
ORMAN MÜHENDİSLİĞİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Editör: Doç.Dr. Ender BUĞDAY

Orman Mühendisliğinde İleri Araştırmalar

Editör

Doç. Dr. Ender BUĞDAY

yaz
yayınları

2024

**Orman Mühendisliğinde İleri
Araştırmalar**

Editör: Doç. Dr. Ender BUĞDAY

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-5547-37-8

Aralık 2024 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

AB Yeşil Mutabakatı ile 2053 Türkiye Uzun Dönemli İklim Stratejisi İlişkisi Hakkında Bir Analiz.....	1
<i>Aynur AYDIN, Yavuz Özhan TÜRKER</i>	
Evaluation of the Use of Unmanned Aerial Vehicles in Determining Trekking Trails Planning in Natural Parks (Akdağ Nature Park Sample).....	34
<i>Oğuzhan AKBAŞ, Ender BUĞDAY</i>	
Evaluation of Morphological Diversity and Standardization Criteria of Black Pine	70
<i>Deniz GÜNEY, Fahrettin ATAR, Ali BAYRAKTAR</i>	
Orman Endüstri Mühendisliği'nin Kalite Serüveni: MÜDEK'in Getirdiği Kazanımlar	86
<i>Bülent KAYGIN</i>	
Mobilya Kulp Çeşitlerinin Estetik ve Kullanıcı Bağlamında Değerlendirmesi	106
<i>Kadir KAYAHAN, Timuçin BARDAK, Eser SÖZEN, Selahattin BARDAK</i>	
Seasonal Change of Chlorophyll Content in <i>Ginkgo biloba</i> L. Seedlings of Different Ages	122
<i>Fahrettin ATAR, Ali BAYRAKTAR, Deniz GÜNEY</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

AB YEŞİL MUTABAKATI İLE 2053 TÜRKİYE UZUN DÖNEMLİ İKLİM STRATEJİSİ İLİŞKİSİ HAKKINDA BİR ANALİZ

Aynur AYDIN¹

Yavuz Özhan TÜRKER²

1. GİRİŞ

Batı dünyasının 19. ve 20. yüzyıllardaki sanayi devrimi ve kentleşmesinin dramatik çevresel etkileri olmuştur (Marsh, 1874; Perlin, 1989; Gençay et al. 2018). Bunun sonucunda iklim değişikliğinin küresel önemi yaygın olarak bildirilmektedir (Solomon et al. 2007; Rockström et al. 2009; Aydın-Coşkun and Gençay, 2011; Güngör and Şen, 2021; Gençay and Birben, 2024). Küresel ısınmanın yol açtığı iklim değişikliği gözle görülür hale geldiğinden beri bilim dünyasının dikkati bu konuda önlem alınmasının gerekliliğine çekilmiştir (Aydın-Coşkun and Gençay, 2011). Özellikle 1800'lü yıllarda Joseph Fourier, Edme Mariotte, John Tyndall, Svante A. Arrhenius ve Guy Stewart Callendar gibi bilim insanları iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini fark etmeye başlamışlardır (Berger and Triot, 1992; Van der Veen, 2000; Bolin, 2007; Klein et al. 2017; Gençay et al. 2019). İklim değişikliği ekonomik, sosyal ve çevresel politikaları etkileyen önemli bir engeldir (Tulukcu-Yıldızbaş et al. 2023). İklim değişikliği artık her ülkede gözlemlenen ciddi bir sorundur (Aydın et al. 2024). Ortak bir çerçevede bir araya gelen ülkelerin, siyasi ve ekonomik

¹ Prof. Dr. Aynur Aydın- İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Çevre ve Orman Hukuku Anabilim Dalı

² Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Şişli Meslek Yüksekokulu, yavuzozhan.turker@sisli.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8518-0669.

normların yanı sıra çevresel normlarda da bütünleşmeleri gerekmektedir (Velioglu, 2024). İklim değişikliğinin en önemli etkenlerinden olan sera gazı emisyonlarını Avrupa Birliği (EU), 2030'da %40'luk, 2050'de %80-95'lik bir oranda azaltmayı hedeflemiştir. Ancak tek başına bu yeterli görülmemiş, Paris Anlaşması'yla belirlenen hedefe ulaşmak için daha güçlü çabalara ihtiyaç duyulmuştur. Bu amaçla Avrupa Birliği (EU) 11 Aralık 2019 tarihinde European Yeşil Mutabakat olarak adlandırılan belgeyi kabul etmiştir (Claeys et al., 2019; Bloomfield and Steward, 2020; Fuchs et al., 2020; Haas and Sander, 2020; Hafner and Raimondi, 2020; Hainsch et al., 2020; Hoffmann et al., 2020; Laurent, 2020; Ossewaarde and Ossewaarde- Lawtoo, 2020; Leonard et al., 2021; Peters et al., 2020; Sabato and Fronteddu, 2020; Sikora, 2021; Ziabina and Pimonenko, 2020; Evans et al., 2021; Pietzcker et al., 2021; Samper et al., 2021; Sapmaz-Veral, 2021; Vindel et al., 2021).

Yeşil Mutabakatının temel hedefi, AB üyelerinin çevreye en az zararı verecek yöntemlerle sürdürülebilir kalkınmasını sağlamaktır. Bu hedeflere ulaşmak için, yeşil teknolojilere yatırım, endüstriyel yenilikler, döngüsel ekonomiler, hem ulaşım hem de enerji üretiminin karbondan arındırılması ve çoğu enerji verimsiz olan mevcut bina stokunun iyileştirilmesi gibi çeşitli stratejilerin uygulanmasını gerekecektir (Buckley et al., 2021). Avrupa Yeşil Mutabakatının bir büyüme stratejisi olması amaçlanmıştır. Sürdürülebilir bir büyüme modelini teşvik etme hedefi büyük önem taşımaktadır. Ekonomik büyüme, yüksek düzeyde çevre koruma ve sosyal ilerlemenin elde edilmesiyle bağdaşması hedeflenmektedir (Sabato and Fronteddu, 2020).

Avrupa Yeşil Mutabakatı, Ekonominin tüm sektörlerini kapsamakta ve sekiz ana stratejik hedeften oluşmaktadır. Bu hedeflerden doğan ilkeleri ise 2030 ve 2050 için İklim Hedeflerini Artırmak, Temiz, Uygun Maliyetli ve Güvenli Enerji Sağlamak,

İnşaat ve Yenilemede Enerji ve Kaynak Verimli Yol, Temiz ve Döngüsel Çevre için Ekonomi, Sürdürülebilir ve Akıllı Hareketliliğe Geçişin Hızlandırılması, Tarladan Sofraya: Adil, Sağlıklı ve Çevre Dostu Bir Gıda Sistemi Tasarlamak, Ekosistemleri ve Biyoçeşitliliği Korumak ve İyileştirmek ve Toksik İçermeyen Bir Çevre için Sıfır Kirlilik Hedefi olarak gruplandırmak mümkündür.

Türkiye ise 2023 yılında kişi başına düşen GSYİH 13.243 ABD dolarına ulaşan gelişmekte olan bir ülkedir. Türkiye’de en büyük paya sahip sektör %26,8 oranıyla hizmet sektörü olup, bunu %22,9 ile sanayi, %10,3 ile kamu yönetimi, eğitim, insan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri, %6,2 ile tarım, ormancılık ve balıkçılık, %5,5 ile inşaat ve %5,1 ile mesleki, idari ve destek hizmet faaliyetleri takip etmiştir. 2023 yılındaki toplam dış ticaret hacmi 617,6 milyar ABD doları olup 255,6 milyar ABD doları ihracat ve 362 milyar ABD doları ithalat olmuştur¹.

Türkiye 2024 yılında sera gazı emisyonunu net-sıfır haline getirme hedefine açıklamıştır. Bu vizyonun tarihini de 2053 yılı olarak belirlemiş ve bununla ilgili bir strateji metni hazırlamıştır. Çevre, Şehircilik ve İklim değişikliği Bakanlığı’nın hazırlamış olduğu bu belge 2024 Taraflar Konferansında da tüm dünyaya duyurulmuştur.

Türkiye bununla ilgili ilk adımlarını 2021 yılında atmıştır. Bu tarihte Paris antlaşmasını onaylamıştır. 2022 yılında ise çeşitli sektörlerden, akademiden ve NGO’lardan oluşan çok farklı paydaş gruplarından öneriler toplamıştır. Bu öneriler Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı (NDC) olarak nitelenmiş ve İklim Değişikliğinin Azaltılması ve Uyum ve Eylem Planları, Uzun Vadeli İklim Stratejisi ve İklim Kanunu taslağının temelini oluşturmuştur. İklim Kanunu henüz hazırlanma

¹ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

aşamasında olup 2053 Net Sıfır emisyon hedefine ulaşmada yasal altyapıyı oluşturacaktır¹.

Türkiye 2024-2028 yıllarını kapsayan 12. Kalkınma Planı'nda 2053 yılını kendisine hedef belirlemiştir. Planda “Türkiye Yüzyılında çevreye duyarlı, afetlere dayanıklı, ileri tekno- lojiye dayalı yüksek katma değer üreten, geliri adil paylaşılan, istikrarlı, güçlü ve müreffeh bir Türkiye” denilerek çevreye vurgu yapılmıştır. Ayrıca yeşil ve dijital dönüşümün de istikrarlı büyümede odak noktası olacağının altı çizilmiştir².

Türkiye çeşitli sektörlerde 2053 yılına kadar önemli azaltımlar yapmayı öngörmüştür. Bunlar; enerji sektörü, imalat sanayi, binalar, ulaşım sektörü, atık sektörü, tarım sektörü ve LULUCF olarak kısaltılan arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılıktır. Bu sektörlerin her biriyle de ilgili alt stratejiler belirlenmiştir.

Çalışmada Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatıyla belirlenen ilkeler ise Türkiye'nin İklim Değişikliği Politikaları arasındaki uyum araştırılacaktır.

2. YEŞİL MUTABAKAT İLE İKLİM HEDEFLERİ İLİŞKİSİ

EU Green Deal ile belirlenen hedefler ve Türkiye'nin bununla ilgili çıkarmış olduğu Uzun Dönemli İklim Stratejisi ilişkilerini incelemekte yarar bulunmaktadır.

2.1. 2030 VE 2050 İÇİN İKLİM HEDEFLERİNİ ARTIRMAK

Avrupa Yeşil Mutabakatının ortaya koymuş olduğu vizyon 2050'de iklim nötr olan bir bölge haline gelmektir. Böylece BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne sunacağı

¹ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

² https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf

uzun vadeli stratejinin de temeli oluşacaktır. Buradaki amaç, iklim nötr hedefi doğrultusunda ekonomiyi modernize etmek ve dönüştürmektir. Ayrıca sera gazı azaltım seviyesini de 1990'lara kıyasla %50- 55 seviyelerini çıkartmak da hedeflenmektedir. Bu politika reformları, ekonomik sistemde etkili karbon fiyatlanmasına da yardımcı olacaktır. İş dünyasında ve tüketicilerde davranış değişiklikleri teşvik edilecektir¹.

Türkiye de bu doğrultuda en geç 2038 yılına kadar sera gazı emisyonlarında zirveye ulaşmayı ardından da bunu kademeli olarak azaltarak 2053 yılında net sıfır emisyonu ulaşmayı planlamaktadır. Ortaya koyduğu stratejiyle tarım, sanayi, enerji, ulaştırma ve hizmetler de dahil olmak üzere tüm sektörlerde yapısal dönüşümler ön görülmektedir. Türkiye'nin ihracat vizyonu, küresel eğilimler dikkate alınarak yüksek katma değerli, çevre dostu, markalı ürün ve hizmetlerle uluslararası mal ve hizmet ticaretinde sürdürülebilir bir şekilde inşa edilecektir².

Görüldüğü gibi Türkiye'nin hedefleriyle Yeşil Mutabakat birbiriyle tutarlıdır. Tek fark Yeşil Mutabakat 2050 yılına kadar kademeli bir azaltım ön görürken, Türkiye yapmış olduğu yatırımların da etkisiyle 2038 yılında sera gazları açısından zirveyi görmeyi daha sonra ise 2053 yılında nötr hale gelmeyi hedeflemektedir. Bununla birlikte Yeşil Mutabakatta 1990 yılına göre bir karşılaştırma söz konusuysa Türkiye karşılaştıracığı durumu belirlememiştir.

¹ Avrupa Yeşil Mutabakatı, Yeşil Düşünce Derneği Yeşil Ekonomi Çalışma Grubu çevirisi

²https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

2.2. TEMİZ, UYGUN MALİYETLİ VE GÜVENLİ ENERJİ SAĞLAMAK

Yeşil Mutabakat çerçevesinde, enerji sistemlerinin karbon emisyonlarından arındırılması büyük bir öneme sahiptir. Bu doğrultuda, kömür ve gri hidrojen kullanımının hızla sonlandırılarak, büyük ölçüde yenilenebilir kaynaklara dayalı bir enerji sektörü oluşturulması gerekmektedir. Enerji arzının, tüketiciler ve işletmeler için hem güvenilir hem de uygun maliyetli olması esastır. Temiz enerjiye geçiş sürecinde, tüketicilerin bu dönüşüme aktif olarak dahil edilmesi ve bundan fayda sağlaması sağlanmalıdır. Bununla birlikte, temel yaşam standartlarını karşılamak için gerekli enerjiye erişemeyen hanelerin karşı karşıya olduğu enerji yoksulluğu riski de göz önünde bulundurulmalıdır. İklim nötrlüğüne geçiş, aynı zamanda akıllı altyapı yatırımlarını da gerektirir. Sınır ötesi ve bölgesel iş birliğinin artırılması, temiz enerji geçişinin faydalarını daha uygun maliyetlerle elde etmeye olanak tanıyacaktır¹.

Türkiye Uzun Dönem İklim Stratejisinde de bu konuya yer vermiş ve stratejiler geliştirmiştir. Enerji sektöründe;

- Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretiminin Payının Artırılması
- Düşük Karbonlu Çözümlerin Geliştirilmesi
- Esneklik Teknolojilerinin Geliştirilmesi ve Genişletilmesi
- Dijital Dönüşümü Gerçekleştirmek
- Üretim, İletim ve Dağıtımda Enerji Verimliliğinin İyileştirilmesi
- Talep Yönetiminin Sağlanması²

¹ Avrupa Yeşil Mutabakatı, Yeşil Düşünce Derneği Yeşil Ekonomi Çalışma Grubu çevirisi

²https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

stratejileri ortaya konmuştur.

Ayrıca binalar açısından da

- Binalarda Doğrudan Kullanılan Enerjinin Karbondan Arındırılması
- Neredeyse Sıfır Enerjili Binaların Uygulanmasının İlerletilmesi
- YeS-TR'nin benimsenmesini teşvik etmek¹

stratejileri geliştirilerek yalnızca endüstride değil ev kullanımlarında da temiz enerjiye geçiş öngörülmüştür. Geliştirilen bu stratejilerle Yeşil Mutabakatın Temiz, Uygun Maliyetli ve Güvenli enerji sağlamak ilkesinin yerine getirilmesinin amaçlandığı görülmektedir. Türkiye bunun için 2030'da Birincil enerji tüketimi %16 oranında azaltılarak 100 milyon ton CO₂ emisyonu önlemeyi planlamaktadır. Bunun yanında Nükleer enerjide kurulu güç 4,8 GW'a çıkarılacaktır. Ayrıca Elektrolizör kapasitesi 2 GW'a, pil kapasitesi 2,1 GW'a çıkarılacaktır. 2035'de enerji yoğunluğu %35 oranında azaltılacak, güneş ve rüzgar enerjisinin kurulu gücü 4 katına çıkarılacak, nükleer enerji kurulu gücü 7,2 GW'a çıkarılacak ve elektrolizör kapasitesi artırılacaktır. 2053'de ise birincil enerjide yenilenebilir enerjinin payı %17'den %50'ye çıkarılacak, Elektrolizör kapasitesi de 70 GW'a çıkarılacaktır².

2.3. İNŞAAT VE YENİLEMEDE ENERJİ VE KAYNAK VERİMLİ YOL

Binaların inşası ve yenilenmesi, önemli ölçüde enerji ve mineral kaynaklarını gerektirir. Bunun yanında binaların tüketilen enerjinin %40'ından sorumlu oldukları düşünülmektedir. AB ve Üye Devletler, enerji verimliliği ve uygun maliyetli enerjiyi

¹https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

²https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

sağlayabilmek için kamu ve özel sektördeki binaları yenilemelidir. Binaların yenilenmesi hem enerji faturalarını düşürecek hem de enerji yoksulluğunu azaltacaktır¹.

Yukarıda da açıklandığı gibi binalarla ilgili doğrudan üç strateji geliştirilmiştir. Bu yolla binalardaki enerji kullanımının temiz enerjiye dönüştürülmesi ön görülmüştür. Ancak binaların inşa ve yenilenmeleriyle ilgili bir strateji geliştirilmemiştir.

Binaların enerji kullanımıyla ilgili hedefler; 2025’de 2000 m² ve üzeri kullanım alanına sahip yeni binaların Neredeyse Sıfır Enerjili Bina (nZEB) standartlarını karşılaması gerekecektir. 2030 yılında kamu binalarında %30 enerji tasarrufu sağlanacaktır. 2033 yılında tüm yeni binaların Enerji Performans Sertifikası (EPC) Sınıf A derecesine sahip olması gerekecektir. 2043 yılında tüm yeni binalar Net Sıfır Operasyonel Karbon Binaları olarak inşa edilecektir. 2053 yılında ise bina sektöründeki emisyonlar neredeyse sıfıra indirilecek ve 30 yılda 2 milyar ton CO₂ eşdeğeri emisyon önlenecektir².

2.4. TEMİZ VE DÖNGÜSEL ÇEVRE İÇİN EKONOMİ

İklim nötrlüğüne ulaşmak ve döngüsel bir ekonomiyi hayata geçirmek için endüstrinin kapsamlı bir dönüşüm sürecine girmesi gerekmektedir. AB endüstrisi dönüşüm sürecine başlamış olsa da, hâlâ sera gazı emisyonlarının %20’sinden sorumludur. Ayrıca kullanılan hammaddelerin yalnızca %12’si geri dönüşümle elde edilmektedir. Çelik, çimento ve kimya gibi Avrupa ekonomisi için kritik öneme sahip, enerji yoğun endüstrilerin karbondan arındırılması ve modernize edilmesi temel bir gerekliliktir. Döngüsel Ekonomi Eylem Planı

¹ Avrupa Yeşil Mutabakatı, Yeşil Düşünce Derneği Yeşil Ekonomi Çalışma Grubu çevirisi

²https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

kapsamında, tüm ürünler için ortak bir metodoloji ve ilkeler doğrultusunda döngüsel tasarımı destekleyen sürdürülebilir ürün politikaları geliştirilecektir. Öncelik, materyallerin geri dönüştürülmeden önce azaltılması ve yeniden kullanılması üzerine olacaktır. Çevreye zarar veren ürünlerin AB pazarına girişini engellemek için yeni iş modelleri teşvik edilecektir. Sürdürülebilir ürün politikası, aynı zamanda atık miktarını büyük ölçüde azaltma potansiyeline sahiptir. Atığın kaçınılmaz olduğu durumlarda ise ekonomik değeri geri kazanılmalı ve çevresel etkileri en aza indirilmelidir. Yeşil Mutabakat hedeflerine ulaşmak için dijital teknolojiler de kritik bir rol oynayacaktır. AB Komisyonu, yapay zeka, 5G, bulut bilişim, uç bilişim ve nesnelerin interneti gibi dijital teknolojilerin iklim değişikliğiyle mücadelede ve çevreyi koruma politikalarında etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla gerekli önlemleri araştıracaktır. Bu teknolojilerin, politikaların etkinliğini hızlandırması ve en üst düzeye çıkarması hedeflenmektedir¹.

2053 Uzun Dönem İklim Stratejisi'nde bu konuya da yer verilmiştir. Hem sanayi hem de atık yönetimi için stratejiler belirlenmiştir.

İmalat sanayi için;

- Talep Yönetiminin Sağlanması
- Sanayide Yenilenebilir Enerji Kullanımının Artırılması
- Ürünlerin Karbon Ayak İzini Azaltmak
- Hidrojen Teknolojilerinin Kullanımı
- Karbon Yakalama, Kullanımı ve Depolama
- Sürdürülebilirlik Raporlamasını Teşvik Etmek

¹ Avrupa Yeşil Mutabakatı, Yeşil Düşünce Derneği Yeşil Ekonomi Çalışma Grubu çevirisi

- Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin ve Florlu Sera Gazlarının Azaltılması¹

Stratejileri ön görülürken atık sektörü için de;

- Atık ve Atık Su Oluşumunun Önlenmesi ve Azaltılması
- Atıkların Yüksek Kaliteli Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım Oranlarının Artırılması
- Ön İşlemden Geçmeden Çöp Sahalarına Gönderilen Atık Oranının Azaltılması
- Yenilikçi Teknolojilerle Atık Su Yönetim Altyapısının İyileştirilmesi
- Döngüsel Ekonomiye Geçiş ve Etkin Atık Yönetimi için İnsan Kaynaklarının Geliştirilmesi ve Toplumsal Dönüşümün Sağlanması
- Döngüsel Ekonomiye Geçiş ve Atık Yönetiminin İyileştirilmesi için Teşvik ve Finansman Mekanizmalarının Geliştirilmesi
- Üretimde Atıkların Hammadde/Kaynak Olarak Kullanımının Artırılması
- Atık Yönetiminde Kullanılan Araçlardan Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılması² stratejileri hedeflenmiştir.

Bu hedefler doğrultusunda 2030 yılında arıtılmış atık suyun tekrar kullanım oranı %15'e çıkarılacak ve atık su arıtma hizmetlerindeki nüfus kapsamı %100'e çıkarılacaktır. 2035 yılında kontrolsüz döküm sahalarına atık alımına son verilecektir. 2053 yılında ise belediye atıklarının geri kazanım

¹https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

²https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

oranı %70'e çıkarılacak, atıkların ayrıştırılmadan çöp sahalarına gönderilmesi ortadan kalkacak ve arıtılmış atık suyun yeniden kullanım oranı %20'ye çıkarılacaktır¹.

Türkiye'nin bu açıdan da Yeşil Mutabakat hedefleriyle uyumlu olduğunu söylemek mümkündür.

2.5. SÜRDÜRÜLEBİLİR VE AKILLI HAREKETLİLİĞE GEÇİŞİN HIZLANDIRILMASI

EU'da sera gazı emisyonlarının dörtte biri ulaşımdan kaynaklanmakta ve giderek artmaktadır. İklim nötr hedefine ulaşabilmek için 2050 yılına kadar ulaşımdan kaynaklanan emisyonların %90'a kadar azaltılması gerekmektedir. Bunun için çoklu taşımacılığın desteğine ihtiyaç vardır. EU karayolu ile yapılan iç yük taşımacılığının %75'ini demiryoluna ve iç su yollarına kayması gerekmektedir. Ayrıca demiryollarının ve iç su yollarının kapasitesini artıracak önlemlere de ihtiyaç vardır. Bunun yanında ulaşım sistemi ve alt yapısı, kentsel alanlarda tıkanıklığı ve kirliliği azaltabilecek yeni sürdürülebilir hareketlilik hizmetlerini desteklemek için uygun hale getirilecektir. Ulaşımın fiyatı, çevre ve sağlık üzerindeki etkisini yansıtılmalıdır. Fosil yakıt sübvansiyonları sona erdirilmelidir. Buna paralel olarak sürdürülebilir alternatif ulaşım yakıtlarının üretimi ve dağıtımı artırılmalıdır. Ulaşım özellikle şehirlerde çok daha az kirlletici hale gelmelidir².

2053 Uzun Dönem İklim Stratejisi'nde de konuyla ilgili stratejiler geliştirilmiştir.

Bunlar;

- Daha Sürdürülebilir Deniz ve Demiryolu Taşımacılığı Modlarına Öncelik Verilmesi
- Ulaştırma Sektöründe Verimliliğin Artırılması

¹https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

² Avrupa Yeşil Mutabakatı, Yeşil Düşünce Derneği Yeşil Ekonomi Çalışma Grubu çevirisi

- Ulaştırma Sektöründe Sürdürülebilir/Temiz Enerji Kaynaklarının Kullanımının Teşvik Edilmesi
- Ulaştırma Sektöründe Dijital Altyapı Faaliyetlerinin Uygulanmasıdır¹.

Bu doğrultuda, 2035 yılında elektrikli araç sayısı 4,2 milyona çıkarılacak, 347 bin şarj istasyonu kurulacak ve elektrikli araçlarda yüzde 75 yerlilik oranına ulaşılabacaktır. 2053 yılında ise demiryollarının elektrikleştirilmesi tamamlanacak, 7.000 km Yüksek Hızlı Tren (YHT) ve Hızlı Tren (YHT) hattı inşa edilecek ve Lojistikte demiryollarının payı yüzde 5'ten yüzde 22'ye çıkacaktır².

Özellikle ulaşımdaki ağırlığın deniz ve demir yollarına aktarılması ve burada da temiz enerjiye geçiş, iklim nötr hedefini sağlamaya önemli katkıları olacak stratejilerdir.

2.6. TARLADAN SOFRAYA: ADİL, SAĞLIKLI VE ÇEVRE DOSTU BİR GIDA SİSTEMİ TASARLAMAK

Gıdaların güvenli, besleyici ve yüksek kaliteli olmaları küresel sürdürülebilirlik standardı olmalıdır. Yeni teknolojiler ve bilimsel keşifler, sürdürülebilir gıda için artan kamu bilinci ve taleple birlikte tüm paydaşlara fayda sağlayacaktır. Çiftçiler ve balıkçılar burada kilit aktörlerdir. Bu stratejiyle çiftçi ve balıkçıların iklim değişikliğiyle mücadele, çevre ve biyoçeşitliliği koruma çabaları güçlenecektir. Ortak tarım ve balıkçılık politikaları bir yandan çiftçiler, balıkçılar ve aileleri için uygun bir yaşam standardı sağlarken, diğer yandan bu çabaların desteklemedeki temel görevlerine de devam edecektir. Bu yöndeki stratejik planların, kimyasal tarım zehirlerinin yanı sıra suni gübrelerin ve antibiyotiklerin de kullanımı ve risklerini önemli oranda azaltmak için yüksek bir kararlılığı yansıtmaları

¹https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

²https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

gerekecektir. Bu strateji aynı zamanda döngüsel bir ekonomi sağlamaya da katkı sağlayacaktır. Bu ilke, sürdürülebilir gıda tüketimini teşvik etmek ve herkes için bütçelerine uygun sağlıklı gıdayı desteklemek amacıyla çalışacaktır¹.

2053 Uzun Dönem İklim Stratejisi'nde de tarım sektörü için stratejiler belirlenmiştir. Belirlenen bu stratejiler Yeşil Mutabakata büyük oranda uymaktadır. Belirlenen stratejiler şöyledir;

- Toprak ve Su Yönetiminin İyileştirilmesi
- İklim Akıllı Tarım Uygulamalarının Yaygın Olarak Benimsenmesi
- Tarımsal Üretimde Kayıp, Atık ve Artık Yönetiminin İyileştirilmesi
- Cinsiyet Dengesi Göz Önünde Bulundurularak Eğitim, Farkındalık ve Kapasite Geliştirme Faaliyetlerinin Yaygın Uygulanması².

Türkiye bu ilkeyle ilgili 2030 yılında planlanan hayvan üretimi, her coğrafi bölgeye uygun hayvan türleri, ırkları ve sistemleri hakkında önerilen raporlara göre tamamlanacaktır. 2053 yılında ise tüm parçalı arazilerin birleştirilmesi tamamlanacak, tarım arazilerinin en az %10'u organik tarım için kullanılacak, sulama verimi %65'e çıkarılacak, Hayvancılıktan kaynaklanan emisyonlar, yem istihkakının ve yem çeşitliliğinin optimize edilmesiyle azaltılacak ve biyogaz tesisleri genişletilecektir³.

¹ Avrupa Yeşil Mutabakatı, Yeşil Düşünce Derneği Yeşil Ekonomi Çalışma Grubu çevirisi

²https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

³https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

2.7. EKOSİSTEMLERİ VE BİYOÇEŞİTLİLİĞİ KORUMAK VE İYİLEŞTİRMEK

Bütün EU politikalarının, Avrupa'nın doğal sermayesini koruma ve iyileştirmeye katkı sağlaması hedeflenmiştir. Orman ekosistemleri, iklim değişikliğinin bir sonucu olarak artan bir baskı altındadır. İklim nötr hedefine ulaşabilmek için ormanlık alanların hem nitelik hem de nicelik açısından geliştirilmesi gerekmektedir. İklim değişikliğinin üstesinden gelmede sürdürülebilir bir mavi ekonomi ana rol oynayacaktır. Kalıcı bir çözüm için, sağlıklı ve dirençli denizleri ve okyanusları da içine alan doğa temelli çözümlere daha çok odaklanmak gerekmektedir¹.

2053 Stratejisi'nde ise LULUCF olarak kısaltılan arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılıkla ilgili stratejiler belirlenmiştir.

Bunlar;

- Proaktif Restorasyon ve Koruma Tedbirlerinin Uygulanması
 - Yüksek Katma Değerli Dairesel Biyoekonomiye Geçiş
 - Ar-Ge ve İnovasyonun Teşviki
- stratejileridir. Ayrıca doğrudan biyoçeşitlilikle ilgili;
- Habitat parçalanması ve değişimi, kirlilik ve aşırı kullanım gibi biyoçeşitliliği ve ekosistem hizmetlerini tehdit eden faktörlerin baskısının azaltılması,

¹ Avrupa Yeşil Mutabakatı, Yeşil Düşünce Derneği Yeşil Ekonomi Çalışma Grubu çevirisi

- Korunan alanların alanını artırmak, karbon emici alanları genişletmek ve ekosistemleri geri kazanmak¹ strateji olarak belirlenmiştir.

Türkiye bununla ilgili 2030 yılında sektörde Ar-Ge ve inovasyonu güçlendirmeye yönelik proje finansmanı 2020 seviyelerine göre iki katına çıkarılacaktır. 2053 yılında ise ekosistemler proaktif restorasyon ve koruma yoluyla korunacak, yerleşim yerlerinde odunsu yeşil alanların oranı artırılacak, AB Karbon Giderimi Sertifikasyon yönetmeliklerine benzer ve uyumlu mekanizmalar geliştirilecek ve ormanlarda döngüsel ekonomi bileşenleri uygulanacak ve orman ürünleri sektörünün ham odun malzeme talebi azaltılacaktır².

2.8. TOKSİK İÇERMİYEN BİR ÇEVRE İÇİN SIFIR KİRLİLİK HEDEFİ

Toksik içermeyen bir çevre yaratmak için, kirliliğin oluşmasını engellemenin yanı sıra kirliliği temizlemek ve azaltmak için uygulamalar da gereklidir. Yeraltı ve yer üstü kaynaklarına doğal işlevi geri kazandırılmalıdır. Göller, nehirler, sulak alanlar ve haliçlerdeki biyoçeşitliliği korumak, eski haline getirmek ve aynı zamanda sellerden kaynaklanan kirliliği önlemek ve sınırlandırmak da önemlidir. EU komisyonu, yerel otoritelere daha temiz havaya ulaşmada yardımcı olmak için izleme, modelleme ve hava kalitesi planları üzerine güçlendirilmiş hükümler önerecektir. Endüstriyel tesislerden oluşan kirliliği ele almak için de önlemler gözden geçirilecektir. Toksik içermeyen bir çevreyi teminat altına almak adına sürdürülebilirlik için bir kimyasallar stratejisi belirlenecektir. Bu strateji hem vatandaşları hem de çevreyi zararlı kimyasallara

¹https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

²https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

karşı korumada ve güvenli, sürdürülebilir alternatifleri geliştirmek için inovasyona teşvik etmede yardımcı olacaktır¹.

Yukarıda da değinildiği gibi 2053 Uzun Dönem İklim Stratejisi'nde atık sektörü için sekiz strateji belirlenerek konuya gereken önem verilmiştir.

3. 2053 İÇİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ POLİTİKALARI

Türkiye çeşitli sektörlerde 2053 yılına kadar önemli azaltımlar yapmayı öngörmüştür. Bunlar; enerji sektörü, imalat sanayi, binalar, ulaşım sektörü, atık sektörü, tarım sektörü ve LULUCF olarak kısaltılan arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılıktır. Bu sektörlerin her biriyle de ilgili alt stratejiler belirlenmiştir. Bunlara yukarıda değinilmiştir. Türkiye ayrıca iklim değişikliğiyle mücadelede verilerin takip edilmesi için çeşitli modeller geliştirmiştir. Bu modeller sayesinde 2100 yılına kadar projeksiyonlar çıkarılabilmektedir. Yukarıda incelenen azaltımlar sonucunda Türkiye'nin 2053 yılı için genel iklim hedefleri ortaya çıkmıştır. Bu hedefler için de alt stratejiler belirlenmiştir.

Türkiye su kaynakları yönetimi için de stratejiler belirlemiştir. Su kıtlığını dikkate alarak 2010 yılından itibaren havza tabanlı yönetim stratejisini benimseyen Türkiye, 2053 yılı hedefleri için de stratejiler belirlemiştir.

Bunlar;

- Su kaynakları yönetiminin güçlendirilmesi,
- Su bilgi sisteminin geliştirilmesi,
- Su kaynaklarının korunması,

¹ Avrupa Yeşil Mutabakatı, Yeşil Düşünce Derneği Yeşil Ekonomi Çalışma Grubu çevirisi

- Su verimliliğine yönelik yenilikçi yaklaşımlar geliştirilmesi,
- Eğitim, Farkındalık, Kapasite Geliştirme ve Ar-Ge Faaliyetlerinin Güçlendirilmesi stratejileridir.

Su kaynaklarının yönetiminin güçlendirilmesi için üç başlık öne çıkarılmıştır. Bunlar uzun vadede havza ve kentsel yönetim planlarının tamamlanması, Su Kanunu ve Taşkın Kanunu'nun çıkarılmasıdır¹. Burada belirtmek gerekir ki Su Kanunu'nun çıkarılması uzun zamandır gündemde olan bir konudur. Ancak geçen on yıllar boyunca henüz yasalaşamamıştır.

Su bilgi sisteminin geliştirilmesi için Ulusal Su Bilgi Sistemi güçlendirilecektir. Yüzey ve yeraltı sularının niceliği, niteliği ve sektörel su tüketimi verileri izlenerek bu sisteme aktarılacaktır².

Su kaynaklarının korunması için öncelikle Nehir Havzası Yönetim Planları hazırlanacaktır. Böylece su kaynaklarının kalite ve miktar açısından sürdürülebilirliği sağlanacaktır. Ayrıca her sektörün gelişme projeksiyonlarına bağlı olarak onların su ihtiyaçlarını sürdürülebilir bir şekilde karşılamak için Sektörel Su Tahsis Planları hazırlanacaktır. İçme suyu havzalarına özgü planlar, içme suyunun temin edildiği veya temin edilmesi planlanan yüzey ve yeraltı su kaynaklarının korunması, kirlenmesinin önlenmesi, kirlenmiş suların rehabilite edilmesi ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması amacıyla uygulanacaktır. İçme Suyu Güvenliği Planları, uygun risk analizi yöntemleri aracılığıyla su kalitesini ve miktarını olumsuz etkileyebilecek veya içme suyu tedarik ve dağıtım sisteminin verimli çalışmasını engelleyebilecek tehlikeleri belirlemek için

¹https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

²https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

hazırlanacaktır. Ayrıca kuraklık risklerini en aza indirebilmek için Kuraklık Yönetim Planları geliştirilmiştir. Bu planlarda belirlenen önlemler uygulanmaya devam edecektir¹. Böylece değişik amaçlarla ilgili alanlarda yönetim planları hazırlanarak suyun korunarak etkin kullanılması sağlanacaktır.

Su verimliliğine yönelik yenilikçi yaklaşımlar geliştirilmesi için öncelikle İklim Değişikliğine Uyum Çerçevesi kapsamında, paydaş kurum ve kuruluşların sektörel su verimliliği stratejilerini ve eylemlerini hayata geçirmeleri için işbirliği, izleme ve rehberlik içeren bir Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023-2033) uygulanacaktır. Şehirlerde su kayıplarını azaltmak için akıllı sayaçlar, kaçak tespit sensörleri gibi yenilikçi teknolojiler uygulanacak ayrıca kişi başına düşen günlük su tüketimini 2030 yılında 120 litreye, 2050 yılında da 100 litreye düşürecek farkındalık ve eğitim çalışmaları yapılacaktır. Bunun yanında tarımda da su kullanım verimliliğini artırmayı teşvik eden uygulamalara geçilecektir. Yağmur suyu hasadı, kuraklığa dayanıklı peyzaj uygulamaları, yapay sulak alanlar, yeşil çatılar, geçirgen kaldırımlar ve mavi-yeşil altyapı gibi doğa temelli çözümlerin desteklenmesi, iklime dayanıklı kentsel altyapının oluşturulmasına katkıda bulunacaktır. Endüstride de su tüketimini azaltacak en yenilikçi teknolojilerin kullanılması teşvik edilecektir². Suyun kaynaktan son kullanıcıya ulaştırılması sürecinin tamamını mümkün olduğunca etkili ve verimli bir şekilde yönetmek için uçtan uca modern su yönetim sistemlerini içeren bir Akıllı Su Yönetim Sistemi uygulanması hedeflenmektedir. Bunun yanında su kullanımını Denetleyecek Su Verimliliği Bilgi Sistemi kurulacaktır³.

¹https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

² TOB, “Değişen İklim Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023 – 2033).”

³https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

Sonuç itibariyle su kaynaklarıyla ilgili ortaya çıkan hedefler şunlardır;

- Su Yasası ve Taşkın Yasası çıkarılacak,
- Nehir Havzası Yönetim Planları, İçme Suyu Güvenliği Planları ve Sektörel Su Tahsis Planları hazırlanacak,
- Akıllı Su Yönetim Sistemi uygulanacak,
- Şehirlerdeki su kayıp oranı 2033'e kadar %25'e düşürülecek,
- Kişi başına düşen günlük su tüketimi 2030 yılına kadar 120 litreye, 2050 yılına kadar ise 100 litreye düşürülecek,
- Tarımsal sulama verimliliği 2030 yılına kadar %60'a, 2050 yılına kadar ise %65'e çıkarılacak,
- 2030 yılına kadar sanayide %50'ye varan su verimliliği sağlanacak,
- Turizm sektöründe 2030 yılına kadar yüzde 40'a varan su verimliliği sağlanacaktır¹.

Eğitim, farkındalık, kapasite geliştirme ve Ar-Ge faaliyetlerinin güçlendirilmesi için kapasite oluşturma, teknoloji ve eğitim için uygulama araçları belirlenecek, kamu kurumları, akademi, STK'lar ve özel sektörle işbirliği yapılarak suyun verimli kullanımı konusunda farkındalık artırılmaya çalışılacaktır².

¹https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

²https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

Ulaşım sektöründe de 2053 hedefleri şunlardır;

- Kritik altyapıların dayanıklılığının artırılması,
- Taşımacılık ve yolcu güvenliğini sağlamak için güvenlik açığı düzeylerini azaltmak,
- Afet ve acil durumlarda erişilebilirlik ve tahliye seçeneklerinin iyileştirilmesi ve müdahale kapasitesi artırılacaktır¹.

Ulaşım sektörü açısından belirlenen hedeflerde mevcut yolların elden geçirilmesi göze çarpmaktadır. İstanbul başta olmak üzere büyük şehirlerde özellikle şehir merkezlerinde sokaklar oldukça dardır ve bu acil durumlarda erişilebilirliği önemli ölçüde kısıtlamaktadır. Aynı zamanda bir deprem ülkesi olan Türkiye 2053 hedefleri arasında buna yer vermesi önemlidir.

Biyoçeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri açısından belirlenen hedefler ise

- Habitat parçalanması ve değişimi, kirlilik ve aşırı kullanım gibi biyoçeşitliliği ve ekosistem hizmetlerini tehdit eden faktörlerin baskısının azaltılması,
- Korunan alanların alanını artırmak, karbon emici alanları genişletmek ve ekosistemleri geri kazanmaktır.

Bu hedef açısından özellikle korunan alanlar üzerinde durmak gerekir. Korunan alanlar ayrı kanuna sahip ve insan müdahalesinin olabildiğince az tutulduğu alanlardır. Özellikle nadir ve tehlike altında olan türlerin bulunduğu bölgelerin korunan alan statüsüne alınması biyoçeşitliliğin korunmasına hizmet edecektir.

¹https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

Enerji sektörü için 2053 hedefleri doğrultusunda belirlenen hedefler;

- Elektrik enerjisi sistemlerinde iklim değişikliğine uyumun göz önünde bulundurulacak,
- Mevcut fosil yakıt bazlı tesislerin altyapısı gözden geçirilecektir¹.

Enerji sektöründe daha önce azaltımlar açıklanırken belirtildiği gibi yenilenebilir enerji ve fosil yakıtlar arasında yenilenebilir enerji lehine bir artış hedeflenmektedir. Mevcut fosil yakıtlı tesislerin altyapılarının da denetlenmesi olumlu bir hedeftir. Çünkü fosil yakıt üretimi artık görece eskide kaldığı için iklim hedefleri doğrultusunda bu yerlerin güncellenmeleri yerinde olacaktır.

Üretim sanayi sektörü için belirlenen hedefler;

- Daha yüksek teknoloji ve iklim dostu ürünler üretmeye doğru geçiş, uyum kapasitesini artırırken kırılganlığı azaltacaktır.
- Üretim tesislerini afetlerden korumak için planlama çalışmaları yapılacak, stratejik, büyük ölçekli tesisler ve büyük endüstriyel kaza riski taşıyan tesisler önceliklendirilecektir.
- İmalat sanayiinde gönüllü girişimler, sektör temsilcisi örgütler ve meslek kuruluşları öncülüğünde yürütülen çalışmalar uyum kapasitesini güçlendirecektir.
- Fiziksel iklim risklerini değerlendirmek için bir risk analiz aracı geliştirilecektir².

¹https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

²https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

Türkiye üretim sanayinde de iklim dostu ürünlere yönelecek olması olumlu bir gelişmedir. Daha önce de belirtildiği gibi afetler Türkiye için büyük sorundur. Buna yönelik tedbirlerin fiziksel iklim riskleri için analiz aracı geliştirilmesi, önlem almayı ve riski azaltmayı kolaylaştıracaktır.

Şehirler için belirlenen 2053 hedefleri;

- Kentsel alanlara yönelik risk haritaları, mekansal veriler kullanılarak oluşturulacak,
- Sel riski taşıyan alanların analiz edilmesi için yağış senaryolarına dayalı sel hesaplamaları ve haritaları oluşturulacak ve uygun dönüşüm modelleri belirlenecek,
- Bina çatılarının ve cephelerinin aşırı hava olaylarına karşı dayanıklılığını artıran ve kentsel ısı artışını önleyen yerel olarak uygun malzemeler için standartlar oluşturulacak ve teşvik edilecek,
- Drenaj sistemleri yeniden yapılandırılacak, birleşik kanalizasyon sistemleri (yağmur suyu ve atık su) ayrılacak ve geçirgen yüzey malzemelerinin ve yeşil koridorların kullanımı teşvik edilecek,
- İklim değişikliğine uyum kapsamında mekânsal planlama süreçleri yeniden ele alınacak, kuraklığa dayanıklı ve estetik açıdan hoş kentsel alanlar yaratılacak,
- Tahliye kaçış koridorları oluşturulacak, kapalı akarsu kanalları açılacak ve akarsu yataklarının etrafında tampon bölgeler oluşturulacaktır¹.

¹https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

Şehirler için de risk haritalarının çıkarılması riski azaltmayı sağlayacak olumlu bir gelişmedir. Şehirlerde çarpık kentleşmenin yarattığı en büyük sorunlardan biri dere yataklarındaki yapılaşmadır. Dolayısıyla seller şehirler için önemli risk oluşturmaktadır. 2053 hedefleri de bu riski azaltmaya yönelik adımlardır.

Turizm sektörü için;

- Sürdürülebilir Turizm Programının kapsamı genişletilecek ve yeni bölgelere yayılacak,
- Kültürel miras alanlarında etki değerlendirmeleri ve risk analizleri yapılacak ve koruyucu önlemler uygulanacak,
- Hassasiyet ve risk analizlerinin sonuçlarına göre mekansal planlama çalışmaları yürütülecek,
- İklim değişikliğine karşı dayanıklılığı artırmayı amaçlayan politikalar ve stratejiler oluşturulacak ve uygulanacaktır¹.

Tarım sektöründe belirlenen 2053 hedefleri;

- Tarım arazilerinin ve meraların kalitesinin korunması sağlanacak,
- Çevre dostu ve iklim değişikliğine uyum kapasitesini artıran geleneksel ve doğal yöntemlere yönelik çalışmalar yoğunlaştırılacak,
- Türkiye genelinde organik tarım ve iyi tarım uygulamaları yapan çiftçi sayısı artırılabilecek,
- Toprak işlemez tarım, korumacı ve yenileyici tarım uygulamaları, yağmur suyu hasadı, permakültür ve canlı rüzgar kırıcıların kullanımı teşvik edilecek,

¹https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

- Doğa temelli çözümler kullanılarak ekosistem temelli bir gıda üretim modelinin uygulanması ve yaygınlaştırılması sağlanacak,
- Tarımda kuraklık, sel, dolu ve su baskınlarının etkilerini azaltmak için hafifletme ve uyum sistemleri geliştirilecek ve uygulanacak,
- İklimle nispeten daha az duyarlı bitki ve hayvan türlerinin geliştirilmesi, ayrıca adaptasyon yeteneği yüksek yerel türlerin korunması, desteklenmesi ve yaygınlaştırılması sağlanacak,
- Kritik altyapı (sulama, soğuk zincir, modern depolama, ulaştırma altyapısı vb.) ile ilgili kayıp ve hasarların azaltılmasına yönelik sigorta sistemi geliştirilecektir¹.

Sağlık için belirlenen hedefler;

- İklim değişikliğinin sağlık üzerindeki etkilerini azaltmak için tüm uyum politikaları Sağlık Etki Değerlendirmesi (HIA) sürecine dahil edilmesi,
- İklim değişikliğine uyumlu sağlık izleme ve gözetim sistemleri kurulması,
- İklimle duyarlı hastalıklar için erken uyarı ve hızlı yanıt mekanizmaları ile müdahale planlarının geliştirilmesi,
- Dünya Sağlık Örgütü'ne göre 2030-2050 yılları arasında iklim kaynaklı ölüm olaylarında beklenen artışa karşı hazırlıklar yapılacaktır².

Afet riskinin azaltılması için;

¹https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

²https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

- Afetlere karşı dayanıklılığın sağlanması için afet riskini azaltmayı amaçlayan yatırımlarla dayanıklı altyapı sistemleri oluşturulacak,
- Afet riskini azaltmak ve afetlere karşı dayanıklılığı artırmak için dayanıklı altyapı sistemleri inşa etmek amacıyla yatırımlar yapılacaktır,
- Uluslararası standartlara uyumu sağlanarak yenilikçi teknolojiler kullanılarak erken uyarı ve tahmin sistemleri geliştirilecek,
- Yenilikçi teknolojiler kullanılarak erken uyarı ve tahmin sistemleri geliştirilecek ve bu sistemlerin uluslararası standartlara uygunluğu sağlanacaktır¹.

Sosyal gelişim alanında 2053 yılı hedefleri için belirlenen hedefler;

- Ailelerin iklim değişikliği ve doğal afetlere karşı dayanıklılığını artırmak için aile ihtiyaçlarına duyarlı politikalar geliştirilecek,
- Sosyal koruma sistemleri ve iklim değişikliği stratejileri ulusal ve yerel düzeylerde uyumlu hale getirilecek,
- Özellikle savunmasız gruplar arasında iklim değişikliğine uyum konusunda toplumsal farkındalık artırılacaktır².

¹https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

²https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Turkiye_Long_Term_Climate_Strategy.pdf

4. SONUÇ

İklim değişikliği 2000’li yılların ilk yüzyılına damga vurması beklenen en önemli sorun olarak Dünya’nın karşısındadır. Bu sorunu gidermek veya en azından etkilerini azaltmak için gerek uluslararası örgütler gerekse de ülkeler çeşitli stratejiler belirlemişlerdir. Bunlardan en öne çıkanı Avrupa yeşil Mutabakatı denilen belgedir. Türkiye de Avrupa Birliğine aday ülke olmasının da etkisiyle kendisini bu belgeye uyumlaştırmıştır. 2053 Uzun Dönem İklim Stratejisi bu çabanın ürünüdür.

Genel olarak bakıldığında Türkiye’nin 2053 yılı için önemli hedefler koyduğu görülmektedir. Bu hedefler başarıldığında karbon salınımlarında önemli bir azalma meydana gelecektir. Stratejinin, Yeşil Mutabakat ile uyum içinde olduğu görülmektedir. Yeşil Mutabakatta değinilen her konuya değinildiği görülmektedir.

Ancak yeşil Mutabakatta bir an önce salınımların azaltılması ön görülürken Türkiye 2038’den sonra sera gazlarında azaltımlara gitmeyi hedeflemektedir. Bunda Türkiye’nin gelişmekte olan ülkeler sınıfında olmasının etkisi elbette vardır. Fakat 2038’de maksimum seviye görüldükten sonra azaltmaya gitmek daha zor olacaktır. Ayrıca belirtilen azaltımlar için hangi yılın referans alındığı metinde çok net değildir. Örneğin Yeşim Mutabakatta referans yılı 1990’dır.

Temiz enerji açısından bakıldığında yine bir uyum göze çarpmaktadır. Türkiye’de yenilenebilir enerjinin payını artırmayı hedeflemektedir. 2030 ve 2053 yıllarında kademeli olarak bu pay artırılacaktır. Ancak Türkiye yenilenebilir enerjilerin arasına nükleer enerjiyi de kadar bunun toplamdaki payını önemli ölçüde artırmayı planlamaktadır. Nükleer enerjinin yenilenebilir enerji olmasına rağmen kurulan santrallerin çevre üzerindeki etkileri hala tartışılan bir konudur.

İnşaat ve Yenilemede Enerji ve Kaynak Verimli Yol açısından bakıldığında yine paralel hedeflerin olduğu görülmektedir. Ancak Türkiye yeni yapılacak binalar için stratejiler geliştirmiştir. Mevcut binaların dönüşümüne yönelik bir strateji yoktur. Ancak Türkiye'nin bu çalışmanın konusuna girmedeği için yer verilmeyen genel bir kentsel dönüşüm hedefi bulunmaktadır. Uzun vadede mevcut binaların tamamının yıkılıp baştan yapılması hedeflenmektedir. Yeni yapılacak binalar iklim dostu olarak yapılması amaçlandığından aslında Yeşil Muta-bakatının bu ilkesinin de tam olarak karşılandığı görülmektedir.

Temiz ve Döngüsel Çevre için Ekonomi açısından bakıldığında Türkiye yine 2030 ve 2053 için kademeli hedefler belirlemiştir. Özellikle atıkların geri kazanımı önemlidir. Türkiye'de bu kültür henüz tam yerleşmemiştir. Ancak bu hedefler sayesinde atıklar önemli ölçüde azaltılacaktır. Özellikle su ihtiyacının gittikçe arttığı günümüzde atık suların yeniden kazanımı ve su ihtiyacını gidermede payının artırılması suyun önemli ölçüde korunmasına hizmet edecektir.

Belirlenen hedefler Yeşil Mutabakatın sürdürülebilir ve akıllı hareketliliğe geçişin hızlandırılması ilkesi ile de uyum içindedir. Türkiye de taşımacılıkta yenilenebilir enerjinin kullanım oranının artırılmasını hedeflemiştir. Özellikle elektrikli araçlara geçişin teşvik edilmesi ve bu elektriğin de yenilenebilir enerjilerden karşılanacak olması önemli bir adımdır. Ayrıca şehir içi ve şehirler arası ulaşımında fosil yakıt harcamayan raylı sistemlerin kullanım oranının artırılması yine aynı amaca hizmet edecektir. Burada Yeşil Mutabakattan farklı tek konu deniz yolları ve deniz taşımacılığı konusunun açıkta bırakılmış olmasıdır. Her ne kadar hedeflerin arasında gösterilmiş olsa da bununla ilgili somut adımlar belirlenmemiştir.

“Tarladan Sofraya: Adil, Sağlıklı ve Çevre Dostu Bir Gıda Sistemi Tasarlamak” ilkesi açısından Türkiye’nin yine kendine hedefler koyduğu görülmektedir. Özellikle organik tarımın genel tarım oranındaki payı 2053 yılına kadar artırılacaktır. Ayrıca hayvansal ve tarımsal ürünlerin cinslerinin belirlenmesi ve bunlarla ilgili planların yapılması sürdürülebilirliği artıracaktır.

“Ekosistemleri ve Biyoçeşitliliği Korumak ve İyileştirmek” ilkesi açısından da İklim Stratejisinin büyük oranda örtüştüğü görülmektedir. Türkiye’de korunan alanların sayısının olabildiğince artırılacak olması ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğin korunmasına hizmet edecektir. Korunan alanlar adından da anlaşılacağı gibi insan müdahalesine görece kapalı alanlardır. Bu alanlardan turizm vb. nedenlerle yapılaşmanın sınırlı kalması ekosistemin olduğu gibi kalmasını sağlayacaktır.

“Toksik İçermeyen Bir Çevre için Sıfır Kirlilik Hedefi” ilkesi de yine iklim stratejisinde yer verilen ilkeler arasındadır. Türkiye hem zararlı atık miktarını azaltmayı hedeflemektedir. Hem de geri dönüşebilecek atıkların tamamını geri dönüştürmeyi amaçlamaktadır.

Genel olarak bakıldığında bir kaç nüans dışında İklim Stratejisi ile Yeşil Mutabakatın uyum içinde olduğunu söylemek mümkündür. Belirlenen nüanslar da Türkiye’nin özel koşullarından kaynaklanmaktadır. Elbette sadece hedefleri belirlemek yeterli değil bu hedefleri kararlı adımlarla uygulamak da önemlidir. Ancak bu bile Türkiye’nin sera gazı emisyonlarını azaltmak konusunda ciddi ve istekli olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Aydın, A., Velioğlu, N., & Ghani, M. C. Insurance Solution for Climate Change: Legislation Analysis in Türkiye. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 7(6), 37-38.
- Aydın- Coşkun, A., and Gençay, G. (2011). Kyoto Protocol and “deforestation”: A legal analysis on Turkish environment and forest legislation. *Forest Policy and Economics* 13(5): 366–377.
- Aydın-Coşkun, A., & Gençay, G. (2011). Kyoto Protocol and “deforestation”: A legal analysis on Turkish environment and forest legislation. *Forest Policy and Economics*, 13(5), 366-377.
- Berger, A., & Tricot, C. (1992). The greenhouse effect. Surveys in Geophysics., 13(6), 523–549.
- Bloomfield, J., & Steward, F. (2020). The politics of the green new deal. *The Political Quarterly*, 91(4), 770-779.
- Bolin, B. (2007). A history of the science and politics of climate change. Cambridge: Cambridge University Press.
- Buckley, N., Mills, G., Reinhart, C., & Berzolla, Z. M. (2021). Using urban building energy modelling (UBEM) to support the new European Union’s Green Deal: Case study of Dublin Ireland. *Energy and Buildings*, 247, 111115.
- Claeys, G., Tagliapietra, S., & Zachmann, G. (2019). *How to make the European Green Deal work*. Bruegel.
- Evans, S., Mehling, M. A., Ritz, R. A., & Sammon, P. (2021). Border carbon adjustments and industrial competitiveness in a European Green Deal. *Climate Policy*, 21(3), 307-317.

- Fuchs, R., Brown, C., & Rounsevell, M. (2020). Europe's Green Deal offshores environmental damage to other nations.
- Gençay, G., & Birben, Ü. (2024). Striving for sustainability: Climate-Smart Forestry measures in Türkiye. *International Forestry Review*, 26(2), 198-211.
- Gençay, G., Birben, Ü., & Aydın, A. (2019). To be “a developed country” or not to be? The effect of the Paris agreement on Turkish forest law. *Environmental monitoring and assessment*, 191, 1-14.
- Gençay, G., Birben, Ü., & Durkaya, B. (2018). Effects of legal regulations on land use change: 2/B applications in Turkish forest law. *Journal of sustainable forestry*, 37(8), 804-819.
- Güngör, E., and Şen, G. (2021). A New Carbon Absorber Application for Climate Change Mitigation: Energy Transmission Line Corridor Afforestation, Chapter 8., Conservation of Natural Resources in The Context of Climate Change. Duvar Publishing, New York.
- Haas, T., & Sander, H. (2020). Decarbonizing transport in the European Union: Emission performance standards and the perspectives for a European Green Deal. *Sustainability*, 12(20), 8381.
- Hafner, M., & Raimondi, P. P. (2020). Priorities and challenges of the EU energy transition: From the European Green Package to the new Green Deal. *Russian Journal of Economics*, 6, 374.
- Hainsch, K., Göke, L., Kemfert, C., Oei, P. Y., & von Hirschhausen, C. R. (2020). European green deal: Using ambitious climate targets and renewable energy to climb out of the economic crisis. *DIW Weekly Report*, 10(28/29), 303-310.

- Hoffmann, B., Roebbel, N., Gumy, S., Forastiere, F., Brunekreef, B., Jarosinska, D., Walker, K.D., van Erp, A.M., O’Keefe R., Greenbaum, D., Williams, M., Krzyzanowski, M., Kelly, F.J., Brauer, M., Bruyninckx, H. & Boogaard, H. (2020). Air pollution and health: recent advances in air pollution epidemiology to inform the European Green Deal: a joint workshop report of ERS, WHO, ISEE and HEI. *European Respiratory Journal*, 56(5).
- Klein, D., Carazo, M. P., Doelle, M., Bulmer, J., & Higham, A. (Eds.). (2017). The Paris agreement on climate change: analysis and commentary. Oxford University Press.
- Laurent, É. (2020). The European Green Deal: Bring back the new'. *OFCE Policy brief*, 63, 1-10.
- Leonard, M., Pisani-Ferry, J., Shapiro, J., Tagliapietra, S., & Wolff, G. B. (2021). *The geopolitics of the European green deal*. Bruegel.
- Marsh, P. G. (1874). The earth as modified by human action (pp. 656). New York, NY: Scribner, Armstrong & Company.
- Ossewaarde, M., & Ossewaarde-Lowtoo, R. (2020). The EU’s Green Deal: A Third Alternative to Green Growth and Degrowth?. *Sustainability*, 12(23), 9825.
- Perlin, J. (1989). A forest journey: The role of wood in the development of civilization (pp. 446). Cambridge, Massachusetts, USA: Harvard University Press.
- Peters, M. A., Jandrić, P., & Hayes, S. (2020). Biodigital technologies and the bioeconomy: The global new green deal?.

- Pietzcker, R. C., Osorio, S., & Rodrigues, R. (2021). Tightening EU ETS targets in line with the European Green Deal: Impacts on the decarbonization of the EU power sector. *Applied Energy*, 293, 116914.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., ... & Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *nature*, 461(7263), 472-475.
- Sabato, S., & Fronteddu, B. (2020). A socially just transition through the European Green Deal?. *ETUI Research Paper-Working Paper*.
- Samper, J. A., Schockling, A., & Islar, M. (2021). Climate politics in green deals: Exposing the political frontiers of the European Green Deal. *Politics and Governance*, 9(2), 8-16.
- Sapmaz- Veral, E. (2021). Döngüsel Ekonomi: Engeller, Stratejiler ve İş Modelleri. *Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi*, 8(1), 7-18.
- Sikora, A. (2021, January). European Green Deal–legal and financial challenges of the climate change. In *ERA Forum* (Vol. 21, No. 4, pp. 681-697). Springer Berlin Heidelberg.
- Solomon, S., Manning, M., Marquis, M., and Qin, D. 2007. Climate change 2007-the physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC (Vol. 4). Cambridge university press.
- Yıldızbaş, N. T., Hernández, H. K., Yıldırım, H., & Güneş, Y. (2023). Carbon Emissions Trading Potential of Türkiye's Forest. *BioResources*, 18(4).
- Van der Veen, C. J. (2000). Fourier and the Bgreenhouse effect. *Polar Geography*, 24(2), 132–152.

- Velioğlu, N. (2024). *An Analysis of Environmental Impact Assessment System in Terms of Carbon (Türkiye)*. New Trends And Frontiers In Engineering, ss.378-392. Ankara
- Vindel, J. M., Trincado, E., & Sánchez-Bayón, A. (2021). European Union Green Deal and the Opportunity Cost of Wastewater Treatment Projects. *Energies*, 14(7), 1994.
- Ziabina, Y., & Pimonenko, T. (2020). The Green Deal Policy for renewable energy: a bibliometric analysis. *Virtual Economics*, 3(4), 147-168.

EVALUATION OF THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN DETERMINING TREKKING TRAILS PLANNING IN NATURAL PARKS (AKDAĞ NATURE PARK SAMPLE)¹

Oğuzhan AKBAŞ²

Ender BUĞDAY³

1. INTRODUCTION

Forests, as natural resources, provide a multitude of benefits. Some of the benefits of forests include wood production, habitat for diverse flora and fauna, recreational opportunities, and outdoor activity areas. In today's fast-paced world, people find that spending time in nearby forests, national parks, or nature parks helps them recharge and reconnect with nature (Al Rousan et al., 2023). To realize the intended benefits and ensure long-term sustainability, responsible utilization of these areas is crucial. This includes considering the resident flora and fauna and fostering nature-friendly behavior among visitors (Abrams et al., 2023). Forests, as integral components of the Earth's natural resources, offer an extensive array of ecological, economic, and social benefits (Cusens et al., 2024).

¹ This research, titled "Evaluation of Remote Sensing and Unmanned Aerial Vehicle Use Opportunities in Determination of Nature Parks Trekking Routes (Afyon-Akdağ Nature Park sample)" by Oğuzhan Akbaş, 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. All authors would like to thank the 5th Regional Directorate of the General Directorate of Nature Conservation and National Parks for providing spatial data to this study.

² Freelance Forest Engineer, oguzakbas701@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1535-355X.

³ Assoc. Prof. Dr., Forest Engineering, Faculty of Forestry, Çankırı Karatekin University, ebugday@karatekin.edu.tr, ORCID: 000-0002-3054-1516.

Among the myriad advantages provided by forest ecosystems are the sustainable production of timber and other wood-based materials, which are critical for various industries and local economies (Arcilla & Strazds, 2023). Additionally, forests serve as vital habitats for a rich diversity of plant and animal species, thereby maintaining biodiversity and ecological balance (Zaman & Pramanick, 2020). They also offer significant recreational opportunities, providing spaces for activities such as hiking, camping, and wildlife observation, which contribute to physical and mental well-being (Sánchez et al., 2021; Tang, 2020).

The contemporary human condition, characterized by elevated levels of environmental stimuli and psychosocial stressors, has precipitated a growing recognition of the therapeutic value derived from immersion in natural ecosystems. Proximal arboreal environments, national parks, and designated conservation areas have emerged as focal points for investigating the restorative effects of nature exposure. Such interactions have been correlated with a reduction in psychological distress, enhanced cognitive function, and a profound augmentation of human connectedness to the biosphere (Al Rousan et al., 2023). In order to maximize these salutary outcomes and ensure the ecological integrity of these invaluable habitats, the implementation of sustainable management strategies is imperative. This necessitates a holistic approach encompassing the preservation of indigenous flora and fauna, coupled with the promotion of environmentally responsible visitor behavior to minimize anthropogenic disturbances within these delicate ecosystems (Abrams et al., 2023).

Established in 1958, Yozgat Çamlığı National Park covers 264 hectares and is Türkiye's first national park (Kervankıran & Kılıç, 2017). Türkiye has 266 nature parks (DKMP, 2024). Designated as protected areas within national or

regional jurisdictional boundaries, natural parks constitute exceptional repositories of geomorphological, botanical, zoological, and aesthetic significance. Their expansive spatial dimensions facilitate the sustained preservation of these invaluable natural resources and associated ecological processes. Moreover, natural parks often serve as cultural landscapes, embodying the unique customs, traditions, and land-use practices of indigenous or local populations. These protected areas may also harbor distinctive geological formations, hydrological features, or biological assemblages that contribute to their exceptional character and value (Atmış et al., 2020).

Over the past two decades, studies such as the planning of nature parks (Özen & Gül, 2020), the classification of land use (Gül, 2020) and the determination of areas for different activities (hiking, zipline, bicycle paths, horse riding paths, etc.) (Öztürk et al., 2020) have been carried out with photogrammetric maps. The rapid advancement in computer technology has facilitated the acquisition of technological tools in all sectors, and forestry and national park management is one of these areas. This has led to a wave of technological transformations in these fields (Nanda et al., 2023). Modern planning, compared to traditional approaches, leverages precision measuring devices to achieve more accurate measurements with reduced error rates (Borowiecki et al., 2023). Software and the extensive use of these software, the increasing number of experts in these fields gradually, and the ease of access to information have provided a more rational environment in project work and processes (Siervo et al., 2023).

The application of Geographic Information Systems (GIS) technology has facilitated the widespread utilization of suitability analyses, a methodological framework enabling the comprehensive evaluation of multiple criteria within a spatially explicit context for a diverse range of applications (Hassan et

al., 2024). These analyses, which involve the systematic assessment and ranking of geographic areas based on their compatibility with predetermined objectives, have become instrumental in enhancing the realism and utility of simulations employed by decision-makers, practitioners, and planners (Sarkar et al., 2022). Through the integration of various environmental, socio-economic, and infrastructural factors within a GIS environment, suitability analyses provide quantitative and spatial representations of potential outcomes, thereby supporting informed and evidence-based decision-making processes. Overall, the widespread adoption of suitability analyses in GIS reflects their critical role in enhancing the realism and effectiveness of simulations used by professionals across various fields. By providing a structured and scientifically rigorous approach to evaluating complex scenarios, these analyses contribute to more informed and sustainable decision-making processes, ultimately supporting the achievement of long-term planning objectives (Hassan et al., 2024; Sarkar et al., 2022).

Nature-oriented tourism activities have shown rapid growth in the world and in our country in the last thirty years (Fang et al., 2023). Nature tourism, which provides socio-economic advantages for people living near natural areas, has begun to be seen as a separate source for improvement efforts in terms of the welfare of countries (Ujih et al., 2021). The concept of "ecotourism", which emerged with the spread of nature tourism, briefly refers to providing sustainable tourism in locations surrounded by natural areas. For this purpose, conservation practices, which are the most important stage of sustainability, and increasing public awareness of ecotourism (Üzülmez et al., 2023). Ecotourism activities, which have an environmentally sensitive approach in the tourism industry, are constantly kept up to date with the diversity of destinations of

tourism enterprises and the application of new technologies to increase efficiency (Qiu et al., 2021). Developments in the tourism industry can lead to positive and negative impacts on natural areas (Smith et al., 2021). Therefore, it is essential to ensure an effective balance with plans and practices in order to reduce environmental damage, support the ecotourism sector and ensure the use of natural resources within the framework of sustainability.

Ecotourism areas often feature designated forest roads and walking routes. These pathways provide visitors with safe access to nature, allowing them to observe the natural environment directly (Veras et al., 2022). The design of these facilities prioritizes the creation of safe and accessible routes for visitors while minimizing potential environmental disruption in ecologically sensitive areas (Ziegler et al., 2023). Natural areas, protected areas, and forests planned for visitors, regardless of their focus (ecotourism or otherwise), can regenerate abandoned paths or old narrow roads and transform them into scenic tour routes. Within ecotourism-designated natural areas, meticulously designed hiking trails serve as critical infrastructural components. They facilitate controlled access for visitors seeking immersion in the natural landscape, while simultaneously mitigating the potential for detrimental environmental impact through the prevention of uncontrolled visitor dispersal (Çiğdemli & Avcı, 2023). Categorization of these trail networks can be accomplished based on the allowed activities, encompassing pursuits such as hiking, cycling, horseback riding, off-road vehicle use, and road cycling.

The nature tourism and ecotourism sectors in Türkiye benefit from the diverse offerings of both public and private sector organizations (Soyak, 2014). The sustainable management of natural areas demands a holistic approach. This entails conducting feasibility studies of existing trail systems to

optimize their utilization, seamlessly integrating new routes with the existing network (Surat et al., 2015), and proactively incorporating mitigation strategies for potential negative environmental and social impacts into the planning process (Erhan & Erhan, 2023). Effective natural area management necessitates a balanced approach, prioritizing both visitor-centric infrastructure that enhances the recreational experience and the integration of sustainable engineering solutions during the planning process (Yilmaz & Erkan Buğday, 2024). This ensures harmony between user needs and environmental protection (Molokáč et al., 2022). In the context of ecotourism resource management, the strategic integration of rapidly evolving technological advancements and software solutions significantly enhances the efficacy and efficiency of planning processes. The integration of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and GIS plays a crucial role in the planning stages of ecotourism projects.

The COVID-19 pandemic has demonstrably amplified the need for accessible recreational opportunities among urban populations. This heightened awareness has led to significant investments in peri-urban natural areas, fostering the development of new destinations for residents seeking outdoor experiences). The inherent human desire for connection with nature, often lacking in densely populated urban environments, has prompted a growing movement amongst city dwellers. This movement prioritizes access to fresh air and walkable areas within proximity, fostering a more active and nature-oriented lifestyle. The fundamental human need for connection with nature, coupled with the desire for mental and physical rejuvenation, has been a key motivator for the development of walking trails. These trails offer a peaceful environment conducive to personal renewal (Goh, 2020). The development of walking trails has been driven by a confluence of factors,

including the inherent human need for connection with nature, the pursuit of mental and physical rejuvenation, and the restorative power of peaceful environments. The sense of security offered by well-organized ecotourism trips can make them more appealing (Lu et al., 2023). The incorporation of robust security measures is essential to the planning and management of such areas.

The UAVs, commonly known as drones, have witnessed a significant expansion in their application, serving diverse purposes across numerous sectors (Buğday, 2018; Vaigandla et al., 2022). UAVs have revolutionized data acquisition across numerous disciplines, including national defense and military operations (Karakuş & Katman, 2019), construction (Gençerk, 2016; Calis & Yıldız, 2019), agriculture (Akkamış & Çalışkan, 2020), traffic management (Masat, 2013), cargo delivery (Triche et al., 2020), and forestry (Akgul et al., 2018; Buğday, 2018; Gülci, 2019). These advanced technological platforms empower planners, decision-makers, and practitioners with high-resolution data, fundamentally transforming their ability to make strategic choices and achieve optimal outcomes (Shiri et al., 2022). The utilization of UAVs proves particularly effective in gathering specific environmental data across relatively circumscribed geographical regions. The rapid advancement of GIS software, combined with the increasing accessibility of data acquired from the UAVs, empowers stakeholders to conduct significantly faster and more effective planning endeavors within the GIS environment (Ćwiakła et al., 2017; Buğday, 2019). Satellite imagery and UAV data offer complementary capabilities, with the former excelling at capturing comprehensive data over expansive regions. The specific data requirements for effectively managing natural areas, encompassing both the overarching goal and any associated sub-

objectives, can be ascertained based on the size of the area under consideration.

The integration of UAVs into forestry research within our nation has recently witnessed significant growth, facilitating diverse applications within the field. This study focuses on identifying alternative trekking routes within nature parks by employing a combined RS and GIS approach. It further explores the potential for this integrated methodology to enhance and inform effective park planning strategies. This study serves as a practical example of UAV device utilization in nature parks, outlining a workflow for researchers interested in this field and showcasing potential applications. This study employed four key criteria in evaluating potential trekking routes within nature parks: slope, elevation, distance to road, and distance to stream. This study employs GIS software to conduct suitability analyses of potential trekking routes planned for development within nature parks. Leveraging both satellite and UAV imagery, the research aims to map the selected routes and establish a robust framework for identifying and presenting alternative options to park management personnel and planning authorities. Compared to satellite imagery, the UAV-acquired imagery offers higher-resolution data within a smaller focused area, enabling the precise identification of potential trekking routes. This study effectively demonstrates the potential of UAV technology in identifying suitable trekking routes within nature parks, solidifying its applicability as a valuable tool for planning studies. Furthermore, it underscores the broader value of exploring specific technologies for enhancing park management strategies. This study offers a practical framework for research comparing information across demanding domains requiring meticulous planning and high-quality data.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Material

2.1.1. Study area

The research was conducted within Akdağ Nature Park, encompassing an area of 14,692 hectares, and falling under the purview of the 5th Regional Directorate of the General Directorate of the Nature Conservation and National Parks (GDNCNP) (Figure 1). Akdağ Nature Park, spread over an area of 14,692 hectares, is located in two districts: Afyonkarahisar (Sandıklı district; 37.2%, 5463 ha) and Denizli (Çivril district; 62.8%, 9229 ha). A systematic botanical survey conducted within the nature park's confines revealed a remarkably rich assemblage of plant taxa. This comprehensive biodiversity inventory identified a total of 566 taxa, encompassing 550 species, 13 subspecies, and 3 varieties distributed across 76 families and 286 genera (Akdağ, 2024). Forests in this region are primarily composed of red pine, larch, oak, and juniper species. Black pine dominates most forest areas, especially in groves or degraded parts. Oak and juniper are also common. A small, isolated stand of young Scots pine (6 ha) exists outside its natural range, and the Sandıklı section harbors the endemic Ehrami black pine (Anonymous, 2017). The size of the study area is 52.7 hectares.



Figure 1. Location of study area.

Akdağ Nature Park caters to diverse visitor interests, offering amenities such as rural lodging options for extended stays, dedicated play areas for children, and designated observation points providing panoramic vistas of the surrounding canyons, mountains, and valleys. Additionally, the park encompasses significant natural, cultural, and historical sites. Akdağ Nature Park is experiencing a surge in popularity, drawing visitors engaged in activities such as photography, camping, and birdwatching (Akdağ, 2024)

2.2. Method

General Directorate of the Nature Conservation and National Parks (GDNCNP) leverages GIS and satellite imagery for a crucial task: planning routes and optimizing park management strategies within the protected areas under their jurisdiction in Türkiye. This advanced approach allows the GDNCNP to analyze factors like terrain, vegetation, and potential environmental impact, ultimately leading to the creation of well-designed trails, campsites, and other visitor amenities that minimize ecological disruption while maximizing visitor enjoyment. This study demonstrates the effectiveness of using computer-aided route planning with diverse criteria to enhance visitor experiences in natural areas. By leveraging both high-resolution Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) imagery and satellite data within GIS software, a detailed route evaluation was conducted for an exemplary area.

UAV work has been limited to an area of approximately 70.4 ha in Akdağ Nature Park, where a walking track has not yet been created and could be a trekking track area and is determined in the selected area within this nature park. Spatial data and facility information for the study area were provided by the 5th Regional Directorate of the GDNCNP. In the study, slope, elevation, distance to road, and stream criteria were used

for analysis. Among these criteria, the slope and height data of the study area are used as the base of the Digital Elevation Model (DEM) data of 2010 with a spatial resolution of 12.5 m downloaded from "www.usgs.gov.tr" and the DJI Phantom 4 brand drone device of the study area. It was produced using the Digital Terrain Model (DTM) data obtained using. The UAV drone weighs about 1.4 kg, is 36-40 cm in size, and flies for 26-30 minutes. It has a 4K camera, GPS, and can reach speeds of 40-50 km/h. Distance to road and distance to stream criteria were prepared for analysis using current satellite images and geospatial data sets received from the 5th Regional Directorate of the GDNCNP.

Spatial data, including slope, elevation, distance to road, and distance to stream, were integrated and analyzed within the ArcGIS 10.3 software environment. This analysis utilized the previously obtained Digital Elevation Model (DEM) and Digital Terrain Model (DTM) data. Raster data was created so that the "distance to road" criterion covers 1-2-5 km zones, and the "distance to stream" criterion covers 1-2-5-10 km zones. Raster data of all generated criteria were analyzed with the weighted overlay method. The weighted overlay method refers to a spatial analysis technique used in the ArcGIS software environment to combine multiple raster layers, each representing a different spatial variable or criterion, by applying weights to them. This method is often used to create a composite layer that highlights areas of interest based on the relative importance of the contributing layers (ESRI, 2023) (Figure 2).

2.2.1. The UAV Flight Planning and Aerial Imaging

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), commonly known as drones, have become essential tools in various fields due to their ability to perform precise and efficient aerial imaging. UAV flight planning and aerial imaging involve the systematic

design and execution of flight paths to capture high-quality images from the air. Flight planning for UAVs is a crucial process that ensures optimal coverage, efficiency, and safety of the aerial imaging mission. In this study, the UAV data acquisition adheres to a well-defined three-stage workflow: pre-flight planning, in-flight operations, and post-flight processing. Pre-flight and post-flight activities are conducted within an office environment, while in-flight operations represent the on-site data collection phase. Pre-flight planning encompasses critical tasks such as establishing image overlap ratios (frontal and lateral), flight altitude, mission duration, and flight path optimization. The flight path design determines the trajectory the UAV will follow. This includes the altitude, speed, and waypoints. The flight path can be mathematically represented as a series of waypoints (W_i), where $W_i=(x_i, y_i, z_i)$ in a three-dimensional coordinate system (Elmeseiry et al., 2021). The total flight path P can be expressed as $P=(W_1, W_2, \dots, W_n)$. It is important to ensure that the entire work area is covered by the UAV camera. For this purpose, calculating the ground sampling distance (GSD) and the overlap between images is another important step. Here, equation $GSD=(H.S)/F$ is used for GSD calculation; where H is the flight altitude, S is the sensor pixel size, and F is the focal length of the camera (Jiménez-Jiménez et al., 2021). The next step is to overlap the images to be obtained. Overlap is essential for creating seamless mosaics and 3D models. It can be calculated as follows: $O=1-d/W$, where d is the distance between adjacent images and W is the width of the image footprint on the ground (Lopes Bento et al., 2022).

Particularly, Pix4D Capture, a widely recognized software suite for professional-grade photogrammetry and drone mapping applications, was utilized on an Android tablet to pre-program the flight lines. The second stage, flights were executed

on days with favorable weather conditions. During the second stage, the flight, final checks are actively made in the field and the flight is started from the most suitable position. In this study, an Android OS-based tablet was used for automatic image acquisition, and all flights were carried out according to the polygon grid pattern module. In the final stage, the post-flight part, the aerial images were transferred to the computer environment with a memory card and combined using Pix4D Mapper software, and the DTM data set of the study area was produced. The successful flight was carried out on September 25, 2020, on a sunny, cloudless day with low wind speed, by planning the route from a flight altitude of 250 m. The data obtained from this flight was used to determine alternative routes.

2.2.2. The process of DTM generation

Digital Terrain Models (DTMs) are three-dimensional representations of a land surface of the Earth's surface that capture bare ground topography by separating off-surface data from natural and artificial features (vegetation, buildings, etc.) (Sudra et al., 2023). Using RGB (Red, Green, Blue) UAVs for DTM generation involves capturing high-resolution images and processing them to produce accurate terrain models. The next phase involves processing the captured images to generate a point cloud, a collection of data points representing the Earth's surface. Structure from Motion (SfM) approach is used in this phase. SfM is a photogrammetric technique used to reconstruct three-dimensional structures from a series of two-dimensional images taken from different perspectives (Gülci et al., 2022). It simultaneously estimates camera positions and the 3D structure of the workspace. Camera positions are combined with image information and advanced computer vision techniques to create a dense point cloud. Ground points of the study area are filtered out to generate the DTM from the dense point cloud (Zhang et

al., 2023). Classified ground points are interpolated to create a bare land surface. Interpolation can be performed using methods such as Triangulated Irregular Network (TIN) or Kriging (Adedapo & Zurqani, 2024). TIN surface approach was adopted in this study.

2.2.3. The Analysis of Weighted Overlay

The weighted overlay method in ArcGIS includes the following important steps and concepts. a-Preparation of Raster Layers: Multiple raster layers are prepared, each representing different spatial criteria or variables relevant to the analysis. b-Normalization: Each raster layer is normalized to a common scale, usually between 0 and 1, to ensure comparability. Normalization transforms the data in such a way that each criterion contributes proportionally to the final output. c-Weight Assignment: Weights are assigned to each raster layer according to the importance of the criteria used in such studies. d-Weighted Sum Overlay: The weighted overlay method involves performing a weighted sum overlay in which each raster layer is multiplied by its respective weight and then all weighted layers are added together. Mathematically this can be represented as:

$$S = \sum_{i=1}^n w_i \cdot R_i$$

where S is the resulting composite raster, w_i is the weight assigned to the i -th raster layer R_i , and n is the number of raster layers. e- Result Composite Scan: The final output is a composite scan that reflects the weighted contribution of each criterion. Areas with higher values in the composite screening are considered more favorable or favorable based on the combined effect of the weighted criteria. This method is commonly used in suitability analysis, where the goal is to identify areas that meet certain criteria for development,

conservation, or other purposes. This approach is widely used to provide a scientifically based and technically sound method for decision making in a variety of geographic contexts (Patel & Anuragi, 2024).

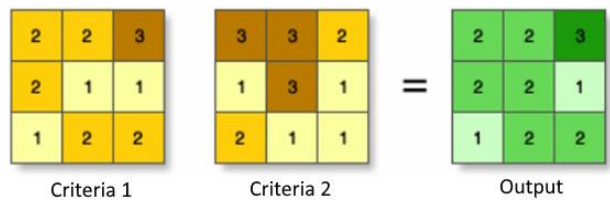


Figure 2. Weighted overlay analysis approach (ESRI, 2023)

In this study, trekking suitability maps were created using DEM and DTM data sets. Alternative route routes on the produced raster maps were calculated using the "Least Cost-path" analysis (ESRI, 2024) and were mapped separately according to the two different land surface (DEM and DTM) data used in this study.

2.2.4. The Least-Cost Path Analysis

Least-cost path analysis (LCPA) is a spatial decision-making tool used within Geographic Information Systems (GIS) to identify the most cost-effective route between two points, typically considering various resistance factors such as time, distance, and terrain characteristics. The analysis utilizes cost-weighted distance and direction surfaces to evaluate potential routes. A cost raster, which assigns a value to each cell based on factors like slope and land use, is essential for determining the accumulated costs associated with various paths (Dunn & Scheir, 2024). The process typically involves three main steps. The first process is to develop a cost surface based on the relevant factors that influence the cost of movement. The second, the second is to calculate the cumulative cost of traveling from the starting point to each cell on the cost surface.

The cumulative cost $D(x,y)$ to reach each cell (x, y) from the starting point (s_x, s_y) it can be represented as: $D(x,y) = \min_{(i,j) \in N(x,y)} [D(i,j) + C(x,y)]$, where $N(x,y)$ is the set of neighboring cells to (x, y) , and $D(i,j)$ is the cumulative cost to reach a neighboring cell (i, j) (Luo et al., 2020). Finally, it is to determine the least cost path from the destination to the origin by following the path of least resistance on the cost surface. In this study, elevation, slope, distance to roads and streams were used as analysis criteria.

3. RESULT AND DISCUSSION

Slope and elevation raster data produced from the Digital Elevation Model (DEM) data set of the study area are given in Figure 3. As a result of the analysis made within the boundaries of the study area, it was calculated that the lowest altitude value in the DEM data set is 1475.03 m, the highest location value is 1569.8 m and the average height is 1512.79 m.

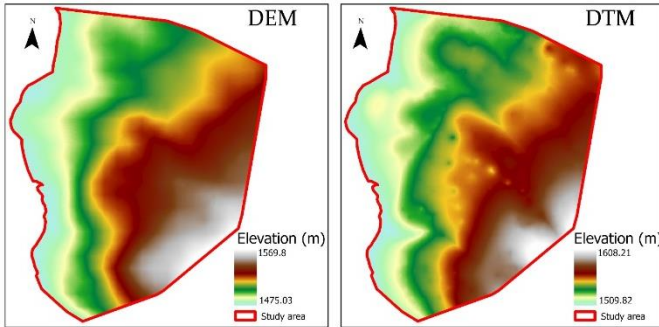


Figure 3. DEM elevation map of the study area.

Slope and elevation raster data produced from the Digital Terrain Model (DTM) data set of the study area are given in Figure 4. As a result of the analysis made within the boundaries of the study area, it was calculated that the lowest altitude value in the DTM data set is 1509.82 m, the highest location value is 1608.21 m, and the average altitude is 1548.78 m. As a result of

the analysis conducted within the boundaries of the study area, it was calculated that the lowest slope value in the DEM data set was 0 degrees, the highest slope value was 31.8 degrees, and the average slope value was 8.42 degrees (Figure 4).

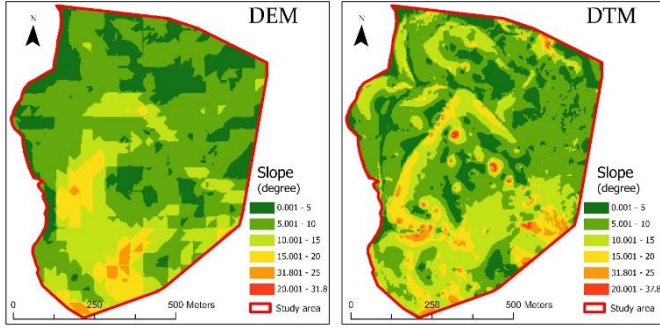


Figure 4. Slope map produced from the DEM data set.

As a result of the analysis conducted within the boundaries of the study area, it was calculated that the lowest slope value in the DTM data set was 0 degrees, the highest slope value was 37.8 degrees, and the average slope value was 9.3 degrees. The distance to the road provided for the study area is divided into zones for distances of 50 m, 100 m, 200 m, 300 m, and 400 m using the data set and expressed in Figure 5. It was determined that the total road length within the boundaries of the study area was 2568 m.

The "distance to stream" map located within the borders of the study area and obtained from the 5th Regional Directorate of the General Directorate of the Nature Conservation and National Parks (GDNCNP) is given in Figure 5. When Figure 5 is examined; Stream and zones at distances of 50 m, 100 m, 200 m, and 300 m are expressed in different colors. The total length of the stream in the study area is calculated to be 2745 m.

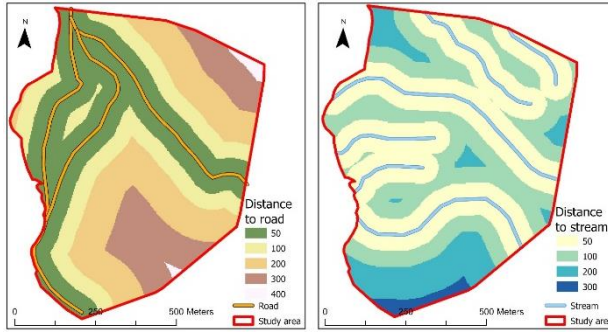


Figure 5. Distance to road and distance to stream map.

In this study, for trekking route suitability mapping, the height and slope criteria produced from DEM and DTM data sets, and the distance to road and stream taken from the institution were weighted and combined in the "Weighted Overlay" module in ArcGIS 10.3 software. The suitability map obtained from DEM and DTM data sets after multilayer registration is presented in Figure 6. When evaluated according to the "Weighted Overlay" analysis carried out within the scope of the study and the trekking track suitability maps containing the height and slope criteria compiled from the DEM and DTM data sets; In the light of the data compiled from the DEM data set, the "highly suitable" part of the study area covers 18.22% of the entire area with a value of 9.6 ha, the "medium suitable" part covers 70.02% with 36.9 ha and It was determined that the "lowly suitable" section covers 6.2 ha and 11.76%.

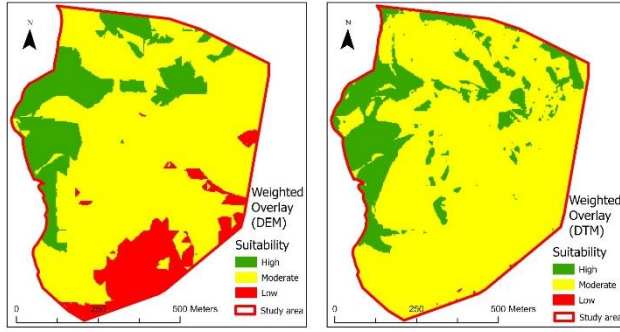


Figure 6. DEM and DTM-based suitability map.

On the suitability map given in Figure 6 and compiled from the DTM data set, it is seen that the "highly" part of the area covers 19.26% of the entire area with a value of 10.15 ha, and the "medium" part covers 80% with a value of 42.51 ha. It has been determined that it covers 0.66% of the area, and according to the DTM data set, it covers an area of 0.04 ha, 0.08%, which is "lowly" in the study area.

To create scenarios when determining a trekking route, information on the starting location and the desired destination location or locations must be entered. The service building located in Akdağ Nature Park was chosen as the starting point, and the arrival points at three different locations were randomly marked, provided that they were within the study area, and three different trekking routes were calculated using the "Least Cost Path" module in ArcGIS 10.3 software (Figure 7). These trekking routes can be diversified according to the wishes of decision-makers. An attempt has been made to show an example application here.

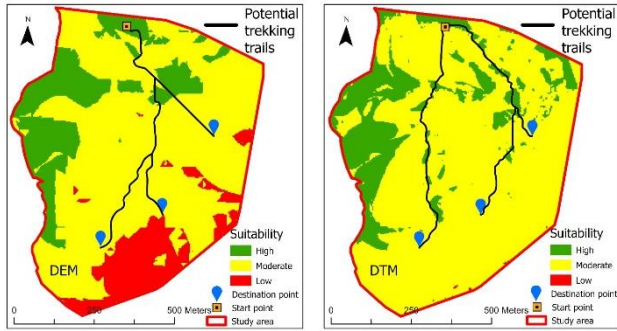


Figure 7. Alternative trekking routes of the DEM-based and DTM-based suitability map

The alternative route representation in this study was carried out to validate the DEM and DTM suitability maps produced using a total of four criteria, including the height and slope criteria prepared based on the DEM and DTM data sets, in addition to these two criteria, the distance to road and the distance to stream.

In Figure 7, the locations of alternative routes reaching three different destination locations are seen. It has been shown that the alternative routes produced using the above-mentioned criteria on the suitability map first pass through highly suitable areas shown in green, then through moderately suitable areas, and finally through low suitable areas, and that this suitability map can be used for decision-makers.

Additionally, Figure 7 shows that the locations of alternative routes reaching three different destination locations are expressed. It has been shown that the alternative routes produced using the above-mentioned criteria on the suitability map first pass through highly suitable areas shown in green, then through moderately suitable areas, and finally through low suitable areas, and that this suitability map is usable for decision makers.

According to the results obtained in this study, it has been concluded that planners or decision makers, specific to nature parks, can develop location-based trekking routes, provided that scenarios are produced for locations determined for various purposes. In addition, since the sensitivity values of the produced suitability maps are different, DTM data with high sensitivity values, etc. It is thought that the use of data sets will contribute to more accurate and effective planning.

In this study, digital elevation data obtained from Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and satellite were used comparatively to determine trekking routes. When evaluated according to the findings obtained, this study is similar to Ancin-Murguzur et al. (2020) in terms of the management of nature parks. In Norway, Eagleston & Marion (2020), and Sikorsky (2020) in America, used a UAV device similar to the approach in this study to create a management system that can solve the management problems experienced by visitors to protected areas used GIS software. Cameron (2022) in Canada and Xu et al. (2019) in their study conducted in China, unlike this study, created three-dimensional models with the use of UAV devices and GIS to reveal the standards for creating trekking routes and to express all activities to be carried out in the nature park spatially and temporally in the database. Da Silva et al. (2020), unlike this study in Brazil, aimed to determine strategic observation locations for visitors and mapped the observer's field of view along the selected main path with the field of view analysis technique in the GIS environment. Mejia-Aguilar et al. (2021) in Italy, in addition to the topic addressed in this study, used GIS and UAV tools to reduce the risks that may be encountered due to the increasing number of visitors in mountainous regions. In their study, Xiang (1996), GIS-based method developed walking path planning by using computerized geographic information systems to

investigate and analyze physical, ecological and land use conditions. He stated that in addition to this study, trails with different views, variable widths and greenway designs along rivers and lakes should be included in the planning in order to make user-friendly planning according to the optimum alignments of existing roads to determine the trail path. The workflow developed by Sahani & Ghosh (2021) trail route planning supports this study. They stated that trail routes provide access to protected areas and therefore have an important value for the protection of forest areas. They made planning with modeling using Remote Sensing, GIS and machine learning algorithms (logistic regression, decision tree and random forest) in order to create a decision support system to protect the environmental quality while meeting the recreation needs of humans visiting the forest. Similar to the goal expressed in this study, Silva et al., (2020) aimed to efficiently map roads for various applications through Visual SLAM data for track detection and tracking in forest environments using UAVs. Similar to the decision support approach emphasized in this study, Quamar et al., (2023) conveyed the benefits of integrating drones with GIS, increasing efficiency, accuracy, decision-making, and real-time monitoring. In addition to the topic addressed in this study, Kartoziia, (2019) study highlights the importance of GIS analysis using UAV data, which can be crucial in evaluating lands and effectively designing roads. Regarding the process after the planning approach expressed in this study, the study conducted by Shen & Pan, (2022) draws attention to road network road planning systems applicable to UAVs and improvements in route optimization with GIS UAV navigation. In the research conducted by Feiyu et al., (2024), which supported this study, it was also stated that creating a path planning algorithm based on autonomous decision-making for UAVs would be useful for designing optimal walking tracks and could be effective in

creating safe and efficient roads in difficult terrains. In summary, using the power of integration of UAVs and GIS offers a promising analysis and decision-making environment for designing hiking trails. By leveraging UAV data for GIS analysis, applying advanced path planning algorithms, and focusing on robust track detection systems, researchers and interested groups will be able to increase the efficiency, safety, and accuracy of track design processes

4. CONCLUSIONS

Nature parks are of great importance for the entire ecosystem, including wildlife, vegetation, and humans. While wildlife and vegetation are protected in nature parks, it is aimed to take visitors away from city life by including them in this natural environment. Trekking paths in nature parks are walking areas with different levels of difficulty in nature. In determining trekking routes, trees, structures, etc. on the route are taken into consideration. elements make detection difficult. To determine the locations where facilities are planned to be built for various purposes in a small area, information such as the number of visitors, the type of facility needed, the workforce to work during the construction phase, and the facility construction period are needed. Today, UAV devices have turned into a platform that helps solve engineering measurement problems of such areas at high resolution and allows us to make preliminary determinations consistently. Thanks to this aerial imaging technology, long-lasting measurement and detection studies can be carried out in a much shorter time and with higher accuracy.

In this study, an attempt was made to create a land support workflow to contribute to the multi-criteria decision-making process, based on the criteria of slope, height, distance to the road, and distance to stream, in determining the trekking tracks of the natural parks, specifically Akdağ Nature Park, one

of the nature parks established and operating in our country. In recent years, UAV devices have begun to be used for various purposes (taking images, creating video visuals, etc.) in some stages of current forestry activities in our country. With this study, in addition to the current use of UA data sets and GIS techniques in nature parks, it has been demonstrated that the data obtained by flying a UAV device, which can produce high-precision data sets in smaller areas, can be included in the decision-making process, enabling comparison and transferring them effectively to planning. In addition to identifying existing hiking trails, potential hiking routes were expressed with the suitability maps obtained as a result of this study. According to the results obtained as a result of this study, a model has been presented to raise awareness about the advantages of using UAV devices for planning trekking trails in nature parks and to show what kind of usage opportunities they can provide to researchers who want to work in this field.

In addition, it was concluded in this study that planners or decision makers, specifically in nature parks, can develop more detailed and spatial trekking routes, provided that scenarios are produced for alternative route planning for locations determined for various purposes. In addition, since the sensitivity values of the produced suitability maps are different, DTM data with high sensitivity values, etc. It is thought that the use of data sets will contribute to more accurate and effective planning. In future studies, after alternative trekking routes are revealed, these routes can be analyzed according to different factors (scenic value, slope, etc.), and the routes can be enriched according to the difficulty levels of the track

REFERENCES

- Abrams, K. M., Molder, A. L., Nankey, P., & Leong, K. (2023). Encouraging Respectful Wildlife Viewing Among Tourists: Roles for Social Marketing, Regulatory Information, Symbolic Barriers, and Enforcement. *Social Marketing Quarterly*, 29(1), 67–86. <https://doi.org/10.1177/15245004231153085>
- Adedapo, S. M., & Zurqani, H. A. (2024). Evaluating the performance of various interpolation techniques on digital elevation models in highly dense forest vegetation environment. *Ecological Informatics*, 81, 102646. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102646>
- Akdağ. (2024). Akdağ Tabiat Parkı. <https://akdag.tabiat.gov.tr>
- 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>
- Akkamış, M., & Çalışkan, S. (2020). İnsansız hava araçları ve tarımsal uygulamalarda kullanımı. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 08–16.
- Al Rousan, R., Siddiqui, S., Bano, N., & Sujood. (2023). Urban tourists' intention towards visiting national parks: An exertion of theory of planned behaviour and expectancy theory. *Journal of Hospitality and Tourism Insights*, 7(2), 653–675. <https://doi.org/10.1108/JHTI-11-2022-0549>

- Ancin-Murguzur, F. J., Munoz, L., Monz, C., & Hausner, V. H. (2020). Drones as a tool to monitor human impacts and vegetation changes in parks and protected areas. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 6(1), 105–113. <https://doi.org/10.1002/rse2.127>
- Anonymous. (2017). *Akdağ tabiat parkı gelişme revizyon planı* [Resmi].
- Arcilla, N., & Strazds, M. (2023). Ten Principles for Bird-Friendly Forestry: Conservation Approaches in Natural Forests Used for Timber Production. *Birds*, 4(2), 245–261. <https://doi.org/10.3390/birds4020021>
- 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.
- Borowiecki, K. J., Pedersen, M. U., & Mitchell, S. B. (2023). *Using Big Data to Measure Cultural Tourism in Europe with Unprecedented Precision* (5/2023; p. 67). University of Southern Denmark.
- Buğday, E. (2018). *European Journal of Forest Engineering » Submission » Capabilities of using UAVs in Forest Road Construction Activities*. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ejfe/issue/40781/499784>
- Buğday, E. (2019). Orman yönetiminde insansız hava aracı uygulamaları. *2nd International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences Proceedings*, 28, 1617–1621.
- Calis, G., & Yıldız, S. A. (2019). Investigation of roller compacted concrete: Literature review. *Challenge Journal of Concrete Research Letters*, 10(3), 63–74.

- Cameron, S. (2022). *Modifying Recreational Trail Design Guidelines to Incorporate GIS: Saskatchewan's Buffalo Pound Provincial Park Case Study* [Master Theses, University of Guelph]. <https://atrium.lib.uoguelph.ca/items/928aee75-d6fc-44bd-b189-7298da6d5b67>
- Çiğdemli, A. Ö. Ö., & Avcı, C. (2023). *Examining the Relationships Between Tourists' Connectedness to Nature and Landscape Preferences*. 11(4), 218–238. <https://doi.org/10.34623/C7AE-JY87>
- Cusens, J., Barraclough, A. D., & Måren, I. E. (2024). Socio-cultural values and biophysical supply: How do afforestation and land abandonment impact multiple ecosystem services? *Land Use Policy*, 136, 106967. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106967>
- Ćwiąkała, P., Kocierz, R., Puniach, E., Nędzka, M., Mamczarz, K., Niewiem, W., & Wiącek, P. (2017). Assessment of the Possibility of Using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for the Documentation of Hiking Trails in Alpine Areas. *Sensors*, 18(1), 81. <https://doi.org/10.3390/s18010081>
- Da Silva, R. G. P., Henke-Oliveira, C., Ferreira, E. S., Fetter, R., Barbosa, R. G., & Saito, C. H. (2020). Systematic Conservation Planning approach based on viewshed analysis for the definition of strategic points on a visitor trail. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 8(3), 153–165. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2020.07.001>
- DKMP. (2024). Tabiat Parkları. <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/28/Tabiat-Parklari.%20Eri%C5%9Fim%20tarihi:%2007/12/2023>.

- Dunn, A., & Scheir, D. (2024). *On Spatial Data, Computation, and Public Participation for Regional Multi-Use Trail Design* (Vol. 9). Wichmann Verlag. <https://doi.org/10.14627/537752064>
- Eagleston, H., & Marion, J. L. (2020). Application of airborne LiDAR and GIS in modeling trail erosion along the Appalachian Trail in New Hampshire, USA. *Landscape and Urban Planning*, 198, 103765. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103765>
- Elmeseiry, N., Alshaer, N., & Ismail, T. (2021). A Detailed Survey and Future Directions of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) with Potential Applications. *Aerospace*, 8(12), 363. <https://doi.org/10.3390/aerospace8120363>
- Erhan, K., & Erhan, S. E. (2023). Longoz Ormanlarının Doğa Yürüyüşü Açısından İncelenmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25(1), 121–134. <https://doi.org/10.26468/trakyasobed.1181546>
- ESRI. (2023). *Weighted Overlay Analysis* (ArcGIS 10.3) [English]. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/weighted-overlay.htm>
- ESRI. (2024). *Least-cost path analysis* (10.3) [English]. <https://desktop.arcgis.com/en/analytics/case-studies/cost-lesson-3-desktop-creating-a-least-cost-path.htm>
- Fang, W.-T., Hassan, A., & Horng, M. (2023). Introduction to Ecotourism. In W.-T. Fang, A. Hassan, & M. Horng, *Ecotourism* (Vol. 7, pp. 3–36). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-9097-9_1

- Feiyu, Z., Dayan, L., Zhengxu, W., Jianlin, M., & Niya, W. (2024). Autonomous localized path planning algorithm for UAVs based on TD3 strategy. *Scientific Reports*, 14(1), 763. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51349-4>
- Gençerk, E. Y. (2016). *İnsansız hava aracı fotogrametrisi uygulaması ile inşaat projesi imalat durumunun araştırılması* [Doctotal Dissertation, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. <https://polen.itu.edu.tr:8443/server/api/core/bitstreams/0afe4ce6-d7d6-4bbb-bb39-b82e34a758f5/content>
- Goh, E. (2020). Breaking the rules to venture off-trail at national parks: Exploring salient beliefs through a planned behaviour approach. *Tourism Recreation Research*, 45(2), 277–283. <https://doi.org/10.1080/02508281.2019.1679526>
- Gül, S. (2020). Kızılırmak Deltasında Yazılmamış Kanunlar: Bir Sulak Alanın Korunmasında Geleneksel Ekolojik Bilginin Rolü. *International Journal of Geography and Geography Education*, 42, 303–327. <https://doi.org/10.32003/igge.725686>
- Gülci, S. (2019). The determination of some stand parameters using SfM-based spatial 3D point cloud in forestry studies: An analysis of data production in pure coniferous young forest stands. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(8), 495. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7628-4>
- Gülci, S., Akay, A. E., Arıcak, B., & Sariyildiz, T. (2022). Recent Advances in UAV-Based Structure-from-Motion Photogrammetry for Aboveground Biomass and Carbon Storage Estimations in Forestry. In M. N. Suratman (Ed.), *Concepts and Applications of Remote Sensing in Forestry* (pp. 395–409). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-4200-6_20

- Hassan, Q., Al-Musawi, T. J., Algburi, S., Al-Razgan, M., Awwad, E. M., Viktor, P., Ahsan, M., Ali, B. M., Jaszczur, M., Kalaf, G. A., Al-Jiboory, A. K., Sameen, A. Z., & Salman, H. M. (2024). Evaluating energy, economic, and environmental aspects of solar-wind-biomass systems to identify optimal locations in Iraq: A GIS-based case study. *Energy for Sustainable Development*, 79, 101386. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2024.101386>
- Jiménez-Jiménez, S. I., Ojeda-Bustamante, W., Marcial-Pablo, M., & Enciso, J. (2021). Digital Terrain Models Generated with Low-Cost UAV Photogrammetry: Methodology and Accuracy. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(5), 285. <https://doi.org/10.3390/ijgi10050285>
- Jones, E., Atzori, R., González, A. F., & Shirsat, A. (2023). Starting anew: Ecotourism and resilience principles as a framework for building wildlife destination sustainability in a post-COVID-19 pandemic world. *Journal of Ecotourism*, 1–31. <https://doi.org/10.1080/14724049.2023.2171048>
- Karakuş, C., & Katman, F. (2019). Male Sınıfı İnsansız Hava Aracı (İHA) Teknolojisi ve Konvansiyonel (geleneksel) Savaştaki Yeri. *Akademik Tarih Ve Düşünce Dergisi*, 6(2), 882–897.
- Kartoziiia, A. (2019). Assessment of the Ice Wedge Polygon Current State by Means of UAV Imagery Analysis (Samoylov Island, the Lena Delta). *Remote Sensing*, 11(13), 1627. <https://doi.org/10.3390/rs11131627>

- Kervankıran, İ., & Kılıç, M. (2017). Sosyo-Mekânsal Boyutlarıyla Kentleşme ve Milli Park Etkileşimi: Yozgat Çamlığı Milli Parkı Örneği. *Coğrafya Dergisi*, 34, 22–38.
- Lopes Bento, N., Araújo E Silva Ferraz, G., Alexandre Pena Barata, R., Santos Santana, L., Diennévan Souza Barbosa, B., Conti, L., Becciolini, V., & Rossi, G. (2022). Overlap influence in images obtained by an unmanned aerial vehicle on a digital terrain model of altimetric precision. *European Journal of Remote Sensing*, 55(1), 263–276. <https://doi.org/10.1080/22797254.2022.2054028>
- Lu, J., Huang, X., Kupfer, J. A., Xiao, X., Li, Z., Wei, H., Wang, S., & Zhu, L. (2023). Spatial, temporal, and social dynamics in visitation to U.S. national parks: A big data approach. *Tourism Management Perspectives*, 48, 101143. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2023.101143>
- Luo, M., Hou, X., & Yang, J. (2020). Surface Optimal Path Planning Using an Extended Dijkstra Algorithm. *IEEE Access*, 8, 147827–147838. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3015976>
- Masat, M. (2013). *Otopilot Sistemine Sahip Döner Kanatlı Mini İnsansız Hava Aracının Demiryolu Güvenliği Çalışmalarında Kullanımı* [Yüksek Lisans Tezi]. Anadolu üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Mejia-Aguilar, A., Bianco, G. M., Marrocco, G., Voegelé, A., Jan Van Veelen, M., & Strapazzon, G. (2021). In-Situ and Proximal Sensing Techniques for Monitoring Natural Hazards to Mitigate Risk in Tourism Activities: A Case Study in the Geoparc Bletterbach, Italy. *2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS*, 1815–1818. <https://doi.org/10.1109/IGARSS47720.2021.9554279>
- Molokáč, M., Hlaváčová, J., Tometzová, D., & Liptáková, E. (2022). The Preference Analysis for Hikers' Choice of Hiking Trail. *Sustainability*, 14(11), 6795. <https://doi.org/10.3390/su14116795>
- Nanda, W. D., Widianingsih, I., & Miftah, A. Z. (2023). The Linkage of Digital Transformation and Tourism Development Policies in Indonesia from 1879–2022: Trends and Implications for the Future. *Sustainability*, 15(13), 10201. <https://doi.org/10.3390/su151310201>
- Özen, Ö., B., & Gül, A. (2020). Başpınar Tabiat Parkı'nın Rekreatyonel Planlama Açısından İrdelenmesi. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 5(1), 11–34.
- Patel, J. K., & Anuragi, R. B. (2024). Identifying the Ecotourism Potential Locations using AHP and Weighted Overlay Analysis: A case of Bundelkhand region in Central India. *Papers in Applied Geography*, 10(1), 17–33. <https://doi.org/10.1080/23754931.2023.2254786>
- Qiu, M., Jin, X., & Scott, N. (2021). Sensescape and attention restoration in nature-based tourism: Evidence from China and Australia. *Tourism Management Perspectives*, 39, 100855. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2021.100855>

- Quamar, M. M., Al-Ramadan, B., Khan, K., Shafiullah, M., & El Ferik, S. (2023). Advancements and Applications of Drone-Integrated Geographic Information System Technology—A Review. *Remote Sensing*, 15(20), 5039. <https://doi.org/10.3390/rs15205039>
- Sahani, N., & Ghosh, T. (2021). GIS-based spatial prediction of recreational trail susceptibility in protected area of Sikkim Himalaya using logistic regression, decision tree and random forest model. *Ecological Informatics*, 64, 101352. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101352>
- Sánchez, J. J., Marcos-Martinez, R., Srivastava, L., & Soonsawad, N. (2021). Valuing the impacts of forest disturbances on ecosystem services: An examination of recreation and climate regulation services in U.S. national forests. *Trees, Forests and People*, 5, 100123. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100123>
- Sarkar, B., Das, P., Islam, N., Basak, A., Debnath, M., & Roy, R. (2022). Land suitability analysis for paddy crop using GIS-based Fuzzy-AHP (F-AHP) method in Koch Bihar district, West Bengal. *Geocarto International*, 37(25), 8952–8978. <https://doi.org/10.1080/10106049.2021.2007299>
- Shen, H., & Pan, H. (2022). Architecture Design and Code Implementation of Road Network Path Search System. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2022/4235523>
- Shiri, H., Seo, H., Park, J., & Bennis, M. (2022). Attention-Based Communication and Control for Multi-UAV Path Planning. *IEEE Wireless Communications Letters*, 11(7), 1409–1413. <https://doi.org/10.1109/LWC.2022.3171602>

- Siervo, V., Pescatore, E., & Giano, S. I. (2023). Geomorphic analysis and semi-automated landforms extraction in different natural landscapes. *Environmental Earth Sciences*, 82(5), 128. <https://doi.org/10.1007/s12665-023-10823-4>
- Sikorsky, K. D. (2020). *The use of drones for recreational impact monitoring of public lands* [Master Theses, West Liberty University]. <https://krex.k-state.edu/server/api/core/bitstreams/d427156f-dc96-44f4-bdeb-157478a2c023/content>
- Silva, A., Mendonça, R., & Santana, P. (2020). Monocular Trail Detection and Tracking Aided by Visual SLAM for Small Unmanned Aerial Vehicles. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 97(3–4), 531–551. <https://doi.org/10.1007/s10846-019-01033-x>
- Smith, M. K. S., Smit, I. P. J., Swemmer, L. K., Mokhatla, M. M., Freitag, S., Roux, D. J., & Dziba, L. (2021). Sustainability of protected areas: Vulnerabilities and opportunities as revealed by COVID-19 in a national park management agency. *Biological Conservation*, 255, 108985. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.108985>
- Soyak, M. (2014). Uluslararası Turizmde Son Eğilimler ve Türkiye’de Turizm Politikalarının Evrimi. *Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4, 1–18.
- Sudra, P., Demarchi, L., Wierzbicki, G., & Chormański, J. (2023). A Comparative Assessment of Multi-Source Generation of Digital Elevation Models for Fluvial Landscapes Characterization and Monitoring. *Remote Sensing*, 15(7), 1949. <https://doi.org/10.3390/rs15071949>

- Surat, H., Yılmaz, H., & Surat, B. Z. (2015). Yusufeli ve yakın çevresinin ekoturizm kullanım potansiyeli üzerine bir araştırma. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 20(34), 61. <https://doi.org/10.17295/dcd.16802>
- Tang, S. (2020). A Study on Spatial Pattern of Urban Parks. *Journal of Landscape Research*, 12(4), 14–18. <https://doi.org/10.16785/j.issn1943-989x.2020.4.004>
- Triche, R. M., Greve, A. E., & Dubin, S. J. (2020). UAVs and Their Role in the Health Supply Chain: A Case Study from Malawi. *2020 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, 1241–1248. <https://doi.org/10.1109/ICUAS48674.2020.9214064>
- Ujih, U. O., Musa, D. M., Dahiru, M. K., Kazaure, D. M., & Apeverga, P. T. (2021). Ecotourism and Wildlife Management. In *Agricultural Technology for Colleges* (Revised Edition, pp. 597–613). Dominion Publisher Services.
- Üzülmez, M., Ercan İştin, A., & Barakazı, E. (2023). Environmental Awareness, Ecotourism Awareness and Ecotourism Perception of Tourist Guides. *Sustainability*, 15(16), 12616. <https://doi.org/10.3390/su151612616>
- Vaigandla, K. K., Thatipamula, S., & Karne, R. K. (2022). Investigation on Unmanned Aerial Vehicle (UAV): An Overview. *IRO Journal on Sustainable Wireless Systems*, 4(3), 130–148. <https://doi.org/10.36548/jsws.2022.3.001>
- Veras, A. S. S., Vidal, D. G., Barros, N. A., & Pimenta Dinis, M. A. (2022). The davi trail in Mucajaí, Roraima, Brazil: An experience to (re)connect and protect nature. *GeoJournal*, 87(5), 4061–4075. <https://doi.org/10.1007/s10708-021-10484-5>

- Xiang, W.-N. (1996). A GIS based method for trail alignment planning. *Landscape and Urban Planning*, 35(1), 11–23. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(96\)00303-9](https://doi.org/10.1016/0169-2046(96)00303-9)
- Xu, J., Bian, Q., & Zhao, X. (2019). Observations of Physical Activity in Winter Urban Parks Using UAVs: A Case Study of Four City Parks, Harbin, China. In P. Kaparaju, R. J. Howlett, J. Littlewood, C. Ekanyake, & L. Vlacic (Eds.), *Sustainability in Energy and Buildings 2018* (pp. 63–73). Springer International Publishing.
- Yilmaz, M., & Erkan Buğday, S. (2024). Planning of forest recreation services at provincial scale with a multi-criteria approach: A case of Türkiye. *Šumarski List*, 148(1–2), 29–38. <https://doi.org/10.31298/sl.148.1-2.3>
- Zaman, S., & Pramanick, P. (2020). Ecosystem Services of Mahananda Wild Life Sanctuary: An Overview of Faunal and Floral Diversity. *Webinar Proceeding on “Ecosystem Services and United Nations Sustainable Development Goals,”* 80–95.
- Zhang, Y., Tan, Y., Onda, Y., Hashimoto, A., Gomi, T., Chiu, C., & Inokoshi, S. (2023). A tree detection method based on trunk point cloud section in dense plantation forest using drone LiDAR data. *Forest Ecosystems*, 10, 100088. <https://doi.org/10.1016/j.fecs.2023.100088>
- Ziegler, A. D., Wasson, R. J., Sundriyal, Y., Srivastava, P., Sasges, G., Ramchunder, S. J., Ong, C. E., Nepal, S. K., McAdoo, B. G., Gillen, J., Bishwokarma, D., Bhardwaj, A., & Apollo, M. (2023). A call for reducing tourism risk to environmental hazards in the Himalaya. *Environmental Hazards*, 22(1), 1–28. <https://doi.org/10.1080/17477891.2021.1984196>

EVALUATION OF MORPHOLOGICAL DIVERSITY AND STANDARDIZATION CRITERIA OF BLACK PINE

Deniz GÜNEY¹,

Fahrettin ATAR²,

Ali BAYRAKTAR³

1. INTRODUCTION

Natural resources have been a cornerstone of life throughout human history, directly or indirectly affecting the quality of life. Forests, in particular, have been indispensable resources for both humanity and wildlife, providing food, shelter, energy needs, and suitable living conditions. However, rapid population growth, technological advancements, and increased energy demands have altered the ways natural resources are utilized, leading to their intensive exploitation and eventual degradation. Today, the sustainable use of forest resources is critical not only for maintaining environmental balance but also for ensuring a livable world for future generations.

The technical and economic success of afforestation efforts largely depends on several factors, primarily the correct selection of species and the use of high-quality seedlings suitable for the growth environment. These seedlings must be produced from seeds of known origin and superior genetic

¹ Prof. Dr., Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, d_guney@ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7222-6162.

² Assoc. Prof. Dr., Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, fatar@ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4594-8148.

³ Asst. Prof. Dr. Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, alibayraktar@ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8420-7089.

qualities. Since the main goal of technical forestry is to achieve sustainability, the pathway to this goal lies in afforestation efforts using high-quality, healthy seedlings. The foundation of success in afforestation activities is the combination of appropriate seed and seedling production with correct techniques, enabling long-term ecological and economic benefits. Using seedlings produced from seeds of known origin and superior genetic qualities not only enhances the success of afforestation activities but also ensures the continuity of forest ecosystems.

In Turkey, one of the most commonly used species in afforestation projects is *Pinus nigra*. This species, naturally distributed across Anatolia and Thrace except for the Eastern and Southeastern Anatolia regions, covers extensive areas at elevations of approximately 400–1400 m, except in the eastern Black Sea region, forming pure forests in many areas (Alptekin, 1986; Anşın, 1988). Millions of seedlings are produced annually for afforestation investments involving black pine, with most of the required seeds sourced from seed stands (Kızmaz, 1993).

Anatolian black pine holds significant importance not only for its economic value but also for its ability to survive under the potential risks of global climate change, particularly in anthropogenic steppe conditions. It plays a vital role in afforestation efforts in arid and semi-arid areas (Acar et al., 2010). Thurm et al. (2018) highlighted the suitability of black pine for degraded soils under changing climatic conditions in Central Europe, while Mikulová et al. (2019) emphasized its impact on local climate, particularly in terms of temperature and humidity.

Ensuring sustainability in forestry practices necessitates the use of seedlings produced from genetically superior seeds of known origin. The qualitative properties of seeds, along with the

growth conditions of the areas where they are harvested and used, must be carefully analyzed. Key factors to consider in afforestation activities include the selection of appropriate species and origins, the procurement of seeds with superior genetic traits, and the cultivation of physiologically and morphologically high-quality seedlings. A high-quality seedling is defined as one that achieves high survival rates, exhibits active growth in the early years, and provides these advantages economically (Tosun et al., 1993). In afforestation projects, high-yielding, high-quality seedlings should be preferred, and the regions, elevations, and trees from which seed materials are obtained must be well-documented (Güney et al., 2014; Turna & Güney, 2009).

The use of seeds from suitable origins and seedlings meeting specific standards not only enhances the success of afforestation but also reduces costs. Poor-quality seedlings can lower success rates and increase expenses, while high-quality seedlings minimize additional costs (Alkan, 2002; Tosun et al., 1993). Therefore, the use of high-quality seedlings tailored to the growth environment and project objectives is essential for the success of afforestation projects.

2. MATERIAL AND METHOD

The material for this study consisted of 1+0-year-old black pine (*Pinus nigra* Arnold.) seedlings grown from seeds collected from the Beynam and Kirazlıyayla origins, which are within the natural distribution area of the Ankara Regional Directorate.

Measurements were conducted on 1+0-year-old black pine seedlings of two different origins, grown in containers under open-field nursery conditions at the Behiçbey Forest Nursery. The seedling height (SH), root collar diameter (RCD), and the number of side branches (NSB) were measured for each

seedling (Figure 1). These measurements were carried out on 50 seedlings per origin. Using the data collected on seedling morphological characteristics, the sturdiness index (SI) value was calculated.

- Seedling Height (SH) The length from the root collar to the tip of the terminal shoot was measured to the nearest ± 0.1 cm using a meter rule.

- Root Collar Diameter (RCD): The diameter of the seedling at the soil surface level was measured to the nearest ± 0.01 mm using a digital caliper.

- Sturdiness Index (SI): The SI was calculated as the ratio of seedling height to root collar diameter, representing the vigor and robustness of the seedlings. Based on SI values, seedlings were classified into three quality categories: high-quality seedlings ($SI < 50$), medium-quality seedlings ($50 < SI < 60$), and low-quality seedlings ($SI > 60$) (Yahyaoğlu & Genç, 2007; Aldhous & Mason, 1994).



Figure 1. Measurement of seedling height and root collar diameter in 1+0-year-old seedlings.

The data obtained were analyzed using the SPSS 26.0 statistical software package. An independent samples t-test was performed to determine the statistical significance of the variation in seedling morphological traits based on different origins.

3. RESULTS

The mean values, standard deviations, and standard errors of seedling height, root collar diameter, sturdiness index, and the number of side branches for 1+0-year-old black pine seedlings of two different origins grown at the Behiçbey Forest Nursery are presented in Table 1.

Table 1. Statistical averages for seedling height, root collar diameter, and the number of side branches

Origin	Number of Seedling	SL±SS (cm)	Std. Error
Beynam	50	18.80±4.08	4.08
Kirazlıyayla	50	28.03±5.66	5.66
Mean	50	23.41±6.75	4.87
Origin	Number of Seedling	RDC±SS (cm)	Std. Error
Beynam	50	6.89±1.36	1.36
Kirazlıyayla	50	6.42±1.17	1.17
Mean	50	6.65±1.29	1.27
Origin	Number of Seedling	QS±SS (cm)	Std. Error
Beynam	50	28.12±7.35	7.35
Kirazlıyayla	50	44.34±8.78	8.77
Mean	50	36.23±11.46	8.06
Origin	Number of Seedling	NSB±SS (adet)	Std. Error
Beynam	50	2.00±0.68	0.11
Kirazlıyayla	50	1.95±0.96	0.16
Mean	50	1.97±0.83	0.14

When examining Table 1, the average seedling height was determined to be 18.80 cm for the Beynam origin and 28.03 cm for the Kirazlıyayla origin, with a general average of 23.41 cm across both origins. The maximum seedling height was observed in the Kirazlıyayla origin at 39.50 cm, while the minimum seedling height was recorded in the Beynam origin at 10.00 cm.

In terms of root collar diameter (RCD), the average value for the Beynam origin seedlings was 6.89 mm, whereas it was 6.42 mm for the Kirazlıyayla origin. The highest RCD value was recorded in the Beynam origin at 15.00 mm, while the lowest RCD value was found in the Kirazlıyayla origin at 4.00 mm.

As shown in Table 1, the average sturdiness index (SI) for seedlings from the Beynam origin was 27.81, and for the Kirazlıyayla origin, it was 44.34, with a general average of 36.08. In terms of sturdiness index values, seedlings from both origins fall into the high-quality seedling category. The graphical representation of the morphological traits measured in seedlings from the Beynam and Kirazlıyayla origins is presented in Figure 2.

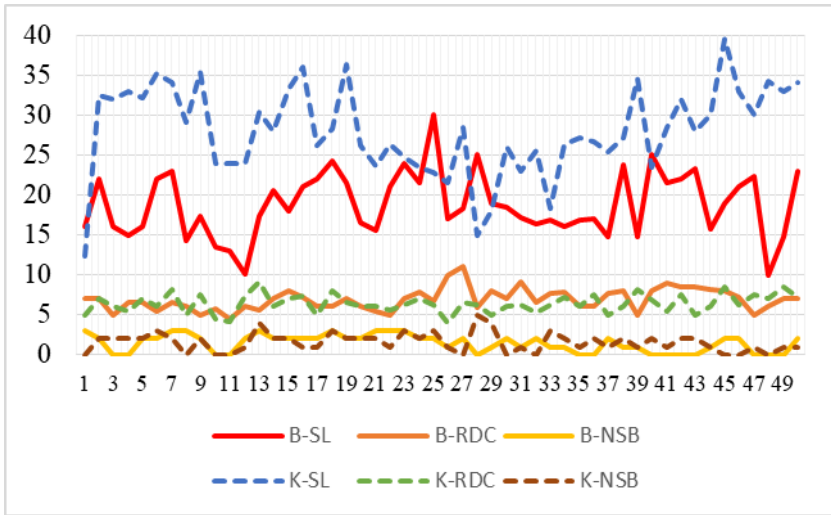


Figure 2. Variation in seedling height (cm), root collar diameter (mm), and number of side branches (count) for seedlings from Beynam (B) and Kirazlıyayla (K) origins

As observed in Figure 1, seedlings from the Kirazlıyayla (K) origin generally exhibited higher seedling height values, while root collar diameter and the number of side branches were relatively similar between the two origins. An independent samples t-test was conducted to determine whether there were statistically significant differences between the origins in terms of seedling height, root collar diameter, number of side branches, and sturdiness index. The results are presented in Table 2.

Table 2. T-test results for morphological traits between origins

Levene's Test for Equality of Variances					
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
SL	3,480	0,065	-9,357	98	0,000

RDC	0,805	0,372	1,848	98	0,068
SQ	2,029	0,157	-10,023	98	0,000
NSB	2,517	0,117	0,260	74	0,796

Table 2. Examination of significance levels in Table 2 reveals that significance levels for seedling height and sturdiness index were found to be less than 0.01, indicating statistically significant differences between origins in these morphological traits at a 99% confidence level. Conversely, no statistical differences were identified between the two origins concerning root collar diameter and the number of side branches.

In March 1976, the Turkish Standards Institute (TSE) introduced standards for coniferous forest tree seedlings. These were later revised in February 1988, under standard TS 2265. The revised TS 2265/February 1988 standard lowered the minimum root collar diameter from 3 mm to 2 mm and reduced the number of quality classes from three to two. According to this classification, seedlings taller than 9 cm are considered first-class, those between 7–9 cm are second-class, and those shorter than 7 cm are categorized as rejects (Anonymous, 1988). Based on this quality standard, all seedlings from both Beynam and Kirazlıyayla origins were found to be in the first-class category.

4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Data collected to identify variations in two origins of *Pinus nigra* based on morphological measurements were analyzed. The results revealed significant differences between the origins in terms of seedling height and sturdiness index. While the average seedling height was higher in the Kirazlıyayla origin, the root collar diameter values were very similar, with the Beynam origin showing slightly higher values. Statistically, no significant differences were observed between the two

origins in terms of root collar diameter and the number of side branches.

An effective tree breeding program aims to understand the genetic structure of existing forest trees in nature. This requires identifying geographic variations and subsequently determining genetic structures. By conserving superior and distinct individuals for future use, seeds, grafts, or cuttings can be mass-produced for use in afforestation efforts. To achieve this goal, identifying variations within a species promptly is essential. This involves measuring specific qualitative and quantitative characteristics of the species. In this study, variations between two origins based on the morphological traits of *Pinus nigra* were identified. Similar variations have been reported in *Pinus nigra* for geographic distributions (Alptekin, 1986), genetic diversity based on elevation in seed stands (Kulaç et al., 2011), pollen characteristics of clones (Ertekin & Özel, 2010), male and female flower production among clones (Özel & Ertekin, 2008), cone and seed traits by seed source (Deligöz & Gezer, 2005), and bark thickness (Uluslan & Eler, 2023).

In this study, the overall average seedling height was determined to be 23.41 cm, while the average root collar diameter values were 6.89 mm for the Beynam origin, 6.42 mm for the Kirazlıyayla origin, and 6.65 mm overall. Previous studies on nurseries suggest that the root collar diameter of *Pinus nigra* seedlings should be at least 3 mm or greater (Kızmaz, 1993; Ayıntaplı, 1995; Genç et al., 1999). Genç and colleagues (1999) recommended classifying 2+0-year-old *Pinus nigra* seedlings into three quality classes based on root collar diameter and suggested avoiding seedlings shorter than 5 cm or with a root collar diameter smaller than 3 mm. Similarly, Kızmaz (1993) proposed producing seedlings with $RCD \geq 3.5$ mm and $SH \geq 6.1$ cm for Isparta-like ecologies and $RCD \geq 3.0$ mm and $SH \geq 5.1$ cm for Bolu-like habitats.

The quality of planting material and seedlings is even more critical for plantation success in challenging conditions such as semi-arid and anthropogenic steppe regions. Ürgenç (1998) recommended smaller seedlings for arid areas while advising taller, layered seedlings for moist environments. Avanoğlu et al. (2005) reported that seedlings from Taşköprü Forest Nursery had an average SH of 14.4 cm and an RCD of 2.5 mm, deeming these values suitable for regions without moisture deficits. Bayar and Deligöz (2019) suggested prioritizing suitable areas for *Pinus nigra* plantations in regions with better water balance to mitigate the effects of prolonged drought.

Genç (1992) emphasized the sturdiness index (SI) as another criterion for seedling quality classification, stating that lower SI values indicate better quality seedlings and higher planting success rates. According to Aphalo and Rikala (2003), seedlings with $SI < 50$ are classified as high-quality. In this study, the SI values for both origins were below 50, placing them in the high-quality seedling category. Gökdemir and Kızmaz (1998) suggested that an SI of around 23–24 is ideal for planting success.

According to the TS 2265/February 1988 standards for coniferous forest tree seedlings, all seedlings from both Beynam and Kirazlıyayla origins were classified as first-class. Early studies on seedling quality classification focused primarily on seedling height as a criterion (Yahyaoglu & Genç, 2007). The growing environment conditions of planting sites directly influence seedling success, with taller, shorter, or medium-height seedlings sometimes performing better depending on the ecological conditions of the site. Semerci (2002) found a positive relationship between seedling height and survival success, while Larsen et al. (1986), Tuttle et al. (1987), and

Dirik (1991) reported a negative relationship between these parameters.

Future studies should include more origins with varying growth environments and comprehensively analyze the relationship between seedling quality and ecological factors. Additionally, monitoring the growth performance of seedlings in post-planting periods would facilitate better correlation of quality standards with success rates in the field.

REFERENCES

- Acar, F. C., Altun, Z. G., & Boza, A. (2010). Provenance trials of Turkish black pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *nigra* var. *caramanica*) in Ege region: Fifteenth year results. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten, 50, 1–34.
- Aldhous, J. R., & Mason, W. L. (1994). Nursery policy and planning. Forest Nursery Practice. Forestry Commission Bulletin, 111, 1–12. London, U.K.
- Alkan, H. (2002). Kalitesizliğin önemli bir boyutu: Maliyet artışı (Orman ağacı fidanı üretimine ilişkin bir değerlendirme). SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 2A, 97–118.
- Alptekin, C. Ü. (1986). Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) nın coğrafik varyasyonları. (Doktora tezi). İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Anonim. (1988). TS 2265/Şubat 1988 İğne yapraklı ağaç fidanları standardı. Türk Standartları Enstitüsü, 14 s., Ankara.
- Anşın, R. (1988). Tohumlu bitkiler. K.T.Ü. Orman Fakültesi, Genel Yayın No:122, Fakülte Yayın No:15, 262 s., Trabzon.
- Aphalo, P., & Rikala, R. (2003). Field performance of silver-birch planting stock grown at different spacing and in containers of different volume. New Forests, 25, 93–108.

- Avanoğlu, B., Ayan, S., Demircioğlu, N., & Sivacioğlu, A. (2005). The evaluation of 2+0-year old black pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* Lamb. Holmboe.) seedlings produced in Kastamonu-Taşköprü Forest Nursery according to the norms of Turkish Standards Institution. *Sigma: Journal of Engineering and Science*, 2, 73–83.
- Ayıntaplı, P. (1995). Serinyol ve Tekir fidanlıklarında üretilen kızılçam, Anadolu karaçamı ve Toros sediri fidanlarında kalite sınıflaması araştırmaları. (Yüksek lisans tezi). K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bayar, E., & Deligöz, A. (2019). *Cedrus libani* ve *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* ağaçlandırma alanında kurak dönemde ağaç-su ilişkisi değişimleri. *Turkish Journal of Forestry*, 20(4), 317–323.
- Deligöz, A., & Gezer, A. (2005). Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana*) tohum meşcereleri, klonal tohum bahçeleri ve plantasyonlarında kozalak ve tohum özelliklerinin karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(1), 1–16.
- Dirik, H. (1991). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)’da bazı önemli fidan karakteristikleri ile dikim başarısı arasındaki ilişkiler. (Doktora tezi). İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ertekin, M., & Özel, H. B. (2010). Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*) polen özelliklerinde genetik çeşitlilik. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12(17), 37–46.

- Genç, M., Güner, Ş. T., & Şahan, A. (1999). Eskişehir, Eğirdir ve Seydişehir Orman Fidanlıklarında 2+0 karaçam fidanlarında morfolojik incelemeler. *Journal of Turkish Agriculture & Forestry*, 23(Ek sayı 2), 517–525.
- Genç, M. (1992). Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklerle dikim başarısı arasındaki ilişkiler. (Doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gökdemir, Ş., & Kızmaz, M. (1998). Toros göknarı (*Abies cilicica* Carr.)’nın fidanlık tekniği üzerine araştırmalar. *İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 82, 7–40.
- Güney, D., Yahyaoğlu, Z., Turna, İ., & Müller-Strack, G. (2014). Genetic variation in *Pinus brutia* in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(5), 1249–1254.
- Güney, D., Yahyaoğlu, Z., Turna, İ., Bayraktar, A., & Atar, F. (2019). Genetic variation in *Picea orientalis* (L.) Link populations located in different regions of Turkey. *Şumarski list*, 143(11–12), 539–547.
- Jaenicke, H. (1999). Good tree nursery practices: Practical guidelines for research nurseries. ICRAF, Nairobi, 8–15.
- Kızmaz, M. (1993). Karaçam fidanlarının kalite sınıflarının belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Orman Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten No: 238–241, 7–36. Ankara.
- Larsen, H. S., South, D. B., & Boyer, J. M. (1986). Root growth potential, seedling morphology and bud dormancy correlate with survival of loblolly pine seedlings planted in December in Alabama. *Tree Physiology*, 1(41), 253–263.

- Mikulová, K., Jarolímek, I., Bacigál, T., Hegedúšová, K., Májeková, J., Medvecká, J., Šibíková, M. (2019). The effect of non-native black pine (*Pinus nigra* J. F. Arnold) plantations on environmental conditions and undergrowth diversity. *Forests*, 10, 548.
- Özel, H. B., & Ertekin, M. (2008). Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*) tohum bahçelerinde çiçek üretiminde klonal farklılıklar. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 10(13), 34–45.
- Semerci, A. (2002). Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik karakteristikler ile İç Anadolu'daki dikim başarısı arasındaki ilişkiler. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 279, Ankara, 142 s.
- Kulaç, Ş., Şevik, H., & Güney, D. (2011). Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) tohum meşcerelerinde yükseltiye bağlı genetik çeşitlilik. IV. Tohumculuk Kongresi, Samsun, Turkey, 448–453.
- Thurm E.A., Hernandez L., Baltensweiler A., Ayan S., Razstovits E., Bielak K., Mladenov Zlatanov T., Hladnik D., Balic B., Freudenschuss A., Büchsenmeister R., Falk W., (2018). Alternative tree species under climate warming in managed European forests. *Forest Ecology and Management*, 430, 485–497.
- Tonguç, F., & Arslantaş, M. (2019). Atatürk Orman Çiftliğinde kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana*), ve Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) türleriyle yapılan ağaçlandırma çalışmalarının 6 yıllık sonuçlarının irdelenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 3(2), 159–169.

- Tosun, S., Özbay, Z., & Tetik, M. (1993). Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) fidanlarının kalite sınıflarının belirlenmesi üzerine araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 238-241, 37–79, Ankara.
- Turna, İ., & Güney, D. (2009). Altitudinal variation of some morphological characters of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Turkey. African Journal of Biotechnology, 8(2), 202–208.
- Tuttle, C. L., South, D. B., Golden, M. S., & Meldahl, R. S. (1987). Relationship between initial seedling height and survival and growth of loblolly pine seedlings planted during a droughty year. Southern Journal of Applied Forestry, 11(3), 139–143.
- Uluslan, M. D., & Eler, Ü. (2023). Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*) meşcerelerinde tek ağaçta kabuk kalınlığı değişiminin incelenmesi: Isparta yöresi örneği. Turkish Journal of Forestry, 24(3), 188–196.
- Ürgeç, S. (1998). Ağaçlandırma tekniği. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 3994, Fakülte Yayın No: 441, İstanbul.
- Yahyaoğlu, Z., & Genç, M. (2007). Fidan standardizasyonu: Standart fidan yetiştiriminin biyolojik ve teknik esasları. SDÜ Orman Fakültesi Yayını, 75, 555 s.

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ’NİN KALİTE SERÜVENİ: MÜDEK’İN GETİRDİĞİ KAZANIMLAR

Bülent KAYGIN¹

1. GİRİŞ

“Orman Endüstri Mühendisliği’nin Kalite Serüveni: MÜDEK’in Getirdiği Kazanımlar” başlıklı bu çalışmada, orman endüstri mühendisliği programlarının MÜDEK akreditasyonu ile sağladığı birçok avantaj ve kazanımlar kapsamlı bir biçimde detaylı olarak incelenecek ve tanıtılacaktır. Bu konudaki araştırmaların sayısının sınırlı olması, mevcut akademik boşluğun doldurulması gerekliliğini oldukça dikkatli bir şekilde vurgulamaktadır. Bu derleme makale hazırlanırken, üretken yapay zekâ araçları, öğretilen çeşitli şekillerde belirlenmiş parametrelerle ve sınırlı ölçüde kullanılmıştır. Yükseköğretim Kurulu’nun Üretken Yapay Zekâ kullanımı etik rehberinde (YÖK, 2024) belirtilen ilkelere de dikkat edilerek, bu araştırmanın “literatür taraması”, “veri analizi”, “raporlama ve yazım” aşamalarında ÜYZ sınırlı ve kontrollü olarak kullanılmıştır. Bu kapsamda, araştırmanın başlangıç aşamasında, mevcut literatürün kapsamlı bir şekilde incelenmesi amacıyla ÜYZ araçlarından faydalanılmıştır. Bu araçlar, ilgili akademik makalelerin ve sektörel raporların hızlı ve etkin bir şekilde toplanmasına ve analizlerin yapılmasına destek sağlamıştır. Toplanan verilerin kaydedilmesi ve yorumlanma sürecinde, ÜYZ’nin veri analiz yeteneği, bir araç olarak dikkatle ve kontrollü bir şekilde kullanılmıştır. Yine araştırma bulgularının raporlanması sırasında, ÜYZ araçları metin düzenleme ve

¹ Prof. Dr., Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, bkaygin@bartin.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3262-8444.

dilbilgisi kontrolü gibi alanlarda destek sağlamıştır. Özetle, bu derleme makalede, araştırmanın tasarımı ve içerik üretimi tamamen araştırmacının kontrolünde gerçekleştirilmiş olup, ÜYZ'nin katkısı teknik düzenlemelerle sınırlı kalmıştır.

Konuya yönelik literatüre kronolojik olarak bakıldığında, Ok ve Atıcı'nın "İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Programının Akreditasyon Olanakları Üzerine Bir İnceleme" başlıklı çalışması (2006), İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği programının akreditasyon süreci ve gerekliliklerini analiz ederek, mevcut durum ve eksikliklere dair kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır. Yine, Kenan Ok'un "Orman Fakülteleri Eğitim Programlarının Akreditasyonu ve MÜDEK Bağlamında Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi" başlıklı çalışması (2012), ormancılık eğitim programlarının akreditasyonu ile ilgili mevcut durum ve çözüm önerilerini ele alarak yükseköğretimde kalite değerlendirme süreçlerine ışık tutmaktadır. Görgün ve Köse (2023), "Orman Endüstri Mühendisliği Programlarının tercih Edilmesinde Mevcut Durum Analizi" başlıklı çalışmalarında, Türkiye'deki Orman Endüstri Mühendisliği programlarının tercih edilme durumunu analiz etmiş ve programların tercih edilmesini etkileyen faktörler ile öğrenci yerleşme oranlarındaki değişimleri inceleyerek geleceğe yönelik çözüm önerileri sunmuştur.

MÜDEK akreditasyonu, ilgili olduğu bölümlerin eğitim kalitesini artırmaya yönelik önemli katkılarda bulunmakta, böylece öğrencilerin daha yüksek kalitede bir öğrenim deneyimi yaşamasına olanak tanımaktadır. Bu durum, sektördeki rekabeti de önemli ölçüde artırmakta, güçlendirici bir etki yaratmaktadır. Akreditasyonun sağladığı avantajlar, mezunların iş gücü piyasasında daha görünür olmasını temin etmekle kalmayıp, ayrıca kariyer fırsatlarını da maksimum seviyeye çıkararak onları iş hayatında daha yarışmacı bir konuma getirmektedir. Ek olarak, MÜDEK akreditasyon süreçleri aracılığıyla mühendislik

eğitimi veren bölümlerin sürekli gelişimine teşvik edilmektedir ve güncellenmiş müfredatlar üzerinden eğitim standartlarının yükseltilmesine yönelik önemli çalışmalara imza atılmaktadır. Bu durum, öğrencilerin aldıkları eğitimle hem teorik bilgiye hem de pratik uygulamalara daha iyi hâkim olmalarını sağlamakta olup, bu da onları mesleki yaşamda daha donanımlı ve yetkin bireyler hâline getirmektedir. Sonuç itibarıyla “akreditasyon”, bu süreçlerin önemli bir bileşeni haline gelmiş ve öğrenci memnuniyetini artırmasının yanı sıra mezunların sektördeki yetkinliğini önemli ölçüde güçlendirmesi bakımından da büyük bir kritiklik arz etmektedir. Öğrencilerin eğitim saygınlıkları, mezuniyet sonrası iş bulma sürelerini kısaltmakta ve kariyerlerinde ilerlemeleri için büyük bir destek sunarak, onları iş hayatında daha rekabetçi bir konuma getirmiştir. Bu nedenle, MÜDEK akreditasyonunun önemi yalnızca öğrenci memnuniyeti ve kariyer fırsatları ile sınırlı kalmayıp, sanayi ile üniversiteler arasında sağlanan ilişkileri güçlendirerek sürdürülebilir bir iş birliğinin temellerinin atılması konusunda kritik bir rol oynamaktadır. Orman endüstri mühendisliği eğitimi, sürekli gelişimi hedefleyen uygulamaların gerçekleştirilmesine yönelik olarak işlev görmektedir. MÜDEK akreditasyonu sayesinde öğrenci profilinin geliştirilmesine yönelik yenilikçi yaklaşımlar, eğitim sürecinin her aşamasına entegre edilmektedir. Bu durum, eğitim süreçlerinin yalnızca teorik bilgi ile sınırlandırılmayıp, daha geniş bir kapsamda uygulamalı deneyimlerle zenginleştirilmesini sağlamaktadır. Eğitimcilerin “sürekli eğitim almaları”, “akademik gelişmelere ve sektörel yeniliklere entegre edilmeleri” de akreditasyon sürecinin kritik bileşenlerindendir. Bu unsurlar, mesleki yeterliliklerin artırılmasına ve mezunların çağımızın getirdiği değişimlere uyum sağlamalarına olanak tanımakta, böylece nitelikli bireylerin yetiştirilmesi orman endüstri mühendisliği alanında artık bir öncelik hâline gelmiştir. Bu durum,

öğrencilerin gelecekteki kariyer planlamalarında onlara büyük avantajlar sunarak önemli bir değer katmaktadır.

2. MÜDEK AKREDİTASYONU

MÜDEK Akreditasyonu, bir eğitim programının hem ulusal hem de uluslararası standartlara uygunluğunu ve kalitesini belgeleyen önemli bir süreçtir. Bu süreç, programın belirlenen hedeflerine ulaşmak amacıyla belirli standartlara uygunluğunu ve sürekli iyileşme çabalarının yanı sıra geliştirilmesi gereken alanları da dikkate alır. Akreditasyon süreci, programın kalitesini sürekli olarak arttırmak ve ulusal düzeyde tanınmasını sağlamak için de oldukça önemli bir adımdır. Bu süreç, aynı zamanda programın yerel ve uluslararası düzeyde kabul görmesine, öğrencilere ve mezunlara pek çok çeşitli avantajlar sunmasına yardımcı olur. Akreditasyon ile birlikte öğrenciler, daha fazla fırsata ve kariyer imkânlarına erişim sağlarken, mezunlar da eğitimlerinin kalitesini kanıtlayarak iş bulma şanslarını artırmış olurlar. Kahraman, Ertutar ve Girgin'in "Mühendislik Eğitimi ve Akreditasyon" başlıklı çalışması (2012), mühendislik eğitiminde akreditasyon süreçlerini ve kalite ölçütlerini ele alarak, Türkiye’de ve dünyada bu alandaki gelişmeleri kapsamlı bir şekilde değerlendirmiştir. Çalışma, mühendislik eğitiminde uluslararası standartlara uyum sağlamanın, mesleki yeterlilik ve kalite güvencesi açısından kritik bir öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

2.1. Akreditasyon Nedir?

Akreditasyon, bir kurum veya programın belirlenen standartlara uygunluğunu ve kalitesini kapsamlı bir biçimde değerlendirme sürecidir. Bu detaylı ve sistematik süreç, eğitim programlarının kalitesini sağlamaya yönelik oldukça sağlam bir güvence mekanizması olarak görülmektedir. Akredite bir program veya kurum, öğrencilere, velilere, işverenlere ve diğer eğitim paydaşlarına programın kalitesi, içeriği ve sürekli

iyileştirmesi hakkında büyük bir güven verir. Bu güven, eğitimde kaliteyi artırmak ve geliştirmek amacıyla önemli bir faktördür. Akreditasyon, eğitim programlarının öğrenci gereksinimlerini karşılayacak düzeyde kaliteli olduğunu garanti altına alır. Bu sayede bireylerin, eğitim süreçlerinde daha etkili bir şekilde ilerlemelerini sağlar. Eğitim kurumları, akreditasyon süreci aracılığıyla gerek akademik gerekse idari yönlerini sürekli olarak gözden geçirir ve bu sayede daha iyi hizmet ve eğitim sunma hedefi güder. Akredite edilmiş bir eğitim programı, aynı zamanda mezunlarının kariyer gelişimine de önemli katkılar sunar, çünkü işverenler tarafından tercih edilme oranı artar ve mezunların iş bulma süreçleri daha az zorlukla gerçekleşir. Bu nedenle, akreditasyon hem bireysel hem de toplumsal düzeyde eğitim kalitesinin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Özçiçek ve Karaca'nın "Yükseköğretim Kurumlarında Kalite ve Akreditasyon: Mühendislik Eğitim Programlarının Değerlendirilmesi" başlıklı çalışması (2019), yükseköğretimde kalite güvencesi ve akreditasyon süreçlerinin önemini vurgulayarak, özellikle mühendislik programlarının değerlendirme ve akreditasyon mekanizmalarına odaklanmaktadır. Bu çalışma, mühendislik eğitim programlarının ulusal ve uluslararası standartlara uygun hale getirilmesinin, hem akademik hem de mesleki yeterlilik açısından kritik olduğunu göstermektedir.

2.2. MÜDEK'in Rolü ve Önemi

Mühendislik Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği (MÜDEK), çeşitli disiplinlerdeki mühendislik eğitim programları için akreditasyon, değerlendirme ve bilgilendirme çalışmaları yaparak mühendislik eğitiminin kalitesinin yükseltilmesine katkıda bulunmak amacıyla faaliyet gösteren bağımsız bir kuruluştur (Anonim, 2024a). MÜDEK, Mühendislik Eğitim Programları

Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği'nin kısaltmasıdır ve bu dernek, mühendislik eğitimi alanında önemli bir rol üstlenmektedir. Bu dernek, mühendislik eğitimi kalitesini artırmak için titizlikle çalışmalar yürüterek, Türkiye'de mühendislik eğitimi veren birçok kurumun akreditasyon sürecini yönetmekle sorumludur. MÜDEK akreditasyonu, yalnızca mühendislik eğitimi veren programların kalitesini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda bu programların uluslararası düzeyde tanınırlığını yükseltmeyi hedefleyen bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu akreditasyon süreci sayesinde mezunlar, uluslararası alanda daha fazla rekabet edebilir hale gelirken, mühendislik programları da sürekli olarak daha nitelikli bir eğitim sunma çabası içerisinde olma fırsatı bularak gelişimlerine katkı sağlamaktadırlar. MÜDEK, bu önemli misyonunu etkili bir şekilde yerine getirirken, sektördeki gelişmeleri dikkatle takip eder ve mühendislik eğitiminde en iyi uygulamaları teşvik etmek amacıyla etkinliklerde, seminerlerde ve çalıştaylarda yer alarak eğitimin kalitesini yükseltmek için çeşitli girişimlerde bulunur. Bu kapsamda, dernek tarafından MÜDEK akreditasyonuna başvurmayı ve/veya MÜDEK ölçütlerine göre programlarında iyileştirme yapmayı planlayan mühendislik lisans programlarının “yönetici ve öğretim kadrosunu”,

- Mühendislik programlarının akreditasyonu ve MÜDEK hakkında genel bilgiler,
- MÜDEK akreditasyonundaki temel kavramlar,
- MÜDEK değerlendirme ölçütleri ve anlamları,
- Ölçütlerdeki çıktı tabanlı sürekli iyileştirme yaklaşımının mühendislik programlarına uygulanması,
- Değerlendirme süreci; Fakülte ve Bölümlerin akreditasyon hazırlıkları,
- Özdeğerlendirme raporları,

- Değerlendirme takımlarınca yapılan kurum ziyaretleri

konularında bilgilendirmek ve eğitmek amaçlı çalıştaylar yapılmaktadır (Anonim, 2024b).

3. ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİ VE MÜDEK AKREDİTASYON SÜRECİ

Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ile ilgili olarak çeşitli konuları ele alan, orman ürünleri endüstrisi süreçleri ve teknolojilerine dair oldukça geniş bir yelpazede eğitim veren bir bölümdür. Bu bölümde öğrencilere, orman endüstrisi alanında bilginin temellerini oluşturan mühendislik prensipleri, malzeme bilimi, üretim teknikleri, çevre koruma ve orman ekonomisi gibi çok çeşitli ve önemli konularda kapsamlı bir eğitim verilmektedir. Öğrencilerin bu konulardaki bilgilerini derinleştirebilmeleri ve uygulamaya dönüştürebilmeleri amacıyla, bölüm, çeşitli teorik bilgiler ve pratik uygulamalar sunarak destekleyici bir öğrenme ortamı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, bölüm, öğrencilere sektördeki güncel gelişmeleri takip etme fırsatı sunarak, yenilikçi çözümler üretme ve sürdürülebilir bir şekilde kaynak kullanımı konularında yetkinlik kazandırmayı hedeflemektedir. Bu sayede öğrenciler, öğrenim sürecinin sonunda, orman endüstrisi alanında etkin birer uzman olabilmek için gerekli olan bilgi birikimi ve becerilere tamamen sahip olacaklardır. Ayrıca, mezunların iş dünyasında rekabetçi bir avantaj elde edebilmesine katkıda bulunacak çeşitli staj ve proje fırsatları da sağlanmaktadır. Bununla birlikte, bu bölümde yer alan öğretim üyeleri, deneyimleri ve uzmanlık alanlarıyla öğrencilerin akademik ve profesyonel gelişimlerine önemli katkılarda bulunmaktadır. Orman endüstrisi ile ilgili en son yenilikleri takip eden öğretim üyeleri, öğrencilere sektördeki uygulama fırsatları ve potansiyel kariyer yolları hakkında

bilgilendirme yaparak, mezun olduktan sonra bu alanda başarılı olmalarını sağlamayı amaçlamaktadır. Sonuç olarak, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, yenilikçi düşünmeyi teşvik eden ve çevre dostu bir yaklaşımı benimseyen müfredatıyla öğrencilerin kariyer hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olma konusunda son derece karardır. Koç, Kurtoğlu ve Erdinler'in "Orman Endüstri Mühendisliği Eğitim ve Öğretiminde Yeniden Yapılanma Modeli" başlıklı çalışması (2009), Orman Endüstri Mühendisliği eğitiminin mevcut durumunu ve sektörel ihtiyaçlara uygun bir yeniden yapılanma modelini kapsamlı bir şekilde ele almıştır. İlgili çalışmaya göre, Orman Endüstri Mühendisliği eğitiminin mevcut program yapısı, sektörel ihtiyaçlara tam olarak yanıt vermemekte ve özellikle uygulama yetenekleri, kalite kontrol bilgisi ve endüstriyel gerekliliklere uygun ders içerikleri bakımından geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, yeniden yapılanma önerileri, daha yetkin mühendisler yetiştirmek ve eğitim programlarının marka değerini artırmak için önemli bir yol haritası sunmaktadır.

Orman Endüstri Mühendisliği eğitimi, hem ulusal hem de uluslararası standartlara, ayrıca MÜDEK tarafından belirlenen çeşitli gerekliliklere uygun bir şekilde şekillendirilmelidir. Bu kapsamda oluşturulan eğitim programı, öğrencilere yalnızca endüstriyel süreçlerin etkili ve verimli bir şekilde yönetimi alanında bilgi ve beceri kazandırmakla kalmayıp, aynı zamanda orman kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, çevre koruma ile ilgili meseleler hakkında da kapsamlı bir bilgi birikimi ve yetenek seti sunmayı hedeflemektedir. MÜDEK akreditasyon süreci, bölümün sunduğu eğitsel programın çok çeşitli standartlarla ne ölçüde örtüştüğünü değerlendirilmesinin yanı sıra, sürekli iyileştirme prensiplerine dayalı olarak programın genel kalitesini artırmaya yönelik geribildirim sağlamaktadır. Bu geri bildirimler, eğitimin niteliğini yükseltmek ve öğrencilerin mesleki hayata en iyi

şekilde hazırlanmalarını sağlamak amacıyla büyük bir önem taşımaktadır. Böylece öğrencilerin mezun olduktan sonra, profesyonel yaşamlarında karşılaştıkları zorluklara daha donanımlı bir şekilde yanıt verebilmeleri beklenmektedir. Eğitim programının sürekli gözden geçirilmesi ve yenilikçi yaklaşımlarının benimsenmesi, öğrencilerin günümüz endüstri dünyasındaki ihtiyaçlarını karşılamalarını sağlamayı da desteklemektedir. Engin, Uluğaç, Çağlı ve Karaman'ın “Türkiye’de Mühendislik Eğitimi Veren Yükseköğretim Kurumlarında Kalite Süreçlerinin Analizi” başlıklı çalışması (2023), mühendislik eğitimi veren yükseköğretim kurumlarında kalite güvence süreçlerini analiz ederek, uluslararası rekabet avantajı kazandırmak için öneriler sunmaktadır. Bu çalışma, Türkiye’de mühendislik programlarının ABET ve MÜDEK gibi akreditasyon süreçleriyle daha yüksek standartlara ulaşmasının önemini vurgulamaktadır.

Türkiye’de MÜDEK akreditasyonuna sahip Orman Endüstri Mühendisliği bölümleri ve geçerlilik süreleri MÜDEK’in resmi web sitesindeki 2024 Akreditasyon Listesi’nden derlenmiş ve aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Anonim, 2024c):

Tablo 1: Türkiye’de MÜDEK Akreditasyonuna Sahip Orman Endüstri Mühendisliği Bölümleri ve Geçerlilik Süreleri

Üniversite Adı	Akreditasyon Geçerlilik Süresi	EUR-ACE Etiketli Geçerlilik Süresi
İÜ-Cerrahpaşa	01.10.2018 - 30.09.2025	01.10.2018 - 30.09.2025
KTÜ	01.05.2015-30.09.2026	01.05.2015 - 30.09.2026
BARÜ	01.05.2024 - 30.09.2026	01.05.2024 - 30.09.2026

3.1. Program Standartları ve Gereklilikler

Orman Endüstri Mühendisliği programının akredite edilmesi için belirli standartlar ve gereklilikler detaylı bir şekilde belirlenmiştir. Bu gereklilikler, eğitim programının hem akademik hem de teknik içeriğini, laboratuvar olanaklarının çeşitliliğini, öğrenci-öğretim elemanı oranını ve endüstri ile gerçekleştirilen işbirliği faaliyetlerini kapsamaktadır. Ayrıca, programın sürekli olarak performans ve verimlilik açılarından iyileştirilmesi için etkili kalite güvence sistemlerinin kurulması şarttır; bu sistemlerin ayrıca belirli dönemlerde dış değerlendirmeye tabi tutulması da gerekmektedir. Bu süreç, programın güncel gelişmelere ve değişen piyasa dinamiklerine ayak uydurmasını ve sektördeki ihtiyaçlarla uyumlu kalmasını sağlamak amacıyla son derece kritik ve önemlidir. Eğitim kalitesinin artırılması için öğretim elemanlarının uzmanlık alanları ile ilgili sürekli mesleki gelişim imkânları sağlanmalı; bu sayede öğrencilerin güncel bilgilerle ve en son teknolojilerle donatılması da sağlanmalıdır. Öğrencilerin, endüstri dünyasında karşılaşabilecekleri zorluklarla başa çıkabilmeleri için gerekli yetkinliklerin kazandırılması büyük bir önem taşımaktadır. Bu bağlamda, Kırkavak, Özaktaş ve Ertem'in "Program Çıktıları İçin Alternatif Bir Ölçme-Değerlendirme Modeli: MÜDEK Karnesi" başlıklı çalışması (2019), mühendislik eğitimi akreditasyonunda program çıktılarının değerlendirilmesi ve sürekli iyileştirme süreçleri için yenilikçi bir model sunmaktadır. Çalışma, mezunların mesleki yeterliliklerini nesnel ölçme-değerlendirme araçlarıyla belgelemenin eğitim kalitesini artırmada önemli bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

3.2. Değerlendirme Süreci

MÜDEK tarafından belirlenen kriterlere göre, Orman Endüstri Mühendisliği programı akreditasyon sürecine alınır, bu da yükseköğretim standartlarının sağlanmasına büyük katkı sağlar. Bu önemli süreç, hem yazılı belgelere dayalı bir inceleme hem de detaylı saha ziyareti şeklinde gerçekleştirilerek çok yönlü

bir değerlendirme imkânı sunar. Değerlendirme süreci, programın belirli standartlarla ne ölçüde uyumlu olduğunu ve öğrencilere beklenen bilgi ve becerileri kazandırıp kazandırmadığını objektif bir şekilde değerlendirerek kapsamlı bir analiz ve inceleme sunar. Değerlendirme sırasında, ders içerikleri, öğretim yöntemleri, altyapı olanakları ve öğrenci geri bildirimleri gibi pek çok faktör dikkate alınır. Bu nedenle, ilgili programın kalitesinin ve eğitim yeterliliklerinin anlaşılabilmesi için bütün bu faktörlerin göz önünde bulundurulması oldukça önemlidir. Değerlendirme sonucunda bölüm, akreditasyon statüsünü kazanabilir veya iyileştirme önerileri alarak süreci yeniden başlatabilir. Bu sürecin sonunda, programın sürekli gelişimi ve öğrencilere en iyi eğitimi verme hedefi doğrultusunda ilerlemeleri desteklenmiş olur, dolayısıyla bu akreditasyon süreci sadece bir onay süreci değil, aynı zamanda bir gelişim fırsatıdır. Payzın'ın “Başarılı Ürün Geliştirme İçin Gereken Temel Beceriler: MÜDEK Program Çıktıları” başlıklı çalışması (2014), mühendislik programlarının MÜDEK akreditasyonu için beklenen temel beceriler ile başarılı ürün geliştirme arasındaki ilişkiyi analiz etmektedir. Çalışma, mühendislik öğrencilerine kazandırılması gereken teknik ve teknik olmayan becerilerin, karmaşık problemlerin çözümünde ve yenilikçi ürün geliştirme süreçlerinde nasıl bir kaldıraç görevi görebileceğini vurgulamaktadır. Mühendislik eğitiminde çıktılara dayalı bir yaklaşımın, nitelikli insan kaynağı yetiştirilmesinde kritik bir öneme sahip olduğu sonucuna varılmaktadır.

4. AKREDİTASYONUN AVANTAJLARI

MÜDEK akreditasyonunun birçok önemli avantajı bulunmaktadır. Bu avantajlar, özellikle de öğrencilerin eğitim kalitesinin ciddi şekilde artması ve uluslararası tanınırlık kazanarak daha geniş bir perspektife sahip olmaları gibi çok çeşitli unsurlar içermektedir. Akredite bir programda öğrenim

görmek, öğrencilere daha iyi iş fırsatları sunmanın yanı sıra kariyer gelişimlerine de oldukça olumlu ve yapıcı katkılarda bulunur. Bu durum, bireylerin iş hayatında daha başarılı olmalarını sağlarken, aynı zamanda profesyonel yaşamlarında daha sağlam bir temele sahip olmalarına da imkân tanır. Öte yandan, akreditasyon süreci sırasında eğitim programlarının sürekli olarak detaylı bir şekilde gözden geçirilmesi ve gerekli düzenlemelerin titizlikle yapılması söz konusudur. Bu süreçle birlikte eğitim kalitesi, sürekli olarak iyileştirilerek ve güncellenerek en üst seviyeye çıkartılmakta ve geliştirilmesine yönelik önemli adımlar atılmaktadır. Böylece öğrencilerin mezun olduklarında daha güncel ve kapsamlı bilgilerle donanmış olmaları sağlanmakta; bu da onlara rekabetçi bir avantaj sunarak iş arama sürecinde belirleyici bir etken oluşturmaktadır. Böylelikle, akredite programlar, akademik ve mesleki gelişimleri için pek çok açıdan değerli bir kaynak ve fırsat oluşturmaktadır. Akreditasyonun getirdiği bu faydalar, ülkenin yüksek öğretim sisteminin uluslararası standartlarla uyumlu hale gelmesine önemli katkılarda bulunurken, aynı zamanda öğrenciler, global iş ortamında daha etkili bir şekilde yer alabilme kapasitesine sahip olurlar. Uluslararası işgücü pazarında başarılı olabilmek için gerekli olan becerilere ve bilgilere sahip olmanın yanı sıra, dünya genelindeki eğitim sistemleriyle karşılaştırıldığında da ciddi bir üstünlük elde ederler. Tanınmış bir akreditasyona sahip olmak, kariyerlerinde güçlü bir temel oluşturarak gelecekteki başarılarını da önemli ölçüde etkilemektedir. Başkır, Küçükönder, Çelik ve Güzel'in "Öğretim Kalitesi Değerlendirmesine Yeni Bir Yaklaşım: Bartın Üniversitesi Örneği" başlıklı çalışması (2017), öğrenci algısı ve akademik performans değerlendirmelerini birleştirerek öğretim kalitesini iyileştirmek için yenilikçi bir yaklaşım sunmuştur. Çalışma, yükseköğretimde öğretim kalitesinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilebileceğini ve bu tür sistemlerin diğer kurumlar için örnek teşkil edebileceğini göstermektedir. Yine

Ayvaz, Kuşakçı ve Borat'ın “Kalite Güvencesi ve Akreditasyon Süreçleri” başlıklı çalışması (2016), yükseköğretimde kalite güvencesi ve akreditasyon süreçlerini, Avrupa ve Türkiye bağlamında ele alarak kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır. Çalışma, kalite güvence mekanizmalarının geliştirilmesinin, yükseköğretimde standartların artırılmasında kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

4.1. Öğrenciler İçin Avantajlar

MÜDEK akreditasyonu, öğrencilere birçok önemli avantaj sunarak, bu avantajlar sayesinde eğitim hayatlarını daha da güçlendirmektedir. Akredite bir programda eğitim almanın sağladığı imkânlar, öğrencilere hem kaliteli bir eğitim deneyimi yaşatır hem de uluslararası düzeyde tanınma ve geçerlilik fırsatı sunar. Bu özellik, öğrencilerin sadece bilgi ve beceriler kazanmasını sağlamakla kalmaz; bunun yanında iş bulma aşamasında da onları daha avantajlı bir konumda yerleştirerek kariyerlerinde önemli bir adım atmış olmalarının kapılarını aralar. Akredite programlar, yalnızca nitelikli eğitim sunmakla sınırlı kalmamış; aynı zamanda öğrenci geri bildirimlerini dikkate alarak sürekli bir gündem ve geliştirme sürecine tabi tutulmaktadır. Bu durum, öğrencilerin kendi süreçlerine olan katkılarını önemli kılarak, motivasyonlarını artırmakta ve kendilerini daha aktif bir öğrenme sürecinde hissetmelerini sağlamaktadır. Dolayısıyla, bu durum, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini önemli ölçüde iyileştirerek, onları daha donanımlı hale getirmektedir. Akreditasyon süreci, eğitim kalitesinin sürekli bir şekilde iyileştirilmesine olanak tanırken, mezunların iş dünyasında rakipleriyle daha iyi bir şekilde rekabet edebilmeleri için gerekli yetenekleri ve donanımları kazanmalarına yardımcı olmaktadır. Eğitim alanında elde edilen bu akreditasyon sayesinde, öğrenciler, uzmanlık alanlarında kendilerini geliştirme fırsatlarından yararlanarak, hem bireysel hem de profesyonel anlamda daha başarılı bir kariyer inşa etme

şansına sahip olurlar. Zeydan ve Gürbüz'ün “Yükseköğretimde Kalite ve Öğrenci Memnuniyeti” başlıklı çalışması (2019), küreselleşme ve artan rekabet bağlamında yükseköğretimde kalite ve öğrenci memnuniyetinin artırılmasına yönelik çözüm önerilerini Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi özelinde incelemektedir. Çalışma, akademik personel yetersizliği, öğrenci kontenjan fazlalığı ve staj imkânlarının eksikliği gibi sorunların, eğitim kalitesi ve öğrenci memnuniyeti üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, yükseköğretim kurumlarının kalite artırımı için daha fazla denetim ve destek mekanizmalarına ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

4.2. Mezunlar İçin Sağlanan Birçok Avantajlar

MÜDEK akreditasyonu, yalnızca eğitim kurumları için değil, mezunlar için de son derece önemli ve paha biçilmez avantajlar sunmaktadır. Akredite bir programdan mezun olan öğrenciler, iş arama sürecinde son derece anlamlı ve büyük bir avantaj elde ederler. Bu durum, mezunların iş bulma şansını önemli ölçüde artırarak, rekabetin oldukça yüksek olduğu günümüz iş piyasasında öne çıkmalarını sağlamaktadır. Ayrıca, akreditasyon süreci sırasında öğrencilere kazandırılan değerli beceri ve bilgiler, mezun olduktan sonra da geçerliliğini korumakta ve onların kariyerleri için sağlam, güvenilir ve değerli bir temel oluşturmaktadır. Bu beceriler, mesleki yaşamları boyunca kendilerine birçok kapı açabilir ve onlara geniş bir kariyer yelpazesi sunarak, profesyonel dünyada kendilerini daha iyi ifade etmelerine yardımcı olur. Öte yandan, akredite bir programdan mezun olan öğrenciler, uluslararası düzeyde daha fazla tanınırlık ve prestij kazanma fırsatına sahip olurlar. Bu da mezunların yurt dışında iş olanaklarını değerlendirmeleri açısından büyük bir avantaj sağlar ve onlara uluslararası alanda rekabet etme kabiliyeti sunarak, dünya genelinde kariyer fırsatlarına erişimlerini kolaylaştırır. Mesleki alanda kendilerini geliştirmek isteyen mezunlar için MÜDEK

akreditasyonu, çok önemli, kritik ve vazgeçilmez bir yapı taşı olarak değerlendirilen bir unsurdur. Bu akreditasyon, kariyer hedeflerini gerçekleştirmekte büyük bir rol oynamakta ve mezunların profesyonel gelişim yolculuklarında onlara destek sağlamaktadır. Süngü ve Bayrakçı'nın "Bolonya Süreci Sonrası Yükseköğretimde Akreditasyon Çalışmaları" başlıklı çalışması (2010), Bolonya Süreci'nin yükseköğretimde kalite güvencesine etkisini ele alarak, Avrupa ve Türkiye'deki akreditasyon uygulamalarını karşılaştırmalı bir şekilde değerlendirmiştir. Çalışma, uluslararası standartlarla uyumlu bir yükseköğretim sistemi oluşturmanın, öğrenci hareketliliği ve mezun istihdamını artırmada kritik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir

5. SONUÇ

Makale içerisinde değinilen MÜDEK tarafından verilen eğitimlerden birisi de, kurum temsilcilerine yönelik olarak 2023 yılı Nisan ayı içinde gerçekleştirilmiştir. İki bölüm halinde yürütülen eğitimin, Google Classroom üzerinden asenkron olarak gerçekleştirilen I. bölümüne 373 kurum temsilcisi katılmıştır. Bu eğitimin MG100-MÜDEK ve Mühendislik Eğitiminin Akreditasyonu eğitim materyaline (Anonim, 2023) göre; MÜDEK akreditasyonu, üç temel paydaşa önemli avantajlar sunmaktadır:

A. Öğrencilere ve Mezunlara Sağladığı Avantajlar

MÜDEK tarafından sağlanan akreditasyon, mezunların eğitim aldıkları programın uluslararası tanınırlığını garanti altına alır. Örneğin, MÜDEK'in verdiği EUR-ACE® Etiket, 15 farklı ülkedeki akreditasyon kuruluşları tarafından kabul edilmekte olup, Washington Accord üyeleri aracılığıyla bu tanınırlık 30'dan fazla ülkeye yayılmaktadır. Bu durum, mezunlara hem uluslararası yüksek lisans başvurularında hem de mühendislik alanındaki iş fırsatlarında avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, MÜDEK akreditasyonu, mezunların uluslararası standartlara

uygun bir mühendislik programını başarıyla tamamladıklarını belgeleme olanağı sunar. EUR-ACE® etiketi taşıyan programlardan mezun olanlar, Avrupa Mühendislik Federasyonu (FEANI) tarafından belirlenen EUR-ING unvanını almak için gereken eğitim şartlarını karşılamaktadır.

B. Yükseköğretim Kurumlarına Sağladığı Katkılar

MÜDEK akreditasyonu, programlara uluslararası tanınırlık kazandırarak yükseköğretim kurumlarını ön plana çıkarır. Özellikle, EUR-ACE etiketi ve Washington Accord'un sağladığı avantajlarla birlikte, bu akreditasyon süreci, kurumların daha nitelikli öğrencilere ulaşmasını kolaylaştırır. YKS kılavuzlarında akredite programlara ilişkin bilgilere yer verilmesi de aday öğrenciler üzerinde olumlu bir etki yaratmaktadır. Ayrıca, lisans programlarının kalitesi hakkında güvenilir bir değerlendirme sunarak, mezunların lisansüstü programlara kabul oranını artırır. Akreditasyon sürecinin bir diğer önemli katkısı ise, yükseköğretim kurumlarının öğretim programlarındaki eksiklikleri görüp bunları iyileştirme fırsatı sağlamasıdır.

C. İşverenlere Sağladığı Faydalar

MÜDEK akreditasyonu olan bir programın mezunları, uluslararası standartlarda bilgi ve becerilerle donatılmış olarak mezun olurlar. Bu durum, işverenlere, adayların mezun olduğu programın kalitesine dair güvenilir bir referans sunar ve işverenlerin nitelikli mühendisler istihdam etmesini kolaylaştırır.

Görüldüğü ve anlaşılabileceği üzere, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nün MÜDEK akreditasyon sürecini başarıyla tamamlaması, öğrencilere ve mezunlara pek çok önemli avantaj sağlamakta ve birçok yeni fırsatlar yaratmaktadır. Bu sürecin başarıyla tamamlanması, programın kalitesinin uluslararası standartlara uygun olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Bu durum, öğrencilere daha iyi eğitim

imkânları sunmakta ve mezunların uluslararası alanda daha rekabetçi, yetkin ve donanımlı olmalarını sağlamaktadır. Bu akreditasyon sayesinde mezunlar, işgücü piyasasında daha avantajlı bir konuma ulaşabilmekte ve işe alım süreçlerinde daha fazla ilgi görebilmektedirler; dünya genelindeki çok uluslu şirketler ve önde gelen firmalar, sıkça akredite programlardan mezun olan adayları tercih etme eğilimindedir. Ancak, akreditasyonun sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla bölümün sürekli olarak gelişmesi ve mevcut eksiklerinin giderilmesi büyük bir önem arz etmektedir. Bu kapsamda bölüm, sürekli olarak elde edilen geri bildirimlerden faydalanarak eğitim programını iyileştirmeli ve endüstrinin ihtiyaçlarına uygun yenilikçi ve etkili yaklaşımlar benimsemelidir. Eğitim programının düzenli olarak güncellenmesi, öğrencilere daha geniş bir bakış açısı kazandırarak, onların günümüz iş dünyasında karşılaşacakları zorluklara daha hazırlıklı ve donanımlı bir şekilde yaklaşmalarını sağlayabilir. Ayrıca, akreditasyon sürecinin tüm ilgili paydaşlar arasında doğru ve etkili bir biçimde anlaşılmasını ve desteklenmesini sağlamak için iletişim ve iş birliği süreçleri de daha aktif bir şekilde sürdürülmelidir. Bu sayede hem öğrencilerin hem de mezunların uluslararası platformda daha başarılı ve etkin bir şekilde yer bulmaları mümkün olacak; bu durum, onların kariyer yolculuklarında daha sağlam ve güvenilir adımlar atmalarına yardımcı olurken, aynı zamanda ülkemizin eğitim kalitesinin de belirgin şekilde yükselmesine önemli katkılar sunacaktır.

KAYNAKÇA

- Anonim (2023). MG100-MÜDEK ve Mühendislik Eğitiminin Akreditasyonu eğitim materyali. <https://www.mudek.org.tr/tr/calistay/calistay202304K.shtm> (Erişim tarihi: 12.12.2024)
- Anonim (2024a). Kısaca MÜDEK. <https://www.mudek.org.tr/tr/hak/kisaca.shtm> (Erişim tarihi: 12.12.2024)
- Anonim (2024b). Kurumlar İçin Çalıştaylar. <https://www.mudek.org.tr/tr/calistay/c-egit.shtm> (Erişim tarihi: 12.12.2024)
- Anonim (2024c). Akreditasyon Listesi. <https://www.mudek.org.tr/tr/akredit/akredite2024.shtm> (Erişim tarihi: 12.12.2024)
- Ayvaz, B., Kuşakçı, A. O., & Borat, O. (2016). Kalite güvencesi ve akreditasyon süreçleri. İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstriyel Araştırma ve Gelişim Dergisi. Cilt 1, Sayı 1, Sayfa 53-60.
- Başkir, M. B., Küçükönder, H., Çelik, N., & Güzel, M. S. (2017). Öğretim Kalitesi Değerlendirmesine Yeni Bir Yaklaşım: Bartın Üniversitesi Örneği. Bartın University Journal of Faculty of Education, 6(2). 468-485.
- Engin, O., Uluağaç, F., Çağlı, S. D., & Karaman, S. (2023). Türkiye’de Mühendislik Eğitimi Veren Yükseköğretim Kurumlarında Kalite Süreçlerinin Analizi. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 8(3), 237-248.
- Görgün, H.V., & Köse, C. (2023). Orman Endüstri Mühendisliği Programlarının Tercih Edilmesinde Mevcut Durum Analizi. VII. Uluslararası Mobilya Kongresi. (143-159). (researchgate.net).

- Kahraman, S., Ertutar, Y., & Girgin, S. C. (2009). Mühendislik eğitimi ve akreditasyon. İnşaat Mühendisliği Eğitimi Sempozyumu, 277-284.
- Kırkavak, N., Özaktaş, H., & Ertem, M. A. (2019). Program Çıktıları İçin Alternatif Bir Ölçme-Değerlendirme Modeli: MÜDEK Karnesi. Endüstri Mühendisliği, 30 (1), 32-48.
- Koç, K. H., Kurtoğlu, A., & Erdinler, E. S. (2009). Orman Endüstri Mühendisliği Eğitim ve Öğretiminde Yeniden Yapılanma Modeli. Bildiriler Kitabı, Bartın Orman Fakültesi Dergisi I. Ulusal Batı Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı. Özel Sayı, ISSN: 1302-0943, Cilt I, Sayfa: 71-81.
- Ok, K. (2012). Orman Fakülteleri Eğitim Programlarının Akreditasyonu ve MÜDEK Bağlamında Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi. Conference Paper (researchgate.net).
- Ok, K., & Atıcı, E. (2006). İÜ Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Programının Akreditasyon Olanakları Üzerine Bir İnceleme. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 56(2), 121-143.
- Özçiçek, Y., & Karaca, A. (2019). Yükseköğretim kurumlarında kalite ve akreditasyon: mühendislik eğitim programlarının değerlendirilmesi. Fırat Üniversitesi Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 3(1), 114-149.

- Payzın, A. E. (2014). Başarılı Ürün Geliştirme İçin Gereken Temel Beceriler: MÜDEK Program Çıktıları Key Competencies Required for Successful Product Development: MÜDEK Program Outcomes. ELECO Elektrik-Elektronik-Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu.
- Süngü, H., & Bayrakçı, M. (2010). Bolonya süreci sonrası yükseköğretimde akreditasyon çalışmaları. Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 8(4), 895-912.
- YÖK (2024). Üretken Yapay Zekâ kullanımı etik rehberi.
- Zeydan, İ., & Gürbüz, A. (2019). Yükseköğretimde kalite ve öğrenci memnuniyeti. Euroasia Journal of Social Sciences & Humanities, 6(10), 37-44.

MOBİLYA KULP ÇEŞİTLERİNİN ESTETİK VE KULLANICI BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Kadir KAYAHAN¹,

Timuçin BARDAK²,

Eser SÖZEN³,

Selahattin BARDAK⁴

1. GİRİŞ

Mobilyayı oluşturan aksesuarlar, ürünün işlevselliği ve güvenlik özellikleri üzerinde etkilidir. Mobilya aksesuarlarının kullanımı, mobilya üretiminin temel süreçlerinden biridir. Aksesuarların uygun işlevine, modeline, rengine, kalitesine, boyutuna ve ergonomisine göre seçimi ve kullanımı, mobilyanın kalitesini, görünümünü, maliyetini, çekiciliğini ve satış özelliklerini etkiler (Kalaycıoğlu vd., 2017).

Ürünü ortaya çıkaran yapısal bileşenlerin malzemeleri iş birliği ile kişiselleştirme aracılığıyla satın alma sırasında kişiselleştirilebilir. Müşteriye sunulan malzeme seçenekleri arasından müşteri bir tercih yaparak ürünü temel olarak kişiselleştirebilir. Malzeme ile kişiselleştirme üründe aksesuarın veya çeşitli modüler elemanların kullanıcı tercihlerine göre değiştirilmesi ile de yapılabilir. Bu gibi kişiselleştirmeler için bileşen değiştirerek modüler hale getirme yöntemi kullanılabilir. Örneğin metal kulplu bir dolap kulpu ahşap veya deri bir kulp ile değiştirilebilir. Bir omurgaya bağlı olarak kişiselleştirme de

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, Mobilya ve Dekorasyon, kkayahan@bartin.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4837-6472

² Doç. Dr., Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, Mobilya ve Dekorasyon, timucinb@bartin.edu.tr , ORCID: 0000-0002-1403-1049

³ Doç. Dr., Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, esozen@bartin.edu.tr , ORCID: 0000-0003-4798-7124

⁴ Prof. Dr., Sinop Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, sbardak@sinop.edu.tr , ORCID: 0000-0001-9724-4762

bir modülün yerine veya yanına istenen malzemedeki bir başka modülün getirilmesi ile sağlanabilir (Tuna, 2022).

Eroğlu vd. (2013) tarafından atıfta bulunulan makalede, yalnızca tasarım öğrencileri ve profesyonelleri arasında yürütülen bir anketin kısmi sonuçları açıklanmıştır. Bu anketin yayınlanmamış sonuçlarından biri, öğrencilerin ve tasarım profesyonellerinin tasarımlarında yarı mamul ürünler (düğmeler, kulplar, kilitler vb.) kullanma davranışlarıyla ilgiliydi ve bu çalışmanın ana kapsamını oluşturuyordu. Söz konusu eski kendi kendine yapılandırılmış çevrimiçi ankette, çeşitli endüstrilerden 41 profesyonel tasarımcı, "Yarı mamul ürünleri alt işlevli ekipmanlar (kulplar, düğmeler, kilitler vb.) için kullanıyor musunuz? Eğer öyleyse, bu parçalar için bir ergonomi değerlendirmesi yapıyor musunuz?" açık uçlu sorusunu yanıtladı. 41 katılımcıdan 31'i tasarım projelerinde yarı mamul ürünler kullandıklarını beyan etti. Sadece 21 katılımcı ergonomi değerlendirmesi yapma eğiliminde olduklarını beyan ederken, ikisi de aksesuar seçimlerinde ana kriter olarak maliyeti belirtti.

Mobilya üreticileri, rekabetçi bir ortamda fark yaratmak ve müşteri taleplerine cevap vermek için mobilya tasarımlarında nitelikli aksesuarların kullanımını tercih etmektedir (Tatlısu, 2014). Aksesuar tasarımında eş zamanlı mühendislik yöntemlerinin uygulanması ve tedarikçilerin ürün geliştirme süreçlerine dahil edilmesi, aksesuarların kalitesini artıracaktır (Langner & Seidel, 2009; Jayaram, 2005). Ürünlerde kalitenin anlaşılması, ürün geliştirme süreçlerinin başlangıcından itibaren tedarikçilerle kurulan bağ ve bilgi alışverişi ile mümkün olabilir (Chung & Kim, 2003). Gedik ve İlhami (2020) yaptığı bir çalışmada Oluşan ikinci küme televizyon ünitesinin sade olması gerektiği ile ilgili vurguları yapmaktadır. Ortaya çıkan üçüncü küme de ise televizyon ünitelerinde çekmece, kapaklı dolap ve kapak kulpları gibi görselliği olumsuz etkileyen objelerin olmaması istenmektedir.

Bıçak vd. (2015) yaptıkları çalışmada Yatak odası mobilyanızda kullandığınız kulp ve saplar hangi malzemeden olmalı sorusuna katılımcılarımızın %31,7'si ahşap, %19,2'si pirinç ve %15,8'i alüminyum cevabını vermiştir. Genelde yatak odası mobilyalarının kulp ve sap malzemesi olarak ahşap fazla kullanılmasa da kullanıcılar tarafından tercih edilmektedir. Koltuk ve sandalye döşemelerinde, yatak başlıklarında, bazalarda, cibinlik ve yatak çevresinde perde görevinde, kulplarda, askılarda ve sayılamayacak kadar çok noktada; çeşitli renk, doku ve sertlikteki kumaş, deri, hasır ya da halat gibi tekstil türevi malzemeler mobilya ile buluşur (Tuna 2022).

Uzun ve Sarıkahya (2021) Görme Engellilerin Konutlarının İç Mekân ve Mobilyalarına Yönelik Sorunlar ve Çözümlerin Belirlenmesi başlıklı çalışmalarında Antre dolaplarında/mobilyalarında ölçü, biçim, kapak açılma şekli, çekmeceler vb. gibi kullanım yönünden en fazla zorlayan şeyler sorusuna metal kulpların köşelerinin keskin olması nedeniyle ellerin çizilmesi, Kullanıcıların ayakkabılarını koyarken ve bulurken en fazla zorlandıkları şeyler sorusuna verdiği cevap ayakkabılığın kulpları küçük ve keskin

Uzuner (2020) yaptığı bir çalışmada Araştırmaya göre büyük ölçekli firmalar kumaş ve ray sistemlerini mobilyalarında en çok ithal kullandıkları malzemeler olarak belirtmişlerdir. Bu iki malzemeden sonra en çok kullandıkları ithal malzeme ahşap, menteşe, motor mekanizmaları, metal, boya, sünger ve kulp olduğunu beyan etmişlerdir.

Openshaw ve Taylor, 2006 yılındaki çalışmalarında yüzey ile kulp arasında en az bir inç boşluk olmasını önermişlerdir. Ayrıca, sap formunun itme, çekme ve kavrama işlevlerine kolayca izin verecek şekilde tasarlanması gerektiğini öne sürmüşlerdir (Openshaw S., E. Taylor, 2006). Washington Eyalet Çalışma ve Endüstri Bakanlığı (2002), sapların parmaklar

yerine tüm elin kavraması için yeterli alan sağlaması gerektiğini belirtmiştir. Başka bir çalışmada, mobilya saplarının renginin arka planından farklı olması ve yaşlı insanların sapları fark etmesinin zor olabileceği için güçlü bir kontrast sağlaması önerilmiştir (Pinto, 1997). Ayrıca Patkin (2001), elleçlenecek ürünler için belirlenen genişliğin en az 10-15 cm olması gerektiğini belirtmiştir.

2. KULPLARDA RENK, DESEN, DOKU

Mobilya kulplarında renk, desen ve doku, estetik ve işlevsellik açısından önemli faktörlerdir. Bu özellikler, kulpların mobilya tasarımına uyum sağlaması, dikkat çekici detaylar oluşturması ve kullanıcıların zevkine hitap etmesi açısından büyük rol oynar. Mobilya kulplarında renk, desen ve doku seçimleri hem mobilyanın görsel etkisini hem de kullanıcı deneyimini doğrudan etkiler. Doğru kombinasyonlarla tasarımda estetik bir bütünlük sağlanabilir ve mobilyanın genel havası değiştirilebilir. Bu özelliklerin tasarım sürecinde dikkatle değerlendirilmesi, mobilyanın işlevsel ve görsel değerini artıracaktır. Kulplarda Renk, Desen ve Doku Seçiminin Önemine bakıldığında, Seçilen renk, desen ve doku; mobilyanın tarzını tamamlamalı ve genel dekorasyonla uyumlu olmalıdır. Dokunun kullanıcı deneyimini kolaylaştırması, kaymayı önlemesi ve konfor sağlaması gerekir. Kullanıcıların estetik zevkine uygun kulplar seçilerek mobilyanın görünümü özelleştirilebilir. Modern trendlerde daha sade renkler ve dokular ön plandayken, klasik tasarımlarda desen ve detaylı dokular öne çıkar.

Ürünlerde detaylarda veya farklı işleve hizmet eden kısımlarda renk çeşitliliğine gitmek hem çocuk için uyarıcı olur hem üründeki tekdüzeliği alır hem de çocuk üzerindeki psikolojik etkiyi dengeler. Çocuk mekân veya eşyalarında hâkim rengin karşıt rengi ile kullanılması çocuğa vurgulanmak

istenenin algılatılması için bir yöntem olabilir. Örneğin sarı renkteki dolabın kulpu mor tercih edilerek kulpa vurgu yapılabilir (Tuna, 2022)

3. KULPLARIN KONUMLANDIRILMASI

Mülayim (2009) bedensel özürllüler için mimari mekan tasarımı başlıklı çalışmasında Üst dolapların kulpu veya çekmesi mümkün olduğunca dolap kapaklarının alt tarafına yakın olmalıdır. Özellikle üst dolaplarda küçük bir kuvvet uygulandıktan sonra kendiliğinden açılabilen veya kapanabilen pnömomatik veya hidrolik pistonlardan faydalanılmalıdır. Alt dolaplar için kulp veya çekme kolu, dolap kapaklarının mümkün olduğunca üst tarafına yakın olmalıdır.

Denge hareketlerini ise; güvenlik daima göz önünde tutularak, çocuğun bir miktar zorlanarak da olsa yapabileceği, gelişime teşvik eden detaylarda vermek mümkün olabilir. Örneğin dolap kulpunu veya dolap askılarını rahatlıkla ulaşabileceğinden az bir miktar yukarıda konumlandırmak gibi. Burada tasarımcıların, ebeveynlerin kontrolünde olabilecek boşluklar bırakması ve bu boşlukları nasıl kullandıracağını anlatması gerekir (Tuna, 2022).

4. KULP ÇEŞİTLERİ

4.1. AHŞAP KULPLAR

Ahşap mobilya kulpları, doğal ve sıcak bir estetik sunan, mobilya tasarımında uzun yıllardır kullanılan popüler bir seçenektir. Ahşap kulplar hem geleneksel hem de modern mobilya tasarımlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Ahşap kulplar, kullanılan ahşap türüne göre değişir. Yaygın olarak sert ve dayanıklı olması sebebiyle meşe, koyu rengi ve zarif dokusuyla lüks mobilyalarda ceviz, ekonomik olması sebebiyle çam, sert ve homojen bir yapıya sahip olması sebebiyle de kayın ahşap türleri tercih edilmektedir. Avantajları olarak doğal görünümleri, çeşitliliği, çevre dostu olması, kolay işlenebilir olması, tamir

edilebilirliği ve bakımının kolay olmasıdır. Dezavantajları ise dayanıklılık, nem ve sıcaklık, bakım gerekliliği ve maliyet olarak sıralanabilir.



Şekil 1. Ahşap kulp örnekleri (URL-1)

4.2. ZAMAK KULPLAR

Zamak mobilya kulpları, zamak adı verilen bir alaşımdan yapılan, dayanıklılığı ve estetik görünümü ile mobilya tasarımlarında sıkça kullanılan kulp türleridir. Zamak, çinko (Zn) esaslı bir alaşım olup alüminyum (Al), magnezyum (Mg) ve bakır (Cu) gibi metallerin karışımından oluşur. Dayanıklılığı ve kolay şekillendirilebilirliği sayesinde mobilya aksesuarlarında yaygın bir malzemedir. Avantajları estetik çeşitlilik, maliyet, korozyon direnci ve yüzey kalitesidir. Dezavantajları ise ağırlık, çevreye etkisi, yüksek sıcaklık dayanımı olarak sıralanabilir.



Şekil 2. Zamak kulp örnekleri (URL-2)

4.3. PORSELEN KULPLAR

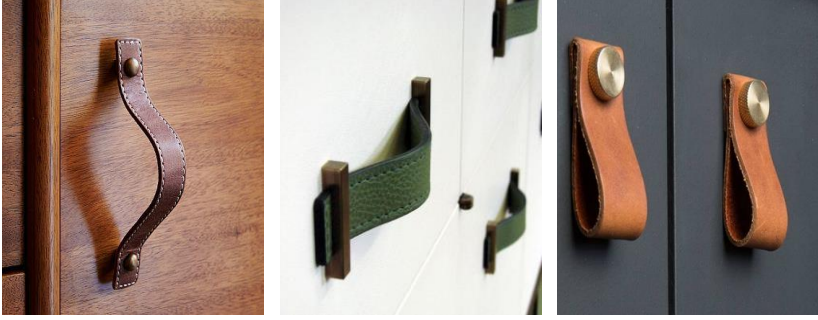
Porselen mobilya kulpları, mobilya tasarımında estetik ve zarif bir görünüm sunan dekoratif aksesuarlardır. Porselen, kilin yüksek sıcaklıkta fırınlanarak sertleştirilmesiyle elde edilen bir malzemedir. Bu kulplar, genellikle klasik, rustik, vintage ve country tarzı mobilyalarda yaygın olarak kullanılır. Avantajları estetik görünüm, dayanıklılık, renk çeşitliliği, kombinasyon seçenekleri ve kolay temizlenebilir olmasıdır. Dezavantajları ise kırılabilirlik, maliyet ve belirli tarzlara uygun olması olarak sıralanabilir.



Şekil 3. Porselen kulp örnekleri (URL-2)

4.4. DERİ KULPLAR

Deri mobilya kulpları, mobilyalarda hem şıklık hem de sıcak bir dokunuş sunan estetik ve yenilikçi bir aksesuar türüdür. Modern, rustik ve minimal tasarımlarda sıklıkla tercih edilen deri kulplar, genellikle doğal veya sentetik deriden üretilir. Dayanıklılıkları ve esneklikleri sayesinde hem fonksiyonel hem de dekoratif bir kullanım sağlar. Avantajları estetik olması, konforlu kullanım, çeşitlilik, esneklik ve modülerlik, sessizliktir. Dezavantajları ise bakım gereksinimi, kullanım alanı sınırlaması, maliyetin yüksek olması, renk solması olarak sıralanabilir.



Şekil 4. Deri kulp örnekleri (URL-3)

4.5. GÖMME KULPLAR

Gömme kulplar, mobilyalarda kullanılan, yüzeyle tamamen ya da kısmen aynı hizaya gelecek şekilde monte edilen ve mobilyaya minimal bir görünüm kazandıran kulp türleridir. Hem estetik hem de fonksiyonel avantajlar sunarak modern, şık ve sade tasarımlar için ideal bir seçimdir. Genellikle düz hatlı ve ergonomik tasarımlarıyla ön plana çıkar. Avantajları estetik görünüm, alan tasarrufu, güvenlik, geniş tasarım seçeneği ve uzun ömür. Dezavantajları ise montaj zorluğu, sınırlı kavrama, karmaşık onarım ve daha yüksek maliyet olarak sıralanabilir.



Şekil 5. Gömme kulp örnekleri (URL-4)

4.6. DÜĞME KULPLAR

Düğme kulplar, mobilyalarda kullanılan ve genellikle küçük, yuvarlak veya düğme şeklindeki tasarımıyla dikkat çeken kulp türleridir. Klasik ve modern mobilyalarda yaygın bir kullanım alanına sahip olan bu kulplar, hem pratik hem de estetik çözümler sunar. Çekmeceler, dolaplar ve kapaklı mobilyalar için tercih edilen düğme kulplar, farklı malzeme, boyut ve renk seçenekleriyle geniş bir tasarım yelpazesi sunar. Avantajları estetik çeşitlilik, küçük boyutlu olması, kolay uyumluluk, ekonomik olması, kolay değiştirilebilir olması. Dezavantajları ise tutuş alanı kısıtlılığı, sınırlı taşıma kapasitesi ve çıkıntılı yapıya sahip olması olarak sıralanabilir.



Şekil 6. Düğme kulp örnekleri (URL-5)

4.7. PLASTİK KULPLAR

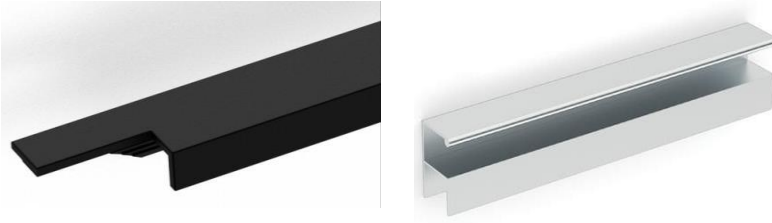
Plastik mobilya kulpları, mobilya tasarımında ve üretiminde oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir. İşlevselliklerinin yanı sıra estetik, maliyet ve üretim kolaylığı gibi avantajlar nedeniyle tercih edilirler. Plastik mobilya kulpları genellikle dayanıklı ve hafif bir plastik türü olan ABS (Akrilonitril Bütadien Stiren) ve ekonomik ve esnek bir malzeme olan PVC (Polivinil Klorür) malzemelerden üretilir. Hafiflik, Maliyeti, estetik çeşitliliği, korozyon dayanımı ve üretim kolaylığı en büyük avantajlarından. Dezavantajları olarak dayanıklılık, estetik algı ve çevreye etkisi olarak



Şekil 7. Plastik kulp örnekleri (URL-6)

4.8. PROFİL KULPLAR

Profil kulplar, mobilyaların çekmece veya kapaklarında kullanılan, genellikle uzun, ince ve düz bir tasarıma sahip olan kulp türleridir. Çoğu zaman mobilyanın yüzeyiyle uyumlu olacak şekilde tasarlanır ve az yer kaplayarak sade bir görünüm sağlar. "Gömme" veya "yüzey montajlı" türleri bulunmaktadır. Profil kulplar farklı malzemelerden üretilebilir. Hafif, dayanıklı ve paslanmaz bir malzeme olan Alüminyum ve daha dayanıklı olan paslanmaz çelik malzemeden üretilmektedir. Avantajları olarak dayanıklılık, kolay temizlenebilmesi, geniş tasarım seçenekleri ve ergonomiyi sayabiliriz. Dezavantajları ise montaj zorluğu, estetik uyum ve maliyet olarak sıralamak mümkündür.



Şekil 8. Profil boy kulp örnekleri (URL-7)

5. SONUÇLAR

Mobilya kulpları, estetik ve fonksiyonellik arasındaki dengeyi sağlayan önemli bir tasarım unsuru olarak mobilyaların kimliğini belirler. Çeşitli malzeme, tasarım ve kullanım özellikleriyle mobilya kulpları; ahşap, zamak, seramik, deri, plastik ve metal gibi birçok farklı türde üretilerek geniş bir kullanım yelpazesi sunar. Her bir kulp çeşidi, mobilyanın genel tasarımına, kullanım alanına ve kullanıcı ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilir bir çözüm sağlar. Modern minimal tasarımlar için gömme ve profil kulplar öne çıkarken, klasik ve dekoratif tasarımlarda seramik ve metal kulplar tercih edilmektedir. Deri ve ahşap kulplar ise doğal bir dokunuş sunarak hem estetik hem de çevre dostu alternatifler oluşturur. Plastik ve zamak kulplar ekonomik ve dayanıklı çözümler sağlarken, düğme kulplar sade şıklıklarıyla geniş bir kullanım alanına hitap eder. Tüm bu çeşitlilik, mobilya tasarımında kulpların yalnızca bir aksesuar değil, aynı zamanda işlevsel ve tasarımsal bir unsur olduğunu göstermektedir. Kullanıcıların estetik tercihlerinin yanı sıra ergonomi, dayanıklılık ve çevresel etkiler gibi faktörleri de göz önünde bulundurması, doğru kulp seçimini kolaylaştıracaktır. Sonuç olarak, mobilya kulpları yalnızca birer detay olarak değil, mobilyanın tasarım dilini ve kullanıcı deneyimini doğrudan etkileyen önemli bir bileşen olarak değerlendirilmelidir. Doğru seçilen bir kulp, mobilyanın estetik değerini artırırken kullanım kolaylığı ve dayanıklılık da sağlar. Mobilya kulplarının gelişen tasarım trendleri ve yenilikçi malzeme kullanımları ile gelecekte de önemli bir tasarım unsuru olmaya devam edeceği açıktır.

KAYNAKÇA

- Bıçak, S., Akyıldız, M. H., Kesik, H. İ., & Karamanoğlu, M. (2015). Yatak Odası Tasarımlarının Estetik, Fonksiyonellik ve Malzeme Açısından İncelenmesi. *Selcuk University Journal of Engineering Sciences*, 14(2), 814-833.
- Chung, S. & Kim, G.M. (2003). Performance effects of partnership between manufacturers and suppliers for new product development: the supplier's standpoint. *Research Policy*, 32, 587-603.
- Eroğlu, I., Cifter, A.S., Ozcan, K. (2013). Ergonomics Education and Students' Tendency to Use Research Methods. *Contemporary Ergonomics & Human Factors* 2013. Taylor & Francis, Croydon.
- Gedik, T., & İlhan, A. (2020). Yeni Ürün Geliştirme Sürecinde Müşteri Odaklı Yaklaşım: Tv Ünitesi Tasarımı. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(2), 207-216.
- Jayaram, J. (2005). Supplier involvement in new product development projects: dimesionality and contingency effects. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3717-3735.
- Kalaycıoğlu, H., Aras, U. & Çınar, T. (2017). Mobilyada Tamamlayıcı Elemanlar “Aksesuarlar”. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 1188-1198
- Langner, B. & Seidel, V.P. (2009). Collaborative concept development using supplier competitions: Insights from automotive industry. *Journal of Engineering Technology and Management*, 26, 1-14.

- Mülayim, A. (2009). Bedensel özürlüler için mimari mekân tasarımı. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Edirne.*
- Openshaw S., Taylor E., (2006). Ergonomics and Design A Reference Guide. Allsteel Inc. USA
- Patkin, M. (2001). A Checklist for Handle Design. Ergonomics Australia On-Line, 15.
- Pinto, M.R., De Medici, S., Zlotnicki, A., Bianchi, A., Van Sant, C., Napou, C., (1997). Reduced Visual Acuity in Elderly People: The Role of Ergonomics and Gerontechnology Age and Ageing ; 26: 339-344
- Tatlısu, E. (2014). Türkiye Ev Mobilya Sektöründe Faaliyet Gösteren Mobilya ve Aksesuar Üreticisi Firmaların Yeni Ürün Geliştirme Süreçlerindeki İlişkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul-2014.
- Tuna, E. Ş. (2022). *Çocuk Mobilyası Tasarımında kişiselleştirme kavramının İncelenmesi* (Master's thesis, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- URL-1 <https://www.atolye10.com/urun-kategori/ahsap-kulp/> (Erişim Tarihi:10.08.2024)
- URL-2 <https://kahramanoglukulp.com/tr> (Erişim Tarihi:10.08.2024)
- URL-3 <https://tr.pinterest.com/pin/412642384624523092/> (Erişim Tarihi:10.08.2024)
- URL-4 <https://www.evan.com.tr/kategori/gomme-kulp> (Erişim Tarihi:10.08.2024)
- URL-5 <https://www.groupnobel.com/urun-kategori/mobilya-kulplari/dugme-kulplar/> (Erişim Tarihi:10.08.2024)

URL-6 <https://vienkulp.com/kategori/plastik---pvc-kulplar/7>
(Erişim Tarihi:10.08.2024)

URL-7 <https://www.evan.com.tr/kategori/profil-kulp> (Erişim
Tarihi:10.08.2024)

Uzun, O., & Sarıkahya, M. (2021). Görme Engellilerin Konutlarının İç Mekân ve Mobilyalarına Yönelik Sorunlar ve Çözümlerin Belirlenmesi. *Online Journal of Art & Design*, 9(4).

Uzuner, M. (2020). Mobilya tasarımında ahşap malzeme kullanımının değerlendirilmesi: Bursa İnegöl mobilya firmaları örneği. *Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi*.

Washington State Department of Labor and Industries. (2002). Office Ergonomics Practical Solutions for a Safer Workplace. Prp. by WISHA Services Division Editing: Office Ergonomics Advisory Committee USA

SEASONAL CHANGE OF CHLOROPHYLL CONTENT IN *Ginkgo biloba* L. SEEDLINGS OF DIFFERENT AGES

Fahrettin ATAR¹

Ali BAYRAKTAR²

Deniz GÜNEY³

1. INTRODUCTION

Ginkgo biloba L., commonly known as the maidenhair tree, is a unique gymnosperm and the only extant species within the Ginkgoaceae family (Shareena and Kumar, 2022). Often referred to as a "living fossil," *Ginkgo biloba* has origins tracing back to the Permian period, approximately 270 million years ago, and has remained relatively unchanged morphologically (Zhou and Zheng, 2003). Native to China, the species is currently found both in natural stands and as a widely cultivated ornamental tree across temperate regions (Del Tredici, 1991).

The tree is deciduous, with a pyramidal growth habit and can reach heights of 20–35 meters. Its fan-shaped leaves display dichotomous venation and turn bright yellow during autumn, contributing to its aesthetic and cultural significance. Ginkgo is dioecious, with male and female reproductive structures occurring on separate individuals. Female trees produce seeds surrounded by a fleshy outer layer, which contains ginkgolic

¹ Assoc. Prof. Dr., Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, fatar@ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4594-8148.

² Asst. Prof. Dr. Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, alibayraktar@ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8420-7089.

³ Prof. Dr., Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, d_guney@ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7222-6162.

acids with known antimicrobial properties but also has an unpleasant odor when decomposing (Watson, 2013).

Ginkgo biloba is notable for its tolerance to urban pollution, resistance to pests and diseases, and adaptability to diverse environmental conditions, making it an ideal choice for urban forestry and landscaping (Royer et al., 2003). Its longevity is remarkable, with some specimens exceeding 1,000 years of age (Stanković, 2016). The species has long been utilized in traditional Chinese medicine. Extracts from Ginkgo leaves, rich in flavonoids and terpenoids, are used for their potential antioxidant, anti-inflammatory, and neuroprotective effects (Mahadevan and Park, 2008). Modern pharmacological studies have emphasized its efficacy in improving cognitive functions and managing symptoms of dementia and Alzheimer's disease (DeFeudis and Drieu, 2000; DeKosky et al., 2008). Additionally, Ginkgo seeds are a delicacy in East Asian cuisine, though their consumption requires careful preparation due to the presence of toxic compounds like ginkgotoxin (Leistner and Drewke, 2010).

Ginkgo biloba remains a subject of significant interest in scientific research, particularly in studies on its ecological, pharmacological, and physiological properties (van Beek, 2002). Its unique characteristics and historical significance make it a valuable species for both conservation and applied sciences. The fundamental processes of photosynthesis, which sustain life on Earth, are intrinsically linked to the ecological and physiological roles of plants like *Ginkgo biloba*, making it an essential focus of research for understanding both global energy cycles and species-specific adaptations.

The flow of energy in nature depends entirely on photosynthesis, as it serves as the primary source of both atmospheric oxygen and essential nutrients for living organisms.

Photosynthetic plants form the foundation of the food chain, and all life on Earth fundamentally relies on plants (Yigit, 2016). The critical role of plants stems from their ability to perform photosynthesis. By utilizing sunlight to produce food and oxygen, the life cycle on our planet is largely dependent on the process of photosynthesis (Sevik et al., 2016).

Photosynthesis is a vital process in which light energy is converted into chemical energy to produce organic compounds in organisms containing chlorophyll. This process requires chlorophyll, a green pigment, and sunlight. Chlorophyll absorbs light energy and converts it into chemical energy, forming the fundamental mechanism of photosynthesis, which is essential for the production of oxygen and nutrients vital to all living organisms (Çetin, 2016; Zeren et al., 2017; Çetin, 2017). The most active pigments in photosynthesis are the green pigments of plants, chlorophylls, which are concentrated in the mesophyll cells of leaves. For this reason, photosynthesis predominantly occurs in leaves (Kacar et al., 2009). The amount of chlorophyll in leaves is directly related to the plant's stress levels and aging process (Terzi et al., 2010). Moreover, chlorophyll content is closely associated with photosynthetic activity and primary production levels, as the amount of radiation absorbed from the sun affects the photosynthetic capacity of leaves (Curran et al., 1990). Beyond this, green plants play significant roles in maintaining environmental and ecological balance. They reduce noise levels (Arıcak et al., 2016), decrease air pollution and wind speed, save energy (Kaya, 2009; Çetin, 2017; Sevik et al., 2017), and have positive psychological effects on humans (Çetin, 2015). Additionally, plants are valuable resources from an economic perspective (Tunçtaner et al., 2007).

One of the essential activities for urban residents is utilizing urban green spaces (Özel and Ertekin, 2012; Çetin and Sevik, 2016; Turna, 2017). Plants are fundamental elements of

landscaping due to their ability to enhance the aesthetic value of their surroundings. Plants used in landscaping have the potential to fulfill multiple functions simultaneously, including aesthetic, social, ecological, and economic roles (Fallahchai et al., 2013). The color characteristics of plant leaves are particularly significant in terms of aesthetic value and serve as a critical factor in selecting plants for landscaping purposes. Plants with various shades of green are often preferred for aesthetic applications, as these tonal differences are directly linked to the chlorophyll content in the leaves (Kaya, 2009; Çetin, 2017). Moreover, chlorophyll pigments in plants have the ability to exhibit sensitive responses to various environmental factors (Lepeduš et al., 2003).

This study aims to determine the chlorophyll content of *Ginkgo biloba* seedlings, a species frequently preferred in landscaping, at different ages and during the pre- and post-growth periods. Considering that the chlorophyll content in leaves is not only limited to aesthetic value but also reflects the plant's sensitivity to environmental conditions, data obtained from such studies will both guide landscaping practices and contribute to a better understanding of the plant's responses to environmental stress factors.

2. MATERIAL AND METHOD

In this study, one-, two-, and three-year-old *Ginkgo biloba* seedlings grown under open-field nursery conditions at the Research and Application Greenhouse of Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, were used as the study material (Figure 1). Chlorophyll measurements were conducted in two different periods—at the beginning (May 2024) and the end (October 2024) of the vegetation period—to determine the changes in chlorophyll content of leaves from seedlings of different ages. Measurements were performed on 90

seedlings in total, with 30 seedlings per age group, and three leaves were measured on each seedling. According to the long-term climatic data (1927–2023) of Trabzon Province, where the Research and Application Greenhouse of the Faculty of Forestry is located, the average annual temperature is 14.8°C, and the total annual precipitation is 828.9 mm.

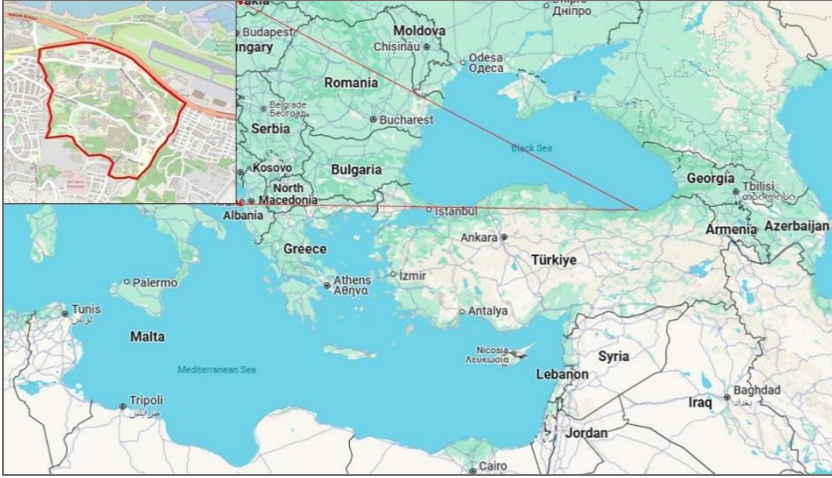


Figure 1. Geographical location of the study area

The chlorophyll content was assessed indirectly with a portable chlorophyll meter (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan). Measurements were performed by taking three readings per leaf (from the tip, middle, and base near the petiole), and the mean Chlorophyll Concentration Index (CCI) value was calculated. The device was developed and manufactured following the principles outlined by Inada (1963). It estimates the relative chlorophyll density by detecting the absorption of red and infrared light by leaf tissues, specifically at wavelengths of 659 nm and 940 nm.

Statistical analysis of the data was carried out using the SPSS 23.0 software package. The tests included Wilcoxon, One-way ANOVA, and Duncan's multiple range test. Differences in chlorophyll content between the start and end of the growing

period were evaluated using the Wilcoxon test to determine statistical significance. Additionally, variations in chlorophyll content among seedlings of different age groups were examined through One-way ANOVA, and Duncan's test was employed to classify the groups based on similarity.

3. RESULTS

In the study conducted at the KTÜ Research and Application Greenhouse, the maximum, minimum, and mean chlorophyll content values, along with standard deviations, were determined for one-, two-, and three-year-old seedlings in May and October. Additionally, the differences in the average chlorophyll content of seedlings between May and October were statistically evaluated using the Wilcoxon test (Table 1).

Table 1. Chlorophyll values of *Ginkgo biloba* seedlings of different ages

Seedling Age	Min. (CCI)		Max. (CCI)		Mean±Std.dev. (CCI)		Wilcoxon test Sig.
	May	Oct	May	Oct	May	Oct	
1-year-old	11.2	12.0	40.1	47.0	27.8 ± 0.53	27.6 ± 0.82	0.896
2-year-old	25.2	30.2	45.3	63.5	34.3 ± 0.49	46.6 ± 0.76	0.000*
3-year-old	34.0	28.8	51.6	68.9	42.6 ± 0.48	46.9 ± 1.01	0.001*

* $p < 0.01$: There is a statistically significant difference at the 99% confidence level

In the measurements conducted in May, the minimum chlorophyll content was recorded as 11.2 CCI in one-year-old seedlings, while the maximum content was determined as 51.6 CCI in three-year-old seedlings. The average chlorophyll content ranged from 27.8 to 42.6 CCI, with the lowest value observed in one-year-old seedlings and the highest in three-year-old seedlings. In the October measurements, the minimum chlorophyll value was again recorded in one-year-old seedlings at 12.0 CCI, while the maximum value was measured in three-year-old seedlings at 68.9 CCI. During this period, the average

chlorophyll content ranged from 27.6 to 46.9 CCI, with the highest value observed in three-year-old seedlings.

The differences in chlorophyll content between May and October for two- and three-year-old seedlings were found to be statistically significant at the 99% confidence level. However, no statistically significant difference was detected between the May and October values for one-year-old seedlings ($p>0.05$). Furthermore, it was determined that chlorophyll content in one-year-old seedlings was higher in May, whereas in two- and three-year-old seedlings, the chlorophyll content was higher in October (Table 2).

The differences in chlorophyll content among the different age groups of *Ginkgo biloba* seedlings were found to be statistically significant through variance analysis (Table 2). According to the analysis results, chlorophyll content measurements conducted in both May and October revealed statistically significant differences among seedlings of different ages at the 99% confidence level.

Table 2. Results of variance analysis regarding chlorophyll content of seedlings of different ages

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	P
	Between Groups	10013.862	2	5006.931	227.379	0.000*
May	Within Groups	5879.381	267	22.020		
	Total	15893.244	269			
	Between Groups	22032.580	2	11016.290	160.519	0.000*
Oct	Within Groups	18324.008	267	68.629		
	Total	40356.588	269			

* $p<0.01$: There is a statistically significant difference at the 99% confidence level

After identifying significant differences in chlorophyll content among seedlings of different ages through variance

analysis, the grouping of these seedlings was determined using Duncan's test, and the results are presented in Figure 2. According to Duncan's test results, three distinct groups were identified in the May measurements, whereas two groups were observed in the October measurements. In the May results, each age group formed its own separate group. In the October results, two- and three-year-old seedlings, which exhibited the highest chlorophyll content, were placed in the same group, while one-year-old seedlings with the lowest chlorophyll content formed a separate group.

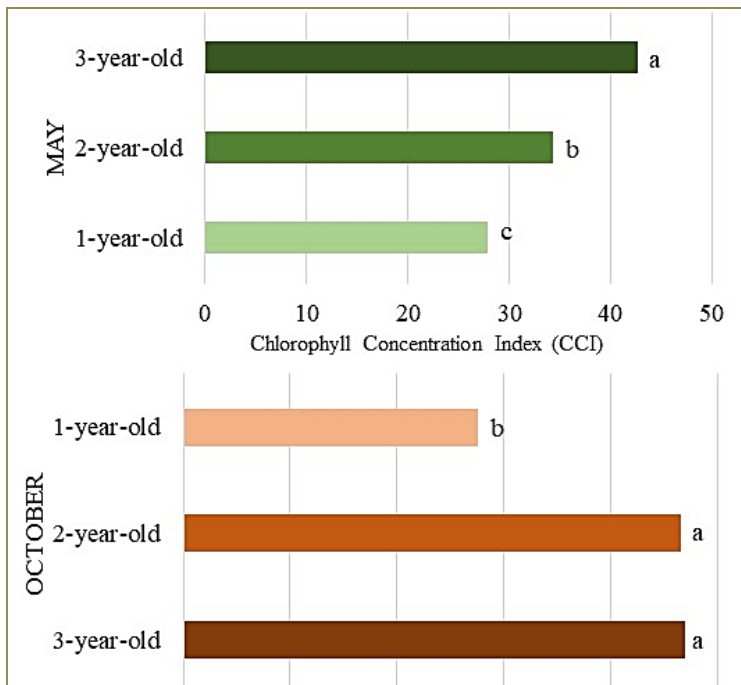


Figure 2. Duncan test results for May and October measurements of seedlings of different ages based on chlorophyll content

4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The variations in the physiological, morphological, phenological, and anatomical traits of plants are influenced not only by their genetic composition but also by environmental conditions. (Güney et al., 2016; Atar and Turna, 2018; Atar et al., 2020). Numerous studies have reported that chlorophyll content in leaves varies under the influence of various environmental factors (Gond et al., 2012; Atar, 2013). Among these, ecological conditions, particularly light-related factors, stand out as significant determinants affecting chlorophyll levels (Dai et al., 2009).

It is widely stated that, as with other plant characteristics, the primary reason for variations in chlorophyll content is the genetic structure (Taner and Sade, 2005). Additionally, leaf structure is emphasized as an important factor influencing chlorophyll levels. For instance, one study highlighted that polyploid plants have higher chlorophyll content compared to diploid plants, resulting in darker green leaves (Tepe et al., 2002). Similarly, this study conducted on *Ginkgo biloba* seedlings of different ages grown in the KTÜ Research and Application Greenhouse also revealed statistically significant differences in chlorophyll content.

Measurements conducted between the beginning (May) and the end (October) of the growing season revealed statistically significant differences in chlorophyll content for two- and three-year-old seedlings. Consistent with this study, numerous previous studies have reported changes in chlorophyll content throughout the vegetation period (Zavoruev and Zavorueva, 2002; Sevik et al., 2017). Brett and Singer (1973) stated that high temperatures and light intensity could lead to a reduction in chlorophyll content. Similarly, Faria et al. (1998)

observed a decrease in total chlorophyll concentration from July to September.

Hyryläinen et al. (2015) associated the reduced chlorophyll content observed at the onset of the growth period with an imbalance between the pace of chlorophyll production and shoot development, where the swift elongation and vigorous growth of shoots played a role in this occurrence. Yearly and seasonal fluctuations in pigments are strongly influenced by unfavorable environmental factors, including intense light exposure in summer, low temperatures during winter, and periodic water shortages (Kancheva et al., 2014). According to the results of this study, chlorophyll content in one-year-old seedlings was higher in May, whereas higher values were observed in two- and three-year-old seedlings in October. The increase in chlorophyll content during October may be attributed to changes in temperature, light intensity, and other environmental factors.

The highest average chlorophyll content across both measurement periods was observed in three-year-old seedlings. In a study conducted by Kinoshita et al. (2021), the chlorophyll content of *Ginkgo biloba* leaves was evaluated using SPAD measurements. The study found that SPAD values exhibited seasonal variation throughout the year, reaching their maximum on the 200th day of the year. However, photosynthetic parameters were observed to peak earlier in the year. This finding suggests that relying solely on chlorophyll content to estimate photosynthetic capacity may lead to inaccuracies. Furthermore, a strong correlation between chlorophyll content and photoperiod was identified, indicating that longer daylight hours enhanced carbon uptake. In another study, Sarijeva et al. (2007) compared the chlorophyll content and photosynthetic activity of sun and shade leaves in *Ginkgo biloba*. The results revealed that, on a leaf area basis, the chlorophyll a+b content of

sun leaves was higher than that of shade leaves. However, when measured on a dry or fresh weight basis, the chlorophyll content in sun leaves was lower. Additionally, the chlorophyll a/b ratio was higher in sun leaves (~3.1–3.3) compared to shade leaves (~2.6–2.8). A separate investigation into the physiological and transcriptomic changes associated with the autumnal color transition and senescence of *Ginkgo biloba* leaves demonstrated a sharp decline in chlorophyll levels toward late October. This reduction was linked to decreased expression levels of genes involved in chlorophyll biosynthesis (Li et al., 2020). Similarly, Matile et al. (1992) examined pigment changes during leaf senescence in autumn and reported a rapid decline in chlorophyll content, while carotenoids were significantly retained. This retention contributed to the characteristic golden-yellow color of autumn leaves. The study also noted that chlorophyll a degraded faster than chlorophyll b, although the degradation rate of chlorophyll b increased during the later stages of senescence. Yang et al. (2010) investigated the photosynthetic, biochemical, and ultrastructural changes in *Ginkgo biloba* leaves during their development. They observed that chlorophyll a and total chlorophyll content increased from April to June, followed by a decline in September. In contrast, changes in chlorophyll b content were less consistent and occurred at lower levels. At full leaf expansion in June, photosynthetic capacity reached its peak. The study highlighted that the chlorophyll a/b ratio was highest between June and July (ranging from 3.0 to 3.8) and that changes in photosynthetic capacity were closely associated with ultrastructural changes in chloroplasts. For example, chloroplast thylakoids were densely and orderly arranged in June but began to deteriorate in September and October, with an increase in osmiophilic granules. Lastly, a recent study by Jurčević Šangut and Šamec (2024) provided detailed insights into the seasonal variation of chlorophyll content in *Ginkgo biloba* leaves. Leaf samples

collected during seven developmental stages from May to November showed that chlorophyll a and b content increased from May, peaked in July, and then began to decline. The chlorophyll a/b ratio remained stable for most of the growing season but exhibited a notable decrease during leaf senescence in October and November. This decrease was attributed to the faster degradation of chlorophyll a compared to chlorophyll b, leading to the expansion of the Photosystem II (PSII) antenna system. The study also found a negative correlation between chlorophyll content and total biflavonoid content, suggesting a potential role of biflavonoids in the leaf senescence process.

Yang and Chen (2014) investigated the photosynthetic characteristics of *Ginkgo biloba* leaves during their growth process and detailed the changes in chlorophyll content. Their study demonstrated that chlorophyll a and b content per unit of fresh leaf weight increased significantly, with total chlorophyll content rising at a faster rate compared to carotenoids. Chlorophyll a levels were found to be higher than chlorophyll b levels. Xu et al. (2011) examined the effect of 5-aminolevulinic acid (ALA) application on the chlorophyll content of *Ginkgo biloba* leaves. The study reported that applying different ALA concentrations (10 and 100 mg/L) significantly increased chlorophyll a, b, and total chlorophyll levels in the leaves. On the 16th day after ALA application, total chlorophyll content increased by 21.5% and 30.1%, respectively, compared to the control group. No changes in the Chl a/b ratio were observed during ALA treatments. Zhang et al. (2013) investigated the impact of chlormequat chloride (CCC) application on the chlorophyll content of *Ginkgo biloba* leaves. The study found that applying CCC at different concentrations (0.5, 1.0, and 2.0 g/L) significantly increased chlorophyll a+b content. The 2.0 g/L CCC treatment led to a 21.8% increase in chlorophyll a+b content compared to the control group. These increases were

consistent with the observed enhancement in photosynthetic capacity, suggesting that CCC positively influenced chlorophyll content, thereby improving photosynthetic rates. Additionally, the study revealed that CCC applications enhanced stomatal activity and leaf quality by increasing the photosynthetic pigment content. A study exploring the effects of different fertilization treatments on the nutrient content and photosynthetic characteristics of *Ginkgo biloba* leaves found that varying doses of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) fertilizers increased leaf chlorophyll content, directly contributing to photosynthesis rates (Guo et al., 2016). Combined applications of N, P, and K fertilizers significantly elevated chlorophyll concentration and net photosynthesis rates (Pn), demonstrating that appropriate fertilization strategies could enhance the growth and nutrient-use efficiency of *Ginkgo biloba* while supporting photosynthetic productivity through increased chlorophyll content. Zhao et al. (2019) studied the effects of salt stress on the chlorophyll content and photosynthetic parameters of *Ginkgo biloba* seedlings. They observed that increasing NaCl concentrations reduced chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll (Chl a+b) content. The accelerated chlorophyll degradation under salt stress was attributed to the activation of chlorophyllase and other degradation enzymes. The study indicated that *Ginkgo biloba* seedlings exhibited tolerance to low salt stress but showed significant impairment of photosynthetic pigments and membrane stability under high stress levels. Wang et al. (2014) compared the chlorophyll content and photosynthetic performance of *Ginkgo biloba* plants grown under open-field and shaded conditions. The results showed that leaves of shaded plants (NS-plants) had significantly higher total chlorophyll (Chl a+b) content compared to those of open-field plants (O-plants). The chlorophyll a/b ratio was lower in NS-plants (~2.73) than in O-plants (~1.99), indicating that shade conditions effectively

enhanced chlorophyll content. Additionally, the Chl/Car ratio was higher in NS-plants (~4.54), suggesting that shading influenced the balance between chlorophyll and carotenoids. These findings highlight the impact of light conditions on chlorophyll content and pigment balance in *Ginkgo biloba*.

Over the past centuries, rapid changes occurring across the globe have led to significant adverse impacts on nature, resulting in environmental degradation and the disruption of ecological balances. The effects of these changes have been notably felt in plants, emphasizing the importance of research focusing on plant health and sustainability. The measurement of chlorophyll levels in plants is widely utilized in various fields, including detecting water stress (Kulaç, 2010), assessing cold tolerance (Rose and Haase, 2002; Perks et al., 2004; Çolak, 2012), and evaluating ozone damage (Knudson, 1977). Therefore, it is essential to diversify research aimed at determining chlorophyll content and to continue developing these studies to provide more practical insights into the diverse characteristics of plants.

REFERENCES

- Arıcak, B., Enez, K., Özer, Genç., C and Şevik, H. (2016). A Method Study to Determine Buffering Effect of the Forest Cover On Particulate Matter and Noise Isolation, 1st International Symposium of Forest Engineering and Technologies (FETEC 2016), 177-185.
- Atar, F. and Turna, İ. (2018). Fruit and seedling diversity among Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations in Turkey, *Sumarski List*, 11-12, 611-619.
- Atar, F., Bayraktar, A., Yildirim, N., Turna, İ. and Güney, D. (2020). Fruit and Seed Diversity of *Smilax excelsa* in the Black Sea Region, Turkey, *Turkish Journal of Forestry Research*, 7, 1-8.
- Atar, F., Güney, D., Hatipoğlu, E. and Turna, İ. (2013). Determination of Chlorophyll Content Hornbeam (*Carpinus Betulus* L.) Seedling's Obtained from Seed of Different Altitudes, International Caucasian Forestry Symposium, Artvin, Turkey, 24-26 Oct 2013, 147-151.
- Brett, W.J. and Singer, A.C. (1973). Chlorophyll Concentration in Leaves of *Juniperus virginiana* L., Measured Over a 2-Year Period, *The American Midland Naturalist*, 90(1), 194-200.
- Cetin, M. (2015). Using Recycling Materials for Sustainable Landscape Planning. Environment and Ecology at the Beginning of 21st Century. Ed.: Prof. Dr. Recep Efe, Prof. Dr. Carmen Bizzarri, Prof. Dr. İsa Cürebal, Prof. Dr. Gulnara N. Nyusupova, ST. Kliment Ohridski University Press, 783-788, Sofia.
- Cetin, M. (2017). Change in Amount of Chlorophyll in Some Interior Ornamental Plants, *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 3(1), 11-19.
- Cetin, M. and Sevik, H. (2016), Measuring the Impact of Selected Plants on Indoor CO₂ Concentrations, *Pol. J. Environ. Stud.*, 25(3), 973-979.

- Curran, P.J., Dungan, J.L. and Gholz, H.L. (1990). Exploring the Relationship Between Reflectance Red Edge and Chl Content in Slash Pine, *Tree Physiol.*, 7, 33-48.
- Çetin, M. (2016). Peyzaj Çalışmalarında Kullanılan Bazı Bitkilerde Klorofil Miktarının Değişimi, *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 16(1), 239-245.
- Çolak, D. (2012), Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ve Toros Sedirinde (*Cedrus libani* A. Rich.) don stresi üzerine bir araştırma, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Dai, Y., Shen, Z., Liu, Y., Wang, L., Hannaway, D. and Lu, H. (2009). Effects of shade treatments on the photosynthetic capacity, chlorophyll fluorescence, and chlorophyll content of *Tetrastigma hemsleyanum* Diels et Gilg, *Environmental and Experimental Botany*, 65(2-3), 177-182.
- DeFeudis, F.V. and Drieu, K. (2000). *Ginkgo biloba* extract (EGb 761) and CNS functions basic studies and clinical applications. *Current drug targets*, 1(1), 25-58.
- DeKosky, S.T., Williamson, J.D., Fitzpatrick, A.L., Kronmal, R.A., Ives, D.G., Saxton, J. A., ... and Furberg, C. D. (2008). *Ginkgo biloba* for prevention of dementia: a randomized controlled trial. *JAMA*, 300(19), 2253-2262.
- Del Tredici, P. (1991). Ginkgos and people - a thousand years of interaction. *Arnoldia*, 51(2), 2-15.
- Fallahchai, MM., Özel, HB. and Payam, H. (2013), The comparison of the natural stands quantitative characteristics in managed and non-managed areas in caspian sea coastal forests. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 15(1), 1-10.

- Faria, T., Silvério, D., Breia, E., Cabral, R., Abadia, J., Pereira, J. S. and Chaves, M.M. (1998). Differences in the Response of the Carbon Assimilation to Summer Stress (Water Deficits, High Light and Temperature) in Four Mediterranean Tree Species, *Physiologia Plantarum*, 102, 419-428.
- Gond, V., DePury, D.G.G., Veroustraete, F. and Ceulemans, R. (2012). Seasonal Variations in Leaf Area Index, Leaf Chlorophyll, and Water Content; Scaling-up to Estimate fAPAR and Carbon Balance in a Multilayer, Multispecies Temperate Forest, *Tree Physiology*, 19, 673-679.
- Guo, J., Wu, Y., Wang, B., Lu, Y., Cao, F., Wang, G. (2016). The effects of fertilization on the growth and physiological characteristics of *Ginkgo biloba* L., *Forests*, 7(12):293. <https://doi.org/10.3390/f7120293>
- Güney, D., Turna, H., Turna, İ., Kulaç, Ş., Atar, F. and Filiz E. (2016). Variations within and among populations depending on some leaf characteristics of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky), *Biological Diversity and Conservation*, 9, 1-9.
- Hyryläinen, A., Rautio, P., Turunen, M. and Huttunen, S. (2015). Seasonal and Interannual Variation in the Chlorophyll Content of Three Co-Existing Sphagnum Species Exceeds the Effect of Solar UV Reduction in a Subarctic Peatland. *Springer Plus*, 4(1), 478.
- Inada, K. (1963). Studies on a Method for Determining the Deepness of Green and Color Chlorophyll Content of Intact Crop Leaves and Its Practical Applications: 1. Principle for estimating the deepness of green color and chlorophyll content of whole leaves. *Japanese Journal of Crop Science*, 32(2), 157-162.
- Jurčević Šangut, I., Šamec, D. (2024). Seasonal Variation of Polyphenols and Pigments in Ginkgo (*Ginkgo biloba* L.) Leaves: Focus on 3',8''-Biflavones. *Plants*, 13:3044. <https://doi.org/10.3390/plants13213044>

- Kacar, B., Katkat, V. and Ozturk, Ş. (2009). Bitki Fizyolojisi, Nobel Yayın No: 848, Fen Bilimleri, 28, Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No: 46, Ankara.
- Kancheva, R., Borisova, D. and Georgiev, G. (2014). Chlorophyll Assessment and Stress Detection From Vegetation Optical Properties, *Ecological Engineering and Environment Protection*, 1, 34-43.
- Kaya, LG. (2009). Assessing Forests and Lands with Carbon Storage and Sequestration Amount by Trees in the State of Delaware USA, *Scientific Research and Essays*, 10(4), 1100-1108.
- Kinoshita, T., Kume, A., Hanba, Y.T. (2021). Seasonal variations in photosynthetic functions of the urban landscape tree species *Ginkgo biloba*: photoperiod is a key trait. *Trees*, 35:273–285. <https://doi.org/10.1007/s00468-020-02033-3>
- Knudson, L.L., Tibbitts, T.W. and Edward, G.E. (1977). Measurement of Ozone Injury by Determination of Chlorophyll Concentration. *Plant Physiology*, 60, 606-608.
- Kulaç, Ş. (2010). Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Tohumlarında ve Fidanlarında Orijinlere Bağlı Olarak Su Stresinin Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklere Üzerindeki Etkisinin Araştırılması, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Leistner, E., and Drewke, C. (2010). *Ginkgo biloba* and ginkgotoxin. *Journal of natural products*, 73(1), 86-92.
- Lepeduš, H., Cesar, V. and Suver, M. (2003). The Annual Changes of Chloroplast Pigments Content in Current- and Previous-Year Needles of Norway Spruce (*Picea abies* L. Karst.) Exposed to Cement Dust Pollution. *Acta Botanica Croatica*, 62(1), 27-35.
- Mahadevan, S., and Park, Y. (2008). Multifaceted therapeutic benefits of *Ginkgo biloba* L.: chemistry, efficacy, safety, and uses. *Journal of food science*, 73(1), R14-R19.

- Matile P, Flach BM-P, Eller BM (1992). Autumn leaves of *Ginkgo biloba* L.: optical properties, pigments, and optical brighteners. *Botanica Acta*, 105:13–17.
- Özel, HB. and Ertekin, M. (2012). The change of stand structure in Uludağ fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* Mattf.) forests along an altitudinal gradient, *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 12(3), 96-104.
- Perks, M.P., Osborne, B.A. and Mitchell, D.T. (2004), Rapid predictions of cold tolerance in Douglas-fir seedlings using chlorophyll fluorescence after freezing, *New Forests*, 28(1), 49-62.
- Rose, R. and Haase, D. (2002). Chlorophyll fluorescence and variations in tissue cold hardiness in response to freezing stress in douglas-fir seedlings, *New Forests*, 23(2), 81-96.
- Sarijeva, G., Knapp, M. and Lichtenthaler, H.K. (2007). Differences in photosynthetic activity, chlorophyll and carotenoid levels, and in chlorophyll fluorescence parameters in green sun and shade leaves of *Ginkgo* and *Fagus*. *Journal of Plant Physiology*, 164:950–955. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2006.09.002>
- Sevik, H., Ahmaida, E.A. and Cetin, M. (2017). Change of the Air Quality in the Urban Open and Green Spaces: Kastamonu Sample, “Ecology, Planning and Design”, ISBN: 978-954-07-4270-0, Chapter 31, p: 409-422, St. Kliment Ohridski University Press, Sofia.
- Sevik, H., Cetin, M. and Işınkaralar, K. (2016). Bazı İç Mekan Süs Bitkilerinin Kapalı Mekanlarda Karbondioksit Miktarına Etkisi, *Düzce Un. Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(2), 493-500.

- Shareena, G., and Kumar, D. (2022). Traversing through half a century research timeline on *Ginkgo biloba*, in transforming a botanical rarity into an active functional food ingredient. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 153, 113299.
- Stanković, M.S. (2016). Biology and ecology of *Ginkgo biloba* L.(Ginkgoaceae). *Ginkgo biloba* Biology, Uses and Health Benefits, Ed. Emmett Fisher, Nova Science Publishers, New York. 1-27.
- Taner, S. and Sade, B. (2005). Low temperature effect of cereal (A review), *Journal of Crop Research*, 2, 19-28.
- Tepe, Ş., Ellialtıoğlu, Ş., Yenice, N. and Tıpırdamaz, R. (2002). Obtaining Poliploid Mint (*Mentha longifolia* L.) Plants with In Vitro Colchicine Treatment, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 63-69.
- Terzi, R., Sağlam, A., Kutlu, H., Nar, H. and Kadioğlu, A. (2010). Impact of Soil Drought Stress on Photochemical Efficiency of Photosystem II and Antioxidant Enzyme Activities of *Phaseolus vulgaris* Cultivars. *Turkish Journal of Botany*, 34, 1-10.
- Tunçtaner, K., Özel, HB. and Ertekin, M. (2007). Bartın Yöresindeki Ağaçlandırma Alanlarında Kullanılan Yerli ve Yabancı Türlerin Adaptasyon Yetenekleri Üzerine Araştırmalar, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 9(11), 11-225.
- Turna, İ. (2017). Kent Ormancılığı (Kentsel Yeşil Alanlar), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- van Beek, T.A. (2002). Chemical analysis of *Ginkgo biloba* leaves and extracts. *Journal of Chromatography a*, 967(1), 21-55.

- Wang, Y., Sun, L., Xu, J., Yu, J., Zhang, J., Wu, M., Ma, J. and Chen, G. (2014). Physiological and growth characteristics of *Ginkgo biloba* L. exposed to open field and shade enclosure during the reproductive stage. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36:2671–2681. <https://doi.org/10.1007/s11738-014-1638-1>
- Watson, B. (2013). Trees: Their use, management, cultivation and biology-A comprehensive guide. Crowood.
- Xu, F., Cheng, S., Zhu, J., Zhang, W., Wang, Y. (2011). Effects of 5-aminolevulinic acid on chlorophyll, photosynthesis, soluble sugar and flavonoids of *Ginkgo biloba*. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(1), 41–47.
- Yang, X.S. and Chen, G.X. (2014). Stimulation of photosynthetic characteristics of *Ginkgo biloba* L. during leaf growth. *Bangladesh Journal of Botany*, 43,73–77.
- Yang, X.S., Chen, G.X., Xie, K.B., Wei, X.D., Zhang, M.P., Gao, Z.P. and Han, B. (2010). Photosynthetic, biochemical, and ultra-structural changes in the chloroplasts of two ginkgo (*Ginkgo biloba* L.) cultivars during leaf development. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 85, 323–328.
- Yigit, N. (2016). Micromorphological Studies on Plants and Their Importance, “Developments in Science and Engineering”. Editors: Recep Efe, Lia Matchavariani, Abdulkadir Yaldir, Laszlo Levai. ISBN 978-954-07-4137-6, Sofia.
- Zavoruev, V.V. and Zavorueva, E.N. (2002). Changes in the Ratio Between the Peaks of Red Chlorophyll Fluorescence in Leaves of *Populus balsamifera* During Vegetation, *Doklady Biochemistry and Biophysics*, 387, 1-6.

- Zeren, I., Cesur, A., Saleh, E.A.A. and Mossi, M.M.M. (2017). Variation of Chlorophyll Amount in Some Landscape Plants: a case study of Rize, *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*, 7(3), 807-817.
- Zhang, W., Xu, F., Cheng, H., Li, L., Cao, F. and Cheng, S. (2013). Effect of chlorocholine chloride on chlorophyll, photosynthesis, soluble sugar and flavonoids of *Ginkgo biloba* . *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41(1):97–103.
- Zhao, H., Liang, H., Chu, Y., Sun, C., Wei, N., Yang, M. and Zheng, C. (2019). Effects of salt stress on chlorophyll fluorescence and the antioxidant system in *Ginkgo biloba* L. seedlings. *HortScience*, 54, 2125–2133.
- Zhou, Z. and Zheng, S. (2003). The missing link in Ginkgo evolution. *Nature*, 423(6942), 821-822.

ORMAN MÜHENDİSLİĞİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

yaz
yayınları

YAZ Yayınları

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3

İscehisar / AFYONKARAHİSAR

Tel : (0 531) 880 92 99

yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com