olduğundan kültürü yapılmamaktadır. Ancak birçok ülke bu mantarın kültürünü

yapmak için çalışmalar yapmaktadır. Bazı lkelerde oldukça değerli bir mantar tr olarak kabul edildiğinden orman içi plantasyonlarda müşterek yaşadığı bitki köklerine çeşitli inokulasyonlar yapmak suretiyle popülasyonlarını arttırmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Yurdumuzdan da ihracat yapılan bir mantar türü olarak yer almaktadır.



şekil 8: Çörek mantarı

3.8. Cücekız mantarı

Cücekız mantarı (*Cantharellus cibarius*) yumurta mantarı, horoz mantarı ve meşe mantarı olarak da bilinmektedir. şapka önceleri topaç şeklinde tümsek sonradan yayvanlaşıp huni şeklini almaktadır. Kenarları loplu ve içeri kıvrıktır. Sap kısmı şapka ile aynı renge sahiptir. Sap kısmı aşağıya doğru daralır. Katı lifli ve sarı renkli olan bu mantar baharat ya da fındık tadındadır. Çiğ tüketildiğinde kurumuş kayısıyı andırır. Ormanda humuslu topraklarda yaprak ve ayırklar halinde kümeler oluştururlar. Yetişme

dönemi Mayıs ayından Kasım ayına kadar devam etmektedir. Gece ışık verme özelliğinden dolayı fener mantarı olarak da adlandırılmaktadır. Yemeklik olarak çok lezzetli bir mantar olan cücekız yavaşı ve uzun süre pişirilmelidir. Genç bireyler tüketmek için tercih edilmelidir. Çorbalarda ve risotto yemeklerinde kullanılabilir.



Şekil 9: Cücekız mantarı

3.9. Kükürt Mantarı

Kükürt mantarı (*Polyporus sulphureus*) yelpaze ve dil şeklinde, üstü kıızılmıtırak sarı, kenarı dalgalı, loplu –parçalı ve kükürt sarısı renktedir. Sap kısmı ise oldukça kısadır. Gençken yumuşak, kırıldığında sarı sıvı akıtır. Keskin hoş kokulu ve ekşimsi bir tadı vardır. Canlı ağaçların yaralı kısımlarında gelişerek öz odun çürüklüğüne neden olur. Porsuk, çam, kiraz, yalancı akasya, kayın ve yaşlı meşeler üzerinde gelişir. Tıpta birçok biyoaktif madde içermesinden dolayı potansiyel değer taşımaktadır. En önemli biyoaktif bileşikleri, lektinler, polisakaritler, fenoller, m terpenoids, enzimler, polien pigmentleri ve çoklu doymamış yağ asitleri kükürt mantarı (*L. sulphureus*)’nın başlıca biyoaktif maddeleridir.

Sitotoksik ve antikanser, anti-mikrobiyal ve anti-inflamatuar etkileri olduğu rapor edilmiştir (Potacka, 2019).



şekil 10: Kükürt mantarı

3.10. İmparator mantarı

İmparator mantarı (*Amanita caesarea*) gelincik mantarı, Sezar mantarı veya yumurta mantarı olarak da bilinmektedir. şapkası turuncu ve kırmızıya yakın renkte olan ve ormanda kolayca fark edilebilir mantardır. Tadı keskin ancak oldukça lezzetli bir mantardır. Yetişkin olmayan genç bireyler yumurtayı andıran bir kese içerisinde bulunur. Toplandıktan sonra bile büyümeye devam edebilir. Bu mantar Roma imparatorlarının favori mantarı olduğundan halk arasında caesarea yani Sezar mantarı olarak da isimlendirilmiştir. Sezar mantarı kestane, meşe, ıhlamur ve çam ormanlarında ağaç dibinde ve açık alanda Eylül-Kasım ayları arasında yetişir. İmparator mantarı bol miktarda A, C ve D vitaminlerini içerir. Bağırsakların çalışmasında ve bağışıklığın güçlenmesinde etkindir.



Şekil 11: İmparator mantarı

3.11. Kayın mantarı

Kayın mantarı (*Pleurotus ostreatus*) daha çok istiridye mantarı olarak bilinmektedir. Yelpaze şeklinde ve midye kabuğu gibi yayvan kavislidir. Kenarları her tarafta içeriye doğru kıvrıktır. İstiridye rengine benzediği için bu isimle anılmaktadır. Doğada en çok kayın odunları üzerinde görüldüğünden kayın mantarı da denmektedir. Etlı kısım yumuşak ve hoş kokuludur. Genç mantarlar tüketilmeli ve yağda kızartılıp yendiğinde balık tadı gelmektedir. Yüksek fenolik içeriği nedeniyle antioksidandır. Kolesterolü dengeler, antibakteriyeldir, besin değeri yüksek, bağışıklık sistemini güçlendirir, kansızlıkla savaşır ve kolesterolü dengeler. Yapılan bir çalışmada meme kanseri ve kolon kanserini engellediği ortaya koyulmuştur (Jedinak ve Sliva, 2008). İlkbahar ve son bahar aylarında görülmektedir. Bu tür dünya genelinde de kültürü yapılan türdür. Dünya genelinde beyaz şapkalı mantardan sonra ikinci sırada gelmektedir. Kültürü yapılan mantarlar içerisinde en kolay üretilen ve yatırım maliyeti en düşük olan mantardır. Bu mantar türü

genellikle tarımsal faaliyetler sonucunda ortaya çıkan atıklar üzerinde kompostlama tekniği ile üretilmektedir. Başka bir yetiştirme tekniği ise kütükler üzerinde yetiştirilmedir. Bu metot genelde orman kaynaklarının bol olduğu yerlerde yapılmaktadır. Açık alanlarda da iklimin uygun olduğu yerlerde kütüklerde yetiştirilmesi mümkündür. Yurdumuzda son zamanlarda bu mantarın üretimi de giderek artmaktadır.



Şekil 12: Kayın mantarı

4. İstiridye Mantarı Üretim Tekniği

Kavak, söğüt, kayın gibi ağaç türlerinin talaşı, buğday samanı, mısır koçanı, çay artığı, ayçiçeği tohum kabuğu, fındık zürufu, pirinç kavuzu ve pamuk tohumu atıkları gibi birçok lignoselülozik tarımsal artık istiridye mantarı yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir. Şayet herhangi bir bitki sapı kullanılacaksa, iri parçalar haline getirilmelidir. Kayın talaşı ise planya talaşı olmalıdır. Üretim reçetesine göre hazırlanan ortamlar hastalık etmenlerinden

arındırmak için sterilizasyon veya pastörizasyon yöntemleri kullanılmalıdır. Pastörizasyon yöntemi olarak 60 °C’de 8-10 saat ya da 70 °C’de 6-8 saat süre ile buharlı uygulama ya da 70 °C’de bir saat süre ile sıcak suda bekletme uygulanmaktadır. Sterilizasyon yöntemi yapılacaksa 121°C’de 90 dakika otoklav ya da sıcak suda kaynatma metodu uygulanabilir (Şekil 13). Diğer yandan klordioksit ile muamele veya kireçli suda bekletme gibi soğuk sterilizasyon yöntemleri daha az maliyetli ve pratik olduğundan tercih edilmektedir.



Şekil 13: İstiridye mantarı kompostu kaynatma yöntemiyle sterilizasyon (Düzce)

Steril edilen kompost materyalleri 20-25 °C sıcaklığa ulaşana kadar beklenir. Böylece misel ekimi için hazır hale gelmiş olunur. Temiz bir branda üzerine kompost materyalleri serilerek fazla nemin atılması için havalandırılır. Fazla vakit kaybetmeden pH dengesi için ortama %1 oranında kireç ilavesi yapılır. Daha sonra hammaddeler misel ekimi yapılarak homojen bir şekilde karıştırılır ve kompost poşetlerine doldurulur. Misel oranı kompost yaş ağırlığa oranla %3 kadardır. Ağzı bağlanan torbalar 30 gün boyunca 25 °C sıcaklık ve

%80 nem içeren karanlık bir odada misel sarımı için beklenir. Yeşil küf oluşumu gözlemlenen torbalar tespit edilip oda dışına çıkarılır. Misel gelişimi tamamlandığında ortam sıcaklığı 15-16 °C düşürülerek soğutma işlemi gerçekleştirilir. Bu işlem mantarların şapka oluşumunu teşvik etmek için yapılmaktadır. Oda nemi bu aşamada %90 yapılmalı ve şapka oluşumunu sağlamak için metre kareye 50-60 lüks olacak şekilde florasan lambalarla ışıklandırma yapılmalıdır. Bu dönemde odanın karbondioksit oranı 600 ppm altına düşürülerek bol havalandırma yapılır. Şapka oluşumunu tamamlayan mantarlar hasat edilerek ikinci flaş için 10 -15 gün beklenir. Bekleme süresi bittiğinde tekrar mantar şapkaları çıkmaya başlar. Mantarın kompostun içerisindeki besini tamamen tüketene kadar şapka çıkışı devam eder. Bu döngü yaklaşık olarak 75 gün sürmektedir. Şapka çıkışı durduğunda yeni kompostlar hazırlanmalıdır. İstiridye mantarı üretimi kullanılmayan atıl ahırlar, samanlıklar, bodrum katları veya tavuk çiftlikleri mantarhaneye dönüştürülerek yapılabilir (Şekil 14).



Şekil 14: Düzce’de mantarhaneye dönüştürülmüş atıl bir ahır ve hasat edilecek büyüklüğe ulaşmış istiridye mantarları

5. Mantar yetiştirmek için Düzce’nin tarımsal atık potansiyeli

Beyaz şapkalı mantar, İstiridye, şitaki ve Reishi gibi kültüre alınan mantarlar tarımsal atıklardan yetiştirileceği için yatırımın yapılacağı bölgenin hem tarımsal üretim hem de tarımsal üretim faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan atıkların miktarı önem arz etmektedir. Ülkemiz 785 milyon 347 bin dekar karasal büyüklüğe sahip olup bunun %30,3 tarım alanlarından oluşmaktadır. Türkiye tarımsal alan büyüklüğü ile dünyada 14. sırada yer almaktadır. Yüzölçümü oranına göre en fazla tarımsal alana sahip 15 ülke arasında dördüncü sırada olduğu bildirilmektedir. Düzce ilinin ise 2 milyon 567 bin dekarlık yüzölçümünün 741 bin 630 dekarı tarım alanından oluşmakta ve 1 milyon 238 bin 170 dekarı ise orman alanıdır. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Düzce İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 2020 Faaliyet Raporu’na göre Türkiye’nin 231.451.337 dakar işlenen tarım alanı bulunurken Düzce’nin 747.227 dekar işlenen tarım alanı bulunmaktadır. Bu alanların 104.086 dekar tarla, 7.715 dekar sebze, 634.761 dekar meyve ve 666 dekar ise ss bitkileridir. Aynı verilere göre Düzce’de 57.330 ton fındık üretimi olmak üzere toplam 59.808 ton kapama meyve üretimi gerçekleşmiştir. Diğer yandan kabak, lahana fasulye, biber ve ıspanak gibi sebze ürünlerinden toplam 19.914 ton üretilmiştir. Düzce’de öne çıkan bitkisel ürünler arasında 225.373 ton silajlık mısır, 35.826 ton dane mısır, 57.330 ton fındık 8.298 ton kestane kabağı ve 2.630 ton ile buğday üretimi yer almaktadır.

SONUÇ

Buradan hareketle Düzce ilinde tarımsal faaliyetlerin yoğun bir şekilde yapıldığı özellikle mısır ve fındık üretiminin ön plana çıktığı görülmektedir. Tarımsal faaliyetler sonucunda ortaya çıkan

ve hiçbir ekonomik değer taşımayan tarımsal atıklardan kültür mantarı üretmek hem atıklardan kaynaklanan çevresel problemleri ortadan kaldıracak hem de kültür mantarı gibi katma değeri yüksek ürünlere dönüşerek ekonomik fayda sağlayacaktır.

Mikolojik turizm açısından değerlendirildiğinde Düzce'nin hem mantar yetiştirciliği açısından zengin tarımsal atık (mantar yetiştirme için hammadde) potansiyeli hem de yenilebilir mantar türleri açısından zengin bir konuma sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu bölgede mantarcılık maaliyetlerinin bilinçli bir Şekilde yapılması hem bölgesel kalkınmaya katkı sunacak hem de sürdürülebilir bir mikoljik turizm ile ekoturizm faaliyetlerinin yapılmasına imkan sağlayacaktır.

Referanslar

Akbulut, S., Keten, A. (2001). Düzce Yöresindeki Alabalık Yetiştiriciliği Üzerine Bir Çalışma. *Turkish Journal of Forestry*, 2(1), 49-60.

Akkuzu M. Z., Sezgin O., Özdoğan O., Yaraş S., Bozkurt S., Üçbilek E., Altıntaş E., Ataş F. N. (2020). Mersin'de yabani mantar zehirlenmeleri: Retrospektif bir epidemiyolojik çalışma ve karaciğer toksisitesinin incelenmesi. *Van Sağlık Bilimleri Dergisi*. 13(3),10-14.

Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı, (2019). Kültür Mantarı Yetiştiriciliği Ön Fizibilite Raporu.

Ceylan, V., Muştı, Ç., Sarıışık, M. (2022). Türkiye'nin Mikolojik Turizm Kapsamındaki Kaynak Potansiyelinin Değerlendirilmesi. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 106-121.

Çolak, A. (2019). Kastamonu Yöresinde Tespit Edilen Bazı Kuzugöbeği Türlerinin Moleküler ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.

DMİ. (2022). Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Erbiai, E.H.; da Silva, L.P.; Saidi, R.; Lamrani, Z.; Esteves da Silva, J.C.G.; Maouni, A. Chemical Composition, Bioactive Compounds, and Antioxidant Activity of Two Wild Edible Mushrooms *Armillaria mellea* and *Macrolepiota procera* from Two

Countries (Morocco and Portugal). *Biomolecules* **2021**, *11*, 575.
<https://doi.org/10.3390/biom11040575>

Eren, E., Pekşen, A. (2019). Türkiye’de kültür mantarı üretimi ve teknolojik gelişmeler. *Mantar Dergisi*, *10*(3), 225-233.

First nature, (2024). *Aleuria aurantia* (Pers.) Fuckel - Orange Peel Fungus (08.09.2024 tarihinde <https://www.first-nature.com/fungi/aleuria-aurantia.php> adresinden alınmıştır).

Gündüz, G. (2007). Ahşap Korumada Rutubet İzoterm Eğrileri Haritası: Türkiye Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, *9*(11), 26-33.

Jedinak, A., Sliva, D. (2008). *Pleurotus ostreatus* inhibits proliferation of human breast and colon cancer cells through p53-dependent as well as p53-independent pathway. *International journal of oncology*, *33*(6), 1307-1313.

Karasoy, A. F., Okuyucu, H., Pekşen, A. (2019). *Flammulina velutipes* Mantarı. *Mantar Dergisi*, *10*(3), 152-162.

Kaypak, Ş. (2012). Ekolojik turizm ve sürdürülebilir kırsal kalkınma. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, *2012*(1), 11-29.

Kurt, R., Can, A., Sivrikaya, H. (2018). Bartın ilinde kültür mantarı yetiştiriciliğinin mevcut durumu, sorunları ve bazı çözüm önerileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, *20*(2), 176-183.

Mısır, İ., Sezen, T.S., Şahin, B. (2022). Mikoturizm ve toplum temelli turizm ilişkisi üzerine bir değerlendirme. *Gastroia: Journal of Gastronomy And Travel Research*, *6* (1), 139-155.

Patocka, J. (2019). Will the sulphur polypore (*laetiporus sulphureus*) become a new functional food?. *Global Journal of Medical and Clinical Case Reports*, 6(1), 006-009.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Fizibilite Raporu, (2020). Kültür Mantarı Yetiştiriciliği ve Kompost  retimi /Zonguldak İli  n Fizibilite Raporu.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Düzce İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Faaliyet Raporu, 2020.

Taşkın, H., Büyükalaca, S. (2012). Kuzu göbeği (*morchella*) mantarı. *Bahçe*, 41(1), 25-36.

Yüksel, B., Akbulut, S., Baysal, İ., Gültekin, Y. S. (2006). Düzce yöresinin yenilebilir mantarları. I. Uluslararası Odun Dışı Orman  r nleri Sempozyumu, Aralık 2006, Trabzon.

BÖLÜM III

Forest Areas and Ecotourism Activities

Çağdan UYAR¹
Gülberk Gizem KÜÇÜKOSMANOĞLU²
Ali KÜÇÜKOSMANOĞLU³

Introduction

There are three groups of ecosystems in the world: terrestrial (valleys, mountains, deserts, cities, etc.), aquatic (rivers, lakes, wetlands, seas, poles, etc.) and forest ecosystems (deciduous forest, coniferous forest, tundra, rainforest, etc.). Forest areas within terrestrial ecosystems account for 32.3%. However, this rate does not include clearings and shrublands. As can be seen from the analysis of statistics in Türkiye, forest cover is 22.9 million hectares,

¹ (Lecturer Ph.D.)* Istanbul University-Cerrahpasa, Vocational School of Forestry, cagdanuyar@iuc.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4813-2219

² (MSc) Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, gulberkgizem@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3540-2822

³ (Assoc. Prof. Dr.) Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Forestry, aliko@istanbul.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1254-5676

covering 29% of the country's surface area (Özdönmez et al., 1996; TOV, 2021).

In Türkiye, 54% of the forest areas are productive grove forests and 46% are managed as coppice forests. Regional distribution of forests in Türkiye is irregular (Figure 1). In addition to ecological conditions and regional changes in climate, negative human pressures on forests have also been effective in this distribution. The geographical distribution is 24.40% in the Black Sea region, 19.60% in the Mediterranean region, 15.90% in the Aegean region, 12.80% in the Marmara region, 8.30% in the Eastern Anatolia region, 13.80% in the Central Anatolia region and 5.20% in the Southeastern Anatolia region (Özdönmez et al., 1996; TOV, 2021). From 1996 to 2020, there has been a decrease in forest cover in the Antalya region (from 24.18% to 19.60%), while there has been a good increase in the Central Anatolia region (from 7.54% to 13.80%).



Figure 1: Forest Asset in Türkiye

Source: GDF, 2020

The aim of modern forestry in the 21st century is to ensure optimal utilization by ensuring the continuity of forests. Forests,

which are of great importance for both the economic and social lives of countries, can only provide the expected material and moral benefits only if they are well protected.

In addition to the use of forest products in a wide variety of areas, including primary and secondary products, forests also have functions such as water production, protection and regulation of water availability, protection of soil and soil fertility, positive impact on climate, providing jobs and livelihoods, providing recreational benefits, benefits in terms of national defense and security, protecting natural balance, providing biodiversity and having an impact on health (oxygen production and carbon consumption, improving air quality by keeping dust and pollutants, etc.).

The fact that Türkiye's forest areas are generally located in mountainous and hilly regions makes it obligatory to protect them against biotic and abiotic factors. Otherwise, natural disasters such as landslides, avalanches, floods, erosion, etc. will endanger the safety of local people, tourists and ecotourists. Today, the increase in the types of utilization of these areas and human population increases the importance of flood and avalanche control works by making the careful reclamation and management of mountainous and rugged land basins compulsory (Küçükosmanoğlu et al., 2010).

Forest areas are undoubtedly one of the places where ecotourism activities are carried out. The concept of ecotourism has gained popularity with the sustainability debates. Ecotourism activities are broader and more comprehensive than the activities of nature lovers and ecotourists who are sensitive to the environment.

It is indeed a set of environmental, economic and social relationships. So, to define ecotourism in another way; ecotourism is environmentally responsible travel and visits to unspoiled natural areas that support recreation, recognition and protection of nature and cultural resources, have low visitor capacity and provide socio-economic benefits to local people. Physical planning of tourism and ecotourism is of great importance for environmental protection (Küçükosmanoğlu & Arslangündoğdu, 2003).

As in countries around the world, ecotourism activities in Türkiye are also developing in protected areas. According to data from the General Directorate of Forestry (GDF), Türkiye has 48 national parks (909.158 hectares), 266 nature parks (108.036 hectares), 31 nature reserves (46.453 hectares), 110 nature monuments (8.356 hectares), 85 wildlife development areas (1.165.448 hectares), 14 Ramsar sites (184.487 hectares), 59 Wetlands of National Importance (869.697 hectares), 47 Wetlands of Local Importance (107.021 hectares), 55 Conservation Forests (246.447 hectares), 133 Forest Parks (9.643 hectares), 353 Gene Conservation Forests (43.187 hectares), 212 Seed gardens (1.479 hectares), 311 Seed stands (40.047 hectares), totaling 1.724 and 3.739.459 hectares as of 2024. In addition, when areas protected by international agreements, urban forests, gene conservation areas, natural protected areas, parks and special environmental protection zones are taken into consideration, these numbers and ratios grow even more (GDF, 2024).

The main ecotourism activities in Türkiye are paragliding, mountaineering, nature and culture walks (trekking), horseback tours, bicycle tours and the identification and development of routes,

orienteering, bird watching (ornithology), butterfly watching, botanical trips (plant examination and recognition), nature photography, river tourism (canoe-rafting), plateau tourism, cave tourism and sport fishing (Küçükosmanoğlu & Arslangündoğdu, 2003).

2.Forests and Ecotourism

Forests are one of the leading renewable natural resources that affect the lives of societies due to their existence and the wide range of benefits they offer to society. Since the existence of mankind, there has been a constant need for forests and a wide variety of products from forests (Küçükosmanoğlu, 1988).

Forests and plant covered areas have positive effects on the environment by reducing air pollution, binding CO₂ gas in the air as a result of assimilation, oxygenating the air, holding solid pollutants in the air, reducing the effects of harmful gases, neutralizing radioactive dust and pollutants, and absorbing noise. CO₂, an atmospheric pollutant, is used by plants in photosynthesis. Carbon dioxide is the only nutrient that land plants take in through the air. Forests bind on average 2.5 tons of carbon per 1 hectare per year. Trees and forests are known to produce 2/3 of the oxygen produced on land (Küçükosmanoğlu, 1994). Today, measurements are still ongoing.

The tendency of people to benefit from forest areas in terms of recreation (entertainment, rest and leisure activities) has existed since ancient times. In today's time, due to the increase in population in big cities, industrialization and the rise in living standards, the recreational activities of people living and working in cities and

indoors have been directed to rural areas and generally to forest areas (Özdönmez et al., 1996).

The recreation function of forests that attracts people's attention is characterized by; plant, animal and mineral elements, engaging in all kinds of tourism and ecotourism activities intertwined with rich natural beauties and landscapes, having fun, resting and getting to know nature by traveling, establishing the facilities necessary for these activities and preparing appropriate conditions and opportunities.

The aforementioned function can be explained as; presenting natural beauties and landscapes for the benefit of people, providing opportunities for people to see, recognize and examine the flora, fauna and various natural monuments existing in forests, also providing suitable conditions for tourists and ecotourists to make trips on foot and by motorized and non-motorized vehicles, providing the necessary conditions for various sports and ecotourism activities (Küçükosmanoğlu et al., 2010).

Forest resources are important and indispensable areas for tourism, eco-tourism and sports activities with their unique life units, flora, fauna, natural beauties, in-forest water resources. However, in the realization of these activities, it is a necessity to ensure the sustainability of forests by protecting them and transferring them to future generations.

The most important function of ecotourism in protected areas is that it is generally included in the management strategy of these areas. In this respect, the goal of protecting natural areas and the principles of ecotourism overlap. Ecotourism is seen as a

conservation strategy. One of the goals of ecotourism is to use the qualities of natural resources without damaging them. Preferring the use of ecotourism targets to traditional tourism activities, especially in protected areas, is important in terms of ensuring the sustainability of these areas by protecting them (Kuvan, 2012).

3.Ecotourism Activities

Forests and especially protected areas are the most important natural resources in terms of recreational uses and ecotourism. In the past, utilization of forests was aimed at obtaining primary and secondary forest products. However, today, in addition to obtaining these products, the main goal is the production of benefits and various services. The multi-faceted understanding of utilizing forest areas provides opportunities for activities such as picnicking, camping, water and land hunting, nature walks, safari, nature sports, bird watching, plant examination and recognition, river tourism, horse riding, bicycle tours, paragliding and mountaineering.

Benim Ormanım (2024) mobile application's open-access promotional photos; the prominent ecotourism activities for ecotouristic visits in Türkiye are presented below.

Paragliding: Paragliding is easier to learn than other aerial vehicles. People who fulfill the necessary health conditions can do this sport. Since the equipment used in paragliding is not produced in Türkiye, it makes this sport expensive. In addition, the fact that the defects of the instructors and the tools and equipment used in paragliding training have a role should never be forgotten. For this reason, the training should be carried out with instructors who are trained and specialized in this field and with perfect tools and

equipment. Türkiye was first actively introduced to paragliding in 1990. Due to the favorable climate, nature and terrain of paragliding, pilots from abroad started to come to Türkiye and it has shown continuous development (Figure 2 & Figure 3).

The locations suitable for paragliding in Türkiye are Ordu-Boztepe, Muğla-Gökova, Fethiye-Ören, Mersin-Tarsus-Emirler, Kayseri-Akçatepe, İzmir-Güzelbahçe-Ödemiş, Antalya-Aksu, Adana-Kabasakal, Ankara-Elmadag, Denizli-Pamukkale, Erzurum-Palandöken, Bursa-Uludağ, Isparta-Eğirdir, Manisa-Spil and Eskişehir-İnönü. But especially Babadağ in Fethiye-Ölüdeniz is recognized as one of the most suitable runways for paragliding in the world.



Figure 2: Mersin, Çamlıyayla Beştepe



Figure 3: Aksaray, Hasan Mountain

Nature and Cultural Walks (trekking): Long walks in the mountainous parts of a region, without mountaineering knowledge, without entering rugged and steep slopes, following pathways, in natural conditions that show some difficulties and qualities, according to age groups and limited in time are called nature walks. Although trekking is done by men and women, it can also be grouped as young-recreational and adult-recreational travelers in terms of age and the degree of excitement of trekking. The heights targeted during trekking activities differ in terms of countries. Trekking is not an activity that belongs only to mountainous, rugged areas. It can also be carried out in forests, deserts, steppes or different terrain types (Figure 4 & Figure 5).

Trekking activities are also grouped according to the degree of difficulty as hard trekking (strong, long hikes that require mountaineering knowledge and equipment) and soft trekking (easy, day hikes that people do in any situation).

Türkiye's two most important hiking routes are the Lycian Way and the St. Paul's Way, both of which are located in the Western Mediterranean. The first part of the Lycian Way includes Faralya, Dodurga Village, Sidyma, the cities of Pinara-Letoon-Xanthos and Patara. The second part includes Antiphellos, Apollonia, Simena, Myra, Limyra, Rhodiapolis, Gagai, Melanippe, Gelidonia, Edrassa, Olympos, Chimaera and Phaselis and is 509 km long. The St. Paul's Way is Türkiye's second hiking route and is 500 km long. One branch of this route starts from Antalya-Perge and the other branch starts from Aspendos, merges in the ancient city near Sütçüler and extends from Lake Eğirdir to Isparta-Yalvaç (Kasalak & Sarı, 2023).



Figure 4. Çoruh, Artvin



Figure 5. Uşak, Clandras Pepouza Ancient City

Mountain Climbing (Mountaineering): Mountaineering, which is called mountain climbing sport, is a sport that brings people together and enables people to interact with nature and natural resources. Mountaineering is divided into many subcategories such as high altitude mountaineering, winter mountaineering, glacier and rock climbing, mountain and nature walks, cycling mountaineering, and ski mountaineering (Figure 6).

Mountaineering is an ecotourism activity realized by utilizing the hygienic environment of the mountains and being in clean and healthy areas. The need for people to be in clean and healthy environments has emerged due to environmental pollution (air, water, soil, visual etc.) in developed and developing countries. Mountains offer a wide range of opportunities to people who want adventure, enthusiasm and different activities. The areas where mountaineering activities are carried out in Türkiye are Antalya-

Beydağları, Isparta-Dedegöl Mountains, Antalya-Alanya Akdağ, Aksaray-Hasan Mountain, Niğde-Bolkar Mountains, Niğde-Aladağlar, Kayseri-Erciyes Mountain, Tunceli-Munzur Mountains, Rize-Kaçkar Mountains, Ağrı-Ağrı Mountain, Hakkari-Cilo-Sat Mountains, Erzurum-Palandöken, Kars-Sarıkamış, Antalya-Saklıkent, Gümüşhane-Zigana and Kastamonu-Ilgaz (Küçükosmanoğlu et al., 2010).

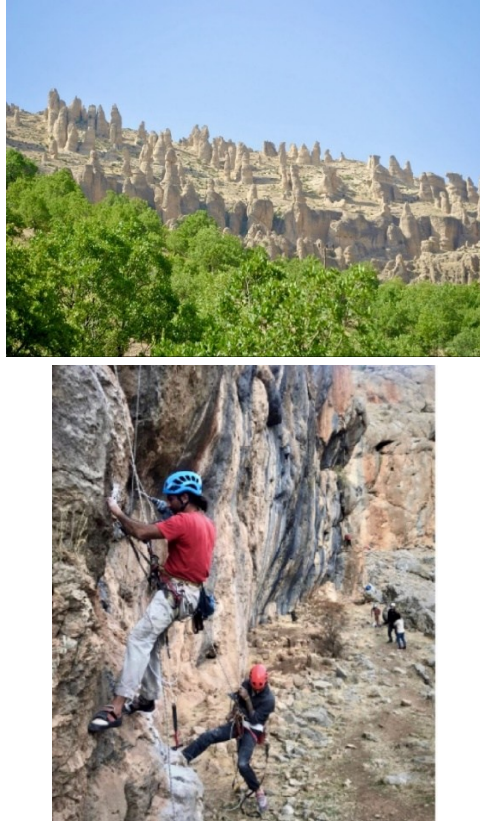


Figure 6. Diyarbakır, Sinekçayı Gelincik Mountain

Horseback Tour: Horseback tours are an activity created by people's love and interest in animals and the desire to be in nature by riding a horse. Forests and protected areas are primarily suitable for this activity. This activity can be diversified to include cultural tours or archaeological structures and supported by various social activities.

Horseback tours are generally done on footpaths and slow walks by holding the animal by the reins. Except for some coasts and mountainous areas, it is done by following a specific route. Participants in these tours can consist of a few people or groups of up to 30 people (Figure 7). The main purpose of horseback nature tours is for ecotourists to see and learn the cultural and geographical structure of rural areas. In this activity, which requires another living creature, it is obligatory to have basic horse riding training (Küçükosmanoğlu et al., 2010; Kasalak & Sarı, 2023).



Figure 7. İzmir, Çiçekliköy for educational purposes

Cycling tours: Cycling is an activity carried out by people who spend their free time riding bicycles by spending a pleasant time outside the city centers. This ecotourism activity, which is rapidly

increasing in all countries of the world, has also shown a rapid increase in Türkiye in recent years. The bicycle, which is one of the non-motorized transportation vehicles with an old history, is integrated with the pleasure of traveling and getting to know nature as well as the performance it provides (Figure 8). Important destinations in Türkiye where bicycle tours are organized are Black Sea tour, Bandırma route, Polonezköy tour, Erciyes, Cappadocia, Ihlara Valley and Salt Lake.

Mountain biking is a mountain driving sport generally practiced in mountainous areas. In the realization of this sport; cross-country bicycles with 18-27 gears suitable for every terrain structure can be done on trails in and around forests, on hiking trails or on vehicle roads (Küçükosmanoğlu et al., 2010; Kasalak & Sarı, 2023). Cycling is a cultural and sporting activity that ranges from short rides to national and international trips.



Figure 8. Muğla, Kavakarası Sığıla

Orienteering (direction finding): Today, the intensity of work pace, crowded and unplanned construction and environmental pollution in cities have led people to recreation areas (Figure 9 & Figure 10). One of the popular outdoor sports in countries around the

world is reaching the target by running or walking. It is practiced individually or as a team by using various equipment (map, compass, helmet, shoes, competition clothing, control card, etc.). The aim is to reach the control points whose locations are marked on the map and whose sequence numbers are given in advance. Competitors use a map and compass to reach their target point on the terrain under walking and racing conditions. Direction finding in accordance with the rules consists of the starting point surrounded by the terrain, the control points numbered and marked, the areas that provide contact with various roads and the end point (Küçükosmanoğlu & Arslangündoğdu, 2003; Küçükosmanoğlu et al., 2010).



Figure 9. Mersin, Kayacı Valley



Figure 10. Karabük, Yenice Göktepe

Birdwatching: Birdwatchers are people who are interested in observing and recognizing birds. Birdwatching is an activity that can be done professionally or as a hobby. Forests, wetlands, flat or hilly steppes, some locations of small or large cities may be suitable for birdwatchers during the migration times of birds that change according to the seasons. Birdwatchers need to have some tools and equipment with them. These are binoculars, a guide book with pictures of birds and a notebook.

Birdwatching is one of the primary activities that attract people's attention in our time within the scope of wildlife observation. Birdwatchers, who constitute the educated and high-income ecotourist group, have a large role in ecotourism revenues. Birdwatching has developed rapidly especially in recent years and ecotourists, who constitute the environmentally sensitive group within ecotourism activities, are promising for natural resources threatened all over the world (Figure 11).

Today, the number of birdwatchers has increased rapidly and has become an activity that does not harm nature and natural resources. Bird areas that should be taken into consideration for birdwatchers are those that allow birds to breed and spend the winter or are located on migration routes. The total number of bird species in Türkiye is almost as many as in all European countries. One of the reasons for Türkiye's high bird populations is the large number of wetlands and another is that it is located on important bird migration routes. Attempts have been made for bird watching by establishing bird observation towers and stations in Türkiye's wetlands such as Manyas, İzmir, Göksu Delta, etc. Bosphorus and Dardanelles, the eastern Mediterranean and Northern Anatolia are important routes of bird migration in spring and fall (Küçükosmanoğlu & Arslangündoğdu, 2003; Kasalak & Sarı, 2023).



Figure 11. Denizli, Acıpayam Çatak Canyon

Botanical excursions (plant examination and recognition):

A large part of Türkiye's territory is located in Asia and this region is called Asia Minor (Anatolia). The smaller part located on the European continent is called Thrace. Due to this geographical location and different types of climate, Türkiye has a wide variety of plant species. Türkiye also has plant species dictated by the climate of each geographical region. Plant study and identification activities carried out in a nature-specific manner contribute both to the protection of nature and to the socio-economic structure of the area (Figure 12 & Figure 13). Türkiye has a significant richness in terms of floristic plant species diversity in the world. Due to its geographical location in a temperate climate, Türkiye is home to 1.251 genera and 9.222 plant species belonging to 174 families. Türkiye also has a great importance in terms of endemic plant species richness (Kasalak & Sarı, 2023).



Figure 12. Tokat, Düden



Figure 13. Muğla, Kavakarası Sığı

Nature photography (photo safari): Photography is a photographic excursion in groups of 10-15 people to regions with beautiful and attractive patterns for the recognition of nature (Figure 14). This activity for wild animals is also called photo hunting. Nature photography allows wildlife beauties to be maintained without harming nature and wild animals. This ecotourism activity, which was previously carried out in the form of animal hunting, now includes photography, filmmaking and research activities. Within the scope of photo safari in Türkiye, there are many photo safari trails where wildlife observation, camping, hiking, culture, history and nature activities can be organized together for groups to get to know nature and natural resources (Küçükosmanoğlu & Arslangündoğlu, 2003).

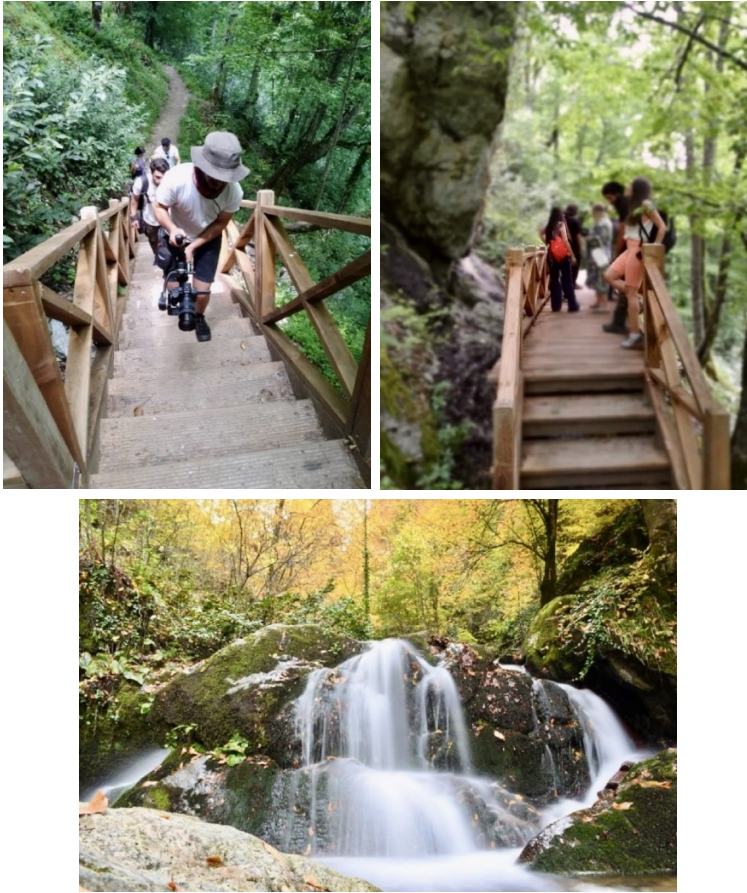


Figure 14. Bursa, Oylat

River tourism (canoe-rafting): Canoeing and rafting are carried out in rivers, including natural landscape beauties and boat trips. In these activities in rivers, natural landscape beauties and boating trips come to mind first (Figure 15 & Figure 16). However, activities such as whitewater kayaking, canoeing and rafting are especially emphasized. Canoeing and rafting are ecotourism activities that rank first among adventure lovers. Canoeing is an

exciting and enjoyable as well as a power based sport and is done with two-person canoes.

On the other hand, rafting is done with groups of 5 or 9 people on rivers with high flow rates with boats called rafts. Canoeing and rafting have the feature of revealing the beauties of natural landscapes in harmony with the environment in completely natural conditions, which do not lead to unplanned urbanization and environmental pollution. The geographical regions suitable for rafting and canoeing in Türkiye and the rivers they cover are the Mediterranean region (Antalya-Köprüçay, Alara and Dim Stream, Manavgat Stream, Anamur-Dragon Stream, Adana-Feke-Göksu River), Central Anatolia region (Zamantı River), Aegean region (Muğla Dalaman Stream), Black Sea region (Altıparmak-Barhal Stream, Fırtına Creek), Eastern Anatolia region (Çoruh River) and Southeastern Anatolia (part of the Euphrates River) (Kasalak & Sarı, 2023).



Figure 15. Mardin, Beyazsu

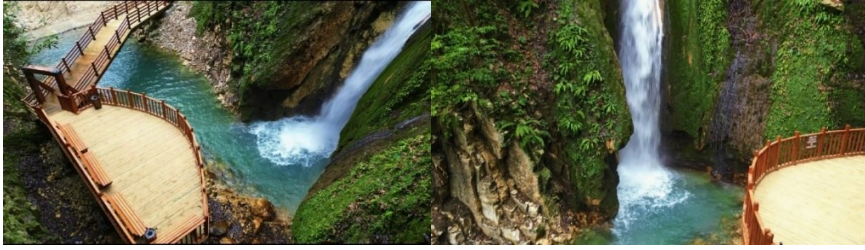


Figure 16. Düzce, Aktaş Waterfall

Plateau tourism: Plateau is a geographical term and is defined as a flat and high place in physical geography (Figure 17). Another definition of plateau is; natural mountain pastures that are located above the boundary of forest glades and trees, generally allowing large and small cattle to be fed during the hot summer months and inaccessible in winter. With the activities carried out by people in the plateaus, plateau culture and living in natural areas away from urban centers have attracted the attention of segments of society and participation in plateau life has increased. Thus, plateau living has a great potential among ecotourism activities in Türkiye. Today, people living in large urban centers prefer areas with natural landscape beauties by moving away from environmental pollution (such as air, water, soil, noise and visual). Highlands have become centers of attraction for ecotourism due to their diverse vegetation, forests, lakes, rivers, historical and cultural archaeological values, mountain and nature walks, rafting, winter sports, hunting, fishing, grass skiing, therapeutic waters, highland festivals and handicrafts. Today, 26 areas suitable for plateau tourism have been identified in almost all geographical regions in Türkiye (Kasalak & Sarı, 2023).



Figure 17. Trabzon, Hidirnebi Plateau

Cave tourism: A cave is an underground cavity formed as a result of natural events (such as geological-geomorphological). Speleology (cave systems science) is an activity carried out with scientific and sportive goals. Caving for sportive purposes is recognized as one of the dangerous nature sports in the world. Speleology is an activity that can be done individually or in groups. In ecotourism, caves that are generally used for visual purposes, especially speleothem (such as dripstones, stalactites, and stalagmites) in a structure that covers a large number of shapes and have access in horizontal direction are preferred. Nowadays, caves with completed infrastructure (lighting, walking paths, etc.) attract the attention of people of all age groups. According to studies conducted in Türkiye, although there are approximately 55.000 caves, the number of caves that have been explored does not exceed a few hundred and it is clearly seen that there are many caves that need to be explored and brought into ecotourism (Figure 18).

The longest cave in Türkiye is Pınargözü (16 kilometers) west of Beyşehir Lake and the deepest cave is Çukurpınar Sinkhole (1,880 meters) north of Anamur. In terms of ecotourism activities, caves in Türkiye are classified as the first group (completely closed to human access and tourism), the second group (partially open to human access, closed to tourism), the third group (open to tourism and can be visited by anyone) and the fourth group (not scientifically studied and not included in the literature). In Türkiye, Burdur-İnsuyu, Alanya-Damlataş, Silifke-Cennet Cehennem and Dilek, Tarsus-Eshab-ı keyf, Antalya-Karain, Tokat-İndere and Ballica, Elazığ-Buzluk, Gümüşhane-Karaca and Karaman-Maraspoli caves which are open to touristic trips are remarkable and important (Kasalak & Sarı, 2023).



Figure 18. Alanya, Sapadere Canyon

Conclusions

As can be understood from the issues explained so far; forests have a great importance in both economic and social lives of countries. In meeting the material and spiritual needs of societies, forest areas and protected areas have an irreplaceable role in the realization of ecotourism activities as well as in the lives of people.

The main purpose of forestry is not to protect wood wealth and revenue, but to fulfill functions such as supplying clean water and nutrients, protecting the soil, providing employment, providing recreational activities, creating habitats for animals and plants, providing landscape diversity, and storing carbon substances. In this respect, it is imperative to ensure the sustainability of forest ecosystems by protecting them from biotic and abiotic damages. Forests are ecosystems that absolutely need to be protected and the following conclusions have been reached regarding ecotourism activities:

- Türkiye's forest ecosystems should be protected from the effects of biotic and abiotic factors and their sustainability should be ensured.
- Afforestation of green areas and vacant lands, which have been eliminated due to various reasons in regions where urbanization and industrialization are intense, should be accelerated.
- Environmental pollution (air, water, soil, noise, visuals, etc.) and the ways in which they affect humans and other living beings is a particularly current problem. The aim in this regard is to raise the level of life of societies without polluting the environment. In order to eliminate the destructive effects of industrialization and unplanned urbanization on the environment, there is also a need to develop new technologies by making use of existing technologies.

- Today, the aim of utilizing forest areas in multiple ways enables activities such as picnicking, camping, water and land hunting and especially ecotourism.
- Although the places where ecotourism activities are carried out are forest areas, it is seen that it is progressing in protected areas in Türkiye as in all countries of the world.
- The concept of ecotourism is on the agenda with sustainability discussions and has gained popularity. Ecotourism activities are broader and more comprehensive than the movements of nature lovers and ecotourists who are responsible and sensitive to the environment. Indeed, the concept encompasses the full range of environmental, economic and social relationships.
- The recreational function of forests can be explained as to engage in all kinds of tourism and ecotourism activities, to have fun, to rest and to see and get to know nature by traveling, to prepare the appropriate conditions and opportunities by establishing the necessary facilities for these activities with its plant, animal and mineral elements, rich natural beauties and landscape that attract people's attention.
- Another recreation function of forests can be expressed as offering natural beauties and landscapes to the service of people, providing the opportunity to see, recognize and examine the flora, fauna and various

natural monuments existing in forests, providing tourists and ecotourists with pedestrian and motorized and non-motorized vehicles, and providing the necessary conditions for various sports and ecotourism activities.

- The use of natural resources without damaging their properties is one of the objectives of ecotourism. Especially in protected areas (such as national parks, nature parks, nature reserves, nature monuments, wildlife development areas), it is important to prefer their use for ecotourism purposes to traditional tourism activities in order to protect these areas and ensure their sustainability. Therefore, the principles of ecotourism overlap with the purpose of protecting natural resources and these areas.
- By developing various tourism alternatives (such as hunting tourism and hunting, nature sports), the pressure on forests should be reduced and the income level of the people living in that region should be increased (such as accommodation, food and beverage, transportation, sale of tools and various materials).
- In order to develop and expand ecotourism activities, which contribute to the socio-economic structure of countries, throughout Türkiye, scientific and technical studies should be carried out on issues such as infrastructure, accommodation, transportation, tools and equipment, and deficiencies should be eliminated.

- In addition to the financial resources to be provided by the state, the contributions of other private and legal persons should be provided in the studies to be carried out for the protection of nature and natural resources.
- Rest and accommodation facilities for ecotourists coming to Türkiye should be adequate, transportation and field needs of ecotourists should be met, and there should be regular organizations that can provide guidance services. In addition, legal regulations that ensure that ecotourism activities are carried out without harming natural resources and the environment should be completed.
- There is a need for public participation and cooperation in the protection of nature and natural resources and the successful implementation of recreation and ecotourism activities. This is made possible through public education and raising the level of awareness.

References

GDF, (2020). *Türkiye Orman Varlığı, Haritalar*. Orman Genel Müdürlüğü, Ormanlarımız.

GDF, (2024). *Korunan Alan İstatistikleri, 2023*. Tarım ve Orman Bakanlığı, DKMP Korunan Alan İstatistikleri.

Kasalak, M. A., and Sarı, B. D. (2023). Her Yönüyle Ekoturizm. *Kapadokya Üniversitesi Yayınları*: 78.

Kuvan, Y. (2012). Doğa Koruma ve Korunan Alanlar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi yayını*. Yayın No: 5066/499. ISBN: 975-978-404-914-beş. 201 S. İstanbul.

Küçükosmanoğlu, A. (1988). Orman Yangınları Bilgisayara Aktarılırken Hangi Bilgileri İhtiva Etmelidir. *Orman Mühendisliği Dergisi*, (4)., Ankara.

Küçükosmanoğlu, A. (1994). İnsan sağlığı, sanayileşme ve ormanlar. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 44(1-2), 105-112.

Küçükosmanoğlu, A., and Arslangündoğdu, Z. (2003). *Ölüdeniz ve Ekoturizm*. Türk deniz araştırmaları vakfı yayını, TÜDAV eğitim serisi no:3 ISBN: 975-92389.4-2, 61s, İstanbul.

Küçükosmanoğlu, A., Ayberk, H., and Bakırcı, E. (2010). *Doğa Sporlarında Ormanların Yeri ve Önemi*. Av Doğa Dergisi, (81).

Özdönmez, M., İstanbullu, T., Akesen, A., and Ekizoğlu, A. (1996). *Ormancılık Politikası*, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 3968. ISBN: 975-404-429-5. Orman Fakültesi Yayın, (435). İstanbul.

TOV, (2021). *Türkiye Orman Varlığı*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. ISBN: 978-605-7599-68-1. Nisan-2021. Ankara.

BÖLÜM IV

Ardahan Yöresi Saf Sarıçam Meşcereleri için Göğüs Boyu Şekil Katsayısı Denklemlerinin Geliştirilmesi

Aydın KAHRİMAN¹
Burak SAYGILI²

Giriş

Bu çalışmada Ardahan yöresinde yayılış gösteren saf Sarıçam meşcereleri için ağaç hacminin hesaplanmasında kullanılan göğüs boyu şekil katsayısının belirlenmesi amaçlanmıştır. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), yayılış alanı, ekonomik değeri, artım ve büyüme özelliklerinden dolayı ülkemizin en önemli ağaç türlerinin biridir. Orman Genel Müdürlüğünün orman envanteri verilerine göre 2021 yılındaki ülkemizin toplam ormanlık alanının 1.410.177 ha'lık (%)

¹ Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü
ORCID ID: 0000-0001-9696-1153

² Orman Genel Müdürlüğü, Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü, Ardahan Orman İşletme Müdürlüğü., Ardahan, ORCID ID: 0000-0003-0106-0550

6,15) kısmında Sarıçam yayılış göstermektedir (General Directorate of Forestry, 2021).

Ülkemiz için önemi olan ve yüzölçümünün % 6,15'ini kaplayan bu Sarıçam meşcerelerindeki meşcere hacminin belirlenmesi önem arz etmektedir (Ercanli & Kahrıman, 2015). Bunun için de meşceredeki ağaçların hacimleri en doğru bir şekilde hesaplanmalıdır. Ağaç hacmi doğrudan ölçülemez. Ağaç hacmi bulunurken göğüs çapı, ağaç boyu ve şekil katsayısı (bir silindirin hacmini gerçek ağaç formuna indirgeyen) değişkenleri kullanılır (Fırat, 1973; Adekunle & ark. 2013; Kahrıman & ark., 2013). Ağaç gövdesi doğal şekil katsayılarının genellikle koni ile parabolitin arasında bulunduğu bilinmektedir (Şehin & ark., 2019; Kesik & Sakıcı, 2024). Uygulamada pratik olarak ölçülebilen veya hesaplanabilen göğüs boyu şekil katsayısı genellikle 0.40-0.55 değerleri arasında değişmekle birlikte, kabaca bir ağaç hacim tahmini için 0.5 olarak alınabilmektedir (Gürocak, 2011; Sarıkaya, 2012). Şekil katsayısı olarak doğal şekil katsayısı daha tutarlı sonuçlar vermesine karşın, pratik olması sebebiyle uygulamada göğüs boyu şekil katsayısı kullanılır (Tenzin & ark., 2017). Ayrıca, ağaç hacim denklemlerinin (çok girişli ağaç hacim denklemleri) daha güvenilir sonuçlar vermesi için çap ve boy değişkelerine ilaveten tepe uzunluğu, tepe yüksekliği, şekil katsayısı, tepe uzunluğunun ağaç boyuna oranı veya gövdenin belirli bir yükseklikteki çap değişkenleri kullanılmaktadır (Kalıpsız, 1984; Kesik & Sakıcı, 2024”).

Orman envanterlerinde ölçülen yaygın değişkenler göğüs çapı, ağaç boyu ve tepe ölçütleridir (Subedi & ark., 2021) ve bu değişkenler şekil katsayısı, hacim, biyokütle, karbon vb.

değişkenleri türetmek için kullanılmaktadır (Baral & ark., 2020). Şekil katsayısı önemli bir faktördür çünkü bir ağacın referans silindirinin hacmini gerçek hacme dönüştürür (Tenzin & ark., 2017). Şekil katsayısını etkileyen veya belirleyen faktörler: ağaç türü, göğüs çapı, ağacın yaşı, meşcere kapalılığı, bonitet sınıfıdır (Chaturvedi & Khanna, 2011; Gürocak, 2011). Göğüs boyu şekil katsayısı, yapay şekil katsayısı, doğal şekil katsayısı, mutlak şekil katsayısı ve Hohenadl'ın şekil katsayısı olarak değişik şekilde hesaplanabilen şekil katsayıları mevcuttur “(Gürocak, 2011; Baytaş & Seki, 2023).

Bu çalışmada, Ardahan Orman İşletme Müdürlüğünde önemli bir yayılış alanına sahip alan saf ve doğal Sarıçam meşcereleri için göğüs boyu şekil katsayısı denklemlerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

1. Materyal ve Yöntem

1.1. Materyal

Bu çalışmada, materyal olarak Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü Ardahan Orman İşletme Müdürlüğü'ndeki saf ve doğal Sarıçam meşcerelerinde elde edilen veriler kullanılmıştır (Saygılı, 2019). Ardahan Orman İşletme Müdürlüğü'nün yüzölçümü 547.671 ha olup, bu alanın 30.757,4 ha (%5,6)'ı ormanlık ve 516.913,6 ha (%94,4)'ı ise ormansız (açık) alanlardan oluşmaktadır. Ormanlık vasfında olan alanın da 24.343,3 ha (%79)'ı verimli orman, 6.414,1 ha (%21)'ı ise verimsiz ormandır. Çalışma alanı olan Ardahan yöresindeki bu ormanlık alanın 24.106,3 ha'lık kısmını saf Sarıçam meşcereleri oluşturmaktadır (General Directorate of Forestry, 2021).

Çalışmaya konu olan saf Sarıçam meşçerelerin yer aldığı Ardahan ilinde (40°45'24" - 41°36'13" kuzey enlemi, 42°25'43" - 43°29'17" doğu boylamı) hava sıcaklığı aylık ortalama -11,1 – 16,4°C (yıllık ortalama 3,9°C) arasında değişmekte, en düşük sıcaklık ise -39,8°C ile -2,2°C arasında seyretmekte, en yüksek sıcaklık ise 35°C'ye ulaşmaktadır. Ortalama yıllık toplam yağış 573,9 mm iken, yıllık ortalama bağıl nem % 65-71 arasında değişmektedir (Anonim, 2016). Ardahan'da karasal iklim hakim olup; kışlar uzun (7 ay) sürer; ilkbahar ve sonbahar çok kısa sürer; yaz ilkbahar mevsimi serinliğinde gerçekleşir.

Bu çalışmada üretim sahalarından kesilen 137 adet Sarıçam ağacında ölçümler yapılmıştır. Örnek ağaçların seçiminde; değişik çap ve boy kademelerine de mümkün olduğunca eşit ve dengeli bir biçimde dağıtılmasına ve hacim değişkenliğini iyi bir şekilde yansıtmasına özen gösterilmiştir.

Bu çalışmadaki örnek ağaçlar kütük yüksekliğinden (0.3 m) kesilerek, dip kütük (0,30) ve göğüs yüksekliği çapı (1,30) ve daha sonra sırasıyla 1'er metre ara ile düzenli bir şekilde olacak şekilde 2,3 3,3 4,3 ... metrelerdeki çaplar ölçülmüştür. Ayrıca ağaçların boyları da çelik şerit metre ile m olarak ölçülmüştür. Gövde üzerinde daire biçimli olmayan kısımların çapları, gövde kesitine dik iki yönde olacak şekilde ölçülmüş ve bu iki ölçümün ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

2. Metod

Ağaç gövdeleri üzerinde her 1 m'de ölçülen çaplar kullanılarak toplam gövde hacimleri, Smalian formülü aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Laar ve Akça, 2007).

$$V_{smalian} = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_0^2 + d_n^2}{2} \right) l \quad (1)$$

Bu denklemde d_0 seksiyonun kalın uc çapını, d_n seksiyonun ince uç çapını, l seksiyon uzunluğunu ifade etmektedir.

Şekil katsayısı gerçek hacmin, silindir hacmine oranlanması ile aşağıdaki eşitlik yardımı ile elde edilmektedir (Laar & Akça, 2007). Birden küçük olan şekil katsayısı yardımıyla hacim hesaplaması kolaydır.

$$f_{1.3} = \frac{V_{gövde}}{V_{silindir}} = \frac{V}{\frac{\pi}{4} * d^2 * h} \quad (2)$$

Bu denklemde d göğüs çapını, h ağaç boyunu ifade etmektedir.

Tablo 1. Çalışma kapsamında kullanılan tek girişli ağaç hacim denklemleri

Model	Eşitlik no
$f_{1.3} = b_0 + b_1 \frac{1}{d^2 h} + b_2 \frac{1}{h} + b_3 \frac{1}{d^2}$	(3)
$f_{1.3} = b_0 + b_1 \frac{1}{d^2 h} + b_2 \frac{1}{d h} + b_3 \frac{1}{d} + b_4 \frac{1}{h} + b_5 \frac{1}{d^2}$	(4)
$f_{1.3} = b_0 + b_1 \frac{1}{h} + b_2 \frac{h}{d} + b_3 \frac{h}{d^2}$	(5)
$f_{1.3} = b_0 + b_1 d + b_2 \frac{h}{d}$	(6)
$f_{1.3} = b_0 + b_1 \frac{1}{h} + b_2 \frac{1}{d^2} + b_3 \frac{1}{d^2 h}$	(7)
$\log f_{1.3} = b_0 + b_1 d + b_2 \log h$	(8)
$\log f_{1.3} = b_0 + b_1 \log d + b_2 h$	(9)
$\log f_{1.3} = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h$	(10)
$\log f_{1.3} = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h^2 + b_3 h^2 + b_4 d h^2$	(11)
$f_{1.3} = \frac{h^2}{b_0 + b_1 d h + b_2 d}$	(12)
$f_{1.3} = \frac{b_0 + b_1 d h + b_2 h + b_3 h^2 + b_4 d^2 h}{d^2 h}$	(13)
$f_{1.3} = \frac{d^2 h}{b_0 + b_1 d h + b_2 d^2 h + b_3 h + b_4 d h^2 + b_5 d}$	(14)
$\log f_{1.3} = b_0 + b_1 d^2 + b_2 \frac{1}{h} + b_3 \frac{d}{h} + b_4 d h^2 + b_5 \log d^2 h$	(15)

Bu çalışmada göğüs boyu şekil katsayısı denklemleri için daha önceki çalışmalarda en çok kullanılan ve genel itibarıyla başarılı olan denklemleri tercih edilmiştir (Fadaei & ark., 2008; Gürocak,

2011) (Tablo 1). Ayrıca, daha önceki ağaç hacim denklemlerine ilaveten yeni göğüs boyu şekil katsayısı denklemi de geliştirilmiştir. Bunun için göğüs çapı (d) ve ağaç boyu (h) değişkenleri ve bu değişkenlerden türetilen birçok yeni değişkenler hacimle ilişkiye getirilmiş ve istatistiksel olarak en az $P<0.05$ önem düzeyi ile ilişki gösteren değişkenler ile hacim fonksiyonları oluşturulmuştur. Bu işlemler SPSS adlı istatistik yazılım programı yardımıyla, “İleri Doğru Seçim (Forward Selection)”, “Geriye Doğru Seçim (Backward Selection)” ve “Aşamalı Regresyon (Stepwise Selection)” yöntemleri olarak isimlendirilen “Regresyon analizinde değişken belirleme yöntemleriyle yapılmıştır. SPSS (SPSS 19.0 Institute Inc., 2010) adlı istatistik yazılım programı kullanılarak söz konusu doğrusal ve doğrusal olmayan göğüs boyu şekil katsayısı modellerinin parametreleri tahmin edilmiştir.

Bazı göğüs boyu şekil katsayısı denklemleri logaritmik olduğundan, bu değerlerin anti logaritması alınarak tahmini değerler bulunmuş olur. Ancak bu denklemlerin katsayıları, logaritmik değerler üzerinden hesaplandıkları için sistematik bir hata söz konusudur (Spurr, 1952; Akalp, 1978). Bu sistematik hatanın giderilmesi için, regresyon denklemleri ile elde edilen değerler bir düzeltme faktörü ile çarpılmalıdır. Bu çalışmada, düzeltme faktörü (Meyer, 1938);

$$df = 10^{(1,1513 \times S_{y,x}^2)} \quad (16)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Bu eşitlikte $S_{y,x}$, denklemin standart hatasını ifade etmektedir.

(Kalıpsız (1984)’e göre Çalışma kapsamında göğüs boyu şekil katsayısı eşitliklerinden büyüme yasaları ile uyumlu özellikleri taşıyan, düzeltilmiş belirtme katsayısı (R^2_{adj}) değeri yüksek ve standart hata (SEE) değeri düşük model seçilmiştir”.

$$R^2_{adj} = 1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 (n-1)}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2 (n-p)} \right) \quad (17)$$

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-p}} \quad (18)$$

2.Bulgular ve Tartışma

137 örnek ağaca ilişkin bazı özelliklerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma gibi çeşitli istatistiksel bilgileri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Göğüs boyu şekil katsayısı tahmininde kullanılan denklemlerinin geliştirilmesinde kullanılan verilere ilişkin istatistiki değerler

Özellik	Veri Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum	Standart Sapma
d (cm)	137	6,0	35,5	74,5	15,9
h (cm)	137	6,6	21,2	36,0	5,3
$f_{1.30}$	137	0,35	0,47	0,58	0,05
V (m ³)	137	0,008	1,321	5,944	1,277

Burada d: göğüs çapını, h: ağaç boyunu, $f_{1.30}$: göğüs boyu şekil katsayısını, V: ağaç hacmini göstermektedir.

Bu çalışmada denenen göğüs boyu şekil katsayısı denklemlerinin çeşitli başarı istatistikleri aşağıda verilmiştir (Tablo 3).

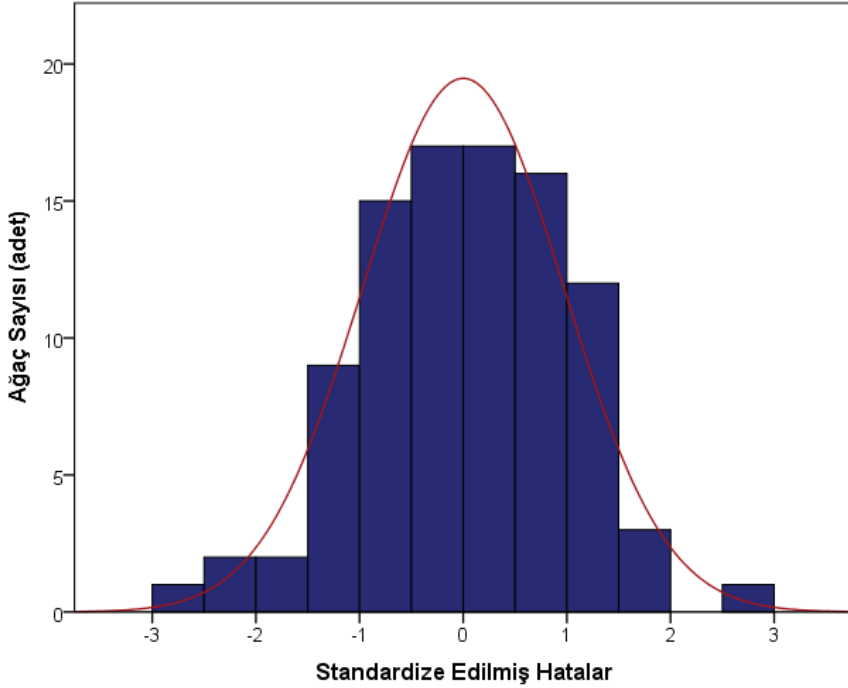
En başarılı göğüs boyu şekil katsayısı modelin hataların normal dağılıp dağılmadığına ilişkin grafik “Şekil 1’de verilmiştir. Göğüs boyu şekil katsayısı modeline ilişkin değişen varyans sorununun belirlenmesinde kullanılan model hataların modelin tahmin değerlerine göre değişimi grafiği Şekil 2’de verilmiştir. Göğüs boyu şekil katsayısı modeline ilişkin gözlenen şekil katsayısı değerleri ile tahmini şekil katsayısı değerleri ilişkileri Şekil 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Göğüs boyu şekil katsayısının tahmininde kullanılan modellerin çoğul regresyon analizi sonuçları

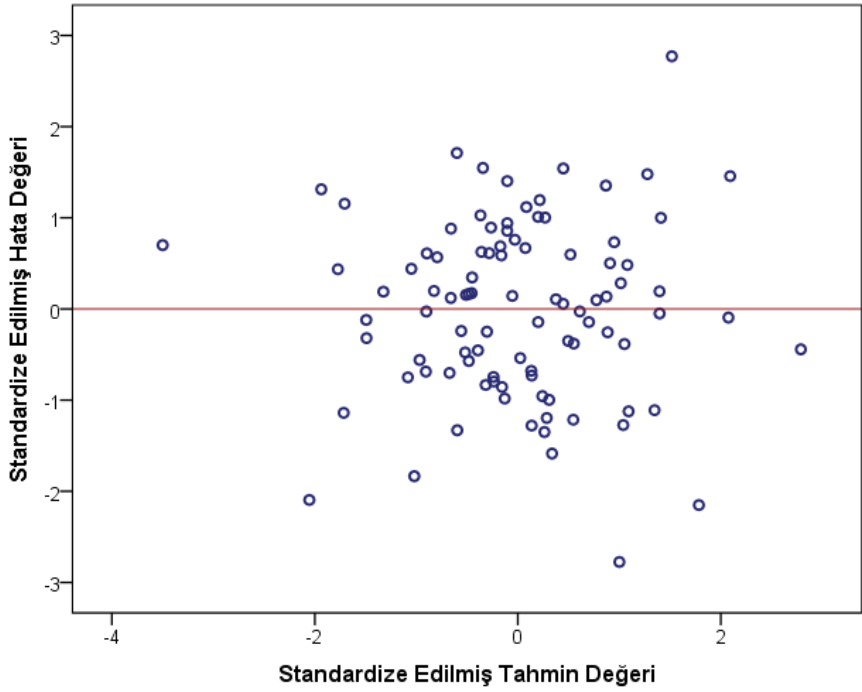
Eşitlik No	Regresyon Katsayıları						R_{adj}^2	SEE	df
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5			
3	0,406	-135,07	1,037	17,374			0,490	0,0265	-
4	0,408	-75,404	4,414	1,367	0,278	0,903	0,520*	0,0257	-
5	0,351	1,004	0,125	-0,531			0,515	0,0258	-
6	0,508	-0,001	0,018				0,515*	0,0258	-
7	0,406	1,037	17,374	-			0,490	0,0265	-
8	-0,255	-0,001	-0,018	135,068			0,521	0,0233	1,0014
9	-0,175	-0,109	0,0005				0,502*	0,0239	1,0015
10	-0,193	-0,111	0,024				0,503*	0,0239	1,0015
11	-0,267	-5,2E-05	1,8E-08	-0,0002	2,9E-06		0,562*	0,0224	1,0013
12	454,376	2,39	-36,509				0,520	0,0234	-
13	2,281	-10,000	0,051	0,406			0,530*	0,0220	-
14	242,034	2,836	-711,35	-8,858	-733,53		0,528	0,0226	-
15	0,466	-7,8E-05	-2,673	0,141	5,8E-06	-0,21	0,619	0,0209	1,0012

*Bazı parametreler 0.05 önem düzeyinde anlamsız

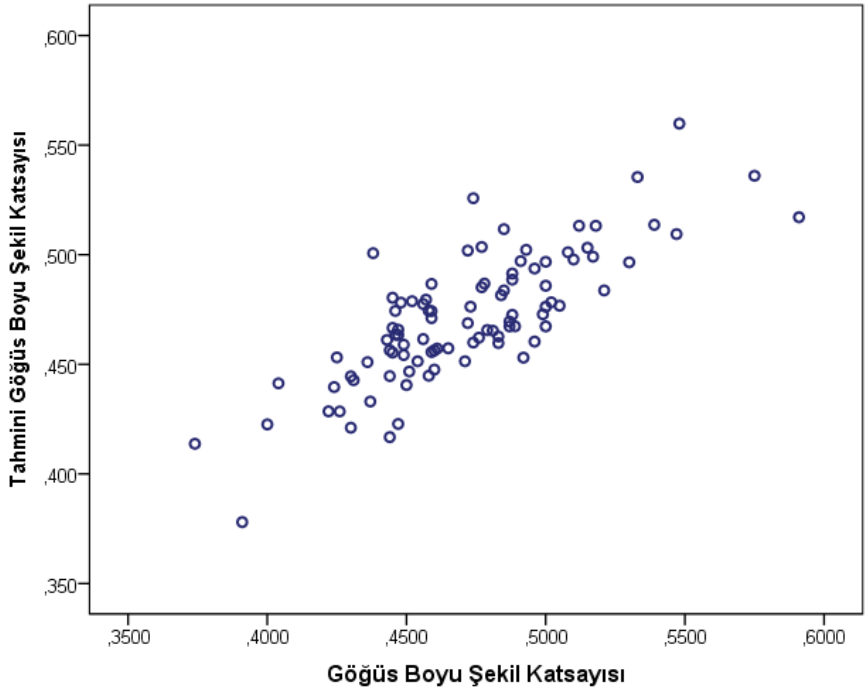
Yapılan değerlendirmeler sonucunda en başarılı göğüs boyu şekil katsayısı denkleminin 15 nolu model olduğu tespit edilmiştir. En başarılı göğüs boyu şekil katsayısı denklemin belirtme katsayısı 0,619 olup standart hatası 0,0209 olarak elde edilmiştir (Tablo 3).



Şekil 1. Göğüs boyu şekil katsayısı modeline ilişkin hataların normal dağılım grafiği



Şekil 2. Göğüs boyu şekil katsayısı modeline ilişkin standardize edilmiş hataların standardize edilmiş tahmin değerlerine göre dağılımı



Şekil 3. En başarılı modele ilişkin göğüs boyu şekil katsayısı ile tahmini göğüs boyu şekil katsayısı arasındaki ilişki

Şekil 1 de’de görüleceği üzere en başarılı göğüs boyu şekil katsayısı modelin model hataları normal dağılmaktadır. Geliştirilen göğüs boyu şekil katsayısı modelinde hataların dağılımının rastgele olduğu ve belirli bir yönde bir eğilim göstermediği, dolayısıyla modellerde değişen varyans sorununun olmadığı görülmektedir (Şekil 2).

Ayrıca bu çalışma kapsamında ölçülen hacim değerleri ile göğüs boyu şekil katsayısı yardımıyla hesaplanan tahmini hacim değerleri karşılaştırılmıştır. Şekil katsayısı kullanılarak elde edilen ağaç hacim tahminlerindeki başarı düzeyi, şekil katsayıları

kullanılarak elde edilen hacim değerleri ile gerçek hacim değerleri ile arasında yapılan Eşlendirilmiş İki Örnek Testi sonuçlarına göre karar verilebilmektedir. Bu çalışmada da parametrik testlerden” “Eşlendirilmiş İki Örnek Testi (Paired samples t test)” kullanılarak tahmini ve aktüel hacim değerleri karşılaştırılmıştır. Sarıçam için t testinin $t=1,495$ ve $p=0,138$ olarak hesaplandığından, ölçölen hacim değerleri ile göğüs boyu şekil katsayısı yardımıyla hesaplanan tahmini hacim değerleri arasında 0.05 önem düzeyinde istatistiksel bir farklılık belirlenmemiştir. Bu bakımdan, bu çalışmada belirlenen göğüs boyu şekil katsayısı denkleminin, örnek ağaçların seçildiği Ardahan yöresi saf Sarıçam meşcereleri için hacim hesaplamalarında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Bu alışma kapsamında en başarılı göğüs boyu şekil katsayısı modelin seçilmesinden sonra gövde şekil katsayısı tablosu oluşturulmuştur (Ek tablo 1).

Gürocak (2011) tarafından Doğu Kayını meşcereleri için yapılan çalışmada göğüs boyu şekil katsayısı değerleri 0,339-0,946 (ortalama: 0,474) arasında değişirken, Sarıkaya (2012) tarafından Kızılçam meşcereleri için yapılan çalışmada 0,203-1,479 (ortalama: 0,449) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise göğüs boyu şekil katsayısı 0,35-0,58 (ortalama: 0,47) arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Üç ağaç türüne ait minimum, maksimum göğüs boyu şekil katsayıları değişkenlik göstermekle birlikte ortalama değerlerin birbirine yakın olduğu görölmektedir. En düşük ve en yüksek değerlerin farklılığı bonitet, kapallık ve meşcere yaşı farklılıklarına bağlı olarak değişebilmektedir. Bu değerlerin farklı olması, ayrıca araştırma için ölçümü yapılan en ince çaplı-kısa boylu

veya en kalın çaplı-en boylu ağaçların farklı olmasından kaynaklanabilmektedir.

3.Sonuç

Ağ hacmi bulunurken göğüs çapı, ağ boyu ve şekil katsayısı değişkenleri kullanılır. Şekil katsayısı olarak doğal şekil katsayısı daha tutarlı sonuçlar vermesine karşın, pratik olması sebebiyle uygulamada göğüs boyu şekil katsayısı kullanılır. Bu çalışmada göğüs boyu şekil katsayısı için ortalama değer 0,465 olarak elde edilmiştir. Bu çalışmada önerilen göğüs boyu şekil katsayısı modelin model hataları normal göstermekte, modelde değişen varyans sorununun olmadığı görölmüştür. Göğüs boyu şekil katsayısı yardımıyla elde edilen hacim değerlerinin istatistiksel olarak 0.05 önem düzeyinde gerçek hacim değerleri ile benzer olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada belirlenen göğüs boyu şekil katsayısı denkleminin, örnek ağaçların seçildiğiArdahan yöresi saf Sarıçam meşcereleri için hacim hesaplamalarında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür: Bu alışma, Orman Yüksek Mühendisi Burak SAYGILI tarafından hazırlanmış, Doç. Dr. Aydın KAHRİMAN danışmanlığında yürütölmüş Yüksek Lisans Tezi alışmasıdır. Envanter çalışmalarının yapılmasındaki katkıları nedeniyle Ardahan Orman İşletme Müdürlüğündeki meslektaşlarımıza teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Adekunle, V. A. J., Nair, K. N., Srivastava, A. K., & Singh, N. K. (2013). Models and form factors for stand volume estimation in natural forest ecosystems: a case study of Katarniaghat Wildlife Sanctuary (KGWS), Bahraich District, India. *Journal of Forestry Research*, 24, 217-226.

Akalp, T., (1978). Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orieantalıs* Lk. Carr) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Baytaş, S., & Seki, M. (2023). Safranbolu Yöresi Kazdağı Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) meşcereleri için ağaç hacim tabloları. *Turkish Journal of Forestry*, 24(2), 61-68.

Baral, S., Neumann, M., Basnyat, B., Gauli, K., Gautam, S., Bhandari, S. K., & Vacik, H. (2020). Form factors of an economically valuable Sal tree (*Shorea robusta*) of Nepal. *Forests*, 11(7), 754.

Adekunle, V. A. J., Nair, K. N., Srivastava, A. K., & Singh, N. K. (2013). Models and form factors for stand volume estimation in natural forest ecosystems: a case study of Katarniaghat Wildlife Sanctuary (KGWS), Bahraich District, India. *Journal of Forestry Research*, 24, 217-226.

Chaturvedi, A.N., & Khanna, L.S. (2011). Forest mensuration and biometry. Khanna Bandhu, Dehradun.

Ercanli, İ., & Kahriman, A. (2015). The evaluation of different forest structural indices to predict the stand aboveground biomass of even-aged Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) forests in Kunduz,

Northern Turkey. Environmental monitoring and assessment, 187, 1-14.

General Directorate of Forestry, Forests of Turkey (2020). Turkish General Directorate of Forestry Publications. Ankara, Turkey. ISBN 978-605-7599-68-1., 2021.

Gürocak, H. (2011). Doğu kayını (*Fagus Orientalis* lipsky.)’nda bazı ağaç şekil katsayılarının göğüs çapı ve boya göre gelişimleri ve karşılaştırılmaları, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Fadaei, F., Fallah, A., Latifi, H., & Mohammadi, K. (2008). Determining the best form factor formula for Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) plantations at the age of 18, in Guilan-northern Iran. Caspian Journal of Environmental Sciences, 6(1), 19-24.

Fırat, F., (1973). Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 1800, O. F. Yayın No: 193, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, 359 s..

Kahriman, A., Yavuz, H., & Ercanli, I. (2013). Site index conversion equations for mixed stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in the Black Sea Region, Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37(4), 488-494.

Kalıpsız, A., (1984). Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No:3194/354, İstanbul. 406 s.

Kesik, E. Ş., & Sakıcı, O. E. (2024). Kastamonu yöresi karaçam meşcerelerinde şekil katsayılarının çeşitli tek ağaç ve

meşcere özelliklerine göre değişimi. Turkish Journal of Forestry, 25(1), 21-31.

Van Lear, A., & Akça, A. (2007). Forest mensuration: in Managing Forest Ecosystems, The Netherlands: Springer. 383 s.

Meyer, H. A. (1938). The standard error of estimate of tree volume from logarithmic volume equation. Journal of Forestry, 36(3), 340-342.

Sarıkaya, C., (2012). Muğla yöresi kızılçam (Pinus brutia Ten.) meşcerelerinde bazı ağaç şekil katsayılarının göğüs çapı ve boya göre gelişimleri ve karşılaştırılmaları. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Saygılı, B. (2010). Ardahan Yöresi Sarıçam Meşcereleri İçin Uyumlu Gövde Çapı Modellerinin Karışık Etkili Modelleme Tekniği Kullanılarak Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.

Spurr, S.H., (1952). Forest Inventory, Ronald Press, New York. 476 s.

SPSS Institute Inc. (2010). IBM SPSS Statistics 19 Core System User's Guide, SPSS Programming and Data Management, 426 pp.

Subedi, T., Bhandari, S. K., Pandey, N., Timilsina, Y. P., & Mahatara, D. (2021). Form factor and volume equations for individual trees of Shorea robusta in Western low land of Nepal Formfaktor-und Volumengleichungen für den Salbaum (Shorea robusta) im westlichen Tiefland von Nepal. Austrian Journal of Forest Science, 143-166.

Şahin, A., Kahriman, A., & Göktürk, A. (2019). Estimating diameter at breast height (DBH) from diameter at stump height (DST) in triple mixed stands in the region of Artvin in Turkey. *Forestist*, 69(1), 61-67.

Tenzin, J., Wangchuk, T., & Hasenauer, H. (2017). Form factor functions for nine commercial tree species in Bhutan. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 90(3), 359-366.

SEk Tablo1: Göğüs boyu şekil katsayısının tahmininde kullanılabilecek en başarılı modele göre çift girişli tablo

Çap (cm)	Boy (m)										
	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
6	0,482	0,562	0,599								
9	0,477	0,529	0,549	0,559	0,565						
12	0,494	0,519	0,527	0,529	0,531	0,534	0,538				
15	0,524	0,523	0,517	0,513	0,511	0,512	0,516	0,522			
18		0,533	0,514	0,503	0,498	0,498	0,501	0,509	0,519		
21		0,548	0,516	0,499	0,490	0,488	0,491	0,499	0,511	0,528	
24			0,520	0,496	0,484	0,481	0,484	0,492	0,506	0,525	
27			0,526	0,495	0,480	0,476	0,478	0,487	0,502	0,523	
30				0,496	0,477	0,471	0,474	0,483	0,500	0,523	0,553
33				0,496	0,475	0,467	0,469	0,480	0,498	0,523	0,557
36				0,497	0,472	0,463	0,465	0,476	0,496	0,524	0,560
39					0,469	0,459	0,461	0,473	0,494	0,524	0,564
42					0,466	0,454	0,456	0,469	0,491	0,523	0,567
45					0,462	0,449	0,451	0,464	0,488	0,522	0,569
48					0,458	0,444	0,445	0,459	0,484	0,521	0,570
51						0,438	0,439	0,453	0,480	0,518	0,571
54						0,431	0,432	0,447	0,474	0,515	0,570
57							0,424	0,439	0,468	0,510	0,569
60							0,416	0,431	0,461	0,505	0,566
63							0,407	0,423	0,453	0,499	0,562
66							0,397	0,413	0,444	0,491	0,557
69								0,403	0,434	0,483	0,551
72								0,392	0,424	0,473	0,543
75									0,412	0,462	0,534

BÖLÜM V

Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Boya, Vernik veya Kaplama Film Katmanları İçin Sertlik Test Yöntemleri

Serdar KAÇAMER¹

Giriş

Mobilya endüstrisi, küresel ölçekte hızla büyümeye devam eden ve tüketici taleplerine göre şekillenen bir sektördür. Estetik beklentiler, dayanıklılık, işlevsellik ve sürdürülebilirlik gibi faktörler mobilya tasarımlarında önemli rol oynamaktadır. Teknolojinin ilerlemesi ve malzeme bilimindeki yenilikler hem üretim süreçlerini hızlandırmış hem de mobilyaların estetik ve fonksiyonel özelliklerini geliştirmiştir.

¹ 1Öğr. Gör. Dr.; Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu Teknik Bilimler MYO, Tasarım Bölümü, Bolu/Türkiye, Orcid: 0000-0001-8041-3806, serdar.kacamer@ibu.edu.tr

Özellikle mobilya üretiminde ahşap ve ahşap türevi kompozit levhaların kullanımı hem maliyet avantajı hem de sürdürülebilirlik sağladığından yaygın olarak tercih edilmektedir. Mobilya üretiminde en sık kullanılan ahşap kompozit levha türleri, sunta, MDF (Orta Yoğunluklu Lif Levha), kontrplak, OSB (Yönlendirilmiş Yonga Levha) ve kaplamalı levhalardır. Bu levhalar, dayanıklılık ve maliyet açısından çeşitli avantajlar sunar (Erdoğan, 2019; İstek, Özlüsoylu & Kızılkaya, 2017; He, Zhang & Wei, 2012).

Mobilya levhalarının dayanıklılığını artırmak ve yeni estetik görünümler kazandırmak için ahşap levha yüzeylerine çeşitli boya, vernik veya kaplama işlemleri uygulanmaktadır. Boyalar, yüzeyde koruyucu bir tabaka oluşturarak çevresel etkenlere karşı direnç sağlarken, aynı zamanda levhalara farklı renk ve dokular kazandırır. Kaplamalar ise, ahşap levhalara doğal bir ahşap görünümü vermek ya da modern bir tarz katmak için kullanılan malzemelerdir. PVC, laminat, melamin gibi kaplama türleri, aşınma ve çizilmelere karşı yüksek direnç sağlarken, renk ve desen seçenekleri ile tasarım çeşitliliği sunar. Her iki işlem de (lake boyama ve kaplama) mobilyaların görselliğini zenginleştirdiği gibi dayanıklılığını da artırır (Allen & Kemp, 1995; McGonigle & Ciullo, 1996).

Mobilyaların yaşam ortamlarında uzun ömürlü olabilmesi için yeni üretilen boya ve kaplama türleri piyasaya sürülmeden önce ahşap levha yüzeylerine uygulanır ve bu yüzeylere belirli aşındırma, yaşlandırma ve dayanıklılık işlemleri yapılır. Bu işlemler, yüzeyin uzun süreli dayanıklılığını ve estetik kalitesini değerlendirmek amacıyla çeşitli aşınma ve yaşlandırma uygulamalarını kapsar. Örneğin, UV ışığına maruz bırakma, nem ve ısı testleri, sürtünme testleri gibi uygulamalar sayesinde mobilyaların dış koşullara nasıl

tepki verdiği gözlemlenir. Bu işlemler, mobilya yüzeylerinin dış etkenler karşısındaki dayanıklılığını arttırmak için önem taşır (Wang & ark., 2023).

Boyalı, vernikli veya kaplamalı ahşap levha yüzeylerinin yapay ortam şartlarında yaşlandırılmasının/aşındırılmasının ardından boyalı ve kaplamalı ahşap levha yüzeyleri belirli kalite testlerinden geçmesi gerekmektedir. Bu testler, malzemelerin dayanıklılığını, renk tutarlılığını, parlaklığını, çizilme ve leke direncini, yüzey sertliğini, yapışma mukavemetini, aşınma direnci ölçmeyi amaçlar. Böylece üretilen boya ve kaplama türlerinin standartlara uygun olup olmadığı kontrol edilir. Bu testler sayesinde üreticiler, son kullanıcıya daha güvenilir ve uzun ömürlü ürünler sunar (Kaçamer, 2024).

Özellikle boyalı veya kaplamalı ahşap levha yüzeylerinin sertlik derecesi, mobilyaların kullanım ömrü ve dayanıklılığı açısından büyük önem taşır. Sertlik testleri, yüzeyin çizilmelere, darbelere ve aşınmaya karşı ne derece dayanıklı olduğunu belirlemek için yapılır. Bu testlerin sonuçları, yüzeylerin günlük kullanıma ve zorlu şartlara karşı ne kadar direnç gösterebileceğini gösterir. Bu bağlamda, mobilyaların yüzeylerinde kullanılan boyalı veya kaplamalı levhaların yüzey sertliği, ürünün ömrünü ve kullanım deneyimini doğrudan etkileyen önemli bir parametredir. Böylelikle tüketiciye daha uzun ömürlü ve kaliteli mobilya ürünleri sunulabilmektedir (González & ark., 2013; Ulay & Ayata, 2023).



Şekil 1. (a) Shore D test cihazı (Yamer, 2024), (b) Pandüllü (Pendulum) sertlik test cihazı (Tpmequipos, 2024), (c) Buchholz sertlik test cihazı (Industrialphysics, 2024), (d) Kalem sertlik testi cihazı (Elcometer, 2024), (e) Knoop ve Vickers mikrosertlik test cihazı (Sinowon, 2024), (f) Brinell sertlik test cihazı (Hardnesstesters, 2024).

Mobilya endüstrisindeki güncel durumu, kullanılan levha türlerini ve yüzey işlem tekniklerini ele alan bu çalışma, levhaların kalite performansını artırmayı amaçlayan yüzey sertliği testlerinin önemini vurgulamaktadır. Yüzey sertlik testlerinde kullanılan yöntemlerin ve test cihazlarının (Şekil 1.a,b,c,d,e,f) bir araya getirilmesiyle boya, vernik veya kaplama alanında sektör standardizasyonuna katkıda bulunulmuş, kaplama film

katmanlarının sertlik analizi üzerine çalışan akademisyenler ve araştırmacılar için de değerli bir kaynak sunulmuştur.

2.Yüzey Sertlik Ölçüm Yöntemleri

Shore Sertlik Testi

Shore sertlik skalasında, malzemenin sertliğine bağlı olarak Shore A ve Shore D gibi farklı ölçekler kullanılır. Bunlar:

Shore A: Daha yumuşak malzemeler (lastik, kauçuk vb.) için kullanılır.

Shore D: Shore D sertlik testi, yüzey sertliğini ölçmek için kullanılan yaygın bir yöntemdir ve özellikle daha sert plastikler, polimerler, kompozit malzemeler, bazı ahşap ürünler ve kaplamaların sertlik değerlendirmelerinde tercih edilir. Shore sertlik testleri, yüzeyin çizilmeye, darbeye ve deformasyona karşı dayanıklılığını belirler (González & ark., 2013; Momber, Irmer & Marquardt, 2020).

Shore D Sertlik Testi Prosedürü

Shore D sertlik testi, bir durometre adı verilen özel bir cihaz ile gerçekleştirilir. Testin aşamaları şunlardır:

Durometre İğnesi: Cihazdaki sert metal iğne yüzeye belirli bir kuvvetle bastırılır. İğne, yüzeyde belirli bir süre basılı tutulur.

Sertlik Değeri: İğnenin yüzeye batma miktarı ölçülür ve cihaz ekranında Shore D sertlik değeri olarak gösterilir. Sert bir yüzey, iğnenin daha az batmasına neden olur, bu da daha yüksek bir Shore D değeri ile sonuçlanır.

Sonuç: Değerler genellikle 0 ile 100 arasında bir skalada değerlendirilir. Yüksek bir Shore D değeri, yüzeyin sert, çizilmelere

ve darbelere karşı dirençli olduğunu gösterir (Budakçı & Karamanoğlu, 2014).

Shore D Sertlik Testinin Avantajları

Hızlı ve Kolay Ölçüm: Yüzey sertliğini hızlı bir şekilde ölçme imkanı sunar.

Tekrar Edilebilirlik: Farklı yüzeylerde aynı yöntemle ölçüm yapılabilir, böylece malzemeler arasında karşılaştırma kolaylaşır.

Geniş Uygulama Alanı: Sert plastikler, kompozitler, kaplamalar ve boyalı yüzeyler gibi birçok malzemede kullanılabilir (Esteves & ark., 2021; Şengül, Şeremet & Kam, 2020).

Shore D Sertlik Testinin Dezavantajları

Shore D sertlik testi, sert yüzeylerin dayanıklılığını ölçmek için oldukça kullanışlı olsa da bazı sınırlamaları ve dezavantajları vardır. İşte Shore D sertlik testinin dikkat edilmesi gereken bazı dezavantajları:

Sadece Yüzey Sertliği Ölçümü: Shore D testi, malzemenin yalnızca yüzey sertliğini ölçer, dolayısıyla yüzey altındaki katmanların veya malzemenin genel yapısal sertliği hakkında bilgi vermez. Örneğin, yüzeyi sertleştirilmiş ancak iç yapısı daha yumuşak olan kompozit malzemelerde bu test, yüzeydeki sertliğe odaklanarak yanıltıcı sonuçlar verebilir.

Sınırlı Derinlik Algısı: Test sırasında kullanılan durometre iğnesi sadece yüzeye kısa bir mesafede etki yapar. Bu nedenle, çok ince kaplamalarda testin sonucu, kaplamanın kalınlığına ve altındaki malzemenin sertliğine de bağlı olabilir.

Kısıtlı Malzeme Aralığı: Shore D sertlik testi, genellikle sert plastikler, kaplamalı kompozitler ve bazı ahşap malzemeler için uygundur. Yumuşak yüzeylerde, özellikle Shore A aralığına giren malzemelerde, Shore D testinin hassasiyeti düşük olur ve yanlış sonuçlar verebilir.

Kaplama ve Alt Tabaka Etkileşimi: Eğer test edilen yüzey çok ince bir kaplama ile kaplıysa, Shore D değeri yalnızca kaplamayı değil, alt tabakanın sertlik özelliklerini de etkileyebilir. Bu, kaplamanın altında daha yumuşak bir malzeme varsa yanıltıcı sonuçlara yol açabilir (Petrovicova & Schadler, 2002).

Isı ve Nem Etkisi: Shore D testinin sonuçları, testin yapıldığı ortam sıcaklığına ve neme duyarlıdır. Malzeme özellikleri sıcaklık ve nem değişikliklerine bağlı olarak esneklik veya sertlik açısından değişebilir. Bu nedenle, testin aynı koşullarda yapılmaması durumunda ölçümlerde farklılıklar oluşabilir.

Shore D Sertlik Testinde Esas Alınan Standartlar

Shore D sertlik testi, sertlik ölçüm cihazlarının ve test süreçlerinin güvenilirliği için bazı uluslararası standartlar çerçevesinde gerçekleştirilir. Bu test yönteminde ASTM D2240 ve ISO 868 en yaygın kullanılan iki standarttır.

a. ASTM D2240- Kauçuk Özelliği-Durometre Sertliği için Standart Test Yöntemi

Kapsam: ASTM D2240, Shore A ve Shore D gibi farklı durometre türlerini kapsar. Shore D, özellikle sert plastikler, kompozitler ve kaplamalar için uygun olan bir ölçüm metodudur.

Test Cihazı: Durometre, çubuk ucuna benzer bir iğneden oluşur. İğne, yüzeye belirli bir kuvvetle uygulanır ve iğnenin batma

miktarı sertlik değerini belirler. Shore D durometre cihazları, 1 kgf (9.8 N) basınç altında çalışır.

Ölçüm Yüzeyi: Test yüzeyi, minimum 6 mm kalınlıkta ve düz olmalıdır. Daha ince numuneler varsa, altlarına destek levhası konularak test gerçekleştirilir.

Ortam Koşulları: Test, $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta yapılmalıdır. Sıcaklık ve nem gibi faktörler sonuçları etkileyebileceği için ortam şartlarının bu standartlara uygun olması sağlanmalıdır.

Değerleme: Shore D sertlik değeri, iğnenin yüzeye batma miktarına göre 0 ile 100 arasında bir skalada değerlendirilir. Yüksek bir değer daha sert bir malzeme anlamına gelir (ASTM D2240-15, 2021).

b. ISO 868- Plastikler ve Ebonit- Bir Durometre (Shore Sertliği) Aracılığıyla Girinti Sertliğinin Belirlenmesi

Test Cihazı: ASTM standardına benzer olarak, belirli bir basınç altında bir iğne ile yüzey sertliği ölçülür. Bu cihazlar genellikle 1 kgf (9.8 N) kuvvet uygulayan bir basınç ile çalışır.

Numune Hazırlığı: Numunenin kalınlığı minimum 6 mm olmalı ve yüzey düz olmalıdır. Daha ince numunelerde, uygun bir destek yüzeyi kullanılır.

Test Koşulları: Testin yapılacağı ortam sıcaklığı $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ve bağıl nem oranı $\%50 \pm 5$ olmalıdır.

Değerlendirme: ISO 868, ölçüm sonucunda ortaya çıkan değerleri 0-100 arası Shore D sertlik derecesi ile verir. Yüksek değerler, malzemenin sertliğinin fazla olduğunu gösterir (ISO 868:2003, 2003).

Pandüllü Sertlik Testi (Pendulum Hardness)

Pendulum hardness testi Türkiye’de sarkaç sertlik testi veya pandüllü sertlik testi olarak adlandırılmaktadır. Bu test, mobilya endüstrisinde, levha yüzeylerine uygulanan boya, vernik ve kaplama yüzeylerinin elastikiyetini ve sertliğini ölçmek için kullanılır. Ahşap kaplama ve boyalı mobilya yüzeylerinde, yüzeydeki kaplamaların çizilme, darbe ve aşınmaya karşı direnç seviyesini belirlemekte etkili bir yöntemdir. Salınımsal sertlik testi olarak da bilinen bu test, boya, vernik ve kaplamaların performans değerlendirmesi için uygun ve güvenilir bir test yöntemidir (Fox & Freeman, 1979).

Sarkaç Sertlik Testi Prosedürü

Bu testte, belirli bir ağırlığa sahip sarkaç (genellikle bir metal bilye veya yuvarlak uç) yüzeye kontrollü bir açıda bırakılır. Sarkacın kaplama film katmanı üzerinde ileri-geri hareket sayısı, kaplama yüzeyinin sertlik ve elastikiyet seviyesi hakkında ölçüm verir. İşlem adımları şu şekildedir:

Test Cihazı: Salınımlı sertlik testinin ölçümünde König pendulum sertlik test cihazı veya Persoz pendulum sertlik test cihazı kullanılır. König sarkacı, 1 saniyeden daha kısa sürede salınım hareketini tamamlayacak şekilde tasarlanmıştır. Salınım sayısı yüzeyin sertliğine bağlı olarak ölçülür. Persoz sarkacı, daha uzun bir salınım süresi için tasarlanmış olup, yüzeyin elastikiyet ve dayanıklılık ölçümlerinde kullanılır (Suzuki & ark., 2016).

Sarkacın Yüzeye Teması: Sarkaç, boya veya kaplama film tabakasının yüzeyine belirli bir kuvvetle bırakılır ve salınım hareketi başlatılır.

Sarkacın Salınım Sayısı: Sert bir yüzeyde sarkaç daha uzun süre salınım yaparken, yumuşak bir yüzeyde salınım daha hızlı sona erer. Bu salınım hareketinin süresi veya sayısı, yüzey sertliği ile ters orantılıdır.

Sertlik Değeri: Yüzeyin sertliği, sarkacın salınım süresine göre değerlendirilir. Salınımın daha uzun sürmesi, yüzeyin daha sert olduğunu gösterir (Gürleyen, 2020).

Testin Avantajları

Yüzeydeki elastikiyetin değerlendirilmesinde oldukça etkilidir. Özellikle esnek veya elastik kaplamalar için uygun bir testtir. Düşük kuvvetli bir test olduğundan yüzeyde deformasyon yapmadan ölçüm sağlar. Basit bir düzeneikle, hızlı ve tekrarlanabilir sonuçlar alınabilir (Murakami & ark., 2021).

Testin Dezavantajları

Yumuşak kaplamalar için daha uygun olup, çok sert yüzeylerde hassas ölçüm sonuçları alınamayabilir. Pürüzsüz yüzeylerde daha etkili sonuç verir; dalgalı veya kaba yüzeylerde salınım düzgün gerçekleşmeyebilir. Sıcaklık ve nem gibi çevresel faktörler ölçüm hassasiyetini etkileyebilir, bu nedenle sabit bir ortamda yapılması önemlidir.

Pandüllü Sertlik Testinde Esas alınan Standartlar

Pandüllü sertlik (Pendulum Hardness) testi, uluslararası bazı standartlara göre yapılır ve bu standartlar, ölçümün doğruluğunu ve tekrarlanabilirliğini sağlamak için spesifik şartları belirler. Test en yaygın olarak ISO 1522 ve ASTM D4366 standartlarına göre gerçekleştirilir. İşte bu iki standardın test süreçleri ve şartlarına dair bazı detaylar:

a. ISO 1522- Boyalar ve Vernikler- Sarkaç Sönümlleme Testi

Kapsam: Bu standart, boya ve verniklerin yüzey sertliğini belirlemek için kullanılan sarkaç testi prosedürünü tanımlar.

Test Şartları: Testin yapılacağı ortamın sıcaklığı (20°C) ve bağıl nem oranı (%50) gibi faktörler test öncesinde belirli bir süre boyunca stabilize edilmelidir.

Sarkaç Türleri: ISO 1522, iki farklı sarkaç türünü tanımlar:

- **König Sarkacı:** Salınım süresi 1-10 saniye arasında olan sert yüzeyler için uygundur.
- **Persoz Sarkacı:** Daha esnek yüzeylerde kullanılmak üzere tasarlanmıştır ve salınım süresi 5-30 saniye aralığındadır.

Salınım Sayısı: Test sonucunda salınım sayısı, yüzeyin sertliği hakkında bilgi verir. Daha uzun salınımlar, yüzeyin daha sert olduğunu gösterir (ISO 1522:2022, 2022).

b. ASTM D4366- Sarkaç Sönümlleme Testleri ile Organik Kaplamaların Sertliği için Standart Test Yöntemleri

Kapsam: ASTM D4366, organik kaplamaların sertlik ölçümünde sarkaç sönümlleme testlerini tanımlar. Boya ve vernik gibi yüzey kaplamalarının sertliğini belirlemek için uygun koşulları sunar.

Sarkaç Tipleri: ASTM D4366 da König ve Persoz sarkaçlarını tanımlar. Her iki sarkaç tipi de farklı sertlik özelliklerine sahip kaplamalar için kullanılabilir.

Test Ortamı: Testin yapılacağı alanın sıcaklık ve nem koşulları ISO 1522 standardında olduğu gibi sabitlenir. Bu, test sonuçlarının tutarlı olmasını sağlar.

Ölçüm Prosedürü: Cihaz, örnek platformuna yerleştirilen numune yüzeyinde 63 ± 3.3 HRC sertliğinde ve 5 ± 0.0005 mm çapında iki bilye ile salınım yapan 3° - 6° arasında pandülün sallanmasına göre katman sertlikleri belirlenmektedir. Sarkaç, yüzeye temas ettirilir ve salınım süresi kaydedilir. Ölçüm sırasında sarkaç, belirli bir açı ile yüzeye uygulanır ve ilk temas anından itibaren hareketi takip edilerek sertlik değeri belirlenir (ASTM D4366-16, 2021).

Kalem Sertlik Testi (Pencil Hardness Testi)

Boya, vernik ve kaplama gibi yüzeylerin çizilme direncini ölçmek için sıkça kullanılan pratik ve hassas bir yöntemdir. Bu test, çeşitli sertlik derecelerine sahip kurşun kalemlerin yüzeye belirli bir açıda ve basınçla uygulanmasıyla yapılır. Test sonucunda, yüzeyin çizilmeye karşı ne kadar dirençli olduğu değerlendirilir. Kullanılan kalem ucu kaplama içine girdiğinde (iz oluştuğunda) o kalemin sertliği, kaplamanın kalem sertlik değeridir. Bu yöntem, yüzeyin dayanıklılığını belirlemede kullanılan bir kalite kontrol aracı olarak yaygın bir şekilde tercih edilir (Deng & ark., 2023).

Kalem Sertlik Testinin Yapılışı

Kalemlerin Hazırlanması: Testte kullanılacak farklı sertliklere sahip kurşun kalemlerin (yumuşak) 6B – 5B – 4B – 3B – 2B – B – HB – F – H – 2H – 3H – 4H – 5H – 6H – 7H – 8H – 9H (sert) uçları keskinleştirilip düzleştirilerek hazırlanır.

Kalemin Yüzeye Uygulanması: Kalem, test yüzeyine 45°'lik bir açıyla belirli bir kuvvet uygulanarak temas ettirilir. Bu açıda kalem yüzey üzerinde kaydırılır.

Çizik Kontrolü: Kalemin uygulandığı yüzey, mikroskop veya çıplak gözle incelenir. Çizik bırakmadan yüzeyde kayan en sert kalem, yüzeyin sertlik derecesini belirler.

Sertlik Derecesinin Belirlenmesi

Sertlik Skalası: Kalem sertliği, yumuşak olan 6B'den sert olan 9H'ye kadar derecelendirilmiştir.

Sertlik Değeri: Yüzeyde çizik bırakmadan kayan en sert kalem, yüzeyin sertlik derecesini temsil eder.

Testin Avantajları

Hızlı ve Ekonomik: Testin yapımı hızlıdır ve çok az ekipman gerektirir.

Kolay Uygulanabilirlik: Yüzeyde çizilme olup olmadığını görsel olarak değerlendirmek kolaydır.

Tekrarlanabilirlik: Standardize edilmiş kalemler kullanıldığında, sonuçların tekrarlanabilirliği yüksek olur.

Testin Sınırlamaları

Yüzeyin Pürüzsüzlüğü: Düz olmayan veya pürüzlü yüzeylerde test doğru sonuç vermeyebilir.

Subjektif Değerlendirme: Çiziklerin değerlendirilmesi gözle yapılır ve bazen yoruma dayalı olabilir.

Kalem Sertlik Testinde Esas alınan Standartlar

Kalem sertlik testi (Pencil Hardness Test) çeşitli uluslararası standartlara göre uygulanır. Bu standartlar, testin doğruluğunu, tekrarlanabilirliğini ve tutarlılığını sağlamak için spesifik prosedürleri tanımlar. ASTM D3363 ve ISO 15184 en yaygın kullanılan standartlardır. Bu standartlar, testin yapılması sırasında hangi kalemlerin kullanılacağını, hangi açının uygulanacağını ve çiziklerin nasıl değerlendirileceğini belirler.

a. ASTM D3363- Kalem Testi ile Film Sertliği için Standart Test Yöntemi

Kalem Sertliği: Testte kullanılacak kalemler, yumuşaktan (6B) çok sert (9H) kadar değişen sertlik skalasıdadır.

Kalem Hazırlığı: Kalemlerin ucu 90° açıyla keskinleştirilir ve düzgün bir yüzeye sahip olması sağlanır.

Uygulama Açısı: Kalem, 45°'lik bir açıyla yüzeye uygulanır.

Çizik Değerlendirmesi: Kalemin çizik bırakıp bırakmadığı kontrol edilir ve yüzeyi çizmeyen en sert kalemin değeri, yüzeyin sertlik derecesi olarak belirlenir.

Değerlendirme: Çizik bırakmadan kayan en sert kalem, yüzeyin sertlik değeri olarak kabul edilir (ASTM D3363-22, 2022).

b. ISO 15184 - Boyalar ve Vernikler - Kalem Testi ile Film Sertliğinin Belirlenmesi

Kalem Hazırlığı: Kalem ucu yine 90° açıyla keskinleştirilir ve düzgün bir yüzeye sahip olacak şekilde hazırlanır.

Kalemin Uygulanışı: Kalem, 45°'lik bir açıyla yüzeye 1 kgf (9.8 N) basınç uygulanarak kaydırılır.

Çizik Değerlendirmesi: Sertlik değeri, yüzeyi çizmeyen en sert kaleme göre belirlenir. En sert kalem değeri yüzey sertliğini belirtir.

Çizik Kontrolü: Çizikler, mikroskop veya büyüteçle incelenerek yüzeyde kaleminden kaynaklanan herhangi bir çizik olup olmadığı kontrol edilir (ISO 15184, 2020).

Knoop ve Vickers Mikrosertlik Testleri

Knoop ve Vickers mikrosertlik testleri, özellikle cam, seramikler gibi gevrek/kırılgan malzemelerin, metallerin, ince kaplama, boya ve sertliği yüksek malzemelerin sertlik değerini ölçmek için kullanılan, küçük izlerin olduğu mekanik bir sertlik deneyidir. Malzemelerin mikro seviyede sertliğini ölçmek için kullanılan hassas test yöntemleridir. Bu testler, küçük ve ince numunelerin yüzey sertliğini belirlemede idealdir ve hassas bir sertlik değeri elde edilmesini sağlar (Çelikel & ark., 2024).

Knoop Mikrosertlik Testi

Test Yöntemi: Knoop testi, elmas uçlu bir piramit indenterin numuneye düşük bir yük ile uygulanması ile yapılır. İndenter, numune yüzeyine hafifçe bastırılarak uzun ve dar bir iz bırakır.

İz Ölçümü: Knoop testinde oluşan iz, piramidal şekle sahiptir ve elmas ucun numunede bıraktığı izin uzun eksenini ölçülür. Bu ölçüm Knoop sertlik değeri olarak kaydedilir.

Uygulama Alanı: Çok ince kaplamalar, kırılgan malzemeler (seramikler gibi) ve düşük sertliğe sahip malzemelerin testinde yaygın olarak kullanılır.

Avantajları: Yüzeye çok düşük yükler uygulanabildiğinden ince kaplamalar için uygundur. Küçük ve kırılğan malzemelerde hasarı en aza indirir.

Dezavantajları: İz, diğer sertlik testlerine göre daha asimetrik olduğundan ölçüm ve hesaplama daha zor olabilir.

Vickers Mikrosertlik Testi

Test Yöntemi: Vickers testinde, kare tabanlı piramit şeklinde elmas uçlu bir indenter belirli bir yük ile numune yüzeyine uygulanır. Vickers, uygulama yükü açısından daha geniş bir aralığa sahiptir ve küçük numunelerde hem mikro hem de makro sertlik ölçümleri yapmaya uygundur.

İz Ölçümü: Vickers izinin hem çapraz köşeler arası ölçümleri yapılır. Sertlik değeri, uygulanan yükün iz alanına bölünmesiyle hesaplanır.

Uygulama Alanı: Kaplamalar, ince metal ve seramik numuneler ile mikro yapıda hassas ölçümler gerektiren alanlarda tercih edilir.

Avantajları: Düşükten yükseğe geniş yük aralıklarıyla test yapılabilir. İz simetrik olduğundan ölçüm ve hesaplama kolaydır.

Dezavantajları: Sertlik ölçüm hassasiyetine etki edebilecek küçük yüzey pürüzlülüğü veya deformasyonlar olabilir.

Kullanılan Test Cihazları

Knoop ve Vickers mikrosertlik testleri, genellikle mikrosertlik test cihazları ile gerçekleştirilir. Bu cihazlar, hassas indenter uçları, kontrollü yük uygulama sistemleri ve gelişmiş mikroskoplarla

donatılmıştır. Mikrosertlik test cihazları, mikro ve nano ölçekte yüksek hassasiyetli ölçüm yapma yeteneği sağlar.

Mikrosertlik Test Cihazı (Microhardness Tester):

Özellikler: Bu cihazlar, Knoop ve Vickers test yöntemlerine göre ayarlanabilir yük seviyeleri sunar. Genellikle yük aralığı 10 gram-forç (gf) ile 1 kilogram-forç (kgf) arasında değişir.

Mikroskop Sistemi: İndirilen izleri yüksek büyütme oranında görüntüleyebilen mikroskoplar içerir. İzin uzunluk ve genişlik ölçümleri mikroskop ile hassas bir şekilde yapılır.

İndenter Uçları: Cihaz, Knoop ve Vickers testlerine özel elmas indenter uçlarla donatılmıştır. Bu uçlar, belirli bir yük ile malzeme yüzeyine uygulanır ve izin şekline göre sertlik hesaplanır.

Çalışma Prensibi: Cihaz, operatör tarafından ayarlanan belirli bir yük ile yüzeye elmas indenterı indirir ve belirli bir süre uygulandıktan sonra iz büyüklüğü mikroskop yardımıyla ölçülür.

Otomatik Ölçüm Sistemleri: Modern cihazlarda, izin ölçümünü otomatik olarak yapabilen dijital kameralar ve yazılımlar bulunur. Bu sistemler, ölçüm sonuçlarını doğru bir şekilde verir.

Knoop ve Vickers Testleri için Standartlar

ASTM E384: Mikroindentasyon Sertlik Testi için Standard Test Yöntemi hem Vickers hem de Knoop testleri için geçerlidir (ASTM E384-22, 2022).

Buchholz Sertlik Testi

Buchholz sertlik testi; vernik, boya veya diğer koruyucu kaplamaların sertliğini değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu test, kaplamanın yüzeyindeki bir yük altında deformasyon

direncini ölçmek için geliştirilmiştir. Test, bir Buchholz indentor adı verilen özel bir cihaz ile gerçekleştirilir. Bu cihaz, belirli bir yük altında kaplama yüzeyine uygulanır ve yüzeyde oluşan izin uzunluğu ölçülerek sertlik değeri hesaplanır. Buchholz sertlik testi, geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bunlar;

Mobilya ve Ahşap Sektörü: Vernik, boya ve diğer kaplamaların dayanıklılığını analiz etmek.

Otomotiv Endüstrisi: Araç yüzeylerindeki boyaların çizilmeye ve aşınmaya karşı direncini test etmek.

Metal ve Alüminyum Kaplamalar: Korozyon önleyici boyaların sertliğini ölçmek.

İnşaat ve Mimarlık: Duvar ve/veya zeminde kullanılan çeşitli kaplama malzemelerinin dayanıklılığını değerlendirmek.

Elektronik ve Plastik Endüstrisi: Elektronik cihazlardaki yüzey kaplamalarının dayanıklılığını incelemek.

Buchholz Sertlik Test Cihazının Özellikleri

Buchholz İndentörü: Kaplama yüzeyine sabit bir kuvvet uygulayan özel bir metal çividir. Ucu sivridir ve belirli bir geometriye sahiptir (genellikle yuvarlak veya eliptik kesitli). Kaplama yüzeyinde izin uzunluğunu oluşturmak için kullanılır.

Yükleme Mekanizması: İndentör, genellikle 500 ± 5 gramlık bir ağırlık ile yüzeye bastırılır. Bu ağırlık, standartlarda belirtilen sabit yükü sağlar.

Mikroskop veya Büyüteç: Kaplama yüzeyinde oluşan izin uzunluğunu ölçmek için kullanılır. İzin uzunluğu genellikle 0,5 mm

ile 3 mm arasında ölçülür. Hassas ölçümler için genellikle 20-50x büyütme özelliğine sahiptir.

Zamanlayıcı: İndentörün yüzeyde kalma süresini kontrol etmek için kullanılır (genellikle 30 saniye).

Test Yönteminde Kullanılan Standartlar

ISO 2815: Paints and Varnishes — Buchholz Indentation Test:

Bu uluslararası standart, kaplamaların yüzey sertliğini Buchholz yöntemi ile ölçmek için prosedürleri ve cihaz gereksinimlerini tanımlar (ISO 2815, 2003).

Buchholz Sertlik Test Prosedürü

Hazırlık: Test edilecek yüzey düzgün bir şekilde temizlenir ve test için uygun bir numune hazırlanır.

Testin Uygulanması:

Buchholz cihazı, kaplama yüzeyine belirli bir süre (genellikle 30 saniye) boyunca yerleştirilir. Cihaz, yüzeyde küçük bir iz bırakır.

Değerlendirme:

Oluşan iz uzunluğu, bir mikroskop veya başka hassas ölçüm cihazlarıyla ölçülür. Kaplamanın sertliği, izin uzunluğuna bağlı olarak hesaplanır. İz ne kadar kısa ise kaplama o kadar serttir.

Testin Avantajları

Yöntem kolay uygulanabilir ve hızlı sonuç verir. Küçük deformasyonları değerlendirmede etkili bir yöntemdir. Farklı kaplama türleri üzerinde kullanılabilir.

Testin Dezavantajları

Test yüzeyinin düzgün ve temiz olması gerekir. Sadece test edilen bölgeye odaklanır, bu nedenle genel kaplama performansını tamamen yansıtmayabilir.

Brinell Sertlik Testi

Özellikle metal, alaşım ve ahşap gibi daha büyük ve homojen numunelerin sertliğini belirlemek için kullanılan klasik bir sertlik ölçüm yöntemidir. 1900 yılında İsveçli mühendis Johan August Brinell tarafından geliştirilmiştir. Brinell testi, bir malzemenin yüzeyine belirli bir yükü belirli bir çapta çelik veya tungsten karbür bir bilye indenter uygulanarak yapılır. Elde edilen iz, yüzey alanına göre değerlendirilir ve Brinell Sertlik Sayısı (BHN veya HB) olarak adlandırılan sertlik değeri elde edilir (Öncel, 2016).

Brinell Sertlik Testi Prosedürü

İndenter Seçimi: Çelik veya tungsten karbürden yapılmış bir bilye indenter kullanılır. Çapı genellikle 10 mm'dir.

Yük Uygulama: Numunenin sertliğine bağlı olarak 500 kgf ile 3000 kgf arasında değişen bir kuvvet uygulanır. Çelik veya demir numuneler için tipik olarak 3000 kgf, daha yumuşak metaller ve alaşımlar için ise daha düşük yükler kullanılır.

Test Süresi: Yük, genellikle 10 ila 15 saniye boyunca uygulanır. Bu süre, malzemenin sertlik ve kalınlığına göre değişiklik gösterebilir.

İz Ölçümü: Uygulanan yük sonrasında oluşan iz çapı mikroskopla ölçülür. İz çapı, Brinell sertlik sayısını (HB) hesaplamak için kullanılır.

Brinell Sertlik Test Cihazı ve Kullanım Özellikleri

Wilson Hardness (Buehler), Mitutoyo, Qness, Struers gibi markalar, yüksek kaliteli Brinell sertlik test cihazları üretmektedir. Bu cihazların genel olarak kullanım Prensipleri aşağıdaki gibidir.

Yük Uygulama Sistemi: Brinell sertlik test cihazları, numunenin sertliğine bağlı olarak ayarlanabilir yük uygulama sistemine sahiptir. Genellikle yük aralığı 500 kgf ile 3000 kgf arasında değişir.

Bilye İndenter: Testte, çelik veya tungsten karbür malzemeden yapılmış ve genellikle 10 mm çapında bir bilye kullanılır. Bazı cihazlar, malzemenin özelliklerine göre farklı çaplarda bilyeler de sunar.

Mikroskop veya Dijital Kamera: İzin çapını ölçmek için cihaz üzerinde bir mikroskop veya dijital kamera bulunur. Bu sayede ölçüm, hassas bir şekilde yapılabilir ve dijital ekran üzerinden iz çapı görüntülenebilir.

Dijital veya Analog Göstergeler: Modern cihazlar, dijital ekran ile BHN (Brinell Sertlik Sayısı) sonucunu otomatik olarak hesaplayarak gösterir.

Motorize veya Manuel Modeller: Bazı Brinell sertlik test cihazları manuel olarak yük uygulanabilirken, motorize ve otomatik modellerde yük uygulama, ölçüm ve sonuç hesaplama işlemleri daha hızlı ve verimli bir şekilde yapılır.

Testin Avantajları

Brinell testi, geniş yüzeyli ve homojen malzemelerde daha iyi sonuç verir. Özellikle kaba dökme demir, dövme çelik, alüminyum

ve diğerk metallerin sertliğini değerlendirmek için uygundur. Testin yapılması kolaydır ve mikroskop yardımıyla çap ölçümü basit bir şekilde yapılabilir.

Testin Dezavantajları

Bilye indenterin büyük bir iz bırakması nedeniyle test, kk veya ince numunelerde kullanılamaz. Yüzey pürüzlülüğü fazla olan malzemelerde doğruluk azalır. Mikro sertlik testleri kadar hassas değildir ve ince yüzey kaplamaları için uygun değildir.

Kullanılan Standartlar

ASTM E10-18: Brinell sertlik testinin uygulama prosedürlerini, ölçüm koşullarını ve değerlendirme yöntemlerini belirler (ASTM E10-18, 2023).

TS ISO 13061-12: Bu test yöntemi odunun fiziksel ve mekanik özelliklerinden statik sertliğin tayinini belirlemek için kullanılır. Türk Standart Endüstrisi daha önceki yıllarda bu testin TS 2479 olduğunu belirtmiştir (TS ISO 13061-12, 2021).

Literatür Araştırması

Başboğa ve ark., 2023 yılında yapmış oldukları çalışmada biyolojik olarak bozunmuş kanserli kestane ağaçları ve sağlıklı kestane ağaçlarını kereste biçiminde kestikten sonra normal şartlar altında bir ay kurutmaya bırakmıştır. Ardından bu örnekleri 20 C±2 sıcaklıkta ve %65±5 bağıl nem şartlarında ağırlıkları değişmeyinceye kadar iklimlendirme dolabında test edilebilir aşamasına getirmiştir. Örneklerin sertlik değerlerini ölçmek için ASTM D2240 standardında belirtilen esaslara göre Tronic marka PD801 Model Shore D sertlik ölçüm cihazı kullanmıştır. Sonuç olarak biyolojik bozunmuş kanserli kestane odunu örneklerinin

sertlik değerleri sağlıklı örneklere göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Başboğa, Başboğa & Eğilmez, 2023).

Saygın ve Budakçı 2017 yılında sarıçam, karaçam, melez ve ladin odunlarının yüzeylerindeki reçinelerin temizlenmesi için farklı kimyasal malzemeler kullanmıştır. Ardından bu odun yüzeylerine su bazlı vernik türlerini uygulamış. Ardından vernikli odun levhalarına ASTM-D 1211 esaslarına göre sıcak-soğuk korozyon testi uygulamıştır. Reçine temizleme işleminde kullanılan kimyasalların vernik film tabakalarındaki sertlik değerlerine etkisini belirlemek için ASTM D 2240'a uygun olarak ölçümler almıştır. Sonuç olarak reçine temizleme işleminde kullanmış oldukları aseton, selülozik tiner, sodyum hidroksit (NaOH), sodyum hidroksit + hidrojen peroksit (NaOH + H₂O₂) ve Arap sabunu kimyasallarının vernik film katmanı üzerinde sertlik değerlerine özgü olumlu ya da olumsuz bir etkisinin olmadığını bildirmişler (Saygın & Budakçı, 2017).

Aykaç ve Sofuoğlu 2020 yılında bambu ağaç malzemesinin yüzeyine selülozik, sentetik, poliüretan ve su bazlı vernik uygulamış ve levhaların yüzeyindeki vernik katmanlarının sertlik değerini incelemiş. Vernik malzemelerinin sertlik testi pandüllü sertlik lme cihazı kullanmış ve ASTM D 4366 standardına belirtilen esaslara uymuş. Sonuç olarak poliüretan verniğin en yüksek sertliği, sentetik vernikte ise en düşük sertliği ölçmüşlerdir (Aykaç & Sofuoğlu, 2020).

Mamat ve ark., 2022 yılında UV ile sertleşen Su Bazlı Poliüretan boya içerisine belirli oranlarda propiyonik asit (DMPA) ve hidroksietil metakrilat (HEMA) ekleyerek yeni elde ettikleri polimerizasyon türlerinin sertlik değerini ölçmüştür. Boya katman

filminin sertliğini ölçmek için ASTM D-3363-05'e göre Wolf-Wilburn yöntemi kullanmıştır. Test için Wolf-Wilburn ölçeğindeki sertlik değerlerini (kalemlerin 6B ila 6H aralığı) kullanmış ve sonuç olarak yeni malzemelerle sentezlenen poliüretan esaslı boyaların sertlik değerinin arttırıldığını açıklamıştır (Mamat & ark., 2022).

Samuel ve ark., 2024 yılında Doum palmiye yemişlerinin içini boşalttıktan sonra odunsu dış kabuklarını bir torna makinesinde halka şeklinde kesmiş ve daha sonra ısıtma işlemi uygulamış. Odunsu kabukların ısıtma işlemi ile sertliklerinin ne kadar değiştiğini ölçmek için Mikro-Vickers sertlik test cihazı kullanmış ve ASTM E384-99 standardına göre ölçümler yapmış. Sonuç olarak ısıtma işleminin odunsu palmiye kabuklarının sertlik değerinin arttırdığını bildirmiştir (Samuel & ark., 2024).

Calovi ve Rossi 2024 yılında zerdeçal tozunun renklendirme yeteneğinden yararlanarak poliamid bazlı ahşap boyalar için basit, uygun maliyetli ve özellikle sürdürülebilir bir pigment geliştirmiş. Biyo-bazlı zerdeçal pigmentinin boya filminin üzerindeki etkisini belirlemek için ISO 2815 standardına uygun olarak Elcometer 3095 Buchholz test cihazı kullanarak sertlik testi yapmıştır. Sonuç olarak zerdeçal tozunun boya filmi içerisine katılmasının katman film yapısının sertliğini arttırdığını vurgulamıştır (Calovi & Rossi, 2024).

Pelit ve ark., 2014 yılında yapmış olduğu çalışmada iskoç çamı ve doğu kayını odunu levhalarına hidrolik pres vasıtası ile Termo-Mekanik (TM) yöntemle %20 ve %40 oranlarında sıkılaştırma-yoğunlaştırma işlemi yapmıştır. Örneklerin teğet ve radyal kesitinden sertlik değerini belirlemek amacı ile TS 2479 esaslarına uyarak Brinell sertlik testi yapmıştır. Sonuç olarak yoğunlaştırma

işlemi sonrasında odun örneklerinin radyal ve teğetsel sertlik değerlerinde artışlar elde edildiğini bildirmiştir (Pelit, Sönmez & Budakci, 2015).

Kuzu ve ark., 2020 yılında Türk Standartlarına uygun bir biçimde Rockwell ve Brinell-Vickers sertlik ölçeklerinde ayrı ayrı iki sertlik standardizasyon makinesinin yerine tüm testleri bir cihazda yapan yeni bir cihaz tasarlamış ve üretmiştir. Sertlik testini başarılı bir biçimde yapmak için geliştirdikleri cihazda ölü ağırlık kuvveti uygulama prensibi ve derinlik ölçüm birimi olarak lazer interferometre optik sistemi kullandığını açıklamıştır (Kuzu, Pelit & Meral, 2020).

Hong ve ark., 2024 yılında termoset kompozitleri oluşturan ahşap ve plastik toz parçacıklarının sertliğini belirlemek için mikro sertlik test cihazı (HuaYin, HV-1000B, Shaoxing, Çin) kullanılarak ASTM E384-17 standardına uygun olarak Vickers mikro sertlik testi uygulamış. Termoset yapıdaki toz parçacıklarının 50 °C, 85 °C ve 150 °C'de ısıtarak erime ile kürlenmenin gerçekleşmesini sağlamış, örnekler soğuduktan sonra sertlik davranışlarını ölçmüştür. Erime ve kürlenme sıcaklığının kademeli olarak arttırılmasının sertlik derecesini arttırdığını belirtmiştir (Hong & ark., 2024).

Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında boya, vernik ve kaplama katmanlarının sertlik değerlerini belirlemek amacıyla kullanılan çeşitli test yöntemleri değerlendirilmiştir. Sertlik testlerinin mobilya endüstrisindeki uygulama alanları, avantajları ve sınırlamaları analiz edilerek, sektör için en uygun test yöntemine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Kalem sertlik testi; basit, ekonomik ve kullanıcı dostudur. Kalem sertlik testi pratikliği ve uygun maliyeti nedeniyle önerilir. Ancak testin yapılmasında ve verilerin elde edilmesinde operatörün keskin görüşü ve el kabiliyet rolü çok önemlidir.

Knoop ve vickers, buchholz ve brinell sertlik testleri belirli bir kuvvet altında bir indenter (uç) veya başka bir fiziksel aracın malzeme yüzeyine uygulanmasıyla gerçekleştirilir. Her testin yapılması için maliyeti yüksek cihazlara ihtiyaç vardır. Ayrıca sonuçların sayısal verilerini elde etmek için de bir bilgisayar ve mikroskop cihazına ihtiyaç duyulmaktadır. Testi yapacak olan operatörün eğitim alması gerekmektedir. Operatörün, kaplama film katmanı yüzeyinde oluşan çukur ve derinliklerin ölçülmesi hususunda bilgisayar ve mikroskop ile yapacağı ölçümler çok önemlidir. Bunlara ek olarak, knoop ve vickers testleri, buchholz testi ve brinell sertlik testleri deneylerde kullanılan kaplama film tabakası yüzeylerinde deforme oluşturan yöntemlerdir.

Brinel sertlik testinde ahşap levha yüzeyindeki boya, vernik veya kaplama film katmanına baskı esnasında ahşap odun dokusunda çukur meydana geldiği için hatalı sonuçlar elde edilmektedir. Be sebepten dolayı ağaç işleri endüstrisinde ağaç malzemenin sertliğini belirlemek için brinell sertlik testi kullanılmaktadır.

Shore D sertlik testinde ölçümleri gerçekleştirilen cihaz hızlı, basit ve taşınabilir bir yöntemdir. Çok hızlı bir biçimde sonuçlar elde edilmesini sağlar. Shore D testinde cihazın ucunda batırma işlemini gerçekleştiren iğnenin uzunluğuna denk, minimum 6mm kalınlığında kaplama, vernik, boya veya kauçuk lastik tabakasının

ölçülmesi gerekmektedir. Ahşap, plastik, cam, metal vb. levha yüzeyindeki farklı katmanlardan oluşan bir kompozit levhada ölçüm yapan iğnenin üst katmanın bir altındaki ana levha katmanına ulaşması ölçüm sonuçlarının yanlış alınmasına sebebiyet vermektedir. Ayrıca deney sonrasında örneklerinin kaplama film tabakalarında iğne deliklerinin kalması sebebiyle deforme olmaktadır.

Pendulum (Pandüllü / Sarkaç) sertlik testi, dinamik bir yöntem olup vernik, boya ve kaplamanın sertlik ve elastikiyetini ölçmektedir. Pendulum sertlik test cihazındaki otomatik sarkaç sayacı sayesinde verilerin kolaylıkla elde edilmesi, cihaz maliyetinin düşük olması, operatör rolünün verileri olumsuz etkilememesi, kaplama film tabakasının deformasyona uğramaması gibi birçok nedenden dolayı mobilya endüstrisinde kullanılan boya, vernik, kaplama film katman tabakasının sertlik testleri için kullanılması önerilir.

Kaynaklar

Allen, P. ve Kemp, M. F. (1995). Decorative laminates. *Plastics: Surface and finish. 2nd ed. North Yorkshire: Royal Society of Chemistry*, 113-36.

ASTM D2240-15. (2021). Standard Test Method for Rubber Property—Durometer Hardness. ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.

ASTM D3363-22. (2022). Standard Test Method for Film Hardness by Pencil Test. ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.

ASTM D4366-16. (2021). Standard Test Methods for Hardness of Organic Coatings by Pendulum Damping Tests. ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.

ASTM E10-18. (2023). Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials. ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.

ASTM E384-22. (2022). Standard Test Method for Microindentation Hardness of Materials. ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.

Aykaç, S. ve Sofuoğlu, S. D. (2020). Bambu ağaç malzemede vernik tiplerinin yüzey özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi. *Politeknik Dergisi*, 24(4), 1353-1363.

Başboğa, İ. H., Başboğa, H. V. ve Eğilmez, M. (2023). Kütahya/Simav Bölgesindeki Biyolojik Olarak Zarar Görmüş Anadolu Kestanesinin (*Castanea Sativa* Mıll) Odunlarının

Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *ArtGRID-Journal of Architecture Engineering and Fine Arts*, 5(1), 70-84.

Budakçı, M. ve Karamanoğlu, M. (2014). Effect of bleaching on hardness, gloss, and color change of weathered woods. *BioResources*, 9(2), 2311-2327.

Calovi, M. ve Rossi, S. (2024). Exploiting Turmeric's Coloring Capability to Develop a Functional Pigment for Wood Paints: Sustainable Coloring Process of Polyamide 11 Powders and Their Strengthening Performance. *Coatings*, 14(7), 858.

Çelikel, P., Şengül, F., Büyüksefil, M., İnce, N. A. ve Derelioğlu, S. Ş. (2024). Üç Boyutlu Yazıcılarda Kullanılan İki Farklı Reçine Materyalinde Farklı Polimerizasyon Cihazlarının Yüzey Sertliğine Etkisi: İn Vitro Çalışma. *Türkiye Klinikleri. Dishekimligi Bilimleri Dergisi*, 30(1), 67-73.

Deng, H., Lu, J., Liang, D., Wang, X., Wang, T., Zhang, W., ... Zhang, C. (2023). High Water Resistance and Enhanced Mechanical Properties of Bio-Based Waterborne Polyurethane Enabled by in-situ Construction of Interpenetrating Polymer Network. *Journal of Renewable Materials*, 11(3), 1209-1222.

Elcometer. (2024). "Elcometer 501 Pencil Hardness Tester." Son Erişim Tarihi: 09.12.2024. <https://www.elcometer.com/en/elcometer-501-pencil-hardness-tester-1.html>

Erdoğan, Ş. (2019). *Organize Sanayi Bölgesi Dış Ortam Pm10 Konsantrasyonunun Coğrafi Bilgi Sistemi ile Değerlendirilmesi*.

Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, Türkiye.

Esteves, B., Şahin, S., Ayata, U., Domingos, I., Ferreira, J. ve Gürleyen, L. (2021). Effect of heat treatment on shore-D hardness of some wood species. *BioResources*, 16(1), 1482.

Fox, P. G. ve Freeman, I. B. (1979). What does the pendulum hardness test measure? *Journal of Materials Science*, 14(1), 151-158. doi:10.1007/BF01028338

González, J., Barba, A., Flores, E. ve Cervantes, J. (2013). Methodology for the obtaining in materials consisted of plastic-wood and his characterization with the hardness test. *International Journal of Engineering Innovation & Research*, 2(4), 314-8.

Gürleyen, L. (2020). UV sistem parke verniği uygulanmış gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine yapay yaşlandırmanın etkisi. *Turkish Journal of Forestry*, 21(4), 451-460.

Hardnesstesters. (2024). “NB3010 Series Brinell Hardness Tester.” Son Erişim Tarihi: 09.12.2024. <https://www.hardnesstesters.com/products/brinell-hardness-testers/nb3010-series-brinell-hardness-tester>

He, Z., Zhang, Y. ve Wei, W. (2012). Formaldehyde and VOC emissions at different manufacturing stages of wood-based panels. *Building and Environment*, 47, 197-204.

Hong, B., Wang, K., Li, Y., Ren, S. ve Gu, P. (2024). Solid State Additive Manufacturing of Thermoset Composites. *Polymers*, 16(17), 2416.

Industrialphysics. (2024). “TQC Sheen Buchholz Hardness Indentation Test.” Son Erişim Tarihi: 09.12.2024. <https://industrialphysics.com/nl/product/buchholz-hardheid-indentatie-test/>

ISO 868:2003. (2003). Plastics and ebonite—Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness). International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 1522:2022. (2022). Paints and varnishes—Pendulum damping test. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 2815. (2003). Paints and varnishes—Buchholz indentation test. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 15184. (2020). Paints and varnishes—Determination of film hardness by pencil test. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

İstek, A., Özlüsoylu, İ. ve Kızılkaya, A. (2017). Türkiye ahşap esaslı levha sektör analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 132-138.

Kaçamer, S. (2024). *Hidrografik (Su Transfer) Kaplama ve Ultraviyole (UV) Baskı İşleminin Mobilya Yüzeylerinde Kullanımının İncelenmesi*. Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye.

Kuzu, C., Pelit, E. ve Meral, İ. (2020). A new design of Rockwell-Brinell-Vickers hardness standard machine at UME. *Acta IMEKO*, 9(5), 230-234.

Mamat, S., Abdullah, L. C., Aung, M. M., Rashid, S. A., Salleh, M. Z., Saalah, S., ... Rayung, M. (2022). Synthesis and Characterization UV-Curable Waterborne Polyurethane Acrylate/Al₂O₃ Nanocomposite Coatings Derived from Jatropha Oil Polyol. *Biointerface Res Appl Chem*, 13, 193.

McGonigle, F. ve Ciullo, P. A. (1996). Paints & coatings. *Industrial Minerals and Their Uses* içinde (ss. 99-159). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780815514084500053> adresinden erişildi.

Momber, A. W., Irmer, M. ve Marquardt, T. (2020). Effects of polymer hardness on the abrasive wear resistance of thick organic offshore coatings. *Progress in Organic Coatings*, 146, 105720.

Murakami, K., Suzuki, R., Okada, K., Goto, Y., Mitsugi, H., Kaburagi, T. ve Matsubara, M. (2021). Development of Advanced Herbert Hardness Tester by Incorporating Raspberry Pi Microcomputer. *Experimental Techniques*, 45(6), 789-794. doi:10.1007/s40799-021-00461-5

Pelit, H., Sönmez, A. ve Budakci, M. (2015). Effects of thermomechanical densification and heat treatment on density and Brinell hardness of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Eastern beech (*Fagus orientalis* L.). *BioResources*, 10(2).

Petrovicova, E. ve Schadler, L. S. (2002). Thermal spraying of polymers. *International Materials Reviews*, 47(4), 169-190. doi:10.1179/095066002225006566

Samuel, B. O., Alabi, A. A., Lawal, S. A., Peter, E. ve Ibrahim, T. K. (2024). Optimizing the effect of heat treatment on the mechanical properties (tensile Strength and hardness) of Hyphaene Thebaica nut; A machine learning and Taguchi approach. *Heliyon*, 10(19). [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)14930-4](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)14930-4) adresinden erişildi.

Saygın, E. ve Budakçı, M. (2017). Reçine temizleme işleminin su bazlı verniklerin sertlik değerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(1), 169-183.

Sinowon. (2024). “Otomatik Mikro Makro Knoop ve Vickers Sertlik Testi Otomatik Vicky ZVK-1050AF.” Son Erişim Tarihi: 09.12.2024. <https://turkish.sqplab.com/sale-46899399-automatic-micro-macro-knoop-and-vickers-hardness-test-autovicky-zvk-1050af.html>

Suzuki, R., Kaburagi, T., Matsubara, M., Tashiro, T. ve Koyama, T. (2016). Hardness Measurement for Metals Using Lightweight Herbert Pendulum Hardness Tester With Cylindrical Indenter. *Experimental Techniques*, 40(2), 795-802. doi:10.1007/s40799-016-0080-2

Şengül, Ö., Şeremet, M. ve Kam, M. (2020). Sürdürülebilir üretim için grafit takviyeli polipropilen kompozit ürünlerin bazı termal ve mekanik özelliklerinin deneysel analizi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 10-20.

Öncel, M. (2016). Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) odununun bazı fiziksel, mekaniksel ve kimyasal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu Üniversitesi.

Tpmequipos. (2024). “BGD509 Medidor de Dureza de Pendulo.” Son Erişim Tarihi: 09.12.2024. <https://tpmequipos.com/bgd509-medidor-de-dureza-de-pendolo.html>

TS ISO 13061-12. (2021). Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri—Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri—Bölüm 12: Statik sertliğin tayini. Türk Standartları Endüstrisi, Ankara, Türkiye.

Ulay, G. ve Ayata, Ü. (2023). The effects of artificial weathering on the pendulum hardness of chestnut wood applied with polyurethane varnish after heat treatment. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 115-122.

Wang, Z., Jian, H., Sun, Z., Sun, D., Zou, W., Yu, M. ve Yao, L. (2023). Improvement of decorative texture effects, thermal stability, and mechanical properties of *Pinus massoniana* using a combined dyeing and superhydrophobic modification method. *Cellulose*, 30(15), 9861-9875. doi:10.1007/s10570-023-05482-4

Yamer. (2024). “Shore D Standı.” Son Erişim Tarihi: 09.12.2024. <https://www.yamer.com.tr/urun/shore-d-standi>

BÖLÜM VI

Measurement Comparison of Optical Sensors Mounted on Unmanned Aerial System on Elevation Accuracy¹

**Evren KABACA²
Ender BUĞDAY³**

Introduction

Since antiquity, humans have sought to quantify proximate objects, assess their attributes, and catalog their characteristics (Cabrera, Cabrera, & Midgley, 2023). The recent proliferation of advanced technologies has enabled significant advances in measurement and digital surface analysis in various fields, including

¹ This research, titled “Comparison of Terrain Measurements of Unmanned Aerial Vehicles with Different Sensor Sizes in a Forest Area (Ilgaz Sample)” by Evren KABACA, was carried out in the Department of Forest Engineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences at Çankırı Karatekin University, is derived from master’s thesis completed in 2023.

² Çankırı Belediyesi, Harita Mühendisi, Çankırı/Türkiye, Orcid: 0009-0006-7771-744X, evren_kabaca@hotmail.com

³ Doç. Dr., Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı/Türkiye, Orcid: 0000-0002-3054-1516, ebugday@karatekin.edu.tr

mining (Minh & Dung, 2023), construction (Alaloul et al., 2020), agriculture (Obi Reddy, Dwivedi, & Ravindra Chary, 2023), and forestry (McEwan et al., 2020). This ongoing evolution in the application of Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) methodologies has facilitated the development of an enhanced decision support system, which converts land measurement and field data into high-quality information (Avtar et al., 2019).

In contemporary geoscientific research and geographic data analysis, GIS and RS have emerged as pivotal tools. GIS is defined as an information system designed for the acquisition, storage, management, analysis, and visualization of spatial data (Kirilenko, 2022). Conversely, Remote Sensing involves the collection and examination of Earth's surface properties from a distance (Qin & Liu, 2022). The genesis of GIS can be traced back to the 1960s (Fischer, Scholten, & Unwin, 2019), a period marked by the advent of computer technologies and the exploration of new methodologies for the digital storage and analysis of geographic data. Concurrently, the importance of Remote Sensing was augmented by the evolution of GIS (Li et al., 2021).

Remote Sensing is conceptualized as the acquisition of images depicting terrestrial features via satellites, aircraft, and various other sensing technologies (Dhingra & Kumar, 2019). These images yield critical data through the analysis of reflected electromagnetic radiation across diverse spectral bands. The significance of Remote Sensing in geographic data acquisition is profound, as it has facilitated the integration of GIS into expansive databases. Technological advancements have significantly enhanced the

efficacy of both GIS and RS. In particular, recent innovations have enabled the acquisition of more granular and precise geographic information through higher resolution satellite imagery, increasingly sensitive sensors, and sophisticated data analytical methodologies (Awais et al., 2023). The applications of GIS and RS are extensive, encompassing domains such as environmental management, agriculture, urban planning, and natural disaster mitigation. Today, these tools are indispensable for the systematic collection, analysis, and management of geographic data. Continuous technological progress is expanding their applicability and scope. Moreover, GIS and Remote Sensing underpin scientific inquiry and inform decision-making processes grounded in geographic information (Mitra & Roy, 2023).

In recent years, UAVs have increasingly integrated into a rapidly evolving and expansive technological environment. UAVs are automated aerial systems that operate without direct human intervention, typically managed through remote control or pre-programmed flight paths (Castrillo et al., 2022; Gülci et al., 2021). The rapid advancement of UAV technology has facilitated its proliferation across diverse domains. The genesis of UAVs is rooted in the progression of aviation technology, with initial iterations designed primarily for military applications. By the mid-20th century, UAVs began to see deployment in military operations including reconnaissance, surveillance, and target acquisition (Olanipekun et al., 2023). Today, UAVs are utilized in a broad array of fields such as geographical exploration, geological research, environmental monitoring, agriculture, cargo transport, aerial photography, and emergency management.

The acceleration of UAV development can be attributed to significant technological innovations. Advances in material science have yielded smaller, lighter, and more robust UAVs capable of extended flight durations. These advancements have also enhanced the sophistication of onboard sensors, enabling UAVs to execute increasingly complex tasks (Yurtseven, Akgul, Coban, & Gulci, 2019). Additionally, improvements in autonomous flight technology have endowed UAVs with the ability to navigate independently and detect objects within their environment, contingent on their sensor capabilities. As a result, UAVs have become indispensable tools across various sectors.

The integration of high-resolution cameras on UAVs facilitates the efficient acquisition of detailed information regarding the dimensions and characteristics of both natural and man-made structures. This capability provides significant advantages in terms of spatial resolution and accuracy compared to traditional satellite imagery (Akgul et al., 2018; Mohsan et al., 2023). Furthermore, UAVs enable rapid assessments of dynamic conditions, such as landslides, fires, or dam reservoirs, offering real-time insights that are critical for effective management and response.

The studies highlight the growing use of UAVs in forestry due to their benefits like easy data collection, flexible resolution control, low costs, and safety. Advances in technologies such as multi-scale visual mapping, 3D digital modeling, and Structure from Motion (SfM) algorithms have expanded UAV applications beyond forestry to fields like construction management, water pollution, archaeology, energy systems, and computational biology (Mohan et al., 2017).

In this study, a comparative analysis of measurement accuracies was conducted on identical objects utilizing UAV systems equipped with two distinct sensor configurations, set within a moderately inclined terrain featuring a variety of structure including building, ancillary structures, linear formations, and both rectangular and circular objects of diverse dimensions. This study aimed to evaluate and assess the measurement precision and performance efficacy of UAV devices possessing varying types and characteristics.

Material and Methods

Study area

This study was carried out in Yıldıztepe, a forest area within the responsibility area of Ilgaz Forest Management Directorate, which contains buildings, outbuildings, lines, rectangular and round objects located in the 4542953.01-4542615.24 North and 566483.01-566658.08 East coordinates according to WGS84 UTM 36T northern hemisphere datum (Figure 1).

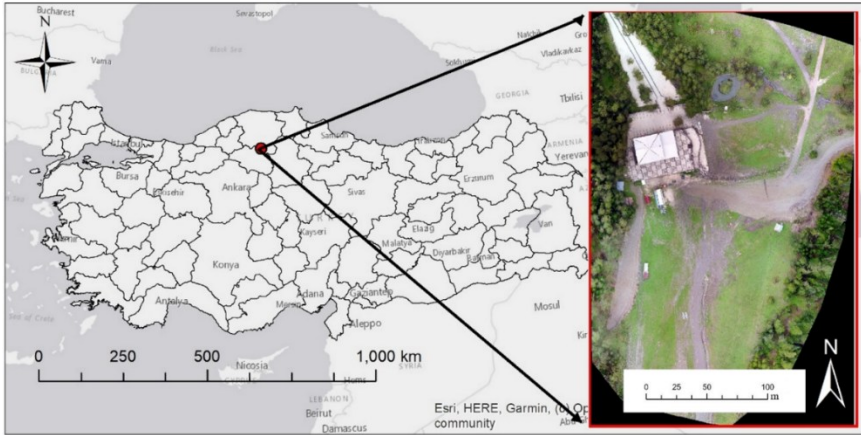


Figure 1: Location of study area.

Methods

In this study, two distinct UAVs with varying sensor dimensions were employed: the DJI Phantom 4 model and the DJI Air2S model. The technical specifications of these devices are detailed in Table 1.

Table 1: Certain technical specifications of the UAV devices utilized in the study

DJI Phantom 4		DJI Air 2S	
Lens	94°	Lens	88°
Aperture	2.8/f	Aperture	2.8/f
Sensor type	CMOS	Sensor type	CMOS
Sensor size	1/2.3 inch	Sensor size	1 inch
Image size	4000X3000	Image size	5472X3648

It is evident that the internal camera specifications, including the viewing angle, aperture range, sensor type, sensor size, and effective pixel values of the UAVs, are presented in a comparative format upon examination of Table 1. Notably, disparities are

observed in the parameters related to lens, sensor size, and effective image size.

Aerial surveys were conducted within a uniform-sized forested area, maintaining consistent temporal intervals and flight altitudes, utilizing DJI Phantom 4 and Air2s UAVs. Prior to the UAV operations, ground control points (GCPs) were delineated on the terrain with white spray paint, and their coordinates were accurately recorded using a GINTEC G-10 brand Global Navigation Satellite Systems-Continuously Operating Reference Stations (GNSS-CORS) device (Figure 2).

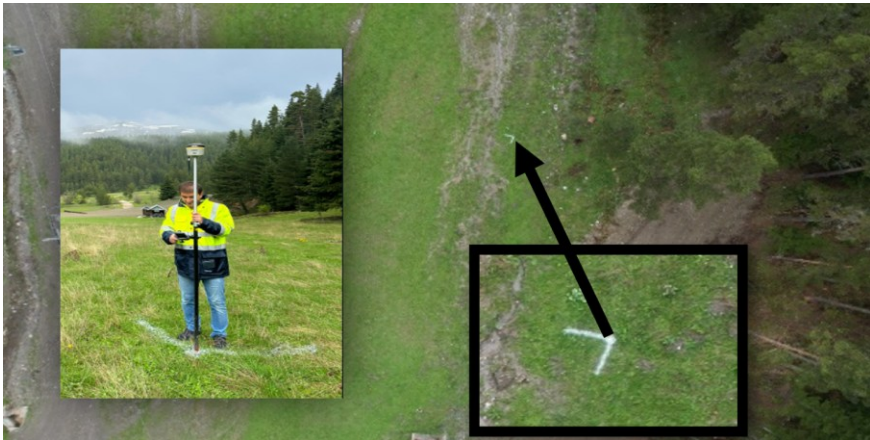


Figure 2: GCPs and data from the GNSS-CORS device were acquired along the flight trajectory.

The Turkish National Fixed GNSS Network-Active (TUSAGA-Active) constitutes Türkiye's local measurement network. As a component of the Global Navigation Satellite System (GNSS), which encompasses satellite-based positioning systems like the Global Positioning System (GPS), TUSAGA-Active comprises

a network of stationary GNSS stations distributed across Türkiye. These stations continuously capture and analyze satellite signals to deliver high-precision positioning data. Through TUSAGA-Active, users gain access to exceptionally accurate geographical location information. This system finds application in numerous domains, including GIS, geodesy, cartography, engineering measurements, and geology. TUSAGA-Active is instrumental in various tasks, such as enhancing measurement and positioning accuracy, conducting structural deformation analysis, monitoring land, and researching seismic activity. By operating within Türkiye's local coordinate frameworks, TUSAGA-Active facilitates the conversion of geographic data to a localized reference system. Consequently, it represents a crucial platform for advancing Türkiye's geographic data infrastructure and ensuring precise location determination (Anonymous, 2023).

In this study, the Pix4D automatic flight software was utilized, a tool that enjoys widespread adoption and acclaim both within national boundaries and on an international scale. The study implemented the "Double Grid" technique for aerial data acquisition, wherein images were systematically captured during the flight operation over the designated study area. This methodology entailed employing a high degree of overlap, specifically 80% in the frontal direction and 70% in the lateral direction, to ensure comprehensive coverage and data accuracy (Figure 3).



Figure 3: Flight plan overlayed on the study area.

Generation of Digital Terrain Model (DTM)

The imagery and GCP data acquired from the field flights were transformed into a point cloud and a three-dimensional terrain model utilizing Agisoft Metashape software (Figure 4). During this process, data from both the DJI Phantom 4 and DJI Air2S devices were processed independently. By integrating the latitude, longitude, and altitude information—obtained with high precision through the GCPs—the software enables the accurate georeferencing of all images collected during the flights. This integration facilitates the generation of a detailed three-dimensional representation of the study area. The resultant three-dimensional model, as produced within the software, is illustrated in Figure 4.



Figure 4: Three-dimensional terrain data produced for the study area.

Comparison of generated DTM data

In the course of this study, the first methodological step entailed the integration of the GCP values with the surface model that was generated. This process involved an analysis of the deviations between the GCP values and the corresponding coordinates of the surface model, specifically focusing on discrepancies in latitude (x-axis), longitude (y-axis), and altitude (z-axis). The magnitude and extent of these deviations were systematically calculated to assess the accuracy of the surface model in relation to the GCP data. The quantitative results of this analysis, which elucidate the differences observed, are meticulously tabulated and presented in the "Results and Discussion" section of the study.

The Random Points tool (ESRI, 2023a) enables the systematic generation of spatially distributed points within a specific geographic area or according to particular spatial attributes. Utilizing

this tool, the software autonomously distributes points in a random manner within the boundaries defined by the user (Doumit, 2017).

In this study, two distinct DTM datasets were generated utilizing the “Random Points” module within the ArcGIS 10.3 software environment, as illustrated in Figure 5. These datasets were subsequently arranged in a side-by-side tabular format, aligning the data points to ensure they corresponded to identical geographic locations. This comparative presentation is thoroughly examined and discussed in the "Results and Discussion" section. The primary objective of this methodological approach is to explicitly delineate and highlight the discrepancies observed in the elevation values recorded at these congruent spatial coordinates, thereby providing a comprehensive analysis of the variances present between the datasets.

In the context of this study, we study the variations between DTM datasets produced from images captured by two different UAVs. The analysis employs the "Random Points" module to assess changes across 100 distinct locations (Figure 5). This evaluation aims to elucidate the impact of UAV variability on DTM data accuracy and reliability.

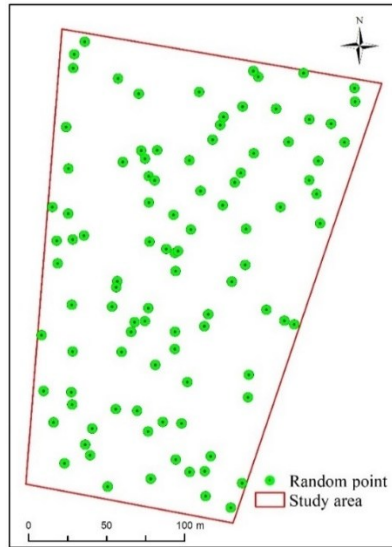


Figure 5: Sample of ArcGIS Random Point tool processing result in this study

Additionally, utilizing the ArcGIS 10.3 GIS software, the DTM data acquired from two distinct UAV systems were subjected to a subtraction operation within the “Raster Calculator” module, employing the Minus Tool (ESRI, 2023b) spatially represent the differences between the datasets. The Minus Tool, a function within the Spatial Analyst extension of ArcGIS, performs cell-by-cell subtraction of the values in the second input raster from those in the first input raster (Figure 6). Given that the resultant output raster retains the same spatial dimensions as the input raster datasets, it provides a robust framework for comparative analysis.

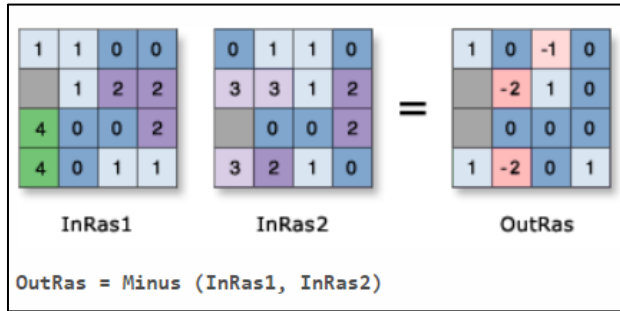


Figure 6: Example display of ArcGIS Minus tool processing result (ESRI, 2023b)

Results and Discussions

Generation of DTM

This study employed a total of 245 images captured by UAVs. The Ground Sample Distance (GSD) was calculated to be 1.93 cm per pixel for the DJI Air2S and 1.21 cm per pixel for the DJI Phantom 4. Correspondingly, the pixel resolution was determined to be 2.51 cm for the Air2S and 2.41 cm for the Phantom 4. Following the completion of overlapping flight patterns over the study area, the collected imagery from both UAV platforms was imported into the Agisoft Metashape software. Within this software, the procedures for aligning the images, generating point cloud data, and constructing DTM of the terrain were sequentially executed. The resultant DTM datasets derived from the imagery of both the DJI Phantom 4 and the Air2S devices are depicted in Figure 7.

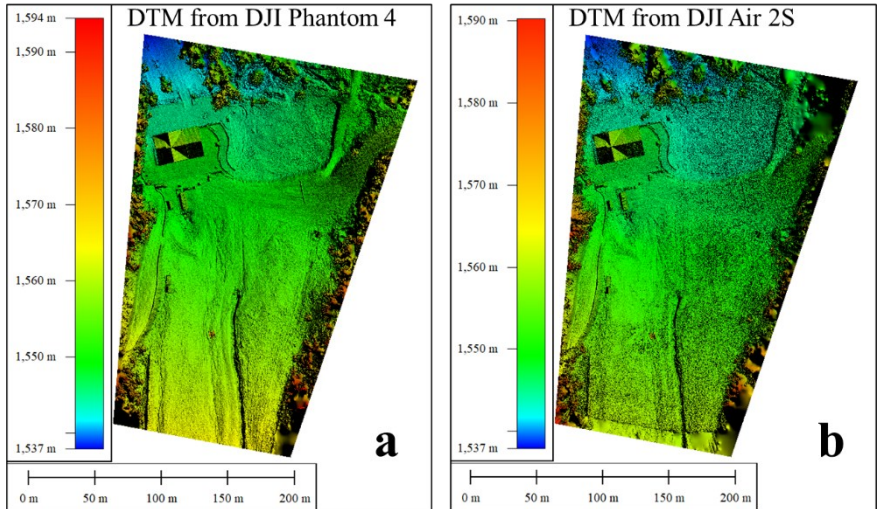
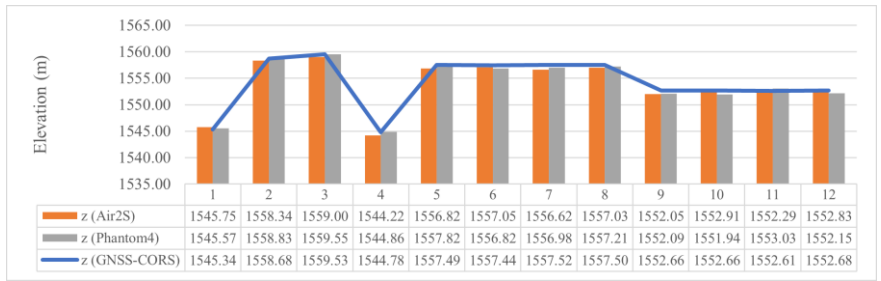


Figure 7: The DTM data of the study area produced by DJI Phantom 4 (a) and Air 2S (b).

Comparison of generated DTM data

Based on the findings of this study, the initial phase of analysis involved a detailed comparison of the spatial coordinates and elevation metrics. Specifically, the latitude (x), longitude (y), and altitude (z) values derived from the study were sorted against the corresponding location and altitude measurements obtained from control points, which were recorded using the GNSS-CORS device with a precision of 2 cm. This comparison is visually represented in Graphic 1.



Graphic 1: Positional values and control values obtained from the generated DTM data.

The elevation measurements obtained from both UAV systems, alongside the control altitude values recorded using the GNSS-CORS device, are systematically detailed in Table 2. Table 2 reveals that both UAV platforms achieved congruent latitude (x) and longitude (y) coordinates when compared with the GNSS-CORS device. However, notable discrepancies were observed in the altitude values, with deviations reaching up to 1 meter. Furthermore, it is evident from the analysis that the DJI Phantom 4 UAV demonstrated a higher degree of consistency in the DTM datasets produced, in contrast to the DJI Air2S, suggesting that the Phantom 4 provided more reliable elevation data in this study.

Table 2: Generated DTM data sets and GNSS-CORS control values.

	Control Points			Phantom 4 Points			Air2S Points			Difference		
	X(4 544 ...)	Y(5 66 ...)	Z(1 5...)	X(4 544 ...)	Y(5 66 ...)	Z(1 5...)	X(4 544 ...)	Y(5 66 ...)	Z(1 5 ...)	X(4 544 ...)	Y(5 66 ...)	Z(1 5...)
1	754 .37	625 .48	45. 34	754 .37	625 .48	45. 57	754 .37	625 .48	45. 75	- 0.22	- 0.4 1	754 .37
2	571 .11	632 .53	58. 68	571 .11	632 .53	58. 83	571 .11	632 .53	58. 34	- 0.15	0.3 3	571 .11
3	572 .59	545 .52	59. 53	572 .59	545 .52	59. 55	572 .59	545 .52	59. 00	- 0.03	0.5 2	572 .59
4	754 .08	553 .71	44. 78	754 .08	553 .71	44. 86	754 .08	553 .71	44. 22	- 0.09	0.5 6	754 .08
5	625 .05	555 .42	57. 49	625 .05	555 .42	57. 82	625 .05	555 .42	56. 89	- 0.33	0.9 3	625 .05
6	625 .17	552 .44	57. 44	625 .17	552 .44	56. 82	625 .17	552 .44	57. 05	0.62	0.4 0	625 .17
7	632 .16	552 .73	57. 52	632 .16	552 .73	56. 98	632 .16	552 .73	56. 62	0.54	0.9 0	632 .16
8	632 .05	555 .70	57. 50	632 .05	555 .70	57. 21	632 .05	555 .70	57. 03	0.29	0.4 7	632 .05
9	682 .11	553 .94	52. 66	682 .11	553 .94	52. 09	682 .11	553 .94	52. 05	0.58	0.6 2	682 .11
10	687 .89	552 .62	52. 66	687 .89	552 .62	51. 94	687 .89	552 .62	52. 91	0.71	- 0.2 6	687 .89
11	688 .82	556 .76	52. 61	688 .82	556 .76	53. 03	688 .82	556 .76	52. 29	- 0.42	0.3 3	688 .82
12	683 .15	558 .14	52. 68	683 .15	558 .14	52. 15	683 .15	558 .14	52. 83	0.53	- 0.1 5	683 .15

Dataset Comparison Using Random Point Module

The Random Points tool enables the stochastic placement of points within a user-defined spatial extent (Buja & Menza, 2013). In this study, we conduct a comprehensive evaluation of the discrepancies between DTM datasets, which were derived from imagery collected using two different UAV systems.

The analysis employs the Random Points module to systematically generate points across 100 distinct geographic locations. By comparing these datasets, we aim to elucidate the impact of UAV variability on the accuracy and consistency of the DTM data.

The results of this comparative assessment are detailed and visualized in Figure 9, providing a clear depiction of the observed differences and their implications for terrain modeling and analysis.

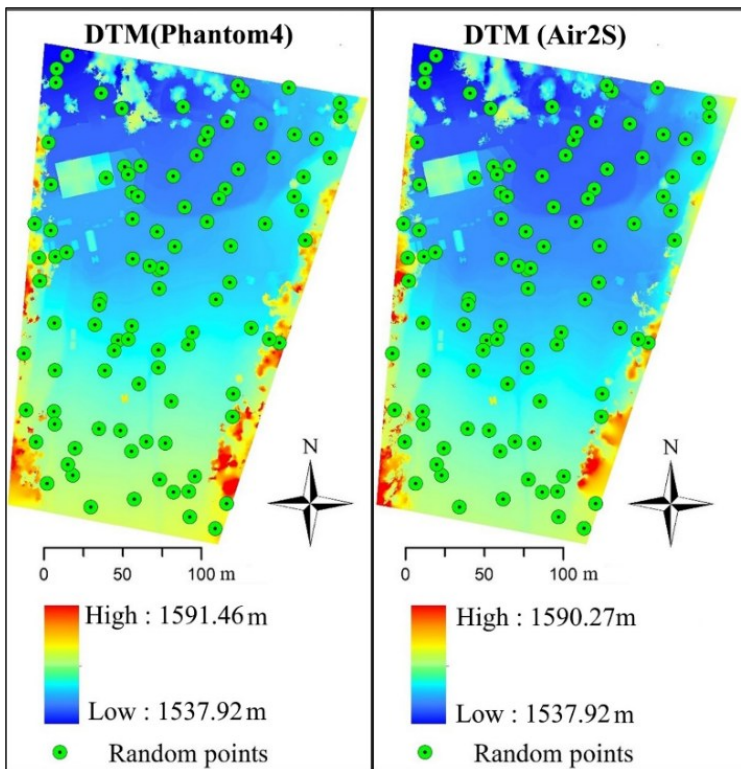


Figure 9: Random Points locations used in comparing DTM data.

The elevation data, spatially referenced according to latitude and longitude coordinates, derived from DTM datasets obtained using the DJI Air2S and DJI Phantom 4 UAV systems, are overlaid at the Random Points locations within the study area. This information is summarized and visually represented in Figure 10 to provide an integrated overview of the elevation variations across the specified geographic points.

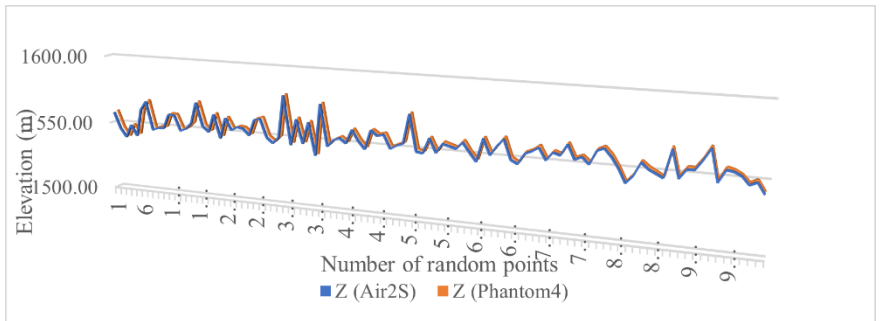


Figure 10: Comparative elevation data overlaid with latitude and longitude values from DTM datasets

Annex 1 provides the latitude, longitude, and altitude measurements for 100 locations generated using the Random Points module. Analysis reveals that the DJI Air2S DTM dataset reports a minimum altitude of 1539.07 meters, a maximum of 1580.24 meters, and an average of 1553.77 meters. In comparison, the DJI Phantom 4 DTM dataset shows a minimum altitude of 1539.22 meters, a maximum of 1580.66 meters, and an average of 1554.24 meters. The differences between the two datasets are as follows: the minimum altitude recorded by the Air2S DTM is 0.15 meters lower than that of the Phantom 4 DTM, the maximum altitude from the Phantom 4 DTM exceeds the Air2S DTM by 0.42 meters, and the average

altitude from the Phantom 4 DTM is 0.47 meters higher than that from the Air2S DTM.

The Paired t-test computes the meaning of the differences between the paired observations, assesses the variability of these differences, and determines whether this variability is sufficiently large to infer a significant difference between the group means. The results of this test, including the calculated t-value, degrees of freedom, and associated p-value, provide insights into whether the observed differences in elevation (z) values are statistically significant or if they might have arisen by chance (Liu, Zhang, Guan, & Delahaye, 2016).

The Paired t-test is a statistically significant difference in the elevation (z) values documented in Annex 1. This statistical test is specifically designed to evaluate the significance of differences between the means of two related or paired groups. The Paired t-test compares the means from two measurements taken on the same group or individual under different conditions, thereby accounting for the inherent correlations between the paired observations (Liu et al., 2016). This test is particularly useful in experimental designs where each point data serves as their own control, thereby minimizing the variability introduced by individual differences. The summary of the findings from this statistical test, including the relevant metrics and interpretations, is presented in Table 3. This table encapsulates the test's outcomes, offering a comprehensive view of the statistical evidence regarding the elevation (z) values.

Table 3: Paired t-test summary results comparing altitude values of DJI Air2S and DJI Phantom 4 DTM datasets using Random Points locations.

	Phantom 4	Air2S
Average elevation (m)	1554.2357	1553.7714
Standard deviation	1.6764	1.6416
Standard error of the mean	0.1676**	0.16
Number of samples (pcs)	100	100
**95% confidence level and p-value< 0.001.		

Upon a detailed analysis of Table 3, it has been determined that a statistically significant disparity exists between the DTM data sets obtained from the two UAVs. This conclusion is supported by the results of the "Paired t-test," which reveal that the observed differences between the data sets are not only statistically significant but also highly significant. The "Paired t-test" provides evidence that the variations between the measurements produced by the two UAVs are substantial and unlikely to have occurred by random chance alone. This result underscores the robustness of the statistical difference detected.

Comparing Datasets Using ArcGIS Minus Module

The Minus module available in ArcGIS software is utilized to spatially delineate deviations within the measured area by performing a subtraction operation between the pixel values of two distinct raster datasets. This analytical approach serves to highlight and quantify the differences in pixel cell values between corresponding regions of the two raster datasets under comparison.

The purpose of this technique is to reveal the spatial variations and discrepancies that exist between the two raster datasets, thereby facilitating a detailed assessment of their differences.

In the context of this study, this subtraction-based analysis has been applied to compare the DTM data sets generated from two different UAV devices: the DJI Air2S and the DJI Phantom 4. The resulting differences, which are indicative of the variations in the data collected by these UAVs, are visually represented in Figure 11. This figure provides a comparative depiction of the DTM data, allowing for a clear and comprehensive understanding of the spatial discrepancies observed between the datasets produced by the two UAV systems.

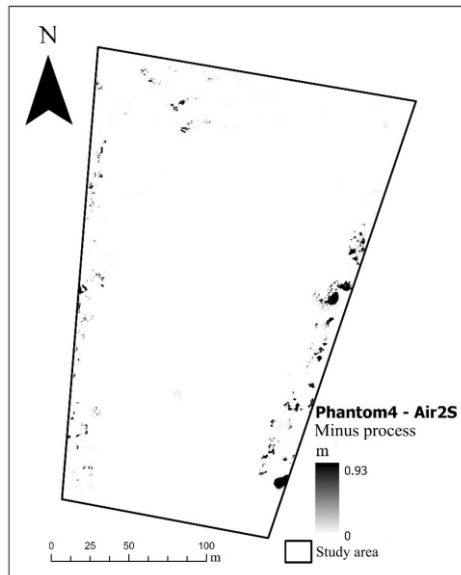


Figure 11: Spatial distribution of DTM differences obtained after the Minus process.

In this study, a comparative analysis was performed between images captured by UAVs and DTM datasets derived from these images. Three distinct methodologies were employed to facilitate this comparison. Initially, the latitude (x), longitude (y), and altitude (z) coordinates of control points, recorded using the GNSS-CORS device, were juxtaposed against the DTM datasets. This comparison revealed that the x and y coordinates were accurately represented without any discrepancies. However, an examination of the z values disclosed variations, with deviations ranging from a minimum of 0.15 meters to a maximum of 0.93 meters in the DJI Air2S DTM dataset for the control points evaluated. Conversely, the DJI Phantom 4 DTM dataset exhibited deviations ranging from a minimum of 0.03 meters to a maximum of 0.71 meters.

In the second methodological approach, 100 random locations were generated using the "Random Points" module within ArcGIS software. These coordinates were subsequently superimposed onto the DTMs of the DJI Air2S and DJI Phantom 4 datasets, facilitating the collection of x, y, and z values into a unified database. An analysis of these values revealed that the x and y coordinates exhibited no discernible deviation across both UAV datasets. In contrast, an examination of the z values revealed that the lowest elevation, average elevation, and highest elevation metrics were largely consistent between the two DTMs. Specifically, the minimum elevation recorded was approximately 0.15 meters in both datasets. The discrepancies observed in the average and maximum elevation values were approximately 0.5 meters, and these deviations were found to be uniform across the datasets.

In the third and final analytical approach, the x, y, and z values were assessed using the "Minus" module within ArcGIS software to determine whether there were discrepancies in both numerical and spatial dimensions between the DJI Air2S and DJI Phantom 4 DTM datasets. The analysis revealed no differences or deviations in latitude (x) and longitude (y) values. However, an examination of the z values, conducted through the Minus Process, indicated a statistically significant variance in the measurements, particularly within the forested regions of both DTM datasets. This variability in z values was notably pronounced in these areas.

The methodologies employed for detecting measurement discrepancies in this study have been previously utilized for various UAV assessments in both national and international scholarly literature. (Lo Brutto, Garraffa, & Meli, 2014), who obtained results comparable to the first and second methodologies used in this study, compared data from two distinct UAV devices. They calculated a minimum "z" value difference of 0.12 meters and a maximum elevation difference of 1,080 meters. In a study by (Akturk & Altunel, 2019), the authors assessed potential error values associated with low-cost UAV devices using a GNSS-CORS device, finding a "z" value difference of approximately 0.5 meters. The elevated discrepancy observed in their findings relative to this study is likely attributable to differences in UAV device technology and the technical specifications of the cameras employed. (Eker, Alkan, & Aydin, 2021) researched the "Comparison of RTK and PPK in Mapping Studies" and reported a range of differences in "z" values from a minimum of 0.463 meters to a maximum of 0.5384 meters. Similarly, (Obanawa, Sakanoue, & Yagi, 2019) compared UAV data

from the same geographic area, reporting a minimum "z" value of 0.062 meters and a maximum elevation difference of 0.105 meters, as determined using the DTM model. The variances between their findings and those of the current thesis are attributed to the utilization of UAV devices capable of more precise measurements.

The studies, both international and national, express the versatility and accuracy of UAV technology across different applications but highlight varying factors that impact its performance. Similar to our study, (Tercan, 2017) and (Park, Rachmawati, & Kim, 2022) both demonstrate high accuracy with UAVs, achieving vertical accuracies of 2.4 cm and minimal volume differences, respectively, showcasing UAVs' effectiveness in detailed surveying and excavation monitoring. (Türk & Öcalan, 2020) and (Küng et al., 2011) emphasize the critical role of GCPs in enhancing UAV accuracy, with finding significant accuracy improvements with GCPs and (Fidancı & Karabörk, 2019) reporting a substantial variation in accuracy without them as highlighted in our study. The importance of high precision, which is similarly emphasized in our study, was expressed by (Fidancı & Karabörk, 2019) and draws attention to smaller elevation differences in order to increase the cost-effectiveness and reliability of UAVs in forested areas, thus emphasizing that reducing environmental complexity would be beneficial. Overall, while UAVs are recognized for their efficiency and speed, their precision varies with the use of GCPs and environmental factors, reflecting the need for context-specific adjustments to maximize their effectiveness.

Conclusion

Forestry operations are conducted over extensive areas and involve a multifaceted array of tasks and processes within a business framework. Given the rapid advancement and proliferation of technology, it is recognized that the data required by practitioners and decision-makers is systematically transformed into high-quality information through calculations within established confidence intervals. This transformation is crucial for effective future planning and for the execution of engineering activities aligned with their intended objectives. In the context of integrating technology into forestry practices, the synergistic application of GIS and UAVs provides a substantial advantage for both practitioners and decision-makers.

This study undertakes a comparative analysis of latitude, longitude, and altitude values from Structure-from-Motion (SfM) datasets acquired using DJI Air2S and DJI Phantom 4 UAVs, which are both cost-effective and relatively accessible compared to other UAV models. The study utilized three distinct comparison methodologies and conducted testing and validation of the SfM data within a GIS software environment. The results consistently indicated no deviations in latitude and longitude values across all comparison approaches. However, significant statistical differences were observed in the altitude ("z" value) measurements between the two SfM datasets. This discrepancy can be attributed to the technological limitations of the UAV devices employed in this study, specifically the lack of Post-Processed Kinematic (PPK) and Real-Time Kinematic (RTK) capabilities, which offer enhanced measurement precision.

Following the flights conducted with both UAV devices employed in this study, data corresponding to the same geographic area were processed using uniform software, resulting in the creation of distinct three-dimensional SfM datasets for the study area. Control points were acquired utilizing the GNSS-CORS device, and no discrepancies were observed in the latitude (x) and longitude (y) measurements upon comparison. However, it was noted that elevation (z) values exhibited discrepancies of approximately ± 1 meter. This study suggests that, based on the UAV data obtained, length and area measurements can be conducted more rapidly and with greater reliability. Nonetheless, to achieve more consistent and precise volumetric calculations for applications such as excavation and fill operations, it is recommended that low-cost UAV devices be augmented with PPK and RTK technology to enhance accuracy.

Future research should focus on comparing DTM data obtained from UAVs with PPK and RTK capabilities, which provide more accurate measurements. Additionally, determining the minimum technical requirements for these UAVs based on their intended applications will be valuable for both researchers and practitioners. This will help in understanding the necessary technological standards for different uses.

Annex

Annex 1: Comparison table of locations and altitude values obtained with the Random Points module according to Air2S and Phantom 4 (P4) DTM data sets.

	X(566...)	Y(4544...)	Z (Air2S)	Z (P4)	Difference
1	542.38	583.00	1557.68	1558.62	0.93
2	633.00	745.14	1545.76	1546.16	0.40
3	544.18	799.90	1539.60	1539.69	0.09
4	607.86	696.82	1548.86	1548.95	0.09
5	542.38	583.00	1557.68	1558.62	0.93

*Annex 1: Comparison table of locations and altitude values
obtained with the Random Points module according to Air2S and
Phantom 4 (P4) DTM data sets. (continue)*

	X(566...)	Y(4544...)	Z (Air2S)	Z (P4)	Difference
6	554.35	542.70	1561.34	1561.66	0.31
7	532.86	680.25	1567.52	1568.22	0.70
8	597.36	738.37	1546.78	1547.32	0.54
9	587.22	738.08	1548.63	1548.98	0.35
10	639.51	703.04	1548.92	1549.44	0.51
11	542.82	575.10	1559.34	1559.47	0.13
12	600.95	564.00	1559.10	1559.22	0.12
13	592.15	704.84	1547.98	1548.61	0.63
14	608.79	672.48	1549.89	1550.20	0.31
15	724.31	769.53	1554.58	1554.64	0.06
16	651.97	524.77	1569.89	1570.35	0.46
17	568.48	637.93	1552.78	1553.15	0.36
18	619.05	687.41	1549.07	1549.41	0.34
19	618.17	531.95	1562.28	1562.74	0.46
20	618.15	731.92	1545.20	1546.09	0.89
21	609.40	539.95	1560.22	1560.71	0.49
22	645.23	653.96	1551.96	1552.30	0.34
23	627.63	625.39	1554.54	1554.59	0.05
24	630.23	632.99	1553.79	1553.94	0.15
25	591.95	721.66	1549.29	1549.57	0.28
26	551.19	549.48	1560.94	1561.11	0.17
27	524.61	583.82	1561.85	1562.61	0.76
28	681.63	743.64	1548.71	1549.24	0.52
29	662.31	785.48	1545.25	1545.84	0.59
30	654.51	687.81	1549.78	1550.34	0.56
31	685.40	626.55	1580.24	1580.66	0.41
32	659.08	789.25	1545.08	1545.86	0.77
33	628.50	516.36	1563.76	1564.62	0.86
34	625.32	712.27	1546.80	1547.01	0.22
35	627.88	532.47	1562.45	1562.94	0.49
36	550.90	808.01	1539.07	1539.22	0.15
37	533.54	665.72	1576.00	1576.62	0.63
38	595.84	719.03	1546.56	1547.27	0.71
39	676.43	701.86	1551.23	1551.40	0.17
40	694.88	719.09	1553.24	1553.64	0.40
41	610.81	673.67	1549.85	1550.17	0.32
42	613.09	563.06	1559.83	1559.97	0.14

*Annex 1: Comparison table of locations and altitude values
obtained with the Random Points module according to Air2S and
Phantom 4 (P4) DTM data sets. (continue)*

	X(566...)	Y(4544...)	Z (Air2S)	Z (P4)	Difference
43	591.73	637.07	1552.32	1552.64	0.32
44	673.62	764.92	1546.95	1547.51	0.56
45	530.95	563.83	1560.66	1560.73	0.06
46	701.94	691.37	1557.15	1557.59	0.44
47	570.84	572.10	1558.35	1558.87	0.52
48	691.32	787.87	1548.93	1549.52	0.60
49	530.18	701.84	1551.55	1551.82	0.28
50	582.96	627.98	1553.32	1553.60	0.28
51	523.25	619.67	1574.15	1574.74	0.59
52	540.32	697.67	1548.35	1549.25	0.90
53	538.95	753.27	1547.94	1548.42	0.48
54	543.07	609.13	1558.67	1558.92	0.25
55	592.44	679.58	1549.02	1549.39	0.37
56	717.55	743.39	1555.58	1556.24	0.66
57	700.73	731.51	1554.30	1554.76	0.47
58	589.57	628.71	1552.99	1553.32	0.32
59	584.52	571.02	1557.76	1558.59	0.83
60	653.97	664.69	1551.33	1551.40	0.07
61	637.82	754.57	1545.46	1546.09	0.62
62	631.75	542.01	1561.59	1562.01	0.42
63	571.80	654.21	1550.78	1551.59	0.81
64	616.80	589.50	1557.34	1557.47	0.13
65	565.67	522.58	1562.49	1563.40	0.90
66	695.00	758.21	1548.93	1549.66	0.73
67	540.48	726.62	1546.52	1546.94	0.42
68	580.67	621.69	1553.91	1554.21	0.30
69	679.02	628.86	1555.87	1556.17	0.30
70	591.53	557.91	1558.76	1559.68	0.92
71	609.19	660.71	1550.72	1551.08	0.36
72	656.19	594.16	1556.38	1556.84	0.45
73	608.72	610.78	1554.85	1555.12	0.27
74	537.96	537.48	1562.62	1563.04	0.42
75	699.68	710.19	1552.80	1553.48	0.67
76	574.60	608.95	1555.10	1555.43	0.33
77	709.00	755.37	1550.59	1551.38	0.80
78	555.75	559.75	1560.05	1560.32	0.27
79	593.31	527.59	1561.98	1562.60	0.62

Annex 1: Comparison table of locations and altitude values obtained with the Random Points module according to Air2S and Phantom 4 (P4) DTM data sets. (continue)

	X(566...)	Y(4544...)	Z (Air2S)	Z (P4)	Difference
80	585.55	774.66	1556.82	1557.56	0.74
81	603.17	675.01	1549.77	1549.97	0.20
82	543.58	791.08	1540.47	1540.54	0.07
83	640.04	759.78	1545.71	1546.05	0.34
84	542.64	639.08	1554.92	1555.39	0.47
85	571.12	650.38	1550.84	1551.65	0.81
86	589.61	732.94	1548.51	1548.95	0.44
87	652.16	766.35	1546.17	1546.29	0.12
88	655.63	579.72	1565.36	1566.21	0.85
89	651.14	723.83	1546.65	1547.20	0.55
90	667.51	635.91	1553.16	1553.81	0.65
91	608.74	621.86	1553.13	1553.87	0.74
92	543.31	681.00	1559.87	1560.33	0.46
93	644.65	509.05	1567.92	1568.76	0.84
94	659.41	736.34	1546.41	1546.99	0.58
95	596.25	600.46	1554.96	1555.78	0.82
96	575.42	730.82	1554.23	1554.67	0.44
97	723.96	778.12	1551.91	1552.15	0.24
98	647.09	717.65	1546.70	1547.20	0.51
99	550.38	683.62	1548.94	1549.63	0.69
100	624.38	775.76	1541.74	1542.36	0.62

References

Akgul, M., Yurtseven, H., Gulci, S., & Akay, A. E. (2018). Evaluation of UAV- and GNSS-Based DEMs for Earthwork Volume. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 43(4), 1893–1909. <https://doi.org/10.1007/s13369-017-2811-9>

Akturk, E., & Altunel, A. O. (2019). Accuracy assessment of a low-cost UAV derived digital elevation model (DEM) in a highly broken and vegetated terrain. *Measurement*, 136, 382–386. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.12.101>

Alaloul, W. S., Liew, M. S., Zawawi, N. A. W. A., & Kennedy, I. B. (2020). Industrial Revolution 4.0 in the construction industry: Challenges and opportunities for stakeholders. *Ain Shams Engineering Journal*, 11(1), 225–230. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.010>

Anonymous. (2023). Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı Aktif. Retrieved June 1, 2023, from Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (in Turkish) website: <https://www.tusaga-aktif.gov.tr>

Avtar, R., Sahu, N., Aggarwal, A. K., Chakraborty, S., Kharrazi, A., Yunus, A. P., ... Kurniawan, T. A. (2019). Exploring Renewable Energy Resources Using Remote Sensing and GIS—A Review. *Resources*, 8(3), 149. <https://doi.org/10.3390/resources8030149>

Awais, M., Li, W., Cheema, M. J. M., Zaman, Q. U., Shaheen, A., Aslam, B., ... Liu, C. (2023). UAV-based remote sensing in plant stress image using high-resolution thermal sensor for digital agriculture practices: A meta-review. *International Journal of*

Environmental Science and Technology, 20(1), 1135–1152.
<https://doi.org/10.1007/s13762-021-03801-5>

Buja, K., & Menza, C. (2013). *Sampling design tool for ArcGIS: Instruction manual.[for ESRI ArcGIS 10.0 Service Pack 3 or higher]*. NOAA/National Centers for Coastal Ocean Science. Retrieved from <http://hdl.handle.net/1834/30552>

Cabrera, D., Cabrera, L., & Midgley, G. (2023). The Four Waves of Systems Thinking. *Journal of Systems Thinking*, 3. <https://doi.org/10.54120/jost.000051>

Castrillo, V. U., Manco, A., Pascarella, D., & Gigante, G. (2022). A Review of Counter-UAS Technologies for Cooperative Defensive Teams of Drones. *Drones*, 6(3), 65. <https://doi.org/10.3390/drones6030065>

Dhingra, S., & Kumar, D. (2019). A review of remotely sensed satellite image classification. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 9, 1720–1731. <https://doi.org/10.11591/ijece.v9i3.pp.1720-1731>

Doumit, J. A. (2017). *Digital Terrain Analysis of Lebanon: A Study of Geomorphometry. A Study of Geomorphometry*. Kuban State University Publishing.

Eker, R., Alkan, E., & Aydin, A. (2021). A Comparative Analysis of UAV-RTK and UAV-PPK Methods in Mapping Different Surface Types. *European Journal of Forest Engineering*, 7(1), 12–25. <https://doi.org/10.33904/ejfe.938067>

ESRI. (2023a). Minus (Spatial Analyst). Retrieved June 6, 2023, from Random Points website:

<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/minus.htm>

ESRI. (2023b). Minus (Spatial Analyst). Retrieved June 6, 2023, from Minus (Spatial Analyst) website: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/minus.htm>

Fidancı, Y., & Karabörk, H. (2019). İnsansız Hava Araçlarının Ormanlık Alanlardaki Karayolu Projelerinde Kullanımı. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.510018>

Fischer, M., Scholten, H. J., & Unwin, D. (Eds.). (2019). *Spatial Analytical Perspectives on GIS* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.1201/9780203739051>

Gülci, S., Yüksel, K., Gümüş, S., & Wing, M. (2021). Mapping Wildfires Using Sentinel 2 MSI and Landsat 8 Imagery: Spatial Data Generation for Forestry. *European Journal of Forest Engineering*, 7(2), 57–66. <https://doi.org/10.33904/ejfe.1031090>

Kirilenko, A. P. (2022). Geographic Information System (GIS): Making Sense of Geospatial Data. In R. Egger (Ed.), *Applied Data Science in Tourism* (pp. 513–526). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88389-8_24

Küng, O., Strecha, C., Beyeler, A., Zufferey, J.-C., Floreano, D., Fua, P., & Gervais, F. (2011). The Accuracy of Automatic Photogrammetric Techniques on Ultra-light UAV Imagery. *Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics*, 1–6. EPFL Infoscience.

Retrieved

from

<https://infoscience.epfl.ch/handle/20.500.14299/70861>

Li, T., Cui, L., Xu, Z., Hu, R., Joshi, P. K., Song, X., ... Cui, X. (2021). Quantitative Analysis of the Research Trends and Areas in Grassland Remote Sensing: A Scientometrics Analysis of Web of Science from 1980 to 2020. *Remote Sensing*, 13(7), 1279. <https://doi.org/10.3390/rs13071279>

Liu, Y., Zhang, X., Guan, X., & Delahaye, D. (2016). Adaptive sensitivity decision based path planning algorithm for unmanned aerial vehicle with improved particle swarm optimization. *Aerospace Science and Technology*, 58, 92–102. <https://doi.org/10.1016/j.ast.2016.08.017>

Lo Brutto, M., Garraffa, A., & Meli, P. (2014). UAV platforms for cultural heritage survey: First results. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, II-5, 227–234. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-5-227-2014>

McEwan, A., Marchi, E., Spinelli, R., & Brink, M. (2020). Past, present and future of industrial plantation forestry and implication on future timber harvesting technology. *Journal of Forestry Research*, 31(2), 339–351. <https://doi.org/10.1007/s11676-019-01019-3>

Minh, D. T., & Dung, N. B. (2023). Applications of UAVs in mine industry: A scoping review. *Journal of Sustainable Mining*, 22(2), 128–145. <https://doi.org/10.46873/2300-3960.1384>

Mitra, R., & Roy, D. (2023). Delineation of groundwater potential zones through the integration of remote sensing,

geographic information system, and multi-criteria decision-making technique in the sub-Himalayan foothills region, India. *International Journal of Energy and Water Resources*, 7(4), 581–601. <https://doi.org/10.1007/s42108-022-00181-5>

Mohan, M., Silva, C., Klauberg, C., Jat, P., Catts, G., Cardil, A., ... Dia, M. (2017). Individual Tree Detection from Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Derived Canopy Height Model in an Open Canopy Mixed Conifer Forest. *Forests*, 8(9), 340. <https://doi.org/10.3390/f8090340>

Mohsan, S. A. H., Othman, N. Q. H., Li, Y., Alsharif, M. H., & Khan, M. A. (2023). Unmanned aerial vehicles (UAVs): Practical aspects, applications, open challenges, security issues, and future trends. *Intelligent Service Robotics*. <https://doi.org/10.1007/s11370-022-00452-4>

Obanawa, H., Sakanoue, S., & Yagi, T. (2019). Evaluating the Applicability of RTK-UAV for Field Management. *IGARSS 2019 - 2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 9090–9092. Yokohama, Japan: IEEE. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2019.8897895>

Obi Reddy, G. P., Dwivedi, B. S., & Ravindra Chary, G. (2023). Applications of Geospatial and Big Data Technologies in Smart Farming. In K. Pakeerathan (Ed.), *Smart Agriculture for Developing Nations* (pp. 15–31). Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-8738-0_2

Olanipekun, O. A., Montalvo, C. J., Salau, T. A., & Simolowo, E. O. (2023). Unmanned Aerial Vehicles: A 21st Century Review of Advanced Air Mobility Platforms. *AIAA AVIATION 2023 Forum*.

Presented at the AIAA AVIATION 2023 Forum, San Diego, CA and Online. San Diego, CA and Online: American Institute of Aeronautics and Astronautics. <https://doi.org/10.2514/6.2023-4044>

Park, H. C., Rachmawati, T. S. N., & Kim, S. (2022). UAV-Based High-Rise Buildings Earthwork Monitoring—A Case Study. *Sustainability*, 14(16), 10179. <https://doi.org/10.3390/su141610179>

Qin, R., & Liu, T. (2022). A Review of Landcover Classification with Very-High Resolution Remotely Sensed Optical Images—Analysis Unit, Model Scalability and Transferability. *Remote Sensing*, 14(3), 646. <https://doi.org/10.3390/rs14030646>

Tercan, E. (2017). İnsansız Hava Aracı Kullanılarak Antik Kent ve Tarihi Kervan Yolunun Fotogrametrik Belgelemesi: Sarıhacılar Örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi (in Turkish)*, 5(3), 633–642. <https://doi.org/10.21923/jesd.315232>

Türk, T., & Öcalan, T. (2020). PPK GNSS Sistemine Sahip İnsansız Hava Araçları İle Elde Edilen Fotogrametrik Ürünlerin Doğruluğunun Farklı Yaklaşımlarla İrdelenmesi. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2(1), 22–28.

Yurtseven, H., Akgul, M., Coban, S., & Gulci, S. (2019). Determination and accuracy analysis of individual tree crown parameters using UAV based imagery and OBIA techniques. *Measurement*, 145, 651–664. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.05.092>

BÖLÜM VII

Köyceğiz’de Odun Dışı Orman Ürünlerinin Yöre Halkına Ekonomik Katkısı

Hatice ULUSOY¹

Nurgül AY²

GİRİŞ

Artan nüfus ve sanayileşme ile birlikte doğal kaynaklara duyulan ihtiyaç her geçen gün daha da artmakta ve insanları bu kaynaklardan yararlanma olanaklarını araştırmaya sevk etmektedir. Ülkemiz bu doğal kaynaklar ve özellikle bitkisel kaynaklar bakımından oldukça zengindir. Bitkilerden elde edilen ürünlerin başında asli ürün olan odun gelmektedir. Bunun dışında farklı bitkilerden elde edilen ve orman yan ürünü olarak değişik

¹ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Muğla

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Muğla, hatice.tirasulusoy@gmail.com

endüstriyel alanlarda değerdendirilebilen iek, meyve, kozalak, tohum, yaprak, kabuk, reçine ve benzeri ürünlerin önemleri de giderek artmaktadır.

Odun dışı bitkisel orman rnler (ODBO)“den sağlanan faydaların kırsal ve kentsel yerleşim birimlerinde yaşayan insanlar tarafından farkına varılmasıyla birlikte, ODBO“lerin kullanım alanı ve yoğunluğu her geçen gün artış göstermektedir. Bu açıdan ODBO“lerin kentsel düzeyde tüketime yönelik bilgilerin sağlanması, üretim ve pazarlama süreçleri açısından önem taşımaktadır (Korkmaz ve Fakir, 2009).

Teknolojik gelişmeler, gelir seviyesinin yükselmesi ve boş zamanın artması kırsal turizme olan talebi artırmıştır. Kırsal turizm, günümüzde tarımsal ve hayvansal faaliyetlerin yoğun olduğu yörelerde bu faaliyetlerin turizm açısından bir arz kaynağı olarak kullanılması şeklinde gerçekleşen bir turizm türüdür (eken vd. 2007). Orman dışı ürünler, yetiştiği bölgelerde kırsal turizm sayesinde tarımsal alanda yapılan birçok faaliyet ile kültürel, doğal ve diğer bazı çekiciliklerin kırsal alanlara para getirisi sağlama olanağı yaratmasıyla büyük önem kazanmıştır. Bu anlamda kırsal turizm kadının istihdamı, yerel halkta girişimcilik ruhunu ateşlemesi, yerel ekonomilere girdi ve dinamizm kazandırması, ekonomik sektörleri harekete geçirmesi, bölge ve ülke düzeyinde kırsal kalkınmaya destek vermesi bakımından önemli bir güce sahiptir.

Köyceğiz kırsal turizm açısından yüksek potansiyele ve diğer turizm türleriyle entegre olabilme gücüne sahip olmasına karşın kırsal turizm potansiyeli yeterince değerdendirilememektedir. Bu

yüzden Köyceğiz Yöresi'ndeki odun dışı orman ürünü olarak kullanılan bitkileri belirleyip, bunların yerel halka ve ekonomiye nasıl bir katkı sağladığını tespit etmek bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bu çalışma ile Köyceğiz halkının odun dışı orman ürününe olan eğilimi, hangi yönde bu ürünlerden faydalandıkları, faydalanma sürecinde karşılaştıkları sorunlar ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

ODUN DIŞI ORMAN ÜRÜNLERİ KAVRAMI

Ülkemizin 21,2 milyon hektar ile yüzölçümünün %27,2'sini teşkil eden ormanlarımızın sahip olduğu biyolojik çeşitliliğinin büyük kısmını orman tali ürünü olarak bilinen odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) oluşturmaktadır (DPT 2007).

Son yıllarda, “orman içi ve açıklıklarında yetişen, insanların ve diğer canlıların kendi ihtiyaçlarını karşılamak veya ticaretleri ile gelir sağlamak suretiyle yararlandıkları her türlü bitkisel veya hayvansal ürünler” olarak tanımlanan ODOÜ'ye yönelik iç ve dış piyasalardan gelen talep gittikçe artmaktadır. Ayrıca, orman köylüleri başta olmak üzere, ev ekonomisi kapsamında bu ürünlerden yaygın bir faydalanma söz konusudur (Geray, 1998).

TÜRKİYE'DE ODUN DIŞI ORMAN ÜRÜNLERİNİN KIRSAL KALKINMAYA KATKISI

Odun dışı orman ürünleri bazı ülkelerde veya ülkelerin bazı yörelerinde özellikle kırsal fakirliği azaltma ve yerel ekonomik gelişmeyi sağlama açısından önemli katkılar sağlamaktadır. Ülkemiz odun dışı orman ürünleri bitkisel ürünler bakımından çok zengin birikime sahip bir ülke olup, bu kaynakları kullanma miktarı her geçen gün hızla artmaktadır. Ormanlarımızdan elde edilen bu

bitkisel ürünler diğer orman ürünleriyle karşılaştırılacak olursa, doğru ve iyi bir şekilde toplanıp değerlendirildiğinde hem bölgede yaşayan halka, hem de ülke ekonomisine ciddi kazanç yaratacağı açıktır (Fidan ve ark., 2013).

ODOÜ'nün önemi, ortaya çıkan faydanın çok yönlü (ekonomik, sosyal, kültürel, ekolojik vb.) oluşundan, faydalanan kitlenin ve faydalanma alanlarının genişliğinden kaynaklanmaktadır (Geray 1998). Bu ürünler, özellikle kırsal kesimde, gelir dengesi, işlendirme, ekoturizm vb. açılardan dikkat çekmektedir. İç ve dış pazarlarda değerlendirilebildiği için gelir sağlayan, daha çok orman içi ve orman kenarı köylülerini ilgilendirmekte olduğundan, kırsal kalkınma yönünden önemi bulunan pek çok ODOÜ söz konusudur. Türkiye orman ürünleri ihracatı büyük oranda ODOÜ ile gerçekleşmektedir. Bu durum ODOÜ'nün önemini artırmaktadır.

ODOÜ'den sağlanan gelirin paylaşımının kırsal kesimin yararına olup olmadığı üzerinde önemle durulması gereken hususlardan biridir. ODOÜ üretimiyle uğraşanlar, topladığı ya da kültürünü yaptığı ürünün bir bölümünü kendi ihtiyaçları için kullanmakta, kalanını ise aracılara satmaktadır. Aracılar, ürünleri büyük kentlerde bulunan ihracatçı firmalara ulaştırmaktadır. Bu halkada kırsal kesime düşen payın ne olacağı büyük önem taşımaktadır. Kızmaz (2001)'a göre, ODOÜ'nün ticaretindeki toplam gelirden OGM %3 oranında, orman köylüleri %30 oranında, aracı ve ihracatçılar ise %67 oranında pay almaktadır. Bu ürünlerden OGM ve orman köylülerine gelir sağlama amaçlanırken en çok payı ihracatçı ve aracılardan aldıkları görülmektedir.

ODUN DIŞI ÜRÜNLERDEN FAYDALANMA ŞEKİLLERİ

İnsanların, çevresindeki bitkilerden yararlanması, insanlık tarihi kadar eskidir. Yaşamın başlangıcından itibaren insanlar bitkileri; gıda, yakacak, silah ve mesken yapımında kullanmıştır. Ayrıca, bitkilerin hastalıklara karşı kullanılıőı da oldukça yenidir. Aşağıda odun dışı ürünlerden elde edilen bitkilerin kullanım alanları incelenmiştir.

Gıda Bitkileri

Gıda elde etmek için yetiştirilen bitki türü sayısı 3.000 civarındadır. Buna karőılık, gıda olarak kullanılan, yabani bitki türlerinin adedi 10.000'nin üzerindedir (Kunkel 1984). Anadolu'da yabani bitkilerin gıda olarak kullanılması oldukça eski ve yaygındır. Birçok yabani bitkinin toprak üstü kısmı veya kökleri sebze olarak kullanılmaktadır. Bunlar, çiğ veya piőmiő olarak yenilebilmektedirler. Bu bitkilere çiğdem, ıőkın, kuzukulağı, madımak, ebegümeci, çiriő, dereotu, dededikeni, gıvıőa otu, kuőburnu, haőhaő yaprağı, hindiba yaprağı, çöven kökü, haőhaő ve susam tohumu, pelemir, ayrık otu vb. bitkiler örnek verilebilir.

Tıbbi (İlaç) Bitkiler

Son yıllarda bitkilerle tedavi ve doğıal ürünlere artan talep nedeniyle ihracat listelerine yeni tıbbi bitki türleri de girmiő ve buna bağılı olarak da ihracat miktarları artmıştır. Dünya Sağık Örgütü, sentetik ilaçlar yerine bitkisel kaynaklı ilaçların kullanılmasını ön plana almıştır. Bunun nedeni sentetik ilaçların pek çok yan etkilerinin bulunmasıdır. Bitki ve insan hücreleri arasında pek çok benzerlik bulunduğıundan herhangi bir yan etki söz konusu

olmamakta ya da düşük düzeyde yan etkiler ile karşılaşmaktadır. Ayrıca tıbbi bitkiler ile tedavi, bir kültür ve gelenek varlığına dayanmaktadır. Bu nedenle halk, öteden beri bu geleneği sürdürmektedir.

Baharat Bitkileri

ODOÜ içerisinde önemli bir yere sahip olan baharatlar besin maddesinden ziyade, lezzet verici olarak yemeklere ve içeceklerle ilave edilen bitkisel ürünler olarak bilinmektedir. Bu bitkilerin köklerinden (turp gibi), gövdelerinden (zencefil, tarçın gibi), yapraklarından (nane, kekik, maydanoz, defne gibi), çiçeklerinden (karanfil gibi), meyvelerinden (kimyon, anason, karabiber gibi), tohumlarından (hardal, Hindistan cevizi gibi) faydalanılarak birçok alanda kullanılmaktadır.

Doğal Çay Bitkileri

Bazı türlerin yaprak ve çiçek tomurcukları değişik isimler altında (ada çayı, dağ çayı, yayla çayı vb.) tanımlanmakta ve bunların sıcak suda haşlanması ile elde edilen hülasa, içecek olarak kullanılmaktadır. İçecek yapımında kullanılan odun dışı bitki sayısı oldukça fazla olmakla beraber bazıları şunlardır: Adaçayı, kekik, kenger, palamut, meyan şerbeti, menengiç meyvesi, tarçın kabuğu vb.

Boya Bitkileri

Bitkisel kökenli doğal boyar maddeler pek çok bitkinin kabuk, kök, tohum, meyve, yaprak ve çekirdek gibi kısımlarından elde edilen doğal boyar maddelerdir (Özgirgin 1986). Günümüzde ilaç, gıda ve kozmetik hammaddelerinin hazırlanmasında sentetik boya

bileşiklerinin yerine doğal kaynaklardan elde edilen bileşiklerin kullanılması yönünde artan bir eğilim vardır. Bu eğilimin en önemli nedenleri; sentetik maddelerin insan sağlığı açısından zararlı olması, kumaşların doğrudan cilde teması sonucunda alerjiye neden olması ve bunun yanı sıra, suda parçalanmamaları, atık suların çevreyi kirletmeleri ve kullanılan maddeleri depolama güçlükleri gibi çevre için zararlı birçok etkisinin olmasıdır (Kırıcı 1998). Bitkisel boyar maddelerin tercih edilmesinin en önemli nedeni ise hem sağlık açısından herhangi bir zararının bulunmaması hem de çevreye herhangi bir zarar vermemesidir. Ayrıca birçok bitkisel boyar madde renklerini ve parlaklıklarını uzun zaman korumaktadır. Doğada boyar madde olarak kullanılan çok sayıda bitki vardır. Bunlardan en bilinenleri ve sık kullanılanları ceviz, cehri, çiçekli dişbudak, kıızılağaç, boyacı sumacı, boyacı katırtırnağı, yoğurt otu, süsen bunlardan bazılarıdır.

Parfüm Bitkileri

Parfüm bitkileri, uçucu yağların parfüm yapımında kullanılan hoş kokulu bitkileridir. Parfüm endüstrisinde güllerden başka yasemin, lavanta, kekik, biberiye, turunc, menekşe, bergamot, akasya, mersin, dikenli çöğen, limon, nane gibi bitkilerden geniş ölçüde yararlanılır.

Keyif Bitkileri

Keyif bitkileri olarak adlandırılan bitkilerin bir kısmı kullananlara keyif ve zevk vermekte, bir kısmından elde edilen maddeler ilaç olarak kullanılmakta diğer bir kısmı da yeşil veya kurutulmuş olarak sofralarda tat, aroma ve çeşni vermek, muhafaza edilecek ürünlere dayanıklılık kazandırmak ve çoğu zaman iştah

açıcı olarak değerlendirilmektedir. Bunlara örnek olarak, çay, kahve, gül, anason, kimyon, kişniş sayılabilir (Er ve Yıldız 2003).

Dekoratif ve Süs Bitkileri

Akasya, atkestenesi, ayı fındığı, gül, gülhatmi, morsalkım, menekşe, karanfil, nergis, beyaz papatya, şakayık, şebboy, zambak gibi bazı bitkiler park bahçe ve yol kenarlarını süslemede kullanılır.

KÖYCEĞİZ İLÇESİNDEN ELDE EDİLEN ODUN DIŞI ORMAN ÜRÜNLERİNİN MEVCUT DURUMU

Köyceğiz konum, iklim ve toprak yapısı, özellikleri bakımından birçok bitki türü için uygun yetiştirme koşulları oluşturmaktadır. Köyceğiz sınırları içerisinde başlıca defne, adaçayı, kekik, çintar, sığla, trüf mantarı, kuzu göbeği üretimi mevcuttur.

Defne

Defnenin yaprakları, tohumları ve odunu kullanılmaktadır. Ülkemizde defne yaprakları genellikle kurutularak ihraç edilmektedir. Yağı ilaç ve kozmetik sanayiinde özellikle sabun imalinde kullanılmaktadır. Ayrıca çorba, pasta, şekerleme, sucuk ve etlerin tatlandırılmasında da geniş çapta kullanılmaktadır. Sindirim sistemini harekete geçirici, mide barsak gazlarını giderici, idrar söktürücü ve haricen kullanıldığında anestezi etkisi de vardır.

Kekik

Çalı ya da çalımsı görünümde ve kokulu olan kekiğin, ülkemizde 35 türü vardır. Muğla çevresinde yaygın olarak bilinir ve faydalanılmaktadır. İlaç sanayiinde antiseptik imalatında, bronşlardaki koyu kıvamlı salgıyı sıvılaştırdığından öksürük şuruplarının bileşiminde kullanılmaktadır. Antibiyotik etki olarak

mikroorganizmaların üremesini geciktirdiği veya tamamen durdurduğu için, ağız antiseptiği olarak gargara yapımında yararlanılmaktadır. Derideki mantar hastalıklarına karşı inhibitör etkisi olduğundan, mantar ilaçlarının bileşiminde de yer almaktadır. Dolaşım uyarıcısı, idrar söktürücüdür. Düşük dozlarda kullanıldığında balgam söktürücü, yüksek dozlarda alındığında antiseptik ve bağırsak kurtlarını düşürücü etkisi vardır.

Adaçayı

Adaçayları bir ya da çok yıllık, çoğunlukla güzel kokulu, çalı görünüşünde ve tüylü bitkilerdir. Ülkemizde yaklaşık 90 türünün bulunduğu adaçayının yaprakları kullanılmaktadır. Köyceğiz çevresinde yaygın olarak kullanılıp, bilinir. Odun dışı orman ürünü olarak daha çok halk arasında çay gibi demlenerek ağız ve boğazdaki iltihabı sökücü, yatıştırıcı, midevi, idrar söktürücü, terletici, dinlendirici, dezenfektan etkileri vardır. Kozmetik sanayiinde geniş kullanım alanı bulunmakta, özellikle dinlendirici banyo köpüklerinin imalinde kullanılmaktadır.

Çıntar

Köyceğiz ilçesinde yoğunca bulunan meşe ve çam diplerinde sonbahar aylarında yağmurların yağıp nemli bir ortam oluşturmasından dolayı ağaçların dibinde ortaya çıkan mantar türüdür.

Yüksek besin değeri ile çok faydalı olan çıntar kırsal kesimdeki vatandaşlar tarafından toplanarak kilosu 40-50 tl arası satılmaktadır. Bu açıdan yöre halkı için önemli bir geçim kaynağı oluşturmaktadır.

Zehirli olmayan ve oldukça lezzetli olan bu mantar türünün insan sağlığı açısından birçok faydası bulunmaktadır. Bunlardan bazıları, demir açısından oldukça zengin olduğu için demir eksikliği ve kansızlığı tedavisinde, bol miktarda folik asit bulundurduğu için kalp hastalıkları tedavisinde, yağ içermemesi ve protein açısından zengin olduğu için damar hastalıkları tedavisinde oldukça faydalıdır, aynı zamanda bağışıklık sistemini glendirci etkisi de vardır.



Sığla

Sığla ağacı odun ve odun dışı kullanımı olan önemli bir endemik ağaç türüdür. Odun olarak kullanılması ikincil faydalanma şekli olup esas yararlanma biçimi yağıdır. Ülkemizde geleneksel olarak “günlük ağacı” olarak da tanımlanan sığla ağacı ülkemizde yoğun olarak Marmaris, Fethiye, Köyceğiz, Dalaman ilçelerinde yayılış göstermektedir.

Sığla ağacı ortalama 30-35 m boy, 100 cm çap yapabilen ve 200-300 yıl yaşayabilen bir türdür. Yuvarlak tepeli, kalın dallı bir ağaç olup, gençken grimsi ve çatlaksız, yaşlandıkça grimsi kahverengi ve düzensiz çatlaklı kabuk yapısına sahiptir (Atay, 1985). Anadolu sığla ağacının odunundan daha ziyade, odun dışı orman ürünü olarak değerlendiren balsamı önem kazanmıştır. Odununun lkemizde özel bir kullanım alanı olmamakla birlikte bazı yerel ihtiyaçların karşılanmasında değerlendirilmektedir. Ayrıca peyzaj ve estetik açıdan önemli bir türdür. Bununla birlikte yapısında

bulunan hoş kokulu bileşikler nedeniyle son yıllarda aroma terapi ormanı olarak yararlanılma çalışmaları başlatılmıştır.

Anadolu sığla yağı kozmetik, ilaç ve kimya sanayi için önemli bir hammadde kaynağıdır ve dünya piyasalarında “Türk sitiraksı” olarak isimlendirilmektedir. Fenikeliler ticaretini yapmıştır. Roma ve Mısır’da parfüm yapımında, sağlık merkezlerinde kullanılan bir kaynak olmuştur. Mısır piramitlerindeki mezarlara gömülen Anadolu sığla yağının balsamik kokusunun günümüze kadar geldiği ileri sürülmektedir. Anadolu sığla yağının kullanıldığı alanlar çok çeşitlidir. Bunlardan bazıılarını sıralayacak olursak;

- Anadolu sığla yağı parfüm çözeltilerinde fiksator (koku tutucu) işlevinde, kozmetikte, sabunların kokulandırılmasında,

- İyi bir antiseptik ve parazit öldürücü özellikte olup, astım, bronşit gibi solunum yolu ve akciğer hastalıklarında, pomat ve yakı halinde uyuz ve mantar gibi cilt rahatsızlıklarında, mide hastalıklarının tedavisinde

- Buhur halinde ise ibadet mekanlarında tütsü olarak kullanılmaktadır (Aydingöz ve Akbulut, 2014).

Keçiboynuzu

Dünyanın en eski ağaçlarından biri olan keçiboynuzu, Akdeniz ikliminin etki sahasında gelişme gösteren makilerin en tipik örneklerinden birisidir. Keçiboynuzu ekonomik açıdan da ayrıca öneme sahip olup, kullanım alanı çok çeşitli bir bitkidir.

Geniş taç yapıya sahip keçiboynuzu yaprakları, Akdeniz ikliminin sert koşullarına uyum sağlayacak şekilde her zaman yeşil, sert ve tüylü bir yapıdadır. Daimi yeşil renkli olan yapraklarının

uzunluğu 3-5 cm dolayında olup; ağacın yeşil, küçük çiçekleri vardır ve bu çiçekler 50-60'lı gruplar halinde salkımlar oluşturmaktadır. Meyveleri önceleri parlak yeşil olup olgunlaştıkça kahverengine dönüşen köseleye benzer bir yapı sergiler. Meyveleri kavisli, düz, sıkışık tohumlu olabilir, uzunlukları ise 10 ila 20 cm arasında değişir (Günel,1999).

Değişik kültürlerde geleneksel tatlarda önemli bir yer işgal etmekte, tadıyla kakaonun en büyük rakibi olma özelliği taşımaktadır. Günümüzde çerez olarak tüketiminin ardından en yaygın tüketim alanı kakao alternatifi olmasından ötürü unlu mamullerde, çikolatalı süt yapımında, şekerlemeler gibi gıda maddelerinde ve alkol sanayinde kullanılmaktadır. Bununla birlikte özellikle beyaz toz halindeki keçiyoynuzu zmkı (keçiyoynuzu gamı) kimya ve kozmetik sanayinde kullanılmakta, kağıt ve tekstil sektöründe tercih edilen bir ürün olmaktadır (Tunalıoğlu ve Özkaya; 2003).

Keçiyoynuzu balgam söktürücü ve bronş açıcı özelliğe sahiptir. Pekmezi nefes darlığına karşı faydalı olup meyvelerini tüketmek astıma iyi gelmektedir. Yüksek oranda kalsiyum içeren keçiyoynuzu kemik gelişimi açısından yararlıdır ve kemik erimesine karşı etkilidir. İçerdiği E vitamini sayesinde öksürüğe, gribe ve kansızlığa iyi gelir. Yüksek oranda doğal şeker, çinko minerali ve A, B, B2, B3, D vitaminler içerdiği için besleyicidir ve içeriğindeki selüloz mide ve bağırsak rahatsızlıklarına iyi gelir. Ayrıca bağırsak kurdu, tenya, solucan gibi bağırsak parazitlerini temizleme özelliği vardır.

Trüf mantarı

70 kadar çeşidi olduğu söylenen trüf mantarı; pek çok yerde yetişse de en değerli ve lezzetlileri, başta Fransa olmak üzere İtalya, İspanya, Hırvatistan gibi Avrupa ülkelerinde üretilir. Ekonomik olarak çok değerli olan trüf türleri dünyada dar bir coğrafik alanda, sınırlı miktarda yetişmektedir. Akdeniz iklimi ve kireçli topraklar trüf üretimi için mükemmel bir ortamdır.

Trüf mantarı diğer mantarlardan farklı olarak bütün gelişim safhalarını yer altında ve ağaç köklerine yakın yerlerde, toprağın 50 cm kadar altında yetiştir. Yer altında yetiştiği için yüzeyden görünmemesi, trüf toplamak için özel uzmanlık gerektirmektedir. Hatta bunun için daha çok, koku alma yeteneklerinden dolayı özel olarak eğitilmiş köpek ve domuzlar kullanılmaktadır. Ceviz büyüklüğünde ve ortalama ağırlığı 100 gram olan trüf mantarının kilogramı, türüne ve kalitesine göre 200- 3 bin euro arasında alıcı bulunmaktadır.

Trüf mantarları içerdikleri protein, mineral madde miktarı bakımından diğer mantarlara göre daha zengindir. Besin değeri olarak %53-76 su, %9 protein, %7 karbonhidrat ve %8 mineral içermektedir. Yüksek besin değerine sahip olmakla birlikte trüf türlerini diğer mantarlardan üstün kılan şüphesiz sahip oldukları “dimetilsülfid” kaynaklı çok özel aromatik bileşiklerdir. Sahip oldukları bu eşsiz aromadan dolayı özellikle yurt dışında lüks restoran ve otellerin mutfaklarında hazırlanan yemeklerde kullanılmaktadır. Günümüzde yapılan bilimsel çalışmalarla trüflerin anti tüberküloz, antienflamatuvar ve antioksidan etki gösterdiği için insan sağlığı açısından önemli olan bazı bileşikleri içerdiği tespit

edilmiştir. Besin olarak yemeklerin üzerine sos ya da baharat olarak rendelendiği gibi, tereyağı, bal, peynir gibi besinlere katkı maddesi olarak ya da trüf yağı vb. şekilde işlenerek trüf mamülleri haline getirilir. Ayrıca parfümeri sanayinde çok özel bir yere sahiptir.



Kuzu Göbeği Mantarı

Ülkemizde Toroslar'dan başlayarak [Akdeniz](#), Ege, [Karadeniz](#) ve Doğu [Anadolu](#) ormanlarında, özellikle çam ağaçlarının altında yetişen, besin değeri oldukça yüksek ve nadir bulunan bir mantar türü olan Kuzu göbeği mantarının, [İtalya](#), [Fransa](#), [İngiltere](#), [Amerika](#) başta olmak üzere bütün dünya mutfaklarında kabul gören ve aranan en özel mantarlardan biridir.

Dünyaca tanınan ve ekonomik değeri olan Kuzu göbeği mantarını, ne yazık ki halkımız yeterince tanımamakta ve bu bitkinin sağladığı faydalardan yararlanamamaktadır. Bu değerli gıda kaynağının kendi ülkemiz insanları tarafından da tanınması, kolay ulaşılabilir olması, halk sağlığı açısından büyük avantajlar sağlayacaktır”



Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, Muğla İli Köyceğiz İlçesinin odun dışı ürünlerden elde edilen gelirlerin değerlendirilerek kırsal turizme ekonomik katkısını ortaya koymaktır. Araştırmada Köyceğiz ilçesinin seçilmesinin ana sebebi zengin biyolojik çeşitliliğe sahip olması, odun dışı ürünlerin çok çeşitli olmasından dolayı yöre halkına nasıl bir katkı sağladığının belirlenmesi için yapılmıştır.

Araştırmanın Önemi

Bu araştırma Köyceğiz ilçesinin sahip olduğu odun dışı ürünlerin ortaya çıkarılması ve değerlendirilmesi, kırsal kalkınmanın sağlanması, kırsal turizmi geliştirmeye yönelik adımlar atılmasına katkı sağlayacak bir çalışma olması açısından önem arz etmektedir.

Veri Toplama Yöntemi

Araştırma amacı doğrultusunda, Köyceğiz ilçesinin odun dışı ürünlerle ilgili Köy muhtarları ile yapılan karşılıklı görüşmeler neticesinde elde edilen bilgiler, aktarlarla yapılan görüşmeler, yazılı-basılı ve elektronik kaynaklar yardımıyla elde edilen literatür bilgileri değerlendirilmiştir. Daha sonra Köyceğiz ilçesinin mevcut durumunu değerlendirmek üzere Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü, yerli halk, aktarlar, köy muhtarları ile görüşmeler

yapılarak bilgi toplanmıştır. Köy muhtarları ile yapılan karşılıklı görüşmelerde muhtarlar; odun dışı ürünlerden elde edilen gelirlerin mevsimlere, mevki ve rakımlara göre değişim gösterdiğini ifade etmişlerdir. Köylerinde yıllık ortalama hangi ürünlerden gelir elde edildiği ile ilgili vermiş oldukları bilgiler doğrultusunda aşağıdaki tablo (Tablo 1'de) verilmiştir.

Tablo 1. Köyceğiz'deki Köylerde Odun Dışı Ürünlerden Elde Edilen Gelirler

Köyceğiz Köyleri	Defne	Kekik	Çıntar	Kuzu Göbeği	Sığla	ODÜ Ürünlerden Elde Edilen Yıllık Gelir (TL)
Otmanlar	---	---	X	X	---	40.000-50.000
Pınarköy	---	---	X	X	---	40.000-50.000
Sazak	---	---	X	X	---	20.000-30.000
Ağla	---	---	X	X	---	20.000-25.000
Karaçam	---	---	X	X	---	15.000-20.000
Çayhisar	---	---	X	X	---	25.000-30.000
Akköprü	---	---	X	X	---	15.000-20.000
Sultaniye	X	---	---	---	---	6000-7000
Köyceğiz	---	---	X	---	X	250-1000

Yangı	X	X	X	X	X	5000-6000
Ekincik	X	X	---	X	---	20.000-30.000
Balcılar	---	---	X	X	---	15.000-20.000
Çandır	X	---	---	X	---	3000-5000
Hamitköy	---	---	X	X	---	3000-5000
Kavakarası	---	---	X	X	---	3000-5000
Yayla	---	---	X	X	---	15.000-20.000
Yeşilköy	---	---	X	X	---	10.000-20.000
Zaferler	X	X	---	---	---	2000-4000
Zeytinaları	---	---	X	X	---	5000-10.000
Döğüşbelen	---	X	X	X	---	5000-10.000
Toparlar	X	---	X	---	X	5000-10.000

(X) Var (---) Yok

Tablo 1 değerlendirildiğinde; rakımı yüksek olan köylerde kuzu göbeği ve çıntar mantarından daha çok gelir elde edildiği, rakımı daha düşük olan köylerde ise defne, kekik ve sığladan gelir elde edildiği belirlenmiştir. Yöre halkı bu ürünleri pazarlarda, yol kenarlarında turistlere veya çevre civarlarıdaki kişilere satmaktadırlar. Odun dışı ürünlerden Köyceğiz halkı ciddi oranlarda gelir elde etmektedirler. Böylece odun dışı ürünlerden elde edilen gelirle Köyceğiz İlçesinin kırsal yönden kalkınmasına ve kırsal turizmine katkı sağlanmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde ODOÜ olarak ifade edilebilecek birçok tür bulunmaktadır. Bunun yanında gerek kırsalda gerekse kentlerde yaşayıp bu ürünlerden faydalanan insanların sayısı azımsanamayacak kadar çoktur. Fakat ülkemiz ODOÜ açısından oldukça zengin olmasına ve bu ürünlere ihtiyaç duyan birçok insan olmasına karşın yeterince verimli çalışmalar yapılamamaktadır. Dolayısıyla olması gereken hasılat elde edilememektedir. Bu duruma sebep olan birçok neden bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi toplanan ürünlerin pazara ulaştırılması ve tüketiciyle buluşma noktasında karşımıza çıkmaktadır. Köyceğiz'in ODOÜ'leri bakımından zengin kaynaklara sahip olduğu ve bu zenginliğin yörede bulunan orman köylüsü için önemli bir gelir kaynağı olduğu düşünülmektedir. ODOÜ'leri orman köylüleri tarafından ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla toplanmaktadır. İhtiyaç fazlası ürünleri ise şahsen veya aracılar yoluyla satılmaktadır.

Satılan bu ürünlerin çoğunun pazar alanı ve satış koşulları uygun değildir. Bu sorunun çözümü için söz konusu ürünlerin turizm alanlarında, kent ormanlarında, tabiat parklarında ve mesire alanlarında orman işletmeleri tarafından uygun fiyattan satışa sunulması satış koşullarını iyileştirecektir. Bir başka katkısı da bireylerin bu ürünleri tanımalarına, bu ürünler hakkında bilgi sahibi olmasına ve bu alanları ziyaret etmesi için farklı bir sebep yaratmasına neden olacaktır. Böylece orman köylüsünün bu ürünlerden elde ettiği kâr payının artması sağlanabilecektir.

Orman kaynağından toplayarak aracıya satan yerel halk genellikle ODOÜ'nü hiç bir işlemten geçirmeden sattığı için ve bazı araçların daha fazla kar etmek istemelerinden değerinden düşük fiyata satmaktadırlar. Bu da toplayıcıların daha fazla para kazanmak uğruna zamanından önce toplama, kaynağı aşırı kullanmaya hatta yok etmeye kadar götürmektedir. ODOÜ ile ilgili yapılması gereken yasal değişiklikler ormancılık örgütünün ilgili birimlerince yapılmalı, böylece korunması gereken türlerin ticareti ile ilgili izleme ve denetleme çalışmalarının gerçekleşmesi sağlanmalıdır.

OGM'nin ODOÜ konusunda ki çalışmaları genel olarak yeterli değildir. ODOÜ'leri konusunda ülkemizde son yıllarda kurumsal ve bilimsel anlamda birçok çalışma yapılmaktadır. Çalışmalara daha çok kentli halkın dahil edilip kırsal halkın dâhil edilmemesinden kaynaklı toplumda bu kavram tıbbi bitkiler veya şifalı bitkiler olarak bilinmekte ve ormanlarla ilişkisi göz ardı edilmektedir. Kavramsal olarak bilinmese dahi söz konusu ürünlerin ormanlık alanlarda yetiştiğini, ormancılık disiplinde bir yeri olduğuna dair bilgi vermek amacıyla kamu spotları ve sosyal medya paylaşımlarının insanların ilgisini çekeceği düşünülmektedir. Ayrıca belirli dönemlerde konferansların düzenlenmesi yöresel ODOÜ türlerinin farkındalığının arttırılmasını sağlayacaktır.

Ülkemizde kooperatifler özellikle ODOÜ alanında yok denecek kadar azdır, sadece bazı tarımsal kalkınma kooperatifleri ODOÜ alımı yapmaktadır. Bu yüzden bu alanda araçlar çok rahat hareket etmekte ve toplayıcılar, araçlara bağımlı kalmaktadır. Köylüler, köy tüzel kişilikleri, köy birlikleri veya kooperatifler vasıtasıyla bir araya gelerek, pazar ekonomisi koşullarında rekabet edecek güce kavuşturulmalı, bunun içinde gereken örgütlenmeler

sağlanmalıdır. Kooperatif idari yönetim kadrosu ile uzmanlık becerisi birbirinden ayrılacak şekilde örgütlenme modeli temel alınmalıdır.

Türkiye’de Orman ve Su İşleri Bakanlığı’na bağlı araştırma müdürlüklerinden birisi ODOÜ araştırmaları için tahsis edilebilir veya her araştırma müdürlüğü’nde ODOÜ araştırmaları için bir birim kurulabilir. Bu müdürlük veya birim ODOÜ ile ilgili konularda araştırmalar yaparak uzmanlaşabilir ve bu uzmanlığı ilgili gruplarla eğitimler, çalıştaylar yolu ile paylaşabilir. Böylece köylü/toplayıcı/üretici ormandan topladığı ticari değeri yüksek bazı ODOÜ’ni kültüre alıp tarlasında yetiştirmesi teşvik edilerek bu konuda gerekli eğitim, finansal, teknik yardım sağlanabilir.

OGM’nin ODOÜ’leri konusunda çalışan teknik personel sayısının ve bu ürünlerin üretim miktarının artırılması gerektiği düşünülmektedir. ODOÜ konusunda çalışacak personel bu ürünlerin teşhis, botanik özellikleri, yetiştirme ve üretim, envanter ve hasat yöntemleri konusunda eğitilmiş olmalıdır. Ayrıca bu ürünlerinin sürekliliğinin sağlanması için ürünlerin aşırı baskıdan korunacak şekilde yetiştirilmesi gerekmektedir. OGM ODOÜ’lerinin üretim ve envanter çalışmalarını sistemli bir şekilde yapmalıdır. Bu sayede bu ürünlerin değeri ve bu ürünlerden sağlanan kazanç artacaktır.

KAYNAKÇA

ATAY, I., (1985). Sığla ağacının (Liquidambar orientalis Mill.) önemi ve Sivil Kültürel Özellikleri. G.Ü. Orman Fakültesi Dergisi (35), 15-21.

AYDINGÖZ, M., BULUT, S. (2014). Egenin Gizli Kalmış Şifa İksiri: Sığla. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 14, 1-6.

ÇEKEN, H., KARADAĞ, L. ve DALGIN, T., (2007). Kırsal Kalkınmada Yeni Bir Yaklaşım Kırsal Turizm ve Türkiye'ye Yönelik Teorik Bir Çalışma. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 7(1): 1-14.

DPT, (2007). *2007-2013 IX Beş Yıllık Kalkınma Planı*. Ormancılık Özel İhtisas Komisyon Raporu, Ankara, ISBN 978-975-19-4031-5, 102 s.

DPT, (2001). VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı (BYKP) Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT Yayın No: 2531, ÖİK Yayın No: 547, Ankara.

ER, C., ve YILDIZ, M., (2003). *Keyf Bitkileri*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı, Yayın No:1555, Ankara, 239 s.

FİDAN, M. S., ÖZ, A., ADANUR H., TURAN, B., (2013). Gümüşhane Yöresinde Yetişen Bazı Önemli Odun Dışı Orman Ürünleri ve Kullanım Miktarları. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt;3 Sayı;2.

GERAY, U., (1998). *Orman Kaynakları Yönetimi*. Ulusal Çevre Eylem Planı, DPT yayınları, ISBN: 975-19-1917-7 Ankara, 115 s.

GÜNAL, N., (1999), Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.)’nun Türkiye’deki Coğrafi Yayılışı, Ekolojik ve Floristik Özellikleri, *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı: 2, s. 60 – 74, 1998 – 1999, İstanbul.

KIRICI, S., (1998). Doğal Kaynaklardan Elde Edilen Boyar Maddeler. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Adana, s. 9-11.

KIZMAZ, M., (2001). Policies to promote sustainable forest operations & utilization of non-wood forest products. Ministry of Forestry of Turkey, *Seminar on Harvesting of Non-Wood*

Forest Products, Ankara, pp. 97-113.

KORKMAZ, M., ve FAKİR, H., (2009). Odun Dışı Bitkisel Orman Ürünlerine İlişkin Nihai Tüketici Özelliklerinin Belirlenmesi (Isparta İline Yönelik Bir Araştırma), Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A Sayı: 2 s. 10-20

ÖZGİRGİN, M., (1986). Boyarmadde Kimyası. *Milli Eğitim Bakanlığı Tebliğler Dergisi*, İstanbul, 68: 72-75.

ÖZKAYA, M., T. ve TUNALIOĞLU, R., (2003). Keçiboynuzu, T.E.A.E. Bakı, Sayı: 3, Nüsha: 5, Haziran 2003, Ankara.

TÜRKOĞLU, A., (2016). “Yer Altındaki Gizli Hazine: Trüf Mantarları”, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü yayını.

BÖLÜM VIII

Atık Pleksi Tozunun Kontrplak Üretiminde Yapıştırıcı Madde Olarak Değerlendirilmesi

Okan İLHAN¹
Abdullah Uğur BİRİNCİ²
Hasan ÖZTÜRK³

Giriş

Mobilya ve inşaat endüstrileri tarafından odun ve odun bazlı ürünlere yönelik artan küresel talep, önemli miktarda odun hammaddesi tüketimine yol açmaktadır (Koynov & ark., 2024). Bu yüzden ahşap malzemeye olan yüksek talep, üstün özelliklere sahip ahşabın bulunabilirliğinin azalmasına sebep olmuştur (Yalçın &

¹ Yüksek Mühendis Okan İLHAN, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon/Türkiye, Orcid: 0000-0001-8882-6461, okanilhan0161@gmail.com

² Araştırma Görevlisi Abdullah Uğur BİRİNCİ, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon/Türkiye, Orcid: 0000-0003-3273-3615, ugurbirinci@ktu.edu.tr

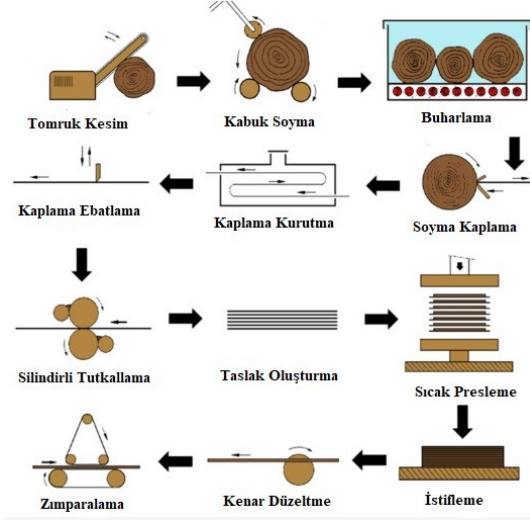
³ Doç Dr. Hasan ÖZTÜRK, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Arsin Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Trabzon/Türkiye, Orcid: 0000-0002-5422-7556, hasanozturk@ktu.edu.tr

Esen, 2023). Günümüzde, talebe yeterince cevap veremeyen ağaç hammadde, masif olarak kullanımının maliyete getirdiği ilave yük ve kalitesindeki azalma, düşük yangın direnci, anizotropi ve sınırlı boyutlarda olması sebebiyle kompozit ağaç malzeme ürünlerinin önemini giderek artırmıştır (Aydın, Çolak & Çolakoğlu, 2010; Çolak Bayram, 2024). Kompozit, fiziksel ve kimyasal özellikleri bulunan en az iki ya da birden fazla bileşen malzemelerin bir araya gelmesiyle oluşan üründür (Kalantari & ark., 2020; Nasiri, Khalilzadeh & Zareyee, 2022; Fan, Duan & Xing, 2024). Odun kompozit malzemeleri, odun esaslı malzeme ile başka malzemenin çeşitli bağlayıcılar yardımıyla pres kullanılarak bir araya getirilmesiyle oluşturulan malzemelerdir (Kaya & İmirzi, 2024). Piyasada mühendislik ürünü ahşap malzeme olarak da tanımlanmaktadır. Bu ürünler yapısal kompozit malzemeler ve ahşap esaslı paneller olarak çeşitlendirilmektedir (İlhan, Demir & Çolak, 2024). Yapısal kompozit malzemeler; kontrplak, lamine şerit kereste (LSL), lamine kaplama kereste (LVL), paralel şerit kereste (PSL) ve yönlendirilmiş şerit kereste (OSL) adı altında ticari olarak sınıflandırılmaktadır (Nishimura, 2015). Yapısal kompozit malzemeler, bina inşaatı ve mobilya imalatı alanında kullanılan önemli bir malzeme sınıfıdır ve bu alandaki toplam üretim çıktısının üçte ikisinden fazlasını oluşturur (Ait Benhamou & ark., 2024). Bu ürünler içerisinde yüksek yapısal mukavemeti, esnekliği, ses ve ısı yalıtım özellikleri nedeniyle kontrplak, dünya çapında popülerlik kazanmış bir malzeme haline gelmiştir (Alao & ark., 2024).

Kontrplak

İlk kaplamanın M.Ö. 3000 yıllarında eski Mısır'da üretildiğinden şüphelenilmektedir. Aslında, bu döneme ait

tabutlarda muhtemelen albümin tutkalları kullanılarak üretilmiş bir tür kontrplak bulunmuştur (Gonçalves & ark., 2024). Kontrplağın modern formu 1860'tan bu yana, başlangıçta mobilya ürünlerinde ve daha sonra bir inşaat malzemesi olarak çeşitli farklı uygulamalarda kullanılmaktadır (Gonçalves & ark., 2024). I. Dünya Savaşı sırasında kontrplak, uçak üretiminde kullanılmıştır (Kollmann, Kuenzi & Stamm, 2012). Kontrplak, çeşitli standartlara göre farklı tanımlamalarla karşımıza çıkmaktadır. Avrupa standartlarında kontrplağın tanımı, lif doğrultuları birbirine dik gelmesiyle oluşturulan tabakaların tutkalanıp ve belirli bir basınç yardımıyla preslenmesiyle oluşturulan odun esaslı levhaya kontrplak adı verilmektedir (EN 313-2, 1999). DIN 68708 standardında ise kontrplağın tanımı, kaplama malzemelerinin lif yönleri dik gelecek şekilde en az 3 adet kaplamalarla oluşturulan taslağın yapıştırılması ile iç ve dış tabakaları orta tabakanın her iki tarafına simetrik olması şeklinde tanımlanmaktadır (DIN 68708, 1976). Ülkemiz TS-2128 standardında tanımı, ard arda gelen ahşap tabakaların lif yönleri birbirine dik bir şekilde yapıştırılmış, orta tabakanın iki tarafında da bulunan dış ve iç tabakalar birbirine simetrik olan bir levha olarak tanımlanır (TS 2128, 2005). Şekil 1'de kontrplak üretim iş akışı verilmiştir.



Şekil 1. Kontrplak üretim iş akışı (Gonçalves & ark., 2024).

Kontrplaklar, masif oduna göre daha homojen bir yapıya ve daha iyi bir boyut stabilitesine sahip olmaları yanında elastikiyeti yüksek, kırılmaya, bükülmeye ve aşınmaya karşı dirençli bir malzemedir (Çolak, 1996). Bu üstün özellikleri nedeniyle sağlamlık ve direncin söz konusu olduğu yerlerde; ahşap sistemli yapılarda perde duvar, zemin kaplamaları, duvar ve çatılarda kullanılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Kontrplağın yapıda kullanımı (CE, 2024).

Şu anda, kontrplak pazarı, dayanıklılığı artırılmış, estetik ve çevresel sürdürülebilirlik ile tasarlanmış çeşitli kontrplak türleri sunmaktadır (Ischenko, Efimova & Grachev, 2024). Ahşap esaslı levhalardan birisi olan kontrplak, artan nüfus ve daha iyi yaşam standartları ile dünya çapında artmış ve özellikle iç dekorasyon için tercih edilen bir malzeme olmuştur. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'ne göre 2023 yılında dünyada toplam 109 milyon m³ kontrplak üretilmiş ve bu üretimin 649.000 m³ miktarı ülkemiz Türkiye'de üretilmiştir (FAO, 2024).

Tutkallar

Ağaç malzemenin birleştirilmesinde kullanılan yapıştırıcılar temel olarak 2 gruba ayrılmaktadır. Birinci grup; hayvan, bitki, kazein ve kan tutkalları gibi doğal kökenli malzemelerden hazırlanan tutkallar olup birçok dezavantaja (Su alıp şişmesi, sinek arız oluşu vb.) sahiptir (Soytürk, 2019). İkinci grup ise; petrol, doğal gaz ve

kömür gibi petrokimya ve benzeri endüstri ürünlerinden elde edilen, ekonomik olmaları sebebiyle yaygın kullanım alanına sahip sentetik tutkallardır (Ergün & Özlüsoylu, 2023). Sentetik tutkallar; termosetting (sıcakta sertleşen) ve termoplastik (sıcakta yumuşayan) olmak üzere iki temel gruba ayrılmaktadır. Termosetting tutkalların çapraz bağlanma reaksiyonu esnasında tutkal, geri döndürülmez fiziksel ve kimyasal değişikliklere uğrayarak çözünmez hale gelir. Üre formaldehit, fenol formaldehit, melamin formaldehit, resorsin formaldehit ve fenol-resorsin formaldehit tutkalları bu gruba dahil olan yapıştırıcılardır ve tamamı formaldehit esaslı olup her yıl Dünya çapında toplam 14 milyar tondan fazla tüketimi yapılmaktadır (Mantanis & ark., 2018; Pizzi & ark., 2020; Janiszewska-Latterini & Pizzi, 2023). Yüksek reaktivite, mükemmel adhezyon ve düşük maliyetli olması nedeni ile üre formaldehit tutkalları en fazla kullanım oranına sahip yapıştırıcılar olup ahşap esaslı levhaların %80-85'inin üretiminde kullanılmaktadır (Çolak & ark., 2016).

Ancak kontrplak üretiminde bu tutkalların kullanımı her geçen gün önemi artan bir sorun haline gelmiştir (Doğan & Kaymakçı, 2022). Üretim miktarının bu denli fazla olması formaldehit emisyonuna maruz kalan insan sayısına paralellik göstermektedir. Bu durum akla, formaldehit emisyonuna maruz kalan insan sayısının fazla olduğunu ve kontrplak üretiminde formaldehit esaslı reçinelere alternatif bir bağlayıcı türü kullanılabilir mi sorusunu getirmektedir. Formaldehit, oda sıcaklığında güçlü bir kokuya sahip olup yanıcı renksiz bir gazdır. Kolaylıkla hidrolize olabilen zayıf bağları nedeni ile suya karşı düşük direnç göstermekte ve yüksek formaldehit emisyonuna neden olmaktadır (Çolak, Öztürk & Demir, 2015).

Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı formaldehiti insan sağlığı açısından Kesin Kanserojen (Grup 1) olarak sınıflandırmıştır (La Torre & ark., 2023). Bilim insanları bir ürünün evre üzerindeki toplam etkisini ölçen ‘‘Yaşam Döngüsü Analizlerini’’ geliştirmiştir. Bu analizler ürünler arasında hammadde kaynaklarının tüketime, kirlilik ve atık problemlerini içermektedir. Dünyadaki kentleşme ve sanayileşmenin büyümesi ile birçok kirlilik türü ortaya çıkmıştır (Siddiqua & ark., 2022). Bu kirlilik türlerinden bazıları ise atık naylonlar, plastikler ve formaldehit emisyonlarıdır. Değişen tüketim alışkanlıkları, nüfus artışı, yükselen hayat standardı, ambalajlı ürün satışındaki artış ile katı atık kompozisyonu da değişmektedir. Genel olarak bakıldığında, oluşan atıkların ağırlıkça %20’sini, hacimce %50’sini ambalaj atıkları oluşturmaktadır (Ulusal geri dönüşüm strateji belgesi ve eylem planı; 2014). Ambalaj atıklarının önemli bir kısmını oluşturan naylonların ve plastik ambalajların hem uzun süre doğada çözünmemesi hem de yakılmasıyla atmosfere verilen zararlı gazlardan dolayı geri dönüşümü oldukça önem kazanmaktadır (olak & ark., 2016; Yurtsevera & ark., 2024).

Yapılan alışmalar

Ağaç Malzeme

Çalışmada kullanılacak ağaç türü seçilirken, kontrplak sektöründe genel olarak tercih edilen sarıçam ve kayın ağaçları ve ülkemizde asli ağaç trlerimizde ormanlarda yayılış alanları dikkate alınmıştır. Orman Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan ormanlık alanların asli ağaç türlerine göre dağılımında (Türkiye Orman Varlığı, 2020) yayılım alanı sıralamasında kayın (*Fagus orientalis* L.) 4. sırada ve sarıçam (*Pinus sylvestris*) 6. sırada bulunan ağaç

türlerinden biridir. Tüm bu veriler ışığında, çalışma kapsamında kontrplak panellerin üretiminde kullanılacak kaplamalar, ağaç türü olarak sarıçam ve kayın olarak belirlenmiştir.

Kayın (*Fagus Orientalis* L.) Odun Özellikleri

Fagaceae familyası türlerindendir. 30-40 m boy ve 100-150 cm kadar çapa ulaşabilmektedir. Odunu kırmızımsı beyaz renktedir. Dağınık traheli olup traheleri küçük çaplıdır. Sert ve ağır bir odunu vardır. İşlenmesi kolaydır. Soyulabilir, kesilebilir, yapıştırma ve yüzey işlemlerinde güçlük yoktur. İyi boya ve vernik kabul eder. Geniş bir kullanım alanına sahiptir. Masif mobilya, bükme mobilya, spor aletleri ve alet sapları yapımında, tornacılıkta, kontrplak, kaplama levhası ve parke üretiminde, fiçı sanayiinde, karoser yapımında, lif, yonga ve kağıtlık odun olarak kullanılmaktadır (Birinci & ark., 2017).

Sarıçam (*Pinus sylvestris*) Odun Özellikleri

Sarıçam diri odunu geniş, sarımsı veya kırmızımsı beyaz renkte olup, enine kesitte gövde yarıçapının yaklaşık üçte birini kapsamaktadır (Berkel, 1970). Ülkemizde, Eskişehir Yeşildağ'dan başlayıp doğuya doğru Kuzey Anadolu yüksek kesimlerini kaplayarak Sarıkamış üzerinden Kafkas'lara geçen Karadeniz Bölgesi'nde Of, Sürmene dolaylarında deniz kıyısına inen sarıçam; Artvin, Rize çevresinde doğu ladini ile karışık orman kurarak 2100 metreye kadar çıkar (Tutuş & ark., 2010). Sarıçam odunu boyuna ve teğet kesitte parlaktır. Bol miktardaki reçine kanalları genellikle geniş olup, enine kesitte ve özellikle yaz odunu tabakası içerisinde açık renkte noktacıklar halinde görülmektedir. Odunu genel olarak

yumuşak kullanım alanları için uygun olup, budaksız ve iyi kalite özelliklerine sahiptir (Anşin & Özkan, 1993).

Atık Pleksi Tozu

Pleksi kolaylıkla işlenebilir, yaklaşık 150 °C’de birçok şekle girebilir, eğilip bükülebilir. Pleksi yanıcı bir termoplastiktir. Kendi kendine yanma sıcaklığı 400 °C’dir. Rutubetten etkilenmez. Hava şartlarına mükemmel dayanıklılık sağlar (DPP, 2024). Çalışma kapsamında CNC makinelerde işlenen pleksi levhaların toz atıkları bağlayıcı madde olarak kullanılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Atık pleksi tozu

Tutkal

Bu çalışma kapsamında; kontrol grubu kontrplakların üretiminde, kontrplak endüstrisinde yaygın olarak kullanılan tutkal türlerinden birisi olan üre formaldehit (ÜF) tutkal reçinesi kullanılmıştır. ÜF reçineleri, dünyada ağaç malzemenin yapıştırılmasında en çok kullanılan yapıştırıcılardır. Amino grubu

reçinelerinden olan üre formaldehit, termosetting bir polimer olup üre ile formaldehitin kondenzasyonu sonucu meydana gelmektedir. Formaldehit/Üre mol oranı 1:1'den 2.0:1'e kadar değişmektedir. Asidik ortamda sertleşen bir tutkaldır. Reaktif yapısı nedeniyle ÜF reçineleri, en hızlı sertleşen tutkallar arasında yer almaktadır (Aydın, 2004). Çalışmada %55 katı madde oranına sahip ÜF reçinesi kontrol grubu kontrplak levhaların üretiminde kullanılmıştır.

Kontrplak Levhaların Üretimi

Çalışma 2 mm kalınlığında 50x50 cm ebatında ve 150 °C'de kurutulmuş Kayın ve Sariçam ağacından elde edilen soyma kaplamalarından, atık pleksi tozu ve ÜF tutkalının kullanılmasıyla 3 tabakalı olarak kontrplak levhaların üretimi yapılmıştır. Kontrol grubu kaplamalar 110 °C'de %4-7 rutubete düşecek kadar kurutulmuştur. Bağlayıcı olarak atık pleksi tozu kullanılan levhaların üretiminde, levha endüstrisinde levhanın tek yüzeyine sürülen tutkal miktarı baz alınarak 160 gr./m² pleksi tozu kullanılarak orta tabaka dış tabakaya dik gelecek şekilde taslaklar oluşturulmuştur. 3 tabakalı olarak oluşturulan kontrplak taslağının preslenmesi; laboratuvar tipi, presleme alanı 70x90 cm ebatında, elektrikli preste yapılmıştır. Presleme işleminin ardından üretilen kontrplaklar katmanlar arasındaki rutubet ve sıcaklık farklılığını giderebilmek adına üst üste ve istif çitası kullanılmadan istiflenmiştir. Bu şekilde istiflenen levhaların soğutma işlemleri sağlanarak şekil değiştirmeleri önlenmeye çalışılmıştır. Kontrol grubu kontrplak levhaların üretiminde kullanılan üre formaldehit (ÜF) tutkal reçetesi Tablo 2'de verilmiştir. Çalışma kapsamında oluşturulan üretim parametreleri Tablo 3'te verilmiştir. Üretimi yapılan kontrplaklar 20 °C'de ve %65

ile bağıl nem koşullarında denge rutubet miktarına gelinceye kadar iklimlendirilmiştir.

Tablo 2. Üre formaldehit (ÜF) tutkalı

Tutkal Karışımını Oluşturan Maddeler	Birim Ağırlık (gr.)
%55 lik ÜF Reçinesi	100
Dolgu Maddesi (Buğday Unu)	30
Sertleştirici (NH ₄ Cl %15 lik Konsantrasyon)	10

Tablo 2’den görüldüğü üzere kontrol grubu kontrplak levhaların üretiminde kullanılan ÜF tutkal reçinesinin hazırlanmasına ilişkin değerler gram cinsinden verilmiştir.

Tablo 3. Çalışma kapsamında oluşturulan gruplar ve üretim parametreleri

Ağaç Türü	Grup Adı	Pres Sıcaklığı (°C)	Pres Süresi (dk)
Sarıçam	Kontrol	110	6
	A	150	10
	B	150	15
Kayın	Kontrol	110	6
	A1	150	10
	B1	150	15

Tablo 3 incelendiğinde kontrplak sektöründe yaygın olarak kullanılan Sarıçam ve Kayın ağacından üretilen soyma kaplamalar kullanılmıştır.

Tutkal kullanılmadan 3 tabakalı olarak kaplama ve atık pleksi tozundan üretilen kontrplaklara ait pres öncesi taslak oluşturma işlemi Şekil 4’te gösterilmiştir.



Şekil 4. Pleksi tozu ve üç katmanlı kaplama levhalarından oluşturulan taslak

Şekil 1 incelendiğinde kontrplak levhalarının üretimi için hazırlanan taslakta orta tabaka kaplaması, dış tabakalara dik olarak yerleştirilmiş ve aralarına bağlayıcı olarak pleksi atığı olan tozlar 160 gr./m^2 olarak serilmiştir.

Yöntem

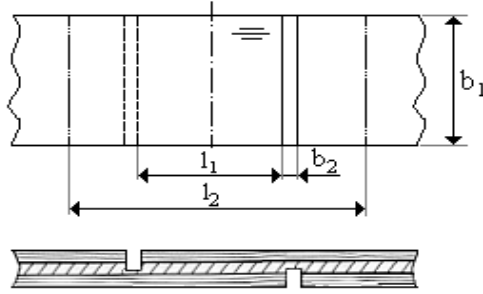
Teknolojik Özelliklerin Belirlenmesi

Yapışma Direnci (Çekme-Makaslama Direnci)

Kontrplağın yapışma kalitesinin ve kullanımının belirlenmesinde kullanılan en önemli testlerden birisi de çekme-makaslama direnci testidir. Yapışma direnci testi kontrplakların en önemli mekanik özelliklerinden birisi olup, malzemenin diğer mekanik özellikleri hakkında yapılabilecek yorumlar içinde referans teşkil etmektedir.

Üretilen kontrplak levhaların yapışma direncinin tespit edilmesinde kullanılan çekme-makaslama direnci testi, TS EN 314-1 (1998)'e göre yürütülmüştür. Bu standarda göre, 3 tabakalı

kontrplak levhaları için hazırlanan çekme-makaslama direnci test örneği Şekil 5'te ve yapılan test düzeneği Şekil 6'te verilmiştir.



Şekil 5. Çekme makaslama direnci test örneği hazırlama



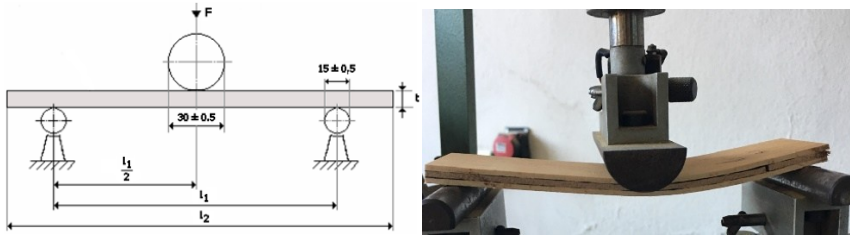
Şekil 6. Çekme makaslama direnci test düzeneği

TS EN 314-1 (1998)'e göre çekme-makaslama direnci test örnekleri, kullanılan tutkal türüne göre farklı bekletilme ortamlarında ön işleme tutulduktan sonra test edilmektedir. Bu çalışmada, üre formaldehit ve pleksi tozu ile üretilen kontrplak levhalardan hazırlanan yapışma direnci test örnekleri 20 C sıcaklıktaki su içinde 24 saat bekletildikten sonra (Yapışma Sınıfı I.) test edilmiştir. Levhaların yapışma direncinin belirlenmesinde, 50

KN kapasiteli Isntron Universal test makinesi kullanılmıştır. Her test grubundan 16 adet kullanılmıştır.

Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

Çalışma kapsamında üretilmiş olan kontrplak levhalarına uygulanan eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü testleri, TS EN 310 (1998)'a göre yürütülmüştür. Her bir test grubundan onaltı adet eğilme direnci ve elastikiyet modülü test numunesi kullanılmıştır. Standartta göre hazırlanan eğilme direnci ve elastikiyet modülü test örneği ve düzeneği Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Eğilme direnci test düzeneği

Yoğunluk

Üretilen kontrplak levhaların yoğunlukları TS EN 323 (1999)'e göre belirlenmiştir. Örneklerin hava kuru ağırlıkları ± 0.01 g hassasiyetli analitik bir terazide tartıldıktan sonra ve boyutları ± 0.01 mm duyarlı kumpas ve mikrometre ile ölçüldükten sonra yoğunlukları hesaplanmıştır. Her bir test grubundan yirmibeşer adet test numunesi kullanılmıştır.

Bulgular

Teknolojik Özellilere ait Bulgular

Yapışma (Çekme-Makaslama Direnci) Direncine Ait Bulgular

Üretilen levhaların çekme-makaslama direncine ait ortalama değerleri Tablo 4’ te verilmiştir.

Tablo 4. Çekme-Makaslama Direncine Ait Ortalama Değerler

Ağaç Türü	Grup Adı	Çekme Makaslama Direnci (N/mm ²)	Std. Sapma
Sarıçam	Kontrol	1,74	0,035
	A	0,66	0,085
	B	0,93	0,060
Kayın	Kontrol	2,48	0,155
	A1	1,25	0,113
	B1	1,39	0,164

Tablo incelendiğinde sarıçam ve kayın kontrol grubu olarak üretilen levhaların en yüksek çekme-makaslama direnci değerlerini verdiği en düşük değeri ise sarıçam ağaç türü 10dk pres süresi ile üretilen levhaların verdiği tespit edilmiştir.

Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülüne Ait Bulgular

Üretilen levhaların eğilme direnci ve eğilmede modülüne ait ortalama değerleri Tablo 5 ve Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 5. Eğilme Direncine Ait Ortalama Değerler

Ağaç Türü	Grup Adı	Eğilme Direnci (N/mm ²)	Std. Sapma
Sarıçam	Kontrol	70,64	3,56
	A	63,56	5,12
	B	61,74	5,63
Kayın	Kontrol	118,6	6,22
	A1	84,82	8,99
	B1	80,97	9,53

Tablo 6. Elastikiyet Modülüne Ait Ortalama Değerler

Ağaç Türü	Grup Adı	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	Std. Sapma
Sarıçam	Kontrol	9126,16	353,36
	A	5427,18	604,63
	B	5292,06	494,11
Kayın	Kontrol	9986,05	356,46
	A1	7949,08	604,45
	B1	7810,43	649,99

Tablolar incelendiğinde sarıçam ve kayın kontrol grubu olarak üretilen levhaların en yüksek eğilme direnci değerlerini verdiği en düşük değeri ise sarıçam ağaç türü 15dk pres süresi ile üretilen levhaların verdiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde kontrol grubu levhaların elastikiyet modülü en yüksek değerleri verirken en düşük ise sarıçam ağaç türü 15dk pres süresi ile üretilen levhaların verdiği tespit edilmiştir

Yoğunluğa Ait Bulgular

Üretilen levhaların yoğunluklarına ait ortalama değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Çalışma kapsamında oluşturulan gruplar ve üretim parametreleri

Ağaç Türü	Grup Adı	Yoğunluk (gr/cm ³)	Std. Sapma
Sarıçam	Kontrol	0,584	0,019
	A	0,546	0,021
	B	0,553	0,023
Kayın	Kontrol	0,682	0,015
	A1	0,709	0,012
	B1	0,725	0,016

Tablo incelendiğinde sarıçam ağaç türünde en yüksek yoğunluk değerleri kontrol grubunda bulunmuştur. Kayın ağaç türü grubunda ise en yüksek yoğunluk değerini pres süresi 15dk olarak uygulanan levhaların verdiği tespit edilmiştir.

Sonuçlar

Çalışma kapsamında üretilen levhalardan elde edilen veriler karşılaştırıldığında, kontrplak üretiminde pleksi tozunun bağlayıcı olarak değerlendirilmesi durumunda; Tablo 5 incelendiğinde üretilen kontrplak levhaların eğilme direnci (kontrol grubu hariç) değerleri 61,74 – 84,82 N/mm² arasında bulunmuştur. Üretimi gerçekleştirilen tüm deneme levhalarına ait eğilme direnci sonuçları APA (2010)'nın hazırladığı yapısal kontrplak levhaların mekanik özelliklerinden olan eğilme direnci için belirtilen değeri (34,47 N/mm²) sağladığı görülmektedir. Üretilen kontrplak levhalara ait elastikiyet modülü değerleri ise DIN 68705-3, 2003 standardına göre, yapısal amaçlı kullanılacak olan 6 ila 12 milimetre arasındaki kalınlıklarda bulunan kontrplak levhaları için elastikiyet modülü sınır değeri olarak belirlenen 5000 N/mm² değerini; tüm grupların sağladığı görülmüştür. Üretilen kontrplak levhaların eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerinin bir miktar yüksek olması pleksi

maddesinin yoğunluğunun yüksek olmasıyla ilişkilendirilebilir bu durumun pleksinin yüksek dayanım özelliğinden kaynaklandığı ifade edilmektedir.

Üretilen kontrplak levhaların yapışma direnci değerleri 0,66-1,39 N/mm² arasında değişiklik göstermiştir. Çalışmanın sonunda elde edilen kontrplak levhaların (Sarıçam grubu hariç) yapışma direnci değerleri, EN 314-1 ile DIN 68705-3 standartlarının belirlediği 1 N/mm² değerinin üstünde bulunmuştur. Erime noktası üzerindeki sıcaklıklarda pleksi akışkan hale geçmekte ve kaplamanın içerisindeki boşluklara nüfuz ederek mekanik bir kenetlenme sağlanmaktadır. 150 °C sıcaklıkta yeterli yapışma direnci sağlanabilmesi için presleme işleminin uzun tutulması gerektiği önerilir. Sarıçam yapışma direnci sağlamış ancak pres süresinin kısa olması sebebiyle standardı geçen bir yapışma direnci sağlamamıştır. Çolak, Öztürk & Demir (2016), ‘‘Yapıştırıcı olarak atık naylonların kullanılarak üretilen kontrplakların bazı teknolojik özellikleri’’ adlı çalışmada pres sıcaklığı 150 °C ve pres süresinin 15 dk olduğu deney örneklerinde yapışma direnci değerini 1,36 N/mm² bulmuştur. Yeterli yapışma direncinin sağlanabilmesi için plastik hammaddeli pleksi tozunun optimum yapışma sağlayabilmesi için pres sıcaklığının artırılması önerilir.

Kontrplak levha ürünlerinin üretiminde formaldehit içerikli tutkallar yerine, bağlayıcı olarak bir izolasyon malzemesi olan plastik esaslı pleksi tozları kullanımı ile Uluslararası Kanser Araştırma Örgütü (IARC) tarafından kanserojen madde olarak tanımlanan ve Çevre Koruma Örgütü (EPA) tarafından hava kirliliğine neden olan 189 madde listesinde yer alan formaldehit kullanılmadan kontrplak üretimi yapılabileceği görülmektedir.

Bu alışma ile dünyada büyük miktarlara ulaşan plastik atıklarının (Pleksi tozu) farklı bir alanda ve sağlık açısından zararlı bir ürünün yerine değerlendirilmesi mümkün kılınmaktadır.

Kaynaklar

Ait Benhamou, A., Salim, M. H., Boussetta, A., Mennani, M., Essifi, K., Kassab, Z., ... & Moubarik, A. (2024). Graphene oxide a promising formaldehyde scavenger of phenolic resin-bonded plywood: From elaboration to evaluation. *Journal of Applied Polymer Science*, 141(11), e55093.

Alao, P. F., Dembovski, K. H., Rohumaa, A., Ruponen, J., & Kers, J. (2024). The effect of birch (*Betula pendula* Roth) face veneer thickness on the reaction to fire properties of fire-retardant treated plywood. *Construction and Building Materials*, 426, 136242.

Anşın, R., & Özkan, Z. C. (1993). Tohumlu bitkiler: odunsu taksonlar. Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Aydın, İ. (2004). Çeşitli ağaç türlerinden elde edilen kaplamaların ıslanabilme yeteneği ve yapışma direnci üzerine bazı üretim şartlarının etkileri.

Aydın, İ., Demirkır, C., Çolak, S., & Çolakoğlu, G. (2010). Çeşitli Ağaç Kabuğu Unlarının Kontrplaklarda Dolgu Maddesi Olarak Değerlendirilmesi.

Berkel, A. 1970. Ağaç Malzeme Teknolojisi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın no: 147.

Birinci, U. A., GÜDÜL, H., Aydın, İ., Demirkır, C., Çolakoğlu, G., & Çolak, S. (2017). Formaldehit İçermeyen Yeni Nesil Ahşap Kompozit Yalıtım Malzemesi.

CE, (2024). Continuing Education. Fire Reterdant- Treated Wood. Providing code-compliant, economical wall and roof construction. s. (2). ABD.

Çolak, S. (1996). Kontrplaklarda Tomruk Buharlama ve Kaplama Kurutma Şartlarının Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkileri. YL Tezi, Trabzon.

Çolak, S., Öztürk, H., & Demir, A. (2015). Yonga Levhaların Formaldehit Emisyonu Üzerine Tanen ve Kitosanın Etkileri. *Selcuk University Journal of Engineering Sciences*, 14(2), 613-622.

Çolak, S., Öztürk, H., & Demir, A. (2016). Yapıştırıcı Olarak Atık Naylon Kullanılarak Üretilen Kontrplakların Bazı Teknolojik Özellikleri. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 5(2).

Çolak Bayram, G. (2024). Ahşap-Plastik kompozitlerin endüstriyel üretim sürecine ilişkin yaşam döngüsü çevresel sürdürülebilirlik analizi (Master's thesis, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

DIN 68708, (1976). Sperrholz-Begriffe, DIN, Berlin.

Doğan, K., & Kaymakçı, A. (2022). Farklı formaldehit/üre oranına sahip UF tutkalı ile üretilmiş yönlendirilmiş yonga levhaların (OSB) bazı fiziksel ve mekanik özellikleri. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 167-173.

DPP (2024). *Doğuş Polimer Plastik*. (17.12.2024 tarihinde <https://dogusplastiksanayi.com/pleksiglas/#:~:text=D%C3%B6k%C3%BCm%20tekni%C4%9Fi%20ile%202%20mm,kenar%C4%B1%20de%C4%9Fildir%2C%20yaralanmalara%20sebebi%20olmaz> adresinden ulaşılmıştır).

EN 313-2, (1999). Plywood-Classification and Terminology Part-2, Terminology, CU.

Ergün, M. E., & Özlüsoylu, İ. (2023). Guar sakızı ilaveli kitosan bazlı tutkalların bazı özelliklerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 24(1), 39-44.

Fan, Q., Duan, H., & Xing, X. (2024). A review of composite materials for enhancing support, flexibility and strength in exercise. *Alexandria Engineering Journal*, 94, 90-103.

Fao, (2024). Faostat Online Statistical Service. (16.12.2024 tarihinde <http://www.fao.org/faostat> adresinden ulaşılmıştır).

Gonçalves, S., Paiva, N. T., Martins, J., Magalhães, F. D., & Carvalho, L. H. (2024). Effect of Lignosulphonates on the Moisture Resistance of Phenol–Formaldehyde Resins for Exterior Plywood. *Materials*, 17(15), 3715.

Ischenko, T., Efimova, T., & Grachev, D. (2024). Justification of the choice of gluing mode for plywood from hardwoods. *In BIO Web of Conferences* (Vol. 145, p. 03003). EDP Sciences. DOI: 10.1051/bioconf/202414503003

İlhan, O., Demir, A., & Çolak, S., (2024). Atık Ambalaj Malzemelerinin Kontrplak Üretiminde Yapıştırıcı Olarak Değerlendirilmesi. *Çevre ve Sürdürülebilirlik* (pp.30-56), Ankara: Bidge Yayınları.

Janiszewska-Latterini, D., & Pizzi, A. (2023). Application of liquefied wood products for particleboard manufacturing: a meta-analysis review. *Current Forestry Reports*, 9(4), 291-300.

Kalantari, E., Khalilzadeh, M. A., Zareyee, D., & Shokouhimehr, M. (2020). Catalytic degradation of organic dyes using green synthesized Fe₃O₄-cellulose-copper nanocomposites.

Journal of Molecular Structure, 1218, 128488. Doi: 10.1016/j.molstruc.2020.128488

Kaya, M., & Özgür İmirzi, H. (2024). Ahşap Esaslı Tabakalı Kompozit Panellerde Çekirdek geometrisinin Levha Yüzeyine Dik Çekme Direncine Olan Etkilerinin İncelenmesi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 17(1), 1-10.

Kollmann, F. F., Kuenzi, E. W., & Stamm, A. J. (2012). *Principles of wood science and technology: II wood based materials*. Springer Science & Business Media.

Koynov, D., Antov, P., Valyova, M., Savov, V., Dochev, I., & Lee, S. H. (2024). Properties of Hybrid Plywood Produced by Utilisation of Peeler Cores. *Forests*, 15(4), 582.

La Torre, G., Vitello, T., Cocchiara, R. A., & Della Rocca, C. (2023). Relationship between formaldehyde exposure, respiratory irritant effects and cancers: a review of reviews. *Public Health*, 218, 186-196. DOI: 10.1016/j.puhe.2023.03.009

Mantanis, G. I., Athanassiadou, E. T., Barbu, M. C., & Wijnendaele, K. (2018). Adhesive systems used in the European particleboard, MDF and OSB industries. *Wood material science & engineering*, 13(2), 104-116.

Nasiri, A., Khalilzadeh, M. A., & Zareyee, D. (2022). Biosynthesis and characterization of magnetic starch-silver nanocomposite: catalytic activity in eco-friendly media. *Journal of Coordination Chemistry*, 75(1-2), 256-279.

Nishimura, T. (2015). Chipboard, oriented strand board (OSB) and structural composite lumber. *In Wood composites* (pp. 103-121). Woodhead Publishing.

Pizzi, A., Papadopoulos, A. N., & Policardi, F. (2020). Wood composites and their polymer binders. *Polymers*, 12(5), 1115. Doi: 10.3390/polym12051115.

Siddiqua, A., Hahladakis, J. N., & Al-Attiya, W. A. K. (2022). An overview of the environmental pollution and health effects associated with waste landfilling and open dumping. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(39), 58514-58536. DOI: 10.1007/s11356-022-21578-z

Soytürk, E. E. (2019). Fıstıkçamı kabuk taneni ve valeks taneni ile hazırlanan biyotutkalların özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, Bursa Teknik Üniversitesi).

TS 2128 EN 313-2, 2005. Kontrplak- Sınıflandırma ve Terimler- Bölüm 2: Terimler.

TS EN 310, (1998). Ahşap Esaslı Levhalar, Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, 1. Baskı, TSE Ankara.

TS EN 314-1, (1998). Kontrplak-Kaplama Yapışma Kalitesi, Bölüm:1 Deney Metodları, 1. Baskı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 323-1, (1999). Ahşap Esaslı Levhalar-Birim Hacim Ağırlığının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Tutuş, A., Kurt, R., Alma, M., H., Meriç, H., 2010. “Sarıçam Odununun Kimyasal Analizi ve Termal Özellikleri”, *III. Ulusal*

Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs. Cilt V sf. 1845-1851, Artvin.

Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi ve Eylem Planı 2014-2017. (2014). T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. Sanayi Genel Müdürlüğü. *Türkiye'deki Durum, Ambalaj Atıkları*. s. (28). Ankara.

Yalçın, İ., & Esen, R. (2023). Adhesive type's effects on adhesive strength of densified reinforced laminated wood obtained from black poplar (*Populus nigra* L. *BioResources*, 18(1), 1155. Doi: 10.15376/biores.18.1.1155-1165.

Yurtsevera, M., Lökbaşı, E., Gülçiçekc, H., Dalkırana, S., & Serata, S. (2024). Please Gıda Temaslı Plastik Kaplardan Buzdolabında Donma-Çözülme Döngüsü Sırasında Mikroplastik Salımı, Riskler ve Farkındalık. *ERPA2024*, 97.

