

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ DEĞERLENDİRMELERİ

Editör: Doç.Dr. Göksel ULAY

yaz
yayınları

Orman Mühendisliği Değerlendirmeleri

Editör

Doç.Dr. Göksel ULAY

yaz
yayınları

2025

Orman Mühendisliği Değerlendirmeleri

Editör: Doç.Dr. Göksel ULAY

© 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 978-625-8508-52-9

Ekim 2025 – 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

Toprak Organik Karbonu ve Yaban Hayatı: Ekosistem Temelli Etkileşimler ve Yönetim Perspektifleri	1
<i>Ergün KAHVECİ, Salih MALKOÇOĞLU, Ahmet ARPACIK</i>	
Çam Kese Böceği (Thaumetopoea Wilkinsoni Tams)’nin Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Gençliklerinde Büyümeye Etkisi.....	49
<i>Yunus ESER</i>	
Isparta-Gölcük Koşullarında 65 Yaşlı Anadolu Karaçamı, Toros Sediri ve Sarıçam Ağaçlandırmalarının Değerlendirilmesi	65
<i>Yunus ESER</i>	
Ecological Consequences of Forestry Operations on the Physical Properties of Forest Soils.....	81
<i>Senem GÜNEŞ ŞEN, Miraç AYDIN</i>	
Küresel Isınmadan İklim Krizine: Kavramların Zaman İçindeki Dönüşümü ve Ormancılık Bilimine Yansımaları.....	104
<i>Gül TEKİNGÜNDÜZ, Cansu DİNÇTÜRK</i>	
Ekoturizm ile Yaban Hayatı Arasındaki Bağlı Doğru Anlamak	121
<i>Nuri Kaan ÖZKAZANÇ, Hikmet Batuhan GÜNŞEN</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."

TOPRAK ORGANİK KARBONU VE YABAN HAYATI: EKOSİSTEM TEMELLİ ETKİLEŞİMLER VE YÖNETİM PERSPEKTİFLERİ

Ergün KAHVECİ¹

Salih MALKOÇOĞLU²

Ahmet ARPACIK³

1. GİRİŞ

Toprak organik karbonu (TOK), kara ekosistemlerinin işleyişinde merkezi bir rol oynayan ve küresel karbon döngüsünün temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilen önemli bir unsurdur. Karasal karbonun yaklaşık üçte biri topraklarda depolanmakta olup, bu stok atmosferdeki karbon dioksitin (CO₂) düzenlenmesinde, küresel ısınmanın sınırlandırılmasında ve ekosistem hizmetlerinin sürekliliğinde kritik bir işlev görmektedir (Lal, 2004; Scharlemann ve ark., 2014). Ayrıca, toprak karbonu iklim değişikliği ile mücadelede Paris Anlaşması ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) kapsamında ülkelerin raporlama ve karbon nötrlüğü hedefleri açısından da belirleyici bir göstergedir (IPCC, 2019; UNFCCC, 2023). Toprakta biriken karbonun miktarı, bitki örtüsünün tür bileşimi, biyokütle üretimi, mikrobiyal faaliyetler,

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Niksar MYO, Ormancılık Bölümü, ergun.kahveci@gop.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2178-4302

² Öğr. Gör. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz MYO, Ormancılık Bölümü, salihm@mu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9599-628X

³ Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü, ahmetarpacik@ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8053-4253

iklimsel koşullar ve arazi kullanım biçimleri gibi çeşitli faktörlerle yakından ilişkilidir (Batjes, 2014; Wiesmeier ve ark., 2019).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nın Küresel TOK Haritası, uluslararası düzeyde karbon verilerinin izlenebilirliği, ülkelerin karbon stoklarını karşılaştırmalı biçimde değerlendirmelerine ve arazi yönetiminde bilimsel veri temelli kararlar almalarına olanak sağlamaktadır (FAO & ITPS, 2020). Bu çerçevede TOK ile yaban hayatı arasındaki etkileşimler, özellikle toprakla doğrudan temas eden ya da toprak süreçlerini dolaylı yollardan etkileyen yaban hayvanı grupları açısından önemlidir. Yaban hayvanlarının toprak kazma, dışkılama, tohum taşıma, otlatma ve habitat kullanımı gibi davranışları karbon dinamikleri üzerinde doğrudan ve dolaylı etkiler yapmaktadır (Briones, 2014; Angst ve ark., 2024).

Ulusal ve uluslararası literatürde, yaban hayatı temelli toprak karbon süreçlerine ilişkin çalışmaların genellikle tür odaklı olduğu ve karbon dinamikleriyle davranışsal ya da işlevsel etkileşimlerin çoğunlukla ihmal edildiği görülmektedir (Schmitz ve ark., 2018). Bu durum arazi yönetimi ve karbon izleme stratejilerinde yaban hayatı bileşenlerinin yeterince dikkate alınmamasına yol açmaktadır (Seddon ve ark., 2020). Türkiye’de TOK üzerine yürütülen ulusal karbon haritalama ve envanter çalışmalarının (ÇSB, 2018) yaban hayatı boyutuyla bütünleştirilmemiş olması, bu alanda önemli bir boşluk oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, yaban hayatı türlerinin ekosistemlerdeki davranış ve dağılımlarının, TOK’un birikimi, taşınımı ve stabilitesi üzerindeki rolü değerlendirilerek, orman, mera ve tarım ekosistemleri düzeyinde TOK ile yaban hayatı arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkiler analiz edilmiş, ayrıca iklimsel ve

topoğrafik faktörlerin düzenleyici rolleri göz önünde bulundurulmuştur.

Çalışma, disiplinler arası bir yaklaşımla hazırlanmış olup, ekolojik literatür, izleme sistemleri, politika belgelerini bir araya getirerek TOK ile yaban hayatı etkileşimlerinin bütüncül bir perspektifle ele alınmasını amaçlamaktadır. Bu kapsamda;

- TOK'un temel işlevleri ve ekosistem içindeki yeri,
- Yaban hayvanlarının karbon döngüsündeki rolleri,
- Orman, mera ve tarım ekosistemlerinde TOK ile yaban hayatı arasındaki ilişkiler,
- Türkiye'deki durum,
- Politika, yönetim ve doğa temelli çözümler çerçevesinde entegrasyon önerileri sistematik bir yapı içerisinde sunulmaktadır.

Bu çalışma, TOK ile yaban hayatı arasındaki dinamikleri ekosistem düzeyinde çok boyutlu bir çerçevede ele alarak; hem ulusal hem de uluslararası araştırmalara katkı sağlamak ve doğa temelli yönetim stratejilerinin geliştirilmesine bilimsel zemin hazırlamayı amaçlamaktadır.

Türkiye'de TOK, ekosistem süreçlerini, karbon stokları ve yaban hayatını birlikte ele alan çalışmalar ise yok denecek kadar azdır. Bu çalışma ise disiplinler arası yaklaşımla ulusal ölçekte bu boşluğu doldurmayı ve karbon yönetimi stratejilerinde yaban hayatının rolünü görünür kılmayı hedeflemektedir. Özellikle yaban hayatının ekosistem mühendisliği rolünün toprak karbon süreçlerine entegrasyonu, Türkiye'de karbon yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi açısından öncü bir nitelik taşımaktadır.

2. ÇALIŞMA İÇERİĞİ

2.1. TOK'un Ekolojik Önemi

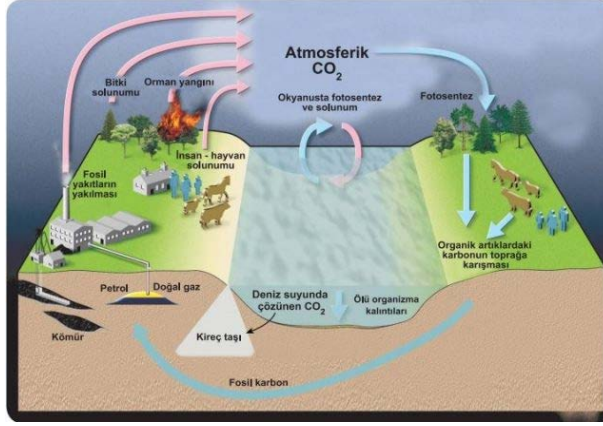
TOK, kara ekosistemlerinde karbon döngüsünün temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilir ve küresel karbon bütçesinde önemli bir rol oynar (Lal, 2004). Organik madde fraksiyonları arasında yer alan bu karbon, toprağın biyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerini doğrudan düzenleyerek agregat stabilitesi, su tutma kapasitesi, besin döngüsü ve mikrobiyal habitat gibi temel işlevleri şekillendirir. Ayrıca, bu özellikleri aracılığıyla ekosistem fonksiyonlarının ve hizmetlerinin sürdürülebilirliğinde belirleyici bir role sahiptir (Lehmann & Kleber, 2015; Wiesmeier ve ark., 2019). Toprakta depolanan karbon miktarı, atmosferdeki CO₂ seviyeleriyle dinamik bir ilişki içindedir. Bu nedenle, TOK iklim değişikliği açısından kritik bir ekolojik göstergedir (IPCC, 2019).

Buna ek olarak, arazi kullanımı ve yönetiminde alınacak sürdürülebilir önlemler, TOK stoklarının korunmasında ve artırılmasında önemli rol oynar. Organik materyal uygulamaları, azaltılmış toprak işleme ve tarımsal ormancılık gibi yöntemler, karbonun toprakta daha uzun süre depolanmasını sağlayarak iklim değişikliğinin etkilerini hafifletir. Bu yönüyle TOK, yalnızca toprak sağlığının değil aynı zamanda ekosistem dayanıklılığının da göstergesidir (Lal, 2004; ÇSB, 2018).

TOK atmosfer, bitki örtüsü, toprak, nehirler ve okyanuslar arasındaki küresel karbon döngüsünün kilit bileşenlerinden biridir. Karbon; fotosentez, solunum, ayrışma ve jeolojik süreçler aracılığıyla sürekli olarak hareket eder (ÇSB, 2018). Bitkisel ve hayvansal artıkların ayrışmasıyla toprak organik maddesi oluşur; bu süreçte kolay çözünebilen bileşikler hızla, lignin ve selüloz gibi dirençli bileşikler ise daha yavaş ayrışır (Plaster, 1992; Özbek ve ark., 2001). Ayrışmanın sonunda humus meydana gelir ve bu yapı hem karbonun toprakta uzun süre depolanmasını sağlar

hem de toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirir (Gardiner & Miller, 2008). Böylece karbonun ekosistemler arası dolaşımı ve depolanması güvence altına alınır (Şekil 1) (Horwath, 2007).

Şekil 1. Küresel karbon döngüsü



(Dünya Atlası, 2018)

2.1.1. TOK'un Depolanması

TOK'un depolanması; toprak tipi, iklim özellikleri, arazi örtüsü, kullanım biçimi ve biyotik etkileşimler gibi çok sayıda faktörden etkilenmektedir (Six ve ark., 2002). Özellikle orman, mera ve doğal ekosistemlerde karbon havuzlarının daha geniş ve daha kararlı olduğu; buna karşılık tarım alanlarında bu rezervlerin belirgin biçimde azaldığı bilinmektedir (Post & Kwon, 2000). Toprak karbonunun uzun vadede depolanmasını sağlayan başlıca süreçler arasında mikroagregatların stabilitesi, kil-humus kompleksleri ve mikrobiyal karbon döngüsü öne çıkmaktadır (Dungait ve ark., 2012).

TOK, bitki örtüsü ile atmosfer arasında önemli bir köprü görevi görür. Fotosentez yoluyla atmosferden alınan karbonun büyük bir kısmı bitkiler aracılığıyla toprağa aktarılır. Kök salgıları ve ölü organik materyaller, mikrobiyal faaliyetlerle

birlikte toprağın karbon içeriğini artırır. Aynı zamanda, topraktaki karbon içeriği, su tutma kapasitesi ve katyon değişim kapasitesi gibi fiziksel özellikleri etkileyerek bitki gelişimini destekler (Schmidt ve ark., 2011).

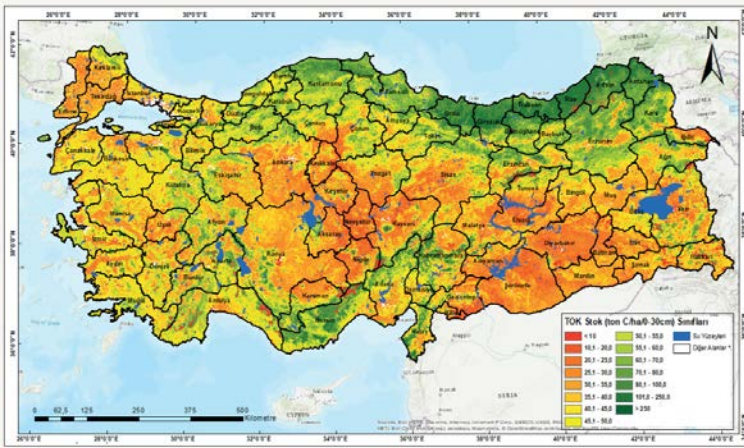
Küresel ölçekte yürütülen önemli girişimlerden biri olan FAO'nun Küresel TOK Haritası kapsamında, Türkiye topraklarından 0-30 cm derinlikte yaklaşık 7742 örnek alınarak ulusal toprak karbon haritası hazırlanmıştır. Bu çalışma, Türkiye'nin farklı arazi örtüsü ve kullanım tiplerine göre TOK stoklarının mekânsal dağılımını görselleştiren ilk geniş ölçekli harita niteliğini taşımaktadır (FAO & ITPS, 2020). Küresel TOK Haritası, toprak karbonunun izlenmesi ve sürdürülebilir arazi yönetim politikalarının geliştirilmesinde temel bir referans veri kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'nin bu projeye sağladığı katkı, ulusal karbon stoklarının dijital izlenebilirliğini artırmakta ve politika yapıcılar için sağlam bir bilimsel temel sunmaktadır (ÇSB, 2018).

Random Forest Modeli kullanılarak yapılan çalışmada 2007-2017 yılları arasında toplanan arazi verileriyle taşsız koşullarda 0-30 cm toprak derinlik katmanı için ülke genelindeki karbon stokları haritalandırılmıştır (Şekil 2) (ÇSB, 2018). Bu kapsamda, Türkiye genelinde toplam TOK miktarı yaklaşık 3.51 milyar ton düzeyindedir. Bunun %38.3'ü orman ekosistemlerinde depolanmaktadır. Ormanları sırasıyla mera ve tarım alanları takip ederken, sulak alanlar, su yüzeyleri, yapay ve çıplak alanlarda biriken TOK miktarı toplam stokun yalnızca %1.36'sını oluşturmaktadır. Coğrafi bölgeler arasında en yüksek ortalama TOK stoku 67.83 ton C ha⁻¹ ile Karadeniz Bölgesi'nde saptanırken, en düşük değer 29.46 ton C ha⁻¹ ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kaydedilmiştir. Topoğrafik sınıflandırmaya göre, 2251 m ve üzeri dağlık ve yüksek dağlık alanlarda 64.43 ton C ha⁻¹ ile en yüksek TOK stoku belirlenmiş; buna karşın 0-250 m

aralığındaki alçak ova ve kıyı ovalarında 39.86 ton C ha⁻¹ ile en düşük değer elde edilmiştir (ÇSB, 2018).

Su havzası ölçeğinde yapılan değerlendirmede, 25 büyük havza içinde en yüksek TOK stoku %18.03 ile Fırat ve Dicle havzasında, en düşük ise %0.74 ile Büyük Menderes havzasında tespit edilmiştir. Karbon odaklı biyocoğrafya bölgeleri arasında, 84.22 ton C ha⁻¹ ile Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi en yüksek TOK değerine ulaşırken, 31.21 ton C ha⁻¹ ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi en düşük değeri göstermiştir. Türkiye'nin arazi bozulumu/çölleşme risk sınıfları açısından ise, "Çok Düşük–Düşük" risk sınıfında 63.79 ton C ha⁻¹ ile en yüksek, "Çok Yüksek" risk sınıfında ise 31.49 ton C ha⁻¹ ile en düşük stok miktarı belirlenmiştir (ÇSB, 2018).

Şekil 2. Türkiye TOK haritası



(ÇSB, 2018).

IPCC'nin Altıncı Değerlendirme Raporu (AR6) ve güncel literatüre göre, dünya topraklarında yaklaşık 1550 gigaton karbon (GtC)'luk organik karbon stoku bulunmaktadır; bu miktar, atmosferdeki karbonun iki ila üç katı kadardır (Batjes, 2016; FAO & ITPS, 2018). Atmosferde yaklaşık 780 GtC karbon bulunması, toprakların küresel karbon döngüsünde ne denli büyük bir havuz

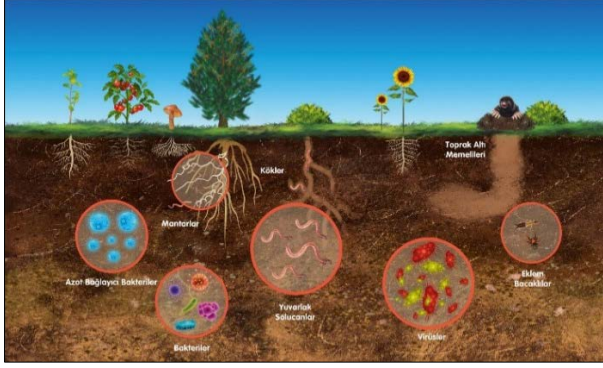
olduğunu göstermektedir. Ayrıca, toprak, bitki ve atmosfer etkileşimleri kapsamında yıllık yaklaşık 60 GtC'lik karbon akışı gerçekleşmekte, bu da fotosentez ile bitkisel ve toprak solunumu arasındaki dinamik dengeyi yansıtmaktadır (Lal, 2004; Scharlemann ve ark., 2014). Dolayısıyla, TOK'un korunması ve artırılması, yalnızca yerel ekosistem sağlığı açısından değil, aynı zamanda küresel karbon nötrlüğü hedefleri açısından da büyük önem taşımaktadır.

2.1.2. TOK ile Toprak Canlıları Etkileşimi

Toprak faunası ve mikroorganizmalar, organik maddenin ayrıştırılmasında ve karbonun stabilize edilmesinde merkezi bir rol oynar. Toprak solucanları, termitler gibi makrofauna unsurları fiziksel olarak organik maddeyi ayrıştırırken, mikroorganizmalar kimyasal dönüşüm süreçlerinde aktif rol oynar (Lavelle ve ark., 2006). Bu biyolojik etkileşimler sonucunda toprak yapısı iyileşir, porozite artar ve agregat stabilitesi gelişir. Böylece karbonun toprakta tutulma kapasitesi artar (Six ve ark., 2000).

Toprak organizmaları boyut, beslenme alışkanlıkları ve yaşadıkları toprak derinliklerine göre mikrofauna, mezofauna ve makrofauna olarak sınıflandırılır. Mikro ve mezofaunalar, mikroorganizmaların sayılarını ve aktivitelerini düzenleyerek ölü örtünün parçalanmasını ve mineral toprağa karışmasını sağlar. (TEMA Vakfı, 2025). Mezo-makrofauna aktiviteleri, diğer toprak canlıları için mikrohabitatlar oluşturarak ekosistem mühendisliği işlevi görür. 1 mm'den küçük mikrofaunalar, özellikle nematodlar ve protozoalar, organik maddenin ayrışmasında kritik rol oynar ve otçul protozoalar karbon döngüsüne doğrudan katkı sağlar (Hallett & Caird, 2017). Toprak canlılarının ekosistem içindeki ilişkileri Şekil 3'te özetlenmiştir.

Şekil 3. Toprak canlıları şeması: mikrobiyal, bitki kökleri, fauna ilişkisi



(TEMA Vakfı, 2025)

Toprak mikroorganizmaları, organik maddenin mineralizasyonu ve humifikasyonu süreçlerinde temel biyolojik motor görevi görür. Bitki ve hayvan kökenli organik artıklar, mikroorganizmalar tarafından salgılanan ekzoenzimler aracılığıyla parçalanarak mineral forma dönüştürülür; böylece hem besin elementleri serbest kalır hem de kararlı organik madde fraksiyonları oluşur (Kuzakov ve ark., 2000; Paul, 2016). Bu nedenle mikrobiyal aktivite, TOK döngüsünün hem hızını hem de yönünü belirleyen anahtar bir ekolojik mekanizmadır.

Ayrışma oranı; sıcaklık, toprak nemi, pH, karbon/azot (C/N) oranı, oksijen mevcudiyeti ve organik maddenin kimyasal yapısı gibi çevresel faktörlere bağlı olarak değişir (Conant ve ark., 2011). Uygun sıcaklık ve nem koşulları, enzimatik reaksiyon hızlarını artırarak mikrobiyal solunumu ve karbon dönüşümünü hızlandırabilirken; ekstrem sıcaklıklar veya düşük nem düzeyleri mikrobiyal metabolizmayı yavaşlatabilir (Paul, 2016).

Mikrobiyal biyokütlenin yapısı ve çeşitliliği, karbonun kısa vadeli mi yoksa uzun vadeli mi depolanacağını belirler. Fungus ağırlıklı topluluklar, lignin ve selüloz gibi zor ayrışan bileşenlerin yıkımında baskın rol oynarken; bakteri ağırlıklı

topluluklar, daha kolay ayrılan karbon bileşiklerinin hızlı dönüşümünde etkilidir (Six ve ark., 2006; Bradford ve ark., 2013). Bu nedenle, topluluk bileşimi ile karbon stabilizasyonu arasındaki ilişki, iklim değişikliğine karşı karbon depolama stratejilerinin geliştirilmesinde önem arz etmektedir.

Bitki köklerinden salınan organik bileşikler, mikrobiyal toplulukların yapısını ve işlevini doğrudan etkilerken; mikrobiyal metabolizma da toprak karbon havuzunun büyüklüğünü ve kararlılığını şekillendirir (Chaparro ve ark., 2012). Bu karşılıklı etkileşim, toprak, bitki ve atmosfer arasında gerçekleşen karbon döngüsünün yönetilebilirliğinde önemli bir fırsat penceresi sunar.

Toprak mikrobiyotası, TOK döngüsünde merkezi bir rol oynar ve yaban hayatı ile etkileşim içinde kritik ekosistem fonksiyonlarını destekler. Yaban hayvanlarının gerçekleştirdiği kazma, otlatma, dışkılama ve diğer faaliyetler, mikrobiyal toplulukların yapısını ve işlevlerini doğrudan etkileyerek organik maddenin toprağa karışma hızını ve karbonun stabilizasyonunu artırabilir (Lavelle ve ark., 2006). Bu süreç, biyoturbasyon yoluyla özellikle küçük memeliler ve toprak faunasının katkısıyla güçlenir. Ayrıca, yaban hayvanlarının beslenme ve hareket davranışları, mikroorganizmaların yayılımını kolaylaştırarak mikrobiyal çeşitliliği ve toprak sağlığını iyileştirebilir (Schimel & Schaeffer, 2012).

Toprak mikrobiyotası ile yaban hayatı arasındaki ilişkiler yalnızca besin zinciri üzerinden değil, aynı zamanda habitat kullanımı ve ekolojik davranışlar aracılığıyla da şekillenir. Toprak omurgasızlarının bolluğu, birçok memeli, kuş ve sürüngen için önemli bir besin kaynağı oluşturur. Bu nedenle, mikrobiyal çeşitlilikteki değişimler, yaban hayatı topluluklarının kompozisyonunu ve davranış stratejilerini doğrudan etkileyebilir. Bazı türler (örneğin yaban domuzları) toprak yapısında fiziksel

değişimlere neden olarak mikrobiyal faaliyetleri artırabilir veya baskılayabilir (Zhang ve ark., 2008).

Bu etkileşimlere yönelik kapsamlı çalışmalar henüz sınırlıdır. Bu eksikliğin giderilmesi, yalnızca karbon stoklarının korunması açısından değil, aynı zamanda toprak ekosistemlerinin iklim değişikliği gibi küresel stres faktörlerine karşı daha dirençli hale getirilmesi için de öncelikli bir gerekliliktir (Bardgett & van der Putten, 2014).

Sonuç olarak, toprak mikrobiyal çeşitliliğinin korunması ve işlevsel kapasitesinin artırılması, karbonun uzun süreli depolanması ve ekosistem hizmetlerinin devamlılığı açısından hayati önemdedir. Sürdürülebilir toprak yönetimi uygulamaları (örneğin organik madde takviyesi, toprak işlemenin azaltılması ve bitki çeşitliliğinin artırılması) mikrobiyal aktiviteyi destekleyerek ayrışma süreçlerini ekosistem sağlığı lehine optimize edebilir.

2.1.3. İklimsel ve Topoğrafik Faktörlerin TOK Üzerindeki Rolü

TOK'un depolanması ve dinamikleri, yalnızca biyotik etkileşimlere değil; aynı zamanda iklimsel ve topoğrafik koşulların etkileşimine de son derece duyarlıdır. İklimsel faktörler, başta sıcaklık, yağış ve buharlaşma olmak üzere, toprak karbonunun hem birikimini hem de ayrışma hızını doğrudan etkiler. TOK'un ayrışma hızının sıcak ve nemli iklimlerde arttığı, soğuk ve kuru iklimlerde ise azaldığı, biojeokimyasal döngülerle ilgili temel bir prensip olarak kabul edilmektedir (Davidson & Janssens, 2006). Bu nedenle örneğin sıcak ve nemli iklimler, mikrobiyal faaliyetleri artırarak karbon mineralizasyonunu hızlandırabilirken; soğuk ve kuru koşullar organik maddenin birikimini teşvik eder (Schlesinger & Bernhardt, 2013). Bu bağlamda, yaban hayvanlarının toprak karbonu üzerindeki etkilerinin iklimsel bağlamdan bağımsız düşünülmesi mümkün

değildir. Bu evrensel prensip ışığında, Türkiye'nin dağlık yapısı ve iklim kuşakları göz önünde bulundurulduğunda, özellikle yüksek rakımlarda karbon ayrışmasının yavaşladığı, geçiş bölgelerinde ise iklim etkilerinin daha belirgin olduğu öngörülebilir. Ayrıca hem hayvan davranışları hem de toprak süreçleri, iklim koşullarına paralel olarak şekillenmektedir (Bardgett & Wardle, 2010).

Topoğrafik faktörler, özellikle eğim, yükselti, bakı ve arazi pozisyonu, TOK dağılımında önemli roller oynar. Eğimli arazilerde, su erozyonunun neden olduğu yüzey akışı ile birlikte hem organik maddenin taşınımı hem de toprağın fiziksel özelliklerinde değişim meydana gelir. Eğim arttıkça, üst toprak horizonlarında biriken TOK'un aşağı yamaçlara taşınma ihtimali yükselir. Bu durum, yerinde karbon birikimiyle değil, yatay redistribüsyonla karakterize edilen bir karbon döngüsünü ortaya çıkarır (Doetterl ve ark., 2016).

Yükselti, genellikle sıcaklık ve nem koşullarıyla birlikte değerlendirilir. Yüksek rakımlarda sıcaklığın düşmesi, organik maddenin ayrışmasını yavaşlatırken buna bağlı olarak toprak karbon birikimi artabilir (Wang ve ark., 2013). Ancak, aynı zamanda biyotik aktivitenin de azalması nedeniyle karbon girişlerinin sınırlı olması mümkündür (Liu ve ark., 2024). Bu durum, yükselti ile TOK ilişkisini doğrusal olmaktan çıkarır ve ekosistem tipine, bitki örtüsüne ve toprak türüne bağlı olarak farklılaşan bir desen oluşturur (Liu ve ark., 2016).

Bakı yönü, özellikle yarı nemli ve kurak bölgelerde karbon birikimini etkileyen önemli bir faktördür. Kuzeye bakan yamaçlarda daha az güneşlenme ile daha serin ve nemli koşullar oluşur; bu da ayrışmayı yavaşlatırken TOK birikimini teşvik eder. Güney bakılarda ise güneşlenmenin fazla olması, hem buharlaşmayı hem de ayrışmayı artırarak TOK miktarını azaltabilir (Moore ve ark., 1993).

2.2. TOK ve Yaban Hayatı Arasındaki Genel Ekolojik Etkileşimler

Toprak karbonu ile yaban hayatı arasındaki ilişkiler, ekosistem düzeyinde karmaşık ve çok boyutlu bir yapıya sahiptir. Türlerin davranışsal, fizyolojik ve ekolojik özelliklerinin (örneğin beslenme, sindirim, hareketlilik), toprak fiziksel yapısından mikrobiyal süreçlere kadar çok sayıda ekosistem sürecini etkilediği gösterilmiştir (Losada ve ark., 2023; Bonfanti ve ark., 2025). Bu bölümde, yaban hayvanlarının fonksiyonel gruplar temelinde karbon döngüsündeki rolleri, doğrudan fiziksel etkileri ve dolaylı ekolojik geri bildirimleri sistematik biçimde ele alınacaktır.

Yaban hayvanları, karbon döngüsüne katkı düzeyleri ve etki biçimleri açısından farklı fonksiyonel gruplara ayrılır. Bunlar; kazıcılar, otçullar, yırtıcılar, tohum yiyiciler ve taşıyıcılar ile detritivorlar olarak sınıflandırılabilir.

Kazıcı hayvanlar, örneğin bazı kemirgenler ve yaban domuzları, toprak yüzeyinde ve altında gerçekleştirdikleri fiziksel bozunumlarla organik maddenin toprağa gömülmesini kolaylaştırır. Aynı zamanda toprak havalanması ve su infiltrasyonunu artırarak karbonun toprağa daha kalıcı bağlanmasını sağlar (Eldridge & James, 2009).

Otçullar, özellikle büyük memeliler (geyikler, ceylanlar gibi), bitki örtüsü yapısını değiştirerek karbon akışını dolaylı yoldan etkiler. Bitki biyokütlesinin tüketilmesi, tür kompozisyonunu değiştirerek karbon depolama kapasitesini artırabilir veya azaltabilir. Ayrıca, otlatma sonrası ortaya çıkan artıklardan karbon döngüsüne yeni girdiler sağlanır (Bagchi & Ritchie, 2010).

Yırtıcılar, otçul popülasyonlarını kontrol ederek denge oluşturur. Bu durum, otlatma baskısının düzenlenmesini

sağlayarak toprak karbon depolama potansiyelini etkileyebilir (Schmitz ve ark., 2010).

Tohum yiyiciler ve dağıtıcılar, ekosistemlerin bitkisel çeşitliliğini ve toprak organik madde girdilerini belirleyen temel faktörlerdir. Özellikle kemirgenler ve bazı kuş türlerinin tohumları toprağa gömme davranışları, uzun vadeli karbon stoklarının oluşmasına zemin hazırlar (Forget & Wenny, 2005).

Detritivorlar, örneğin böcekler ve bazı küçük memeliler, ölü organik maddeyi parçalayarak karbonun mikroorganizmalar tarafından kullanılabilir hale gelmesini sağlar. Bu grup, TOK'un mikrobiyal solunuma karşı duyarlılığını etkileyen en önemli organizmalardan biridir (Swift ve ark., 1979).

Losada ve arkadaşları (2023) yaptıkları çalışmada, memeli topluluklarının işlevsel çeşitliliğinin topraktaki karbon bileşimiyle güçlü bir ilişki içinde olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle, farklı vücut büyüklükleri ve yırtıcı-otçul dengesi gibi özelliklerin karbon stabilitesi ve uzun dönemli toprak organik madde bileşenlerini belirlediğini ileri sürmüşlerdir. Bu bulgu, yaban hayvanı topluluklarının işlevsel çeşitliliğinin TOK üzerindeki etkisini anlamak için önemli bir çerçeve sunmaktadır.

Yaban hayvanlarının doğrudan fiziksel etkileri, toprak karbonu üzerinde kalıcı veya geçici değişimlere yol açabilir. Bu etkiler özellikle kazma, otlatma ve dışkılama faaliyetleriyle belirginleşmektedir.

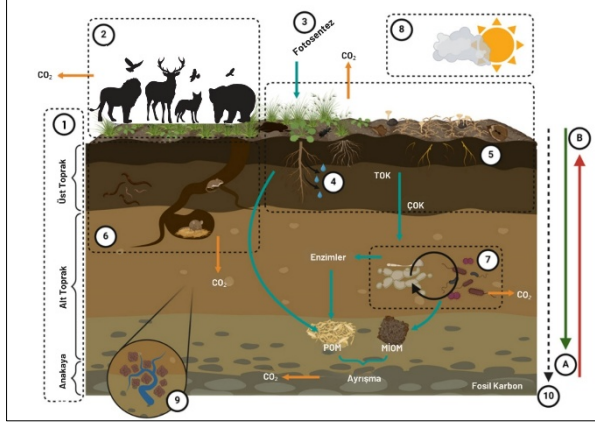
Kazma davranışı, yüzeydeki yaprak çöpü ve organik artıkların toprağın daha derin katmanlarına taşınmasını sağlar. Toprak kazıcı türler, organik karbonun mineral toprakla karışmasını hızlandırarak karbon gömülmesini artırabilir (Bakker et al., 2006). Bu işlem, karbonun parçalanabilirliğini azaltarak daha uzun süreli karbon depolarının oluşumunu destekler.

Yaban hayvanlarının kazma davranışı, yüzeydeki organik artıkların toprağın daha derin katmanlarına taşınmasını sağlamaktadır. Toprak kazıcı türler, organik karbonun mineral toprakla karışmasını hızlandırarak topraktaki karbon birikimini artırabilir (Wilkinson ve ark., 2009). Bu işlem, karbonun fiziksel olarak korunmasını sağlayarak parçalanabilirliğini azaltarak daha uzun süreli karbon depolarının oluşumunu destekler.

Otlatma, bitki örtüsünde yarattığı baskı ile karbon tutulumunu doğrudan etkiler. Yoğun otlatma, karbon kaynaklarının azalmasına neden olurken; kontrollü otlatma, bitki örtüsünde genç sürgünlerin gelişimini teşvik ederek fotosentetik kapasiteyi ve karbon alımını artırabilir (Derner & Schuman, 2007). Aşırı otlatma kök biyokütlesinin azalmasına ve toprakta karbon depolanma kapasitesinin düşmesine yol açar (Milchunas & Lauenroth, 1993).

Dışkılama, organik karbonun toprağa aktarımı açısından önemli bir giriş yoludur. Hayvanların dışkıları; mikrobiyal faaliyetleri tetikleyen besin maddeleri, kolay ayrışabilir karbon bileşenleri ve toprak organizmaları için enerji kaynağı içerir (Bardgett & Wardle, 2010). Özellikle otçulların yoğun kullandığı bölgelerde dışkılar, lokal karbon noktaları oluşturarak toprağın karbon döngüsünü mekânsal açıdan heterojen hale getirebilir (Frank & Groffman, 1998). TOK dinamiklerini belirleyen biyotik ve abiyotik faktörler Şekil 4'te görselleştirilmiştir.

Şekil 4. TOK dinamiklerini belirleyen biyotik ve abiyotik faktörler



(Dubeux ve ark., 2024'ten uyarlanmıştır)

(1. Toprak derinliği: Ana materyal, iklim, biyota, topoğrafya ve zamanın bir fonksiyonudur; 2. Yüzey yönetimi: Ormancılık uygulamaları, karbon girişi ve su hareketleri yoluyla karbon stoklarını etkiler; 3. Karbon girişi: Fotosentez ve toprak üstü/altı biyokütle birikimleri ile gerçekleşir; 4. Rizodepozisyon: Kök tüyleri ve rizomlar karbonhidratları toprağa salar; 5. Ölü örtü girdileri: Toprak üstü ve toprak altı organik artıkların katkısı; 6. Toprak organizmaları: Biyotürbasyon ve ayrışma yoluyla toprağın yapısını değiştirir; 7. Mikrobiyal topluluklar: Mantarlar ve bakteriler karbonu dolaştırarak kararlı organik maddelere dönüştürür; 8. İklim: Yağış ve sıcaklık, toprak organik karbonunu etkiler; 9. Toprak yapısı: Fiziksel koruma yoluyla karbonun başlıca düzenleyicilerindendir; 10. Karbon yaşı: Derinlikle artış gösterir; A: Yüzey toprak aktiviteleri biyotik faktörlerle kontrol edilir ve derinlikle azalır; B: Derin toprak aktiviteleri abiyotik faktörlerle kontrol edilir ve yüzeyde azalır. Karbon, solunum yoluyla CO₂ olarak sistemden salınır; TOK: Toprak organik karbonu; ÇOK: Çözülmüş organik karbon; POM: Partikül organik madde; MİOM: Mineral ilişkili organik madde)

Yaban hayvanları sadece doğrudan fiziksel etkilerle değil, aynı zamanda ekosistemlerde trofik etkileşimler ve besin ağı dinamikleri gibi dolaylı geri bildirim mekanizmaları üzerinden toprak karbonu dinamiklerini etkilemektedir. Bu etkiler daha uzun vadeli olmasına rağmen, karbon döngüsü üzerinde bir o kadar da belirleyici bir role sahiptir (Schmitz ve ark., 2018).

Bitki kompozisyonundaki değişiklikler, özellikle otçullar ve tohum taşıyıcılar sayesinde oluşur. Bitki çeşitliliğinin azalması ya da artması, hem karbon sabitleme potansiyelini hem de karbonun toprağa taşınma yollarını etkiler. Bazı otçul yaban

hayvanları, özellikle hızlı büyüyen türleri tercih ederek topluluğun uzun ömürlü ve lignin zengini türlere kaymasına neden olabilir; bu da karbonun toprakta daha uzun süre kalmasını sağlar (Wardle ve ark., 2004).

Mikrobiyal aktivite, dışkılarla gelen organik girdiler, bitki artıkları ve toprak yapı değişimleri sonucunda artabilir veya azalabilir. Yaban hayvanlarının toprak üstü ve altı etkileri, mikrobiyal biyokütle ve enzimatik faaliyetler üzerinde doğrudan rol oynayarak karbon mineralizasyon oranlarını şekillendirir (Six ve ark., 2002; Briones, 2014; Angst ve ark., 2024).

Toprak yapısı üzerindeki etkiler, yoğun ayak basısı veya kazma faaliyeti gibi biyoturbasyon süreçleriyle şekillenir. Bu fiziksel bozulma, toprağın agregat stabilitesini bozarak karbonun atmosferle temasını artırabilir (Six ve ark., 2002; Wilkinson ve ark., 2009).

Dışkılama ve otlatma gibi sürekli tekrarlanan davranışlar toprağa kısa vadeli karbon girdileri sağlarken, bu girdilerin kalıcılığı; toprak tipi, iklim koşulları ve mikrobiyal faaliyet gibi çevresel faktörlerle şekillenir. Dışkıların içerdiği çözünür organik karbon, toprağa hızlıca karışsa da, ayrışma hızı yüksek olduğu için genellikle geçici bir etki yaratır (Bardgett & Wardle, 2010).

2.2.1. Yaban Hayatında Habitat Parçalanmasının Karbon Döngüsüne Etkileri

Habitat parçalanması, yaban hayatının ekosistem hizmetlerindeki rollerini kısıtlayan temel bir baskı faktörüdür ve TOK miktarı ile dağılımı üzerinde dolaylı etkiler yaratabilir (UN Environment Programme, 2018). Otçul yaban hayvanlarının yoğunluk ve dağılımının toprak karbon dinamiklerini etkileyebileceği gösterilmiştir; habitat parçalanması ise bu yoğunluk ve dağılımı değiştirerek TOK üzerinde dolaylı bir etki mekanizması oluşturabilmektedir (Tanentzap & Coomes, 2012). Orman alanlarının yol yapımı, madencilik, kentleşme veya tarım

gibi faaliyetlerle parçalanması, yaban hayvanlarının hareket alanlarını sınırlandırmakta ve popülasyon dinamiklerinde değişikliklere yol açmaktadır (Cromsigt ve ark., 2018; Schmitz & Sylvén, 2023). Bu bağlamda, parçalanmış alanlarda büyük yırtıcı türlerin yerel olarak yok olması otçul yaban hayvanı popülasyonlarını kontrolsüz bir şekilde artırabilmektedir (Tanentzap & Coomes, 2012). Bazı orman ekosistemlerinde yüksek yoğunluktaki otçul türler, fidan yenilenmesini baskılayarak uzun vadede karbon stoklarını azaltabilir. Büyük yırtıcıların azaldığı sistemlerde, otlayıcılar üzerindeki av baskısının kalkması, bitki örtüsünü zayıflatabilir ve yüzey toprak karbonu üzerinde sınırlı ancak ölçülebilir etkiler yaratabilir (Cromsigt ve ark., 2018; Schmitz & Sylvén, 2023).

Habitat parçalanması, yaban hayvanlarının davranışlarını ve topluluk yapısını da değiştirmektedir. Parçalanmış ve izole yaşam alanlarında, yaban hayvanları artan insan etkisi, kaynak kıtlığı ve sınırlı hareket alanı nedeniyle daha yüksek stres altında kalabilir; bu da beslenme, dışkılama ve hareket alışkanlıklarında değişimlere yol açabilir (Laurance ve ark., 2011). Bu davranışsal değişimler, özellikle otçul türlerin yerel yoğunluklarının artması yoluyla, toprak yapısı, havalanma ve mikrobiyal çeşitlilik üzerinde dolaylı etkiler yaratabilir ve böylece karbon döngüsünü etkileyebilir (Schmitz & Sylvén, 2023).

Habitat sürekliliğinin sağlanması, popülasyonların dengeli yapısının korunması ve yaban hayatı çeşitliliğinin desteklenmesi, TOK'un sürdürülebilirliği açısından büyük öneme sahiptir. Planlı koruma alanları, ekolojik koridorlar ve uygun arazi kullanım stratejileri, habitat parçalanmasının olumsuz etkilerini azaltarak karbon stoklarının korunmasına yardımcı olabilir. Yaban hayatı yönetimini ve habitat bağlantısını merkeze alan bir "karbon döngüsünü canlandırma" yaklaşımının iklim değişikliğiyle mücadelede etkili bir strateji olabileceği de belirtilmektedir (Schmitz & Sylvén, 2023).

2.2.2. Orman Ekosistemlerinde TOK ve Yaban Hayatı

Orman ekosistemleri, yüksek biyolojik çeşitliliğe ve karmaşık ekolojik ağlara sahip olup, küresel karbon döngüsünde çok önemli bir rol oynayan sistemlerdir (IPCC, 2019; FAO & ITPS, 2020). Bu sistemlerde yaban hayatı, orman toprağının fiziksel yapısı, mikrobiyal aktiviteleri ve organik madde girdileri üzerinde önemli etkiler yaparak TOK dinamiklerini doğrudan ve dolaylı biçimde etkilemekte (Briones, 2014; Losada ve ark., 2023); bu nedenle hayvanların habitat tercihleri, popülasyon yoğunlukları ve davranışları, ormanların karbon biriktirme kapasitesiyle yakından ilişkilidir (Angst ve ark., 2024).

Orman ekosistemlerinde yaşayan yaban hayvanları, toprak yüzeyine uyguladıkları doğrudan fiziksel etkiler aracılığıyla karbon dinamiklerini önemli ölçüde şekillendirmektedir. Özellikle yaban domuzlarının yoğun kazma ve eşeleme faaliyetleri, orman örtüsündeki organik maddenin mineral toprağa taşınmasına yol açarak hem kısa vadede artan CO₂ emisyonlarına hem de uzun vadede organik karbonun stabilize olmasına neden olabilmektedir (Risch ve ark., 2010; Don ve ark., 2019). Büyük otoburların otlama ve dışkılama davranışları, örtü girdilerini ve ayrışma süreçlerini değiştirerek toprak karbon döngüsünü ve stoklarının seyrini etkilemektedir (Hu ve ark., 2024). Ayrıca porsuk gibi toprakta kazı ve tünel açma davranışları sergileyen türlerin yarattığı bozulmalar, mikrotoprak yapısını değiştirmekte, üst ve alt toprak katmanlarını karıştırmakta ve topraktaki organik madde ile besin elementlerinin dağılımını etkilemektedir (Kurek ve ark., 2014; Platt ve ark., 2016).

2.2.3. Orman Yangınları ve Yaban Hayatı Arasındaki Etkileşimlerin TOK Üzerine Yansımaları

Orman yangınları, hem karbon stoklarını doğrudan azaltan hem de yaban hayatının habitatlarını tahrip ederek TOK

üzerinde dolaylı etkiler yaratan büyük ölçekli ekolojik olaylardır (Ulery & Graham, 1993; Neary ve ark., 1999). Yangınların ardından yaban hayatı türlerinde görülen göçler, popülasyon yoğunluklarındaki ani değişiklikler ve tür kompozisyonundaki kaymalar, karbon döngüsünün yeniden şekillenmesine neden olur. Bu durum, yaban hayvanlarının ekosistem mühendisliği, tohum dağılımı ve otlatma gibi fonksiyonel rolleri üzerinden dolaylı etkiler yaratarak ekosistemin karbonu tutma veya salma kapasitesini değiştirebilir (Cromsigt ve ark., 2018; Schmitz & Sylvén, 2023).

Yaban hayvanları, yangın sonrası yeniden oluşan habitatlara farklı biçimlerde tepki verir. Bazı türler yangın sonrası açık alanlara adapte olabilirken, bazıları habitat kaybı nedeniyle bölgeden uzaklaşır (Kelly ve ark., 2012). Bu durum, dışkılama, otlatma, kazma gibi toprakla etkileşim düzeylerini değiştirerek TOK döngüsünde yerel farklılıklar yaratır (Eldridge ve ark., 2011). Ayrıca, yangınların ardından baskın hale gelen bazı türler toprağı daha fazla kazabilir ve karbon döngüsünde mikroskobik farklılıklar oluşturabilir (Kyle & Block, 2000; Culhane ve ark., 2022).

Yangınların sıklığındaki artış, ekosistemlerin toparlanma kapasitesini zorlamakta ve hem bitkisel örtünün hem de yaban hayatı topluluklarının çeşitliliğini düşürerek TOK'un uzun dönemli stabilitesini riske atmaktadır. Bu açıdan, yangın, yaban hayatı ve TOK etkileşimi, özellikle iklim değişikliği bağlamında temel bir araştırma alanıdır (Pellegrini ve ark., 2018).

2.2.4. Mera Ekosistemlerinde Yaban Hayatı ve TOK İlişkisi

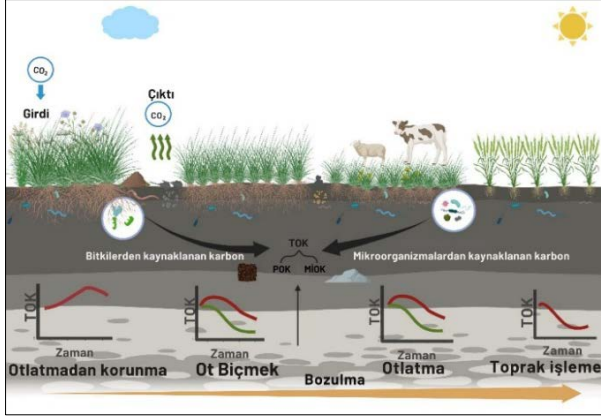
Mera ekosistemleri, geniş alanlara yayılan ve doğal ya da yarı doğal bitki örtüsüne sahip, çoğunlukla otobur hayvanların otlatılması amacıyla kullanılan sistemlerdir. Bu ekosistemler, yalnızca tarımsal üretim değil aynı zamanda önemli bir karbon

havuzu olarak da değerlidir (Conant ve ark., 2017). TOK, bu sistemlerde uzun vadeli karbon depolama süreçlerinin temelini oluşturur. Yaban hayatı, özellikle büyük otçullar ve toprak faunası, bu sistemlerde karbon döngüsünü doğrudan ve dolaylı yollarla etkiler.

Otçul yaban hayvanlarının mera alanlarında otlatma davranışları, bitki örtüsünün yapısını ve tür kompozisyonunu şekillendirerek toprak organik madde girdilerini etkiler. Aşırı otlatma, bitkisel biyokütlede azalmaya, kök gelişiminin zayıflamasına ve dolayısıyla toprak karbon depolama kapasitesinin düşmesine yol açabilirken; kontrollü otlatma, toprakta karbon birikimini destekleyebilir (Conant & Paustian, 2002; Schuman ve ark., 2002). Yaban hayvanlarının dışkıları ise toprak biyolojik faaliyetlerini artırarak karbon stabilizasyonuna katkı sunabilir.

Ayrıca otçul yaban hayvanı türlerinin ayak basma etkisiyle oluşan fiziksel bozulma, toprak porozitesini azaltarak hava ve su hareketlerini kısıtlayabilir. Bu durum, mikrobiyal aktivitenin azalmasına neden olabilirken, bazı koşullarda karbonun mineral toprak partiküllerine bağlanmasını da teşvik ederek karbon stabilitesini artırabilir (Frank ve ark., 1998). Bununla birlikte, bu tür etkilerin yönü ve şiddeti, hayvan yoğunluğu, iklimsel koşullar, toprak tipi ve bitki örtüsüne göre değişiklik gösterebilir. Mera ekosistemlerinde otlatma baskısının toprak üzerindeki etkileri Şekil 5'te şematik olarak gösterilmiştir.

Şekil 5. Mera ekosistemlerinde otlatma baskısı şeması



(Jiang ve ark., 2025)

Sonuç olarak, mera ekosistemlerinde yaban hayatının TOK üzerindeki etkisi karmaşık ve çok boyutludur. Bu etki, sadece yaban hayvanı türlerinin sayısı ve büyüklüğü ile değil, aynı zamanda yönetim pratikleri ve çevresel koşullarla da şekillenmektedir. Bu nedenle, mera alanlarının sürdürülebilir yönetiminde yaban hayatı unsurlarının entegre biçimde değerlendirilmesi, toprak sağlığı ve karbon dengesi açısından büyük önem taşımaktadır.

2.2.5. Tarım Ekosistemlerinde TOK ve Yaban Hayatı İlişkisi

Tarım ekosistemleri, TOK'un korunumu ve döngüsü açısından hayati öneme sahip olup, yaban hayatı unsurlarıyla olan etkileşimleri bu dengeyi doğrudan etkileyebilmektedir. Yaban hayvanları, bu sistemlerde hem fiziksel hem de biyokimyasal süreçler aracılığıyla TOK'un birikimi, taşınımı ve ayrışması üzerinde etkili roller oynar. Ancak tarım alanlarında insan faaliyetlerinin yoğunluğu, habitat parçalanması ve yaban hayvanları üzerindeki baskılar bu ilişkilerin doğrudan gözlemlenmesini ve uzun vadeli etkilerinin anlaşılmasını zorlaştırmaktadır (Matson ve ark., 1997; Tsiafouli ve ark., 2015).

Tarım arazilerinde yaşayan ya da bu alanları geçici olarak kullanan yaban hayvanları (örneğin kemirgenler, tavşanlar ve bazı kuş türleri), özellikle toprak yüzeyinde yürüttükleri faaliyetlerle toprağın yapısını ve organik madde içeriklerini dolaylı olarak etkilerler. Bu canlılar toprağı havalandırmakta, tohum ve organik materyali taşımakta, biyolojik karıştırma (bioturbation) yoluyla organik maddeyi alt katmanlara iletmekte ve böylece TOK'un yatay ve dikey dağılımını şekillendirmektedirler (Lavelle ve ark., 2006). Bununla birlikte, tarımsal mekanizasyon, pestisit uygulamaları ve monokültür gibi uygulamalar bu doğal süreçleri sekteye uğratarak hem yaban hayatının faaliyet alanını daraltmakta hem de TOK birikimini olumsuz yönde etkilemektedir (Paustian ve ark., 2019).

Tarım alanlarında yaban hayvanlarının toprak karbonuna etkisi, mera sistemlerindeki göre daha sınırlı ve dolaylıdır (Bardgett & van der Putten, 2014). Özellikle tarlalara giren küçük otçul türlerin dışkılama veya besin artıkları yoluyla toprağı karbon girdisi sağladığı bilinse de (Blouin ve ark., 2013), bu süreçlerin karbon depolama üzerindeki etkisi, sistemin tarımsal müdahale yoğunluğuna bağlı olarak büyük değişkenlik göstermektedir. Örneğin, bazı çiftçi uygulamaları (çayır sınırlarının korunması, bahçe kenarlarında doğal yaşam koridorları bırakılması) Türkiye tarımında yaban hayatını koruyarak TOK yönetimini destekleyebilir.

Avrupa'da yapılan bazı çalışmalar, tarım uygulamalarının doğayla uyumlu şekillendirildiği sistemlerde (örneğin agroekolojik uygulamalar, agroforestry sistemleri, set-aside alanları) yaban hayatının daha fazla faal olduğunu ve buna bağlı olarak TOK düzeylerinin daha dengeli bir dağılım gösterdiğini ortaya koymuştur (Kremen & Miles, 2012; Aguilera ve ark., 2020). Türkiye özelinde ise bu konudaki çalışmalar henüz sınırlıdır. Ancak kırsal alanlarda tarla sınırlarının korunması, hayvan geçiş yollarının bırakılması ve biyoçeşitliliği teşvik eden

ekim yöntemleriyle TOK dinamiklerinin iyileştirilmesi mümkündür.

Tarım sistemlerinde TOK yönetimi yalnızca gübreleme, münavebe ya da organik tarım uygulamalarıyla sınırlı kalmamalı, aynı zamanda tarım peyzajında yer alan ve doğal olarak bu alana entegre olmuş yaban hayatı bileşenlerinin varlığı da dikkate alınmalıdır (Bélanger & Pilling, 2019). Bu çok yönlü yaklaşım, hem sürdürülebilir toprak kullanımı hem de iklim değişikliği ile mücadele bağlamında büyük önem taşımaktadır (Shukla ve ark., 2019).

2.2.6. Yaban Hayatı ve TOK İlişkisinde İklim Değişikliğinin Rolü

İklim değişikliği, yalnızca fiziksel çevre koşullarını değil, aynı zamanda ekolojik süreçleri ve biyolojik çeşitliliği de derinlemesine etkilemektedir. Küresel sıcaklık artışları, değişen yağış rejimleri ve ekstrem hava olaylarının sıklığındaki artış, yaban hayatı türlerinin dağılımı, üreme döngüleri, göç davranışları ve habitat tercihlerini değiştirmektedir (Root ve ark., 2003; Parmesan, 2006). Bu dönüşümler, doğrudan veya dolaylı yollardan TOK dinamiklerini de etkilemektedir. Örneğin, bazı yaban hayvanlarının artan aktivitesi, toprağın fiziksel yapısını değiştirerek organik maddenin ayrışma oranlarını artırabilirken; kuraklık ve erozyon gibi iklimsel stres faktörleri, karbon kayıplarını hızlandırma potansiyeli taşımaktadır (Ciais ve ark., 2005; Bardgett ve ark., 2008).

Yaban hayvanlarının, özellikle ekosistem mühendisleri olarak tanımlanan büyük memelilerin, toprakla etkileşimleri karbon döngüsünde belirleyici roller üstlenmektedir. Ancak bu türlerin iklim değişikliği nedeniyle yer değiştirmesi ya da popülasyonlarının azalması, belirli bölgelerde toprak yapısında bozulmalara neden olabilir (IPCC, 2022). Diğer yandan, toprak mikroorganizmalarının sıcaklık ve nem değişimlerine duyarlılığı

da dikkate alındığında, mikrobiyal aktivitelerdeki dalgalanmalar, TOK'un ayrışma ve depolama süreçlerini önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Schimel ve ark., 2007).

Bu nedenlerle, iklim değişikliğinin TOK ve yaban hayatı etkileşimlerine olan etkileri bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalı; bu ilişkiyi yöneten ekolojik, fizyolojik ve mikrobiyal süreçler, sürdürülebilir arazi ve biyoçeşitlilik yönetimi stratejilerinin temel bileşeni olarak değerlendirilmelidir (Ghalambor ve ark., 2007).

Son yıllarda yapılan kapsamlı meta-analizler, yaban hayatının karbon döngüsü üzerindeki etkilerinin iklim değişikliği ile doğrudan bağlantılı olduğunu göstermektedir (Schmitz ve ark., 2014; Crowther ve ark., 2019). Bu bağlamda, Türkiye'nin farklı ekosistem tiplerinde yürütülecek uzun vadeli araştırmalar, yalnızca ulusal politika belgelerine değil aynı zamanda uluslararası iklim raporlarına da katkı sunacaktır.

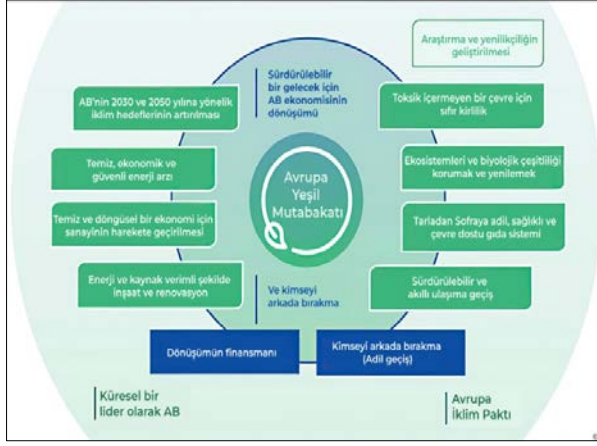
TOK ile yaban hayatı arasındaki ilişkilerin sürdürülebilir arazi kullanımı ve iklim politikalarına entegre edilmesi, günümüzün önemli çevresel önceliklerinden biridir. Bu etkileşim, hem biyolojik çeşitliliğin korunması hem de karbon depolamanın artırılması açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Politika yapımcılar ve arazi yöneticileri için bu iki alanın bütüncül yönetimi, ulusal ve uluslararası düzeyde giderek önem kazanmaktadır.

2.3. Politika, Yönetim ve Uygulamalarda Entegrasyon Önerileri

Avrupa Birliği'nin 2019 yılında başlattığı Yeşil Mutabakat (European Green Deal), karbon nötrlüğü hedefleri doğrultusunda arazi kullanımı, tarım ve orman politikalarının entegre edilmesini amaçlamaktadır. AB'nin 2030 Biyoçeşitlilik Stratejisi, Yeşil Mutabakat'ın bir parçası olarak, biyolojik çeşitliliğin korunması ile birlikte toprak karbon stoklarının iyileştirilmesini doğrudan teşvik etmektedir (European Commission, 2020). AB Yeşil Mutabakatı'nın arazi kullanımına

ilişkin hedeflerini gösteren süreç Şekil 6’da özetlenmiştir. Özellikle bu strateji, yaban hayatının doğal işleyişine saygı duyan, ekosistemlerin işlevselliğini destekleyen yönetim uygulamalarını ön planda tutmaktadır. Bu politika, arazi kullanım değişiklikleri ve biyolojik çeşitlilik kayıplarını önlemeye çalışırken, aynı zamanda karbon depolama kapasitesini artırmayı hedeflemektedir.

Şekil 6. AB Yeşil Mutabakat uyum süreci akış şeması



(Türkiye Cumhuriyeti Avrupa Birliği Başkanlığı, 2020)

Avrupa Yeşil Mutabakatının arazi kullanımı alanında özellikle doğa temelli çözümler ve biyoçeşitlilik odaklı yaklaşımları desteklemesi, yaban hayatı ve TOK arasındaki etkileşimlerin yönetiminde önemli bir yol göstermektedir (Castellari ve ark., 2021). Bu bağlamda, orman ve tarım alanlarında biyolojik çeşitliliğin korunması, karbon depolama kapasitesinin artırılması için eşzamanlı hedefler olarak ele alınmaktadır. Ayrıca, AB'nin finansal destek programları, entegre arazi yönetimi projelerini teşvik ederek saha düzeyinde uygulanabilirliği artırmaktadır.

Avrupa Birliği ve IPBES gibi uluslararası platformlar, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin korunmasında

entegre arazi yönetiminin ve ileri izleme teknolojilerinin önemine vurgu yapmaktadır (Turner ve ark., 2003). Bu teknolojiler, geniş alanlarda ekosistem değişimlerinin izlenmesini mümkün kılarak, hem biyolojik çeşitlilik hem de toprak sağlığına yönelik koruma stratejilerinin geliştirilmesini desteklemektedir.

AB'nin Biyoçeşitlilik Stratejisi ve IPBES raporları, doğaya dayalı çözümlerin yaygınlaştırılmasını önceliklendirir. Rewilding uygulamalarının, ekosistem işlevlerini ve direncini artırarak uzun vadeli karbon depolamasını da destekleyebileceği öne sürülmektedir (Perino ve ark., 2019). Bu yaklaşımlar, iklim eylemi ve biyoçeşitlilik hedeflerinin birlikte gerçekleştirilmesine olanak tanımakta ve arazi yönetiminde yeni bir paradigma sunmaktadır. Türkiye'de doğaya dayalı çözüm projeleri artmakta, ancak yaban hayatı ve toprak karbonu entegrasyonunu içeren kapsamlı rewilding projeleri henüz sınırlıdır. Bu nedenle, bu alanlarda pilot projelerin artırılması ve başarılı uygulamaların ölçeklendirilmesi önem taşımaktadır.

IPBES (2019) Küresel Değerlendirme Raporu, biyolojik çeşitlilik kaybının ekosistem işlevleri ve dolayısıyla toprak karbon döngüsü üzerindeki yıkıcı etkilerini açıkça ortaya koymaktadır (IPBES, 2019). Raporda, yaban hayvanları da dahil olmak üzere tüm biyolojik çeşitliliğin, toprak sağlığı ve besin döngüsü gibi destekleyici hizmetler için temel teşkil ettiği vurgulanmıştır. Bu durum, yaban hayatının korunmasını, ekosistemlerin karbon tutma kapasitesinin sürdürülebilirliği açısından da öncelikli bir zorunluluk haline getirmektedir.

IPBES (2022) Doğanın Değerleri ve Değerlemesi Metodolojik Değerlendirmesi ise, bu ilişkinin politika düzeyine taşınması gerektiğini vurgulamaktadır (IPBES, 2022). Rapor, biyolojik çeşitlilik ve karbon yönetimi gibi alanların ayrı ayrı değil, doğanın çok boyutlu değerlerini merkeze alan bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını önermektedir. Bu çerçevede, yaban

hayatı ve toprak faunasının karbon döngüsüne olan katkısı gibi daha az görünür olan ekosistem işlevlerinin değerinin tanınması ve politika yapıcılar tarafından dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir. Biyolojik çeşitlilik politikaları ile iklim değişikliği mücadelesini birleştiren entegre çözümleri teşvik eden somut bir rehber sunulmaktadır (IPBES, 2022).

Türkiye, Avrupa Birliği ile yürüttüğü iş birlikleri ve IPBES süreçlerine katılımı aracılığıyla sürdürülebilir arazi yönetimi ve biyolojik çeşitlilik koruma alanlarında stratejik politikalar geliştirmektedir. Bu çerçevede, “Ulusal Biyoçeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı” (2018-2028) ve “İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı” (2024-2030) gibi belgeler, yaban hayatı ve toprak karbonu yönetiminin bütüncül bir şekilde entegre edilmesini hedefleyen önemli yol haritaları sunmaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018; T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2024).

Türkiye’de orman ekosistemlerinde yürütülen ulusal düzeydeki karbon stoku analizleri, toprak karbonunun toplam ekosistem karbonu içerisindeki payının oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Bu çalışmalar, Türkiye ormanlarında karbon yönetiminin önemini ortaya koymakta ve yerel eylem planları için temel oluşturmaktadır. Orman Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen çalışmalar, Türkiye genelindeki orman ekosistemlerinde toplam karbon stokunun yaklaşık 2251 Tg C olduğunu, bunun %74.8’inin toprakta depolandığını ortaya koymuştur (Tolunay, 2011). Bu oran, Türkiye ormanlarında toprakların karbon depolama açısından belirleyici olduğunu ve orman, toprak ve yaban hayatı ilişkilerinin doğru anlaşılmasının, karbon yönetimi stratejileri açısından çok önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Türkiye’de özellikle ulusal orman envanterlerinde yaban hayatı ve TOK ilişkisini bütüncül olarak ele alan uzun dönemli

izleme sistemlerinin eksikliği dikkat çekmektedir. Bu nedenle, yaban hayvanlarının TOK üzerindeki etkilerinin ölçülebilir çıktıların (örneğin %TOK farkı, agregat stabilitesi değişimi, mikrobiyal biyokütle farklılığı) çalışmaya dahil edilmesi, hem somutluk hem de bilimsel derinlik kazandıracaktır.

Türkiye'de yaban hayatı ve doğal ekosistemlerin korunmasına yönelik yasal çerçeve, başta Kara Avcılığı Kanunu (4915), Orman Kanunu (6831) ve Mera Kanunu (4342) olmak üzere çeşitli düzenlemelere dayanmaktadır (T.C. Resmi Gazete, 1956; 1998; 2003). Bu mevzuatlar, hem tür koruma hem de habitatların sürdürülebilir kullanımı açısından önemli hükümler içermekte; aynı zamanda toprak sağlığının korunmasına dolaylı katkı sunmaktadır.

Mera Kanunu (1998) kapsamında uygulanan otlatma yönetimi ve mera ıslahı, toprak yapısının korunması ve erozyonun önlenmesi yoluyla ekosistem bütünlüğünü desteklemektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2013; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020). Benzer şekilde, Orman Kanunu çerçevesinde toprak karbon stoklarının korunması ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği yasal olarak güvence altına alınmıştır (OGM, 2019). Ancak, TOK ile yaban hayatı arasındaki etkileşimleri doğrudan ele alan özel bir düzenleme hâlen bulunmamaktadır; bu durum disiplinler arası koordinasyon ve veri paylaşımını sınırlamakta, uygulamada bütüncül politika eksikliğine yol açmaktadır. Bu nedenle, yasal çerçevenin TOK ve yaban hayatı etkileşimini kapsayacak şekilde güncellenmesi ve özel yönetmelikler, izleme sistemleri ile kurumsal iş birliği mekanizmalarıyla desteklenmesi gerekmektedir.

Türkiye'de yaban hayatı ve TOK ilişkisini doğrudan ele alan bağımsız bir strateji bulunmamakla birlikte, çeşitli ulusal politika belgelerinde bu ilişkiye dolaylı olarak değinilmektedir. Orman yönetimi kapsamında yürütülen karbon stoku izleme

çalışmaları, Tarım ve Orman Bakanlığı'nın mera ıslah projeleri ve Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2023) bu kapsamdaki temel politika araçları olarak öne çıkmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010).

Türkiye'nin Birleşmiş Milletlere sunduğu güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyan'ında (NDC, 2023), 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarının referans senaryoya göre yaklaşık %41 oranında azaltılacağı taahhüt edilmektedir (UNFCCC, 2023). Bu stratejilerin yaban hayatı ve TOK ilişkisi bağlamında entegrasyonu, hem biyolojik çeşitliliğin korunmasına hem de iklim değişikliğiyle mücadelede katkı sağlayacaktır (IPCC, 2022).

Bu uluslararası eğilimler ve teknolojik olanaklar ışığında, Türkiye'de de entegre arazi yönetimi ve gelişmiş izleme sistemlerinin kurulması, arazi yönetimi kararlarının bilimsel temele oturtulması ve böylece koruma ile sürdürülebilir kullanım hedeflerinin etkin biçimde desteklenmesi açısından büyük bir önem taşımaktadır.

3. SONUÇ

Küresel karbon stokları içerisinde toprakların en büyük karbon havuzlarından birini oluşturduğu (Lal, 2004; Schmidt ve ark., 2011) ve bu konuda Türkiye özelinde de kapsamlı çalışmaların yapıldığı (Tolunay, 2011; Kahveci, 2024) uluslararası çalışmalarda vurgulamaktadır. Biyotik etkileşimlerin bu stokların kararlılığı üzerinde belirleyici rol oynadığı bilinmekle birlikte, Türkiye'de TOK ile yaban hayatı ilişkisini doğrudan ele alan çalışmalar sınırlıdır. Bu eksiklik, ülkemizde karbon yönetimi ve doğa temelli çözümler açısından önemli bir boşluk oluşturmaktadır. Bu durum, Ulusal Biyoçeşitlilik Stratejisi'nde (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018) belirtilen izleme ve veri yönetimi hedeflerinin gerçekleştirilmesini de

zorlaştırmaktadır. Ayrıca sürdürülebilir arazi yönetimi politikalarının geliştirilmesi önünde de engel teşkil etmektedir. AB ve IPBES gibi uluslararası platformların sunduğu çerçeveler ışığında, Türkiye'nin politikalarını uyumlu hale getirmesi ve entegre arazi yönetimi yaklaşımlarını benimsemesi gerekmektedir. Bu süreçte, doğaya dayalı çözümler ve yeniden rewilding uygulamaları gibi alternatif modellerin değerlendirilmesi, bilimsel ve yönetsel kapasitenin artırılmasına da katkı sağlayabilir.

TOK ve yaban hayatı arasındaki karmaşık etkileşimler, orman, mera ve tarım ekosistemlerinde ekosistem sağlığı, biyolojik çeşitlilik ve karbon döngüsünün sürdürülebilir yönetimi açısından büyük bir öneme sahiptir. Yaban hayvanlarının TOK üzerindeki etkileri, toprak fizikokimyasal özelliklerini, mikrobiyal aktiviteyi, bitki ve toprak ilişkilerini ve karbon depolama kapasitelerini şekillendirmektedir. Ayrıca, iklimsel ve topoğrafik faktörlerin bu etkileşimler üzerindeki belirleyici rolü, arazi kullanım planlamalarında göz önünde bulundurulmalıdır.

Yaban hayvanı türlerinin etkilerinin farklı ekosistemlerde nasıl değiştiğini ortaya koyan veri tabanlarına duyulan ihtiyaç da giderek artmaktadır. Gelecek çalışmaların, uzun dönemli izleme sistemleri, bölgesel karbon stok verileri ve yaban hayatı temelli ekosistem mühendisliği yaklaşımlarına odaklanması, hem karbon nötrlüğü hedeflerine hem de biyolojik çeşitliliğin korunmasına önemli katkılar sunacağı öngörülmektedir.

Politika yapıcılar, arazi yöneticileri ve bilim insanları arasında etkin iletişim ve veri paylaşım mekanizmalarının kurulması, TOK ve yaban hayatı entegrasyonunun başarısı için vazgeçilmezdir. Bu sayede, hem küresel iklim değişikliği ile mücadelede hem de yerel ekosistemlerin dayanıklılığının artırılmasında önemli kazanımlar elde edilebilir. Türkiye'nin gerek FAO'nun küresel girişimlerine katkısı, gerekse IPCC'nin

öngördüğü karbon yönetimi çerçevesine entegrasyonu açısından önemli adımlar atılmış olsa da, bu süreçlerin yaban hayatı ve toprak karbonu etkileşimleri bağlamında detaylandırılması ve sürdürülebilir yönetim sistemlerine entegre edilmesi yönünde açık bir ihtiyaç söz konusudur. Bu bağlamda, entegre izleme ve veri paylaşım sistemlerinin kurulması, Türkiye'nin akademik üretkenliğini artırmakla kalmayıp, ulusal karbon yönetimi hedeflerine ulaşmasını da güçlendirecektir.

Türkiye, sahip olduğu orman, mera ve tarım alanlarının çeşitliliğiyle yaban hayatı ve toprak karbon ilişkilerini incelemek için önemli bir doğal laboratuvar niteliği taşımaktadır. Ancak bu potansiyel henüz sistematik biçimde değerlendirilmemiş; yaban hayatının TOK üzerindeki etkilerine dair ülke çapında bütüncül bir veri tabanı veya uzun dönemli izleme sistemi geliştirilememiştir. Ayrıca farklı bölgeler arasında karşılaştırmalı analizlerin yetersizliği, yaban hayvanlarının davranışlarının TOK üzerindeki rolünü netleştirmede sınırlayıcı bir faktör olmaktadır. Bu nedenle, gelecekte yürütülecek araştırmaların aşağıdaki eksenlerde yoğunlaştırılması büyük önem taşımaktadır:

- Davranışsal Karbon Girdilerinin Bölgesel İzlenmesi: Yaban hayvanı türlerinin dışkılama, otlatma ve kazma gibi faaliyetlerinin TOK üzerindeki etkileri, farklı yükselti, iklim kuşakları ve toprak grupları temelinde izlenmelidir.
- Yaban Hayatı Odaklı Toprak Deneyleri: Kontrollü otlatma ve dışkı dağılımının karbon fraksiyonları ve toprak mikrobiyal faaliyetleri üzerindeki etkileri farklı ekolojik bölgelerde karşılaştırmalı olarak test edilmelidir.
- Uzaktan Algılama ve Karbon Modelleme Uygulamaları: Türkiye'ye özgü NDVI, DEM türevleri, dron tabanlı görüntüleme ve karbon stok haritalama araçları, yaban

hayatı girdilerini entegre edecek biçimde kurgulanmalıdır. Ayrıca LIDAR ve hiperspektral görüntüleme gibi yüksek çözünürlüklü tekniklerin entegrasyonu, tür bazlı etkilerin izlenmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Aguilera, E., Díaz-Gaona, C., García-Laureano, R., Reyes-Palomo, C., Guzmán, G. I., Ortolani, L., ... & Rodríguez-Estévez, V. (2020). Agroecology for adaptation to climate change and resource depletion in the Mediterranean region. A review. *Agricultural Systems*, 181, 102809.
- Angst, G., Potapov, A., Joly, F. X., Angst, Š., Frouz, J., Ganault, P., & Eisenhauer, N. (2024). Conceptualizing soil fauna effects on labile and stabilized soil organic matter. *Nature Communications*, 15(1), 5005.
- Bagchi, S., & Ritchie, M. E. (2010). Herbivore effects on above- and belowground plant production and soil nitrogen availability in the Trans-Himalayan shrub-steppes. *Oecologia*, 164(4), 1075-1082.
- Bardgett, R. D., & Van Der Putten, W. H. (2014). Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature*, 515 (7528), 505-511.
- Bardgett, R. D., & Wardle, D. A. (2010). *Aboveground-belowground linkages: biotic interactions, ecosystem processes, and global change*. Oxford University Press.
- Bardgett, R. D., Freeman, C., & Ostle, N. J. (2008). Microbial contributions to climate change through carbon cycle feedbacks. *The ISME journal*, 2(8), 805-814.
- Batjes, N. H. (2014). Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European journal of soil science*, 65(1), 10-21.
- Batjes, N. H. (2016). Harmonized soil property values for broad-scale modelling (WISE30sec) with estimates of global soil carbon stocks. *Geoderma*, 269, 61-68.
- Bélanger, J., & Pilling, D. (2019). *The state of the world's biodiversity for food and agriculture*. FAO;.

- Blouin, M., Hodson, M. E., Delgado, E. A., Baker, G., Brussaard, L., Butt, K. R., ... & Brun, J. J. (2013). A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European journal of soil science*, 64(2), 161-182.
- Bonfanti, J., Potapov, A. M., Angst, G., Ganault, P., Briones, M. J., Calderón-Sanou, I., ... & Berg, M. P. (2025). Linking effect traits of soil fauna to processes of organic matter transformation. *Functional ecology*, 39(2), 446-461.
- Bradford, M. A., Keiser, A. D., Davies, C. A., Mersmann, C. A., & Strickland, M. S. (2013). Empirical evidence that soil carbon formation from plant inputs is positively related to microbial growth. *Biogeochemistry*, 113(1), 271-281.
- Briones, M. J. I. (2014). Soil fauna and soil functions: a jigsaw puzzle. *Frontiers in Environmental Science*, 2, 7.
- Castellari, S., Zandersen, M., Davis, M., Veerkamp, C., Förster, J., Marttunen, M., ... & Picatoste, J. R. (2021). Nature-based solutions in Europe policy, knowledge and practice for climate change adaptation and disaster risk reduction.
- Chaparro, J. M., Sheflin, A. M., Manter, D. K., & Vivanco, J. M. (2012). Manipulating the soil microbiome to increase soil health and plant fertility. *Biology and Fertility of Soils*, 48(5), 489-499.
- Ciais, P., Reichstein, M., Viovy, N., Granier, A., Ogée, J., Allard, V., ... & Valentini, R. (2005). Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature*, 437(7058), 529-533.
- Conant, R. T., & Paustian, K. (2002). Potential soil carbon sequestration in overgrazed grassland ecosystems. *Global biogeochemical cycles*, 16(4), 90-1.

- Conant, R. T., Cerri, C. E., Osborne, B. B., & Paustian, K. (2017). Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. *Ecological Applications*, 27(2), 662-668.
- Conant, R. T., Ryan, M. G., Ågren, G. I., Birge, H. E., Davidson, E. A., Eliasson, P. E., ... & Bradford, M. A. (2011). Temperature and soil organic matter decomposition rates—synthesis of current knowledge and a way forward. *Global change biology*, 17(11), 3392-3404.
- Cromsigt, J. P., Te Beest, M., Kerley, G. I., Landman, M., Le Roux, E., & Smith, F. A. (2018). Trophic rewilding as a climate change mitigation strategy?. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 373(1761), 20170440.
- Crowther, T. W., Van den Hoogen, J., Wan, J., Mayes, M. A., Keiser, A. D., Mo, L., ... & Maynard, D. S. (2019). The global soil community and its influence on biogeochemistry. *Science*, 365(6455), eaav0550.
- Culhane, K., Sollmann, R., White, A. M., Tarbill, G. L., Cooper, S. D., & Young, H. S. (2022). Small mammal responses to fire severity mediated by vegetation characteristics and species traits. *Ecology and Evolution*, 12(5), e8918.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2010). Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2023).Ankara: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇSB). (2018). *Türkiye karbon yönetimi projesi (Karbon Proje Raporu, 27 Eylül 2018)*.
- Davidson, E. A., & Janssens, I. A. (2006). Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. *Nature*, 440(7081), 165-173.

- Derner, J. D., & Schuman, G. E. (2007). Carbon sequestration and rangelands: a synthesis of land management and precipitation effects. *Journal of soil and water conservation*, 62(2), 77-85.
- Doetterl, S., Berhe, A. A., Nadeu, E., Wang, Z., Sommer, M., & Fiener, P. (2016). Erosion, deposition and soil carbon: A review of process-level controls, experimental tools and models to address C cycling in dynamic landscapes. *Earth-Science Reviews*, 154, 102-122.
- Don, A., Hagen, C., Grüneberg, E., & Vos, C. (2019). Bioturbation by wild boar increases the stability of forest soil carbon. *Biogeosciences*.
- Dubeux Jr, J. C., Lira Junior, M. D. A., Simili, F. F., Bretas, I. L., Trumpp, K. R., Bizzuti, B. E., ... & Mendes, C. T. (2024). Deep soil organic carbon: A review. *Cabi Reviews*, (2024).
- Dungait, J. A., Hopkins, D. W., Gregory, A. S., & Whitmore, A. P. (2012). Soil organic matter turnover is governed by accessibility not recalcitrance. *Global change biology*, 18(6), 1781-1796.
- Dünya Atlası. (2018, 19 Eylül). *Karbon döngüsü nedir, açığa çıkmasının ve doğada azalmasının başlıca nedenleri nelerdir.* Dünya Atlası.
<https://www.dunyaatlası.com/karbon-dongusu-nedir-aciga-cikmasinın-ve-dogada-azalmasının-baslica-nedenleri-nelerdir>
- Eldridge, D. J., & James, A. I. (2009). Soil-disturbance by native animals plays a critical role in maintaining healthy Australian landscapes. *Ecological Management & Restoration*, 10, S27-S34.

- Eldridge, D. J., Bowker, M. A., Maestre, F. T., Roger, E., Reynolds, J. F., & Whitford, W. G. (2011). Impacts of shrub encroachment on ecosystem structure and functioning: towards a global synthesis. *Ecology letters*, 14(7), 709-722.
- European Commission. (2020). *EU Biodiversity Strategy for 2030: Bringing nature back into our lives*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. COM(2020) 380 final.
- FAO and ITPS. (2018). Global soil organic carbon map (gsocmap) technical report. *Italy, Rome: FAO*.
- FAO and ITPS. (2020). *Global Soil Organic Carbon Map V1.5: Technical Report*. Rome, FAO.
- Forget, P. M., & Wenny, D. (2005). How to elucidate seed fate? A review of methods used to study seed removal and secondary seed dispersal. *Seed fate: predation, dispersal and seedling establishment*, 379-394.
- Frank, D. A., & Groffman, P. M. (1998). Ungulate vs. landscape control of soil C and N processes in grasslands of Yellowstone National Park. *Ecology*, 79(7), 2229-2241.
- Frank, D. A., McNaughton, S. J., & Tracy, B. F. (1998). The ecology of the Earth's grazing ecosystems: Profound functional similarities exist between the Serengeti and Yellowstone. *BioScience*, 48(7), 513-521.
- Gardiner, D.T., Miller, R.W. (2008). *Soils in Our Environment*. Eleventh Edition. Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, New Jersey, 600 pp.
- Ghalambor, C. K., McKay, J. K., Carroll, S. P., & Reznick, D. N. (2007). Adaptive versus non-adaptive phenotypic

- plasticity and the potential for contemporary adaptation in new environments. *Functional ecology*, 21(3), 394-407.
- Hallett, S. H., & Caird, S. P. (2017). Soil-Net: development and impact of innovative, open, online soil science educational resources. *Soil Science*, 182(5), 188-201.
- Horwath, W. (2007). Carbon cycling and formation of soil organic matter. In *Soil microbiology, ecology and biochemistry* (pp. 303-339). Academic Press.
- Hu, Y., Feng, J., Wang, H., Ge, J., & Wang, T. (2024). Wild ungulates and cattle have different effects on litter decomposition as revealed by fecal addition in a Northeast Asian temperate forest. *Ecology and Evolution*, 14(11), e70529.
- IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES Secretariat.
- IPBES. (2022). *Summary for policymakers of the methodological assessment of the diverse values and valuation of nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES Secretariat.
- IPCC. (2019). *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*.
- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Jiang, Z., Ma, H., Li, S., Zheng, C., & Bai, E. (2025). Towards smart soil carbon pool management of grassland: a bibliometric overview from past to future. *Ecological Processes*, 14(1), 54.
- Kahveci, E. (2024). *Samsun yöresi saf ve karışık doğal karaçam (Pinus nigra Arnold. subsp. pallasiana (Lamb.)) meşcerelerinin toprak üstü ve toprak altı biyokütle ve karbon depolama miktarlarının belirlenmesi* (Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). Trabzon, Türkiye: Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Kelly, L. T., Nimmo, D. G., Spence-Bailey, L. M., Taylor, R. S., Watson, S. J., Clarke, M. F., & Bennett, A. F. (2012). Managing fire mosaics for small mammal conservation: a landscape perspective. *Journal of Applied Ecology*, 49(2), 412-421.
- Kremen, C., & Miles, A. (2012). Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs. *Ecology and society*, 17(4).
- Kurek, P., Kapusta, P., & Holeksa, J. (2014). Burrowing by badgers (*Meles meles*) and foxes (*Vulpes vulpes*) changes soil conditions and vegetation in a European temperate forest. *Ecological Research*, 29(1), 1-11.
- Kuzyakov, Y., Friedel, J. K., & Stahr, K. (2000). Review of mechanisms and quantification of priming effects. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(11-12), 1485-1498.
- Kyle, S. C., & Block, W. M. (2000). Effects of wildfire severity on small mammals in northern Arizona ponderosa pine forests. In *In: Moser, W. Keith; Moser, Cynthia E., eds. Fire and forest ecology: innovative silviculture and*

vegetation management. Tall Timbers Fire Ecology Conference Proceedings, No. 21. Tallahassee, FL: Tall Timbers Research Station: 163-168.

- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623-1627.
- Laurance, W. F., Camargo, J. L., Luizão, R. C., Laurance, S. G., Pimm, S. L., Bruna, E. M., ... & Lovejoy, T. E. (2011). The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation. *Biological conservation*, 144(1), 56-67.
- Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., ... & Rossi, J. P. (2006). Soil invertebrates and ecosystem services. *European journal of soil biology*, 42, S3-S15.
- Lehmann, J., & Kleber, M. (2015). The contentious nature of soil organic matter. *Nature*, 528(7580), 60-68.
- Liu, X., Zhang, Y., Wu, H., Liu, D., & Zhang, Z. (2024). Vertical variation in temperature sensitivity of soil organic carbon mineralization in Changbai Mountain, China: a microcosm study. *Sustainability*, 16(3), 1350.
- Liu, Y., Li, S., Sun, X., & Yu, X. (2016). Variations of forest soil organic carbon and its influencing factors in East China. *Annals of Forest Science*, 73(2), 501-511.
- Losada, M., Sobral, M., Silvius, K. M., Varela, S., Martínez Cortizas, A. M., & Fragoso, J. M. (2023). Mammal traits and soil biogeochemistry: Functional diversity relates to composition of soil organic matter. *Ecology and Evolution*, 13(8), e10392.
- Matson, P. A., Parton, W. J., Power, A. G., & Swift, M. J. (1997). Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277(5325), 504-509.

- Milchunas, D. G., & Lauenroth, W. K. (1993). Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments: Ecological Archives M063-001. *Ecological monographs*, 63(4), 327-366.
- Moore, I. D., Gessler, P. E., Nielsen, G. A. E., & Peterson, G. A. (1993). Soil attribute prediction using terrain analysis. *Soil Science Society of America Journal*, 57(2), 443-452.
- Neary, D. G., Klopatek, C. C., DeBano, L. F., & Ffolliott, P. F. (1999). Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest ecology and management*, 122(1-2), 51-71.
- OGM. (2019). Sürdürülebilir orman yönetimi kriter ve göstergeleri (SOY K&G) Türkiye raporu. Ankara: Orman Genel Müdürlüğü.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H. (2001). Toprak Bilimi. ÇÜ Ziraat Fakültesi Genel Yayın No 73, Ders Kitapları Yayın No A-16, 5. Baskı, Adana, 816 s.
- Parmesan, C. (2006). Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37, 637-669.
- Paul, E. A. (2016). The nature and dynamics of soil organic matter: Plant inputs, microbial transformations, and organic matter stabilization. *Soil Biology and Biochemistry*, 98, 109-126.
- Paustian, K., Collins, H. P., & Paul, E. A. (2019). Management controls on soil carbon. In *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems Long Term Experiments in North America* (pp. 15-49). CRC Press.
- Pellegrini, A. F., Ahlström, A., Hobbie, S. E., Reich, P. B., Nieradzik, L. P., Staver, A. C., ... & Jackson, R. B. (2018).

- Fire frequency drives decadal changes in soil carbon and nitrogen and ecosystem productivity. *Nature*, 553(7687), 194-198.
- Perino, A., Pereira, H. M., Navarro, L. M., Fernández, N., Bullock, J. M., Ceaşu, S., ... & Wheeler, H. C. (2019). Rewilding complex ecosystems. *Science*, 364(6438), eaav5570.
- Plaster, E. J., 1992. *Soil Science and Management*. Second Edition. Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA, 514 pp.
- Platt, B. F., Kolb, D. J., Kunhardt, C. G., Milo, S. P., & New, L. G. (2016). Burrowing through the literature: the impact of soil-disturbing vertebrates on physical and chemical properties of soil. *Soil Science*, 181(3/4), 175-191.
- Post, W. M., & Kwon, K. C. (2000). Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global change biology*, 6(3), 317-327.
- Risch, A. C., Wirthner, S., Busse, M. D., Page-Dumroese, D. S., & Schütz, M. (2010). Grubbing by wild boars (*Sus scrofa* L.) and its impact on hardwood forest soil carbon dioxide emissions in Switzerland. *Oecologia*, 164(3), 773-784.
- Root, T. L., Price, J. T., Hall, K. R., Schneider, S. H., Rosenzweig, C., & Pounds, J. A. (2003). Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, 421(6918), 57-60.
- Scharlemann, J. P., Tanner, E. V., Hiederer, R., & Kapos, V. (2014). Global soil carbon: understanding and managing the largest terrestrial carbon pool. *Carbon management*, 5(1), 81-91.
- Schimel, J., & Schaeffer, S. (2012). Microbial control over carbon cycling in soil. *Frontiers in Microbiology*, 3, 348.

- Schimel, J., Balser, T. C., & Wallenstein, M. (2007). Microbial stress-response physiology and its implications for ecosystem function. *Ecology*, 88(6), 1386-1394.
- Schlesinger, W. H., & Bernhardt, E. S. (2013). *Biogeochemistry: An analysis of global change* (3rd ed.). Academic Press.
- Schmidt, M. W., Torn, M. S., Abiven, S., Dittmar, T., Guggenberger, G., Janssens, I. A., ... & Trumbore, S. E. (2011). Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. *Nature*, 478(7367), 49-56.
- Schmitz, O. J., & Sylvén, M. (2023). Animating the carbon cycle: how wildlife conservation can be a key to mitigate climate change. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 65(3), 5-17.
- Schmitz, O. J., Hawlena, D., & Trussell, G. C. (2010). Predator control of ecosystem nutrient dynamics. *Ecology Letters*, 13(10), 1199-1209.
- Schmitz, O. J., Raymond, P. A., Estes, J. A., Kurz, W. A., Holtgrieve, G. W., Ritchie, M. E., ... & Wilmers, C. C. (2014). Animating the carbon cycle. *Ecosystems*, 17(2), 344-359.
- Schmitz, O. J., Sylvén, M., Atwood, T. B., Bakker, E. S., Berzaghi, F., Brodie, J. F., ... & Ylänne, H. (2023). Trophic rewilding can expand natural climate solutions. *Nature Climate Change*, 13(4), 324-333.
- Schmitz, O. J., Wilmers, C. C., Leroux, S. J., Doughty, C. E., Atwood, T. B., Galetti, M., ... & Goetz, S. J. (2018). Animals and the zoogeochemistry of the carbon cycle. *Science*, 362(6419), eaar3213.
- Schuman, G. E., Janzen, H. H., & Herrick, J. E. (2002). Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. *Environmental pollution*, 116(3), 391-396.

- Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C. A., Smith, A., & Turner, B. (2020). Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 375(1794), 20190120.
- Shukla, P. R., Skeg, J., Buendia, E. C., Masson-Delmotte, V., Pörtner, H. O., Roberts, D. C., ... & Malley, J. (2019). Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.
- Six, J. A. E. T., Elliott, E. T., & Paustian, K. (2000). Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(14), 2099-2103.
- Six, J., Conant, R. T., Paul, E. A., & Paustian, K. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. *Plant and soil*, 241(2), 155-176.
- Six, J., Frey, S. D., Thiet, R. K., & Batten, K. M. (2006). Bacterial and fungal contributions to carbon sequestration in agroecosystems. *Soil Science Society of America Journal*, 70(2), 555-569.
- Swift, M. J., Heal, O. W., Anderson, J. M., & Anderson, J. M. (1979). *Decomposition in terrestrial ecosystems* (Vol. 5). Univ of California Press.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2024). İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030). Ankara.

- T.C. Resmi Gazete. (1956, 8 Ağustos). 6831 Sayılı Orman Kanunu. Sayı: 9402.
- T.C. Resmi Gazete. (1998, 20 Nisan). 4342 Sayılı Mera Kanunu. Sayı: 23312.
- T.C. Resmi Gazete. (2003, 11 Temmuz). 4915 Sayılı Kara Avcılığı Kanunu. Sayı: 25165.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2018). *Ulusal Biyoçeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (2018-2028)*. Ankara, Türkiye. <https://www.tarimorman.gov.tr>
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2020). *Mera yönetimi ve ıslahı teknik talimatı*. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Araştırma Daire Başkanlığı. Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Mera%20Yönetimi%20ve%20Islahı%20Teknik%20Talimatı.pdf>
- Tanentzap, A. J., & Coomes, D. A. (2012). Carbon storage in terrestrial ecosystems: do browsing and grazing herbivores matter?. *Biological Reviews*, 87(1), 72-94.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2013). 2013 yılı faaliyet raporu. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- TEMA Vakfı. (2025). *Görünmeyen ekosistem*. Toprak TEMA. <https://topraktema.org/bolum/yasayan-toprak/gorunmeyen-ekosistem>
- Tolunay, D. (2011). Total carbon stocks and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35(3), 265-279.
- Tsiafouli, M. A., Thébault, E., Sgardelis, S. P., De Ruiter, P. C., Van Der Putten, W. H., Birkhofer, K., ... & Hedlund, K. (2015). Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global change biology*, 21(2), 973-985.

- Turner, W., Spector, S., Gardiner, N., Fladeland, M., Sterling, E., & Steininger, M. (2003). Remote sensing for biodiversity science and conservation. *Trends in ecology & evolution*, 18(6), 306-314.
- Türkiye Cumhuriyeti Avrupa Birliği Başkanlığı. (2020). *Avrupa Yeşil Mutabakatı*. Erişim adresi: https://www.ab.gov.tr/avrupa-yesil-mutabakati_53729.html
- Ulery, A. L., & Graham, R. C. (1993). Forest fire effects on soil color and texture. *Soil Science Society of America Journal*, 57(1), 135-140.
- UNFCCC. (2023). *Türkiye Updated First NDC (Updated First Nationally Determined Contribution)*. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. HTTP link erişimi: UNFCCC sitesi üzerinde (13 Nisan 2023).
- United Nations Environment Programme. (2018). *Biodiversity - our strongest natural defense against climate change*. <https://www.un.org/en/climatechange/science/climate-issues/biodiversity>
- Wang, G., Zhou, Y., Xu, X., Ruan, H., & Wang, J. (2013). Temperature sensitivity of soil organic carbon mineralization along an elevation gradient in the Wuyi Mountains, China. *PLoS One*, 8(1), e53914.
- Wardle, D. A., Bardgett, R. D., Klironomos, J. N., Setälä, H., Van Der Putten, W. H., & Wall, D. H. (2004). Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science*, 304(5677), 1629-1633.
- Wiesmeier, M., Urbanski, L., Hobbey, E., Lang, B., von Lützow, M., Marin-Spiotta, E., ... & Kögel-Knabner, I. (2019). Soil organic carbon storage as a key function of soils-A review

of drivers and indicators at various scales. *Geoderma*, 333, 149-162.

Wilkinson, M. T., Richards, P. J., & Humphreys, G. S. (2009). Breaking ground: pedological, geological, and ecological implications of soil bioturbation. *Earth-Science Reviews*, 97 (1-4), 257-272.

Zhang, D., Hui, D., Luo, Y., & Zhou, G. (2008). Rates of litter decomposition in terrestrial ecosystems: Global patterns and controlling factors. *Journal of Plant Ecology*, 1(2), 85-93.

ÇAM KESE BÖCEĞİ (*Thaumetopoea wilkinsoni* Tams)'NİN KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) GENÇLİKLERİNDE BÜYÜMEYE ETKİSİ

Yunus ESER¹

1. GİRİŞ

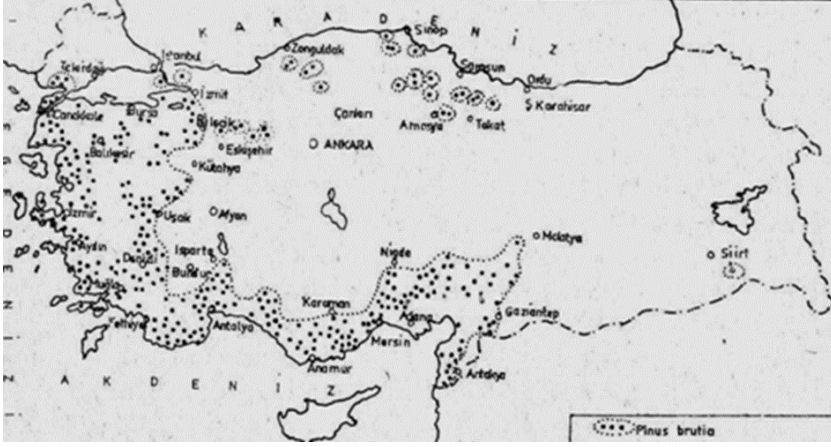
Orman Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanan 2024 yılı güncel ormancılık verilerine göre 23.36 milyon hektar büyüklüğündeki Türkiye ormanlarında, kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) 5.24 milyon hektar yayılışı ile en geniş yayılışa sahip orman ağacı türüdür (OGM, 2025, Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye ormanları ve kızılçam ormanlarının genel alan durumu

	Normal kapalı		Boşluklu kapalı		Toplam
	Alan (ha)	%	Alan (ha)	%	
Türkiye	13.81	59.1	9.55	40.9	23.36
Kızılçam	3.56	67.9	1.68	32.1	5.24

Dünya üzerindeki asıl yayılışını Türkiye’de yapan ve "Turkish Red Pine" olarak ta adlandırılan kızılçam, genelde doğu Akdeniz ülkeleri ve Akdeniz ikliminin tipik bir ağaç türüdür. Genellikle 0-1400 m yükseltiler arasında yayılış göstermektedir. Kızılçam Türkiye’de genel olarak Akdeniz Bölgesi ile birlikte, Ege, Güney Marmara ve Batı Karadeniz’de doğal yayılışa sahiptir (Saatçioğlu, 1976, Şekil 1).

¹ Doç. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Atabey Meslek Yüksekokulu, yunuseser@isparta.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9575-1162.



Şekil 1. Kızılçam'ın ülkemizdeki doğal yayılımı

Kızılçam değişik ekolojik koşullardaki bu geniş yayılımına bağlı olarak birçok biyotik ve abiyotik zararlılara maruz kalmaktadır. Bu biyotik zararlılardan biri de çam kese böceği (*Thaumetopoea wilkinsoni* Tams)'dir. Çoğunlukla odun hammaddesi üzerinde hacim kaybına neden olan çam kese böceği, nadir olarak da ağaç ölümlerine neden olabilmektedir (Acatay, 1953; Çanakçıoğlu, 1983). Kızılçam, diğer bazı orman ağacı türleri ile birlikte bu türün en çok tercih ettiği konukçuların başında gelmektedir (Avcı ve Oğurlu, 2002). Bir yıllık biyolojik döngüsündeki evreleri yumurta, tırtıl, pupa ve ergin güve şeklindedir (Avcı ve Oğurlu, 2002). Çam kese böceği zararı genelde ibreleri besin kaynağı olarak kullanması ve buna bağlı artım kayıpları yaşanması sebebiyle, bazı durumlarda da ibre kaybının %100'e ulaşması ile birlikte orman ya da bireylerin yangın geçirmiş saha görüntüsü alması ile karşımıza çıkmaktadır (Avcı ve Oğurlu, 2002; Carus, 2004) (Şekil 2).



Şekil 2. Yoğun çam kese böceğine maruz kalmış bir kızılçam gençliği

Bu çalışmada, çam kese böceğinin ağaç boyu ve dip çap bağlamında kızılçam gençliklerinin gelişimine etkisi araştırılarak türün silvikültürel ve diğer ormancılık uygulamalarına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI VE ÖZELLİKLER

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma kapsamında, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Isparta Orman İşletme Müdürlüğü Isparta Orman İşletme Şefliği sorumluluk alanındaki Güneyce köyü 249 no'lu bölmeden 8-10 yaşlı kızılçam gençleştirme sahasında, çam kese böceği zararı olan (ZV) ve olmayan (ZY) 50'şer birey örneklenmiştir (Şekil 3). Örnek alana ilişkin bazı özellikler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Örnek alanların bazı özellikleri

Zarar durumu	Enlem (K)	Boylam (D)	Yükselti (m)	Eğim (%)	Bakı
Zarar Var (ZV)	37°40'12"	30°44'48"	895	35	Güneybatı
Zarar Yok (ZY)	37°40'06"	30°44'41"	902	35	Güneybatı



Şekil 3. Çalışmanın gerçekleştirildiği zararın olduğu (sol) ve olmadığı (sağ) sahalardan görünüm

2.2. Özellikler ve Veri Analizi

Çalışmada, çam kese böceği zararı olan (ZV) ve olmayan (ZY) şeklinde gözlem yapılarak, örneklenen 50'şer bireyde (Şekil 4), 2025-Haziran ayında ağaç boyu (B) ve dip çap (DÇ) verileri ölçülmüştür.



Şekil 4. Çalışmada zarar durumuna göre örneklenen (ZV-sol Şekil/ZY-sağ şekil) bazı bireylerden görünüm

Zarar durumları, boy ve dip çap bakımından aşağıdaki doğrusal varyans analiz modeli yardımıyla SPSS paket programında (SPSS, 2011) karşılaştırılmıştır.

$$Y_{ij} = \mu + C_i + e_{ij} \quad (1)$$

Burada, Y_{ij} , i . zarar durumundaki j . bireye ait değeri; μ , genel ortalama değeri, e_{ij} ise hatayı göstermektedir.

Özellikler arası fenotipik ilişkiler zarar durumuna göre ayrı ayrı Pearson korelasyon analizi yardımıyla SPSS paket programında (SPSS, 2011) tahmin edilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Özellikler

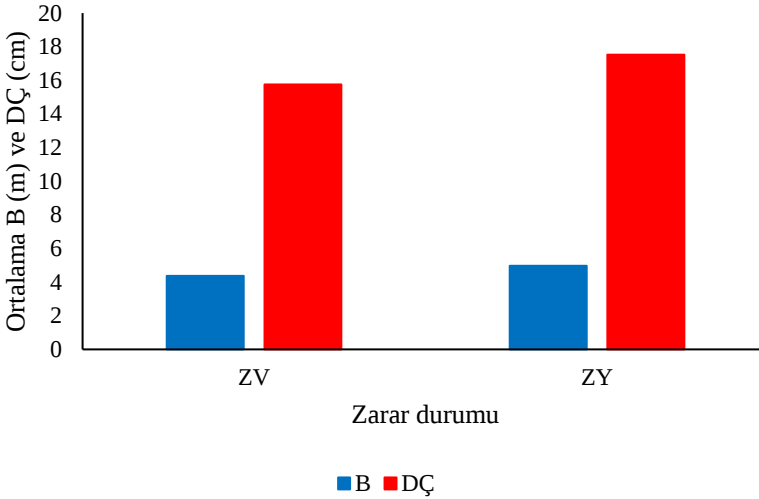
Çalışma sonucunda, ağaç boyu ve dip çap bakımından zarar görmemiş bireyler, görmüşlere oranla boy bakımından yaklaşık %13 ve dip çap bakımından ise yaklaşık %11 daha yüksek performans göstermiştir (Tablo 3, Şekil 5). Ancak, çalışmanın sınırlı bir alan ve sınırlı sayıda veri ile gerçekleştirildiği göz ardı edilmemelidir.

Tablo 3. Zarar durumu ve özelliklere göre ortalama, minimum-maksimum ve varyasyon katsayıları (% CV)

	ZV		ZY	
	B (m)	DÇ (cm)	B (m)	DÇ (cm)
Ortalama	4.37	15.76	4.97	17.53
Min.-Mak.	3.0-6.5	11.0-19.0	3.0-7.0	14.5-21.0
% CV	19.2	11.2	20.9	9.0

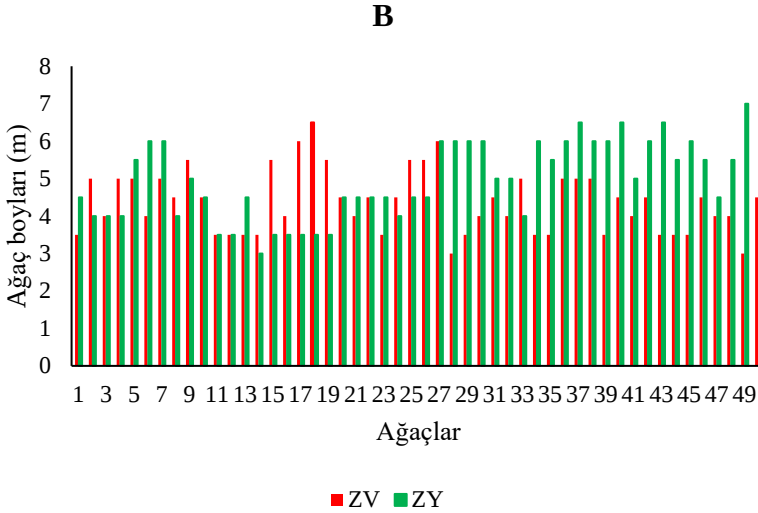
Kızılçam üzerinde, Antalya yöresinde iki farklı deneme alanı ve 5 yıllık sonuçların değerlendirildiği bir çalışmada çam kese böceğine bağlı yaprak kayıp oranı ile toplam çap ve hacim büyüme kaybı arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir (Erkan, 2018). Batur vd. (2024), kızılçam üzerinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada, çam kese böceğinin zarar şiddetine göre, hacim

artımında %27- %35 oranında hacim azalması belirlemişlerdir. Benzer kayıplara, Carus (2004) ve Carus (2009) tarafından yapılan çalışmalarda da ulaşılmıştır. Ancak, bu gelişime birçok biyotik ve abiyotik faktör etkili olabilmektedir. Örneğin, Yazıcı (2021) bakının iki yaşlı kızılçam gençliklerine olan etkisini araştırdığı çalışmasında, boy ve kök boğazı çapı bakımından bakılar arasında anlamlı farklılıklar olduğunu belirlemiştir. Kızılçam gençliklerinin boy ve kök boğazı çapı üzerinde benzer sonuçlara, eğim grupları içinde ulaşılmıştır (Ertuğrul ve Bilir, 2021). Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] gençlikleri üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda da, kapalılık (Yazıcı, 2022) ve eğimin (Eser, 2021) gençliklerin boy ve çap gelişimi üzerine etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Yazıcı, 2022). Toros sediri (*Cedrus libani* A. rich.)'nin 6 yaşlı ağaçlandırma sahasında gerçekleştirilen bir çalışmada da eğim gruplarının fidan boyu ve dip çap gelişimini etkilediği belirlenmiştir (Yazıcı vd., 2022).



Şekil 5. Zarar durumuna göre ortalama ağaç boyu ve dip çap değerleri

Her iki zarar durumunda da ağaç boyu, dip çapa oranla daha yüksek varyasyon göstermiştir (Tablo 3). Gerek zarar görmüş ve gerekse zarar görmemiş bireylerde, ağaç boyu bakımından bireyler arası geniş farklılıklar belirlenmiştir (Şekil 6 ve Şekil 7). Bireyler arası boy farklılıklarına kızılçam gençlikleri üzerinde gerçekleştirilen diğer çalışmalarda da ulaşılmıştır (Çatal vd., 2017; Çetinkaya, 2019; Yazıcı, 2021; Ertuğrul ve Bilir, 2021). Bilir (2002) tür içi bireylerin çam kese böceğine karşı farklı mukavemet gösterebileceğini belirtmektedir. Bu çalışmada da kızılçam bireylerinin çam kese böceğine karşı farklı mukavemetler gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 8). Bu sonuçlar türde seleksiyon için önem taşımaktadır.



Şekil 6. Zarar durumuna göre bireysel ağaç boyları



Şekil 7. Zarar durumuna göre bireyler arası ağaç boyu farklılıkları

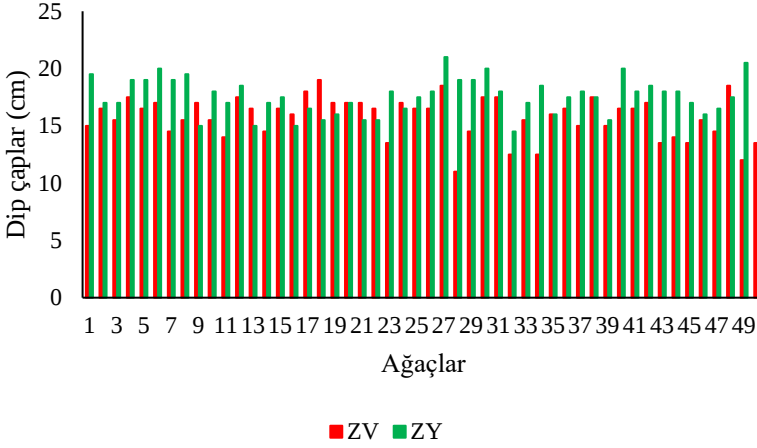


Şekil 8. Kızılçam bireylerinin çam kese böceğine karşı farklı mukavemetleri

Ağaç boyu için belirlenen bireyler arası bu geniş farklılıklar, dip çap içinde belirlenmiştir. Zarar gören bireylerde, dip çap 11.0 cm ile 19.0 cm arasında değişim gösterirken, bu değer zarar görmeyenlerde 14.5 cm ile 21.0 cm arasındadır (Tablo 3, Şekil 9). Ancak boy ve çap bakımından en yüksek değere sahip

bireylerin zarar görmemiş olması (Tablo 3) dikkat çekicidir. Bu geniş farklılık, çam kese böceğine bireylerin farklı reaksiyon verdiğini göstermektedir. Ancak çalışma, gerek kızılçamın ve gerekse çam kese böceğinin dönemi ve zarar miktarı (böcek ve koçan sayısı yoğunluğu gibi) değerlendirilmeksizin gerçekleştirilmiştir. Buna karşın, gerek ağaçlandırma ve gerekse doğal gençleştirme sahalarında büyüme özelliklerine birçok biyotik ve abiyotik faktörlerin etkili olabileceği bilinmektedir. Bireyler arası benzer çap gelişimi farklılıkları, kızılçam gençlikleri üzerinde gerçekleştirilen diğer çalışma sonuçları (Çatal vd., 2017; Çetinkaya, 2019; Yazıcı, 2021; Ertuğrul ve Bilir, 2021) ile uyum göstermektedir.

DÇ



Şekil 9. Zarar durumuna göre bireysel dip çaplar

Zarar durumunu, boy ve dip çap bakımından karşılaştırmak amacıyla uygulanan varyans analizi sonucunda, zarar durumu için bu özellikler bakımından anlamlı ($p < 0.05$) farklılıklar ortaya çıkmıştır (Tablo 4). Zarar şiddeti durumuna göre, kızılçamda benzer sonuçlara Batur ve ark. (2024) tarafından da ulaşılmıştır. Bu sonuçlar Çam kese böceği zararı ile

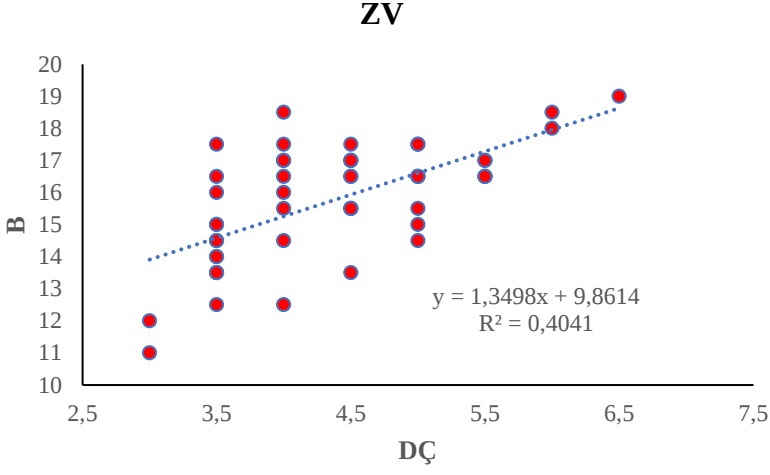
mücadelenin önemini vurgulamaktadır. Anonim (2018)'e atfen Erkan (2018), 2017 yılında çam kese böceği mücadelesi için yapılan harcamanın diğer böcek türleri için yapılan harcamanın % 34.5'ini oluşturduğunu ifade etmektedir.

Tablo 4. Zarar durumunun ağaç boyu ve dip çap bakımından karşılaştırılması

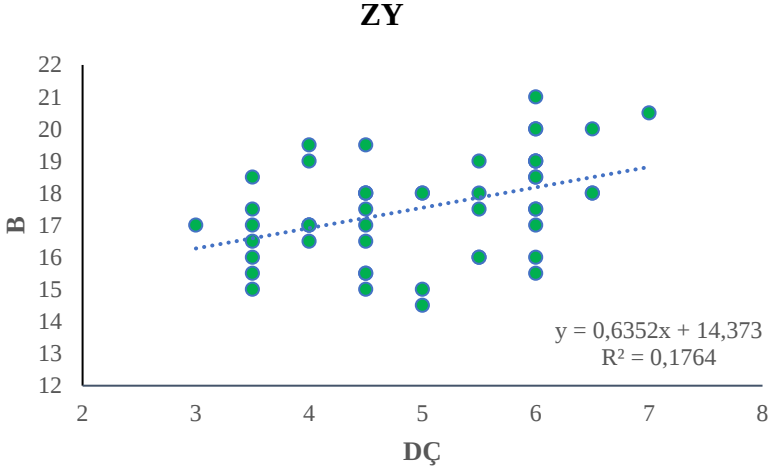
Özellik	Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (p)
Ağaç boyu	Gruplar arası	1	9.000	10.067	.002
	Grup içi	98	.894		
	Toplam	99			
Dip çap	Gruplar arası	1	78.323	27.727	.000
	Grup içi	98	2.825		
	Toplam	99			

3.2. Özellikler Arası İlişkiler

Ağaç boyu ve dip çap arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla uygulanan korelasyon analizi sonucunda, gerek zarar görmüş ($r=0.636$) ve gerekse görmemiş ($r=0.420$) bireylerde özellikler arası anlamlı ($p<0.05$) ilişkiler belirlenmiştir (Şekil 10 ve Şekil 11). Bu anlamlı ilişkiler, kızılçam gençlikleri üzerinde gerçekleştirilen diğer çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Çetinkaya, 2019; Yazıcı, 2021; Ertuğrul ve Bilir, 2021). Bu ilişkilere türün fidanlık (Dilaver vd., 2015; Yılmaz ve Bilir, 2016) ve ağaçlandırma (Yazıcı, 2018) sahalarında da ulaşılmıştır. Zarar görmüş bireylerde özellikler arası ilişkiler, zarar görmemişlere oranla daha yüksek katsayı ve R^2 değerine (%40 ve %18) sahiptir (Şekil 10 ve Şekil 11). Bu sonuçlar, türün orman bakımı ve diğer ormancılık uygulamalarında kullanılma potansiyeline sahiptir.



Şekil 10. Zarar görmüş (ZV) bireylerde ağaç boyu ile dip çap ilişkisi



Şekil 11. Zarar görmemiş (ZY) bireylerde ağaç boyu ile dip çap ilişkisi

4. ÖNERİLER

Sınırlı sayıda alan, birey ve veri ile gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar; zarar görmemiş bireylerin, zarar görmüş bireylere oranla boy bakımından yaklaşık %13 ve dip çap bakımından ise yaklaşık %11 daha yüksek performans gösterdiği; zarar durumunun boy ve dip çap bakımından anlamlı ($p<0.05$) farklılık gösterdiği ve her iki durumda da (ZV ve ZY) ağaç boyu ve dip çap arası anlamlı ($p<0.05$) ilişkiler belirlendiği şeklinde özetlenebilir.

Kızılçam geniş bir alanda doğal yayılım göstermektedir. Çam kese böceği ise farklı gelişim dönemlerine sahip, değişik ağaç türlerine arız olabilen bir böcek türüdür. Buna karşın, çalışma bir dönem ve ölçüm ile sınırlı bir alanda gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, yeni alan ve farklı dönemlerde yeni çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Çalışmada, birim alandaki gençlik sayısı, bakım özgeçmişi, zarar şiddeti gibi hususlar göz önüne alınmamıştır. Yeni çalışmalarda bu hususlar göz önüne alınmalıdır.

Gençleştirme sahasında gerçekleştirilen bu çalışmada örneklenen gençlikler aynı yaşlı ve benzer yetiştirme ortamı olarak kabul edilebilir. Ancak bireyler arası geniş boy ve çap farklılıkları tespit edilmiştir. Bu bulgu, gençleştirme çalışmalarında tohum ağacı seçiminde böcek zararının önemini vurgulamaktadır.

Çam kese böceği ile mücadelede yüksek maliyetli ve doğaya uygun olmayan mekanik ve kimyasal mücadele yerine, genetik-ıslahı içeren silvikültürel çözüm önerileri üzerinde yoğunlaşılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Veri toplama aşamasındaki yardım ve idari desteklerinden dolayı Isparta Orman İşletme Müdürlüğü çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

KAYNAKÇA

- Acatay, A., (1953). Çam keseböceği (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.= *T. wilkinsoni* Tams.) hakkında araştırmalar ve adalardaki mücadelesi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 3(1-2): 29-47.
- Avcı, M., Uğurlu, İ. (2002). Göller Bölgesi Çam Orman- larında Çam Keseböceği (*Thaumetopoea pityocampa* (Den. &Schiff.): Önemi, Biyolojisi ve Doğal Düşman- ları. Ülkemiz Ormanlarında Çam Keseböceği Sorunu ve Çözüm Önerileri Sempozyumu, 24-25 Nisan, Kahramanmaraş, Bildiriler Kitabı s: 28-36.
- Batur, M., Özçankaya, N., Özçankaya, İ. M. (2024). Kızılçam (*Pinus brutia*) ağaçlandırmalarında Çam keseböceği (*Thaumetopoea wilkinsoni*) zararının ve mücadelesinin büyümeye etkisi. Ormancılık Araştırma Dergisi, 11(1), 37-54.
- Bilir, N. (2002). Çam Keseböceği (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) ile mücadelede rezistant ıslahı ve önemi. Ülkemiz Ormanlarında Çam Keseböceği Sorunu ve Çözüm Önerileri Sempozyumu, 197-202, K.Maraş.
- Çanakçıoğlu, H., (1983). Orman Entomolojisi: Özel Bölüm. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3152, Orman Fak. Yayın No: 349. İstanbul.
- Carus, S. (2004). Impact of defoliation by the Processi- onary moth (*Thaumetopea wilkinsoni*) on radial, height and volume growth of Calabrian pine (*Pinus brutia*) trees in Turkey, *Phytoparasitica*, 32 (5): 459-469.
- Carus, S. (2009). Effects of defoliation caused by the processionary moth on growth of Crimean pines in western Turkey. *Phytoparasitica*, 37(2): 105-114.

- Çatal Y, Güzel B, Genç M (2017). Kızılçam-Anadolu karaçamı doğal karışık meşcereleri için biyolojik bağımsızlığa ulaşma yaşlarının belirlenmesi. Turkish Journal of Forest Sciences, 1(2)17, 145-154.
- Çetinkaya, D. (2019). Utilization possibility from advanced regeneration in Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.). IJSRM., 14(2), 108-115.
- Dilaver M, Seyedi N, Bilir N (2015). Seedling quality and morphology in seed sources and seedling type of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.). World Journal of Agricultural Research, 3 (2), 83-85.
- Erkan, N .(2018). Çam kese böceği (*Thaumetopoea wilkinsoni* Tams) zararının kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) büyümesi üzerindeki etkisinin beş yıllık sonuçları, Ormancılık Araştırma Dergisi, 5(2), 135-142.
- Ertuğrul G. S., Bilir N. (2021). Effect of slope on reproduction morphology and quality in natural regeneration of Brutian pine. Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences, 4, 89-94.
- Eser, Y. (2021) Growth performances over a slope range in natural reproductions of Anatolian black pine, Fresenius Environmental Bulletin, 30, 10970-10975.
- OGM. (2025). Forestry Statistics-2024. www.ogm.gov.tr., Ankara (Date of access: 10.07.2025).
- Saatcioglu, F. (1976). Silvikültür-I. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No: 2187(222), 423s, İstanbul.
- SPSS. (2011) IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0., NY: IBM Corp.
- Yazıcı N (2018). Effect of species and environmental factors on growth performances in afforestation of *Cedrus libani* and

Pinus brutia. Fresenius Environmental Bulletin, 27(10), 6913-6917.

- Yazıcı N, Babalık AA, Bilir N (2022). Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmalarında büyümeye eğimin etkisi: Dinar örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8, 1-5.
- Yazıcı, N. (2021). Effect of aspect on growth performance of natural regenerations in Brutian pine. International Journal of Innovative Research and Advanced Studies (IJIRAS), 8, 10-13.
- Yazıcı, N. (2022) Effect of crown closure ratios on number and growth reproductions in Black pine (*Pinus nigra* Arnold.). Fresenius Environmental Bulletin, 31, 9688-9692.
- Yılmaz C, Bilir N. (2016). Effect of seedling type in morphology and quality of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) seedlings. IJSRST, 2(5), 237-240.

ISPARTA-GÖLCÜK KOŞULLARINDA 65 YAŞLI ANADOLU KARAÇAMI, TOROS SEDİRİ VE SARIÇAM AĞAÇLANDIRMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Yunus ESER¹

1. GİRİŞ

Güncel orman envanterine göre, 23.36 milyon hektar büyüklüğündeki Türkiye ormanlarının 9.55 milyon hektarı yani %40.9'u bozuk orman alanı vasfında olup (Tablo 1), ağaçlandırmaya konu alanlardandır. Kısaca ekim veya dikim yoluyla orman kurma olarak tanımlanan “ağaçlandırma”; orman içi ağaçlandırmaları ile orman dışı ağaçlandırmaları kapsamaktadır (Boydak ve Çalışkan, 2014). Ağaçlandırma uygulamaları, amaç, yer, teknik ve türüne göre de (Boydak ve Çalışkan, 2014) sınıflandırılmaktadır. Örneğin 2024 yılında 17326 hektar orman içi ve 433 hektar orman dışı olmak üzere 17759 ha alanda Orman Genel Müdürlüğü tarafından ağaçlandırma uygulamaları gerçekleştirilmiştir (OGM, 2025). Bu orman alanı içinde, çalışmaya konu Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe], Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.), 2.53 milyon hektarı bozuk (%41.4) olmak üzere 6.11 milyon hektar alan kaplamaktadır (OGM, 2025, Tablo 1).

¹ Doç. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Atabey Meslek Yüksekokulu, yunuseser@isparta.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9575-1162.

Tablo 1. Türkiye ormanları ve çalışmaya konu türlerin genel alan durumu (milyon ha)

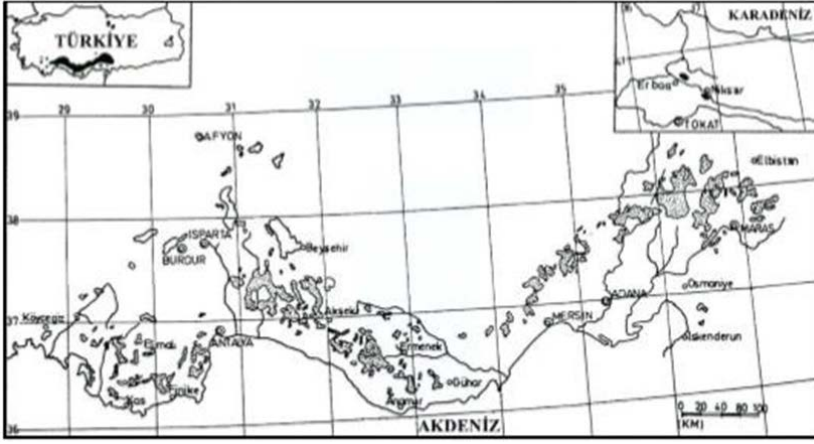
	Normal kapalı		Boşluklu kapalı		Toplam
	Alan (ha)	%	Alan (ha)	%	
Türkiye	13.81	59.1	9.55	40.9	23.36
Anadolu karaçamı	2.81	68.0	1.31	32.0	4.12
Toros sediri	0.33	57.0	0.25	43.0	0.58
Sarıçam	0.48	66.0	0.93	34.0	1.41

Karaçam'ın (*Pinus nigra* Arnold.) beş alt türünden biri olan Anadolu Karaçamı (Gaussen vd., 1964; Yaltırık, 1988; Anşin ve Özkan, 2006), 30-35 m boy ve 1 metreye yakın çap yapabilen 100-120 yıl idare süreli orman ağacı taksonudur. Bu takson ülkemizde; Trakya, Ege, Marmara, İç ve Doğu Anadolu'da, Karadeniz de ise yeşil ırmağın batısında, genel olarak 400-1800 metre yükseltiler arasında doğal yayılım göstermektedir (Anşin ve Özkan, 2006, Şekil 1).



Şekil 1. Anadolu karaçamının ülkemizdeki doğal yayılımı

Lübnan sediri olarakta bilinen Toros Sediri ise, 40 metre boy ve 2 metre çap yapabilen Lübnan ve Suriye'deki kalıntı meşcereler dışında esas yayılımını ülkemizin Toros dağlarında yapan ve genel olarak 800-2100 metre yükseltiler arasında yayılım gösteren önemli bir ağaç türümüzdür (Evcimen, 1963; Boydak ve Çalıkoglu, 2008, Şekil 2).



Şekil 2. Toros sedirinin ülkemizdeki doğal yayılışı

Sarıçam ise; güneyde 38°34' (Pınarbaşı), kuzeyde 41°48'(Ayancık) kuzey enlemleriyle batıda 28°50' (Orhaneli), doğuda 43°50' (Kağızman) doğu boylam dereceleri arasında genel olarak 1000-2500 metre yükseltiler arasında yayılış gösterir. Bu tür 50 m'ye kadar boy ve 50 cm'ye kadar çap yapabilmektedir (Anşin ve Özkan, 2006, Şekil 3).



Şekil 3. Sarıçamın ülkemizdeki doğal yayılışı

Bu çalışmada, Isparta- Gölcük koşullarında tesis edilen ortalama 65 yaşlı Anadolu karaçamı, Sarıçam ve Toros sediri ağaçlandırma sahaları, ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı bakımından karşılaştırılarak türlerin ağaçlandırma uygulamaları,

verimsiz ormanların ıslahı ile diğer ormancılık uygulamalarına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI, VERİ TOPLAMA VE VERİ ANALİZİ

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma kapsamında, Isparta-Gölcük yöresinde 29 no'lu bölmede tesis edilen birbirine bitişik 65 yaşlı Anadolu karaçamı (Çk), Toros sediri (S) ve Sarıçam (Çs) ağaçlandırma sahasından 50'şer birey rastgele örneklenmiştir (Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6). Sahaların temel coğrafik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Örnek alanların bazı özellikleri

Türler	Enlem (K)	Boylam (D)	Yükselti (m)	Eğim (%)	Bakı
Çk	37°43'98"	30°30'04"	1428	6	Güneybatı
S	37°43'77"	30°30'16"	1417	6	Batı
Çs	37°44'03"	30°29'91"	1387	5	Güneybatı



Şekil 4. Çalışmaya konu Anadolu karaçamı ağaçlandırma sahasından bir görünüm



Şekil 5. Çalışmaya konu Toros sediri ağaçlandırma sahasından bir görünüm



Şekil 6. Çalışmaya konu Sarıçam ağaçlandırma sahasından bir görünüm

2.2. Veri Toplama ve Veri Analizi

Çalışmada, her türden rastgele örneklenen 50'şer bireyde (Şekil 7), 2025-Haziran ayında ağaç boyu (**B**) ve göğüs yüksekliği çapı (**d_{1.30}**) değerleri ölçülmüştür.



Şekil 7. Örneklenen bazı Anadolu karaçamı (üst) ve Sarıçam (alt) bireylerden görünüm

Çalışmaya konu türler, ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı bakımından aşağıdaki doğrusal varyans analiz modeli yardımıyla SPSS paket programında (SPSS, 2011) karşılaştırılmıştır.

$$Y_{ij} = \mu + C_i + e_{ij} \quad (1)$$

Burada, Y_{ij} , i . türün j . bireye ait değeri; μ , genel ortalama değeri, e_{ij} ise hatayı göstermektedir.

Ağaç boyu ile göğüs yüksekliği çapı arasındaki fenotipik ilişkiler türlere göre ayrı ayrı Pearson korelasyon analizi yardımıyla SPSS paket programında (SPSS, 2011) tahmin edilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Ağaç Boyu ve Göğüs Yüksekliği Çapı

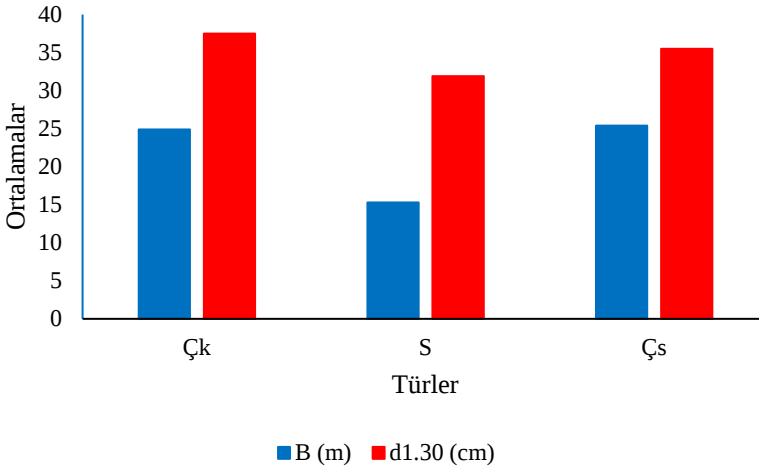
Ortalama değerler bağlamında, ağaç boyu bakımından yörenin yabancı türü Sarıçam (25.4 m), göğüs yüksekliği çapı bakımından ise Anadolu karaçamı (37.5 cm) daha yüksek performans gösterirken, yörenin doğal türü olan Toros sediri (15.3 m ve 31.9 cm) en düşük performansı göstermiştir (Tablo 3, Şekil 8). Türlerin tamamında, göğüs yüksekliği çapı ağaç boyuna göre daha yüksek performans göstermiştir (Tablo 3). Bununla birlikte, ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı bakımından tür içi bireyler arası, geniş farklılıklar ortaya çıkmıştır (Tablo 3, Şekil 9, Şekil 10). Bu türler arası ve tür içi farklılıklara birçok canlı ve cansız faktörler etki edebilmektedir. Ancak, çalışmanın sınırlı bir alanda gerçekleştirildiği göz önüne alındığında, özellikle tür içi farklılıklara, fidanın elde edildiği tohum ağacı özelliklerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Değişik yaşlı ağaçlandırma sahalarında gerçekleştirilen çalışmalarda da Anadolu karaçamının, Toros sedirine oranla daha yüksek gelişim gösterdiği tespit edilmiştir (Özel, 2018; Kartal, 2022; Özbey, 2023). Yine bu (Özel, 2018; Kartal, 2022; Özbey, 2023) ve buna benzer diğer (Bilir, 2004; Akçakaya, 2011; Yazıcı, 2018, Ertaş vd., 2023) çalışmalarda da tür içi bireyler arası geniş gelişim performansı farklılıkları ortaya çıkmıştır. Ancak gerek türler arası ve gerekse tür içi bireyler arası

farklılığa birçok çevresel ve biyotik faktörlerin etkili olduğu bilinmektedir (Bilir,2004; Gezer ve Yücedağ, 2006; Akçakaya, 2011; Koçaş, 2011; Özel, 2018; Gülsoy vd. 2014; Yazıcı ve Turan, 2016; Yazıcı, 2018; Bilir vd, 2018; Yazıcı vd., 2022; Özbey, 2023).

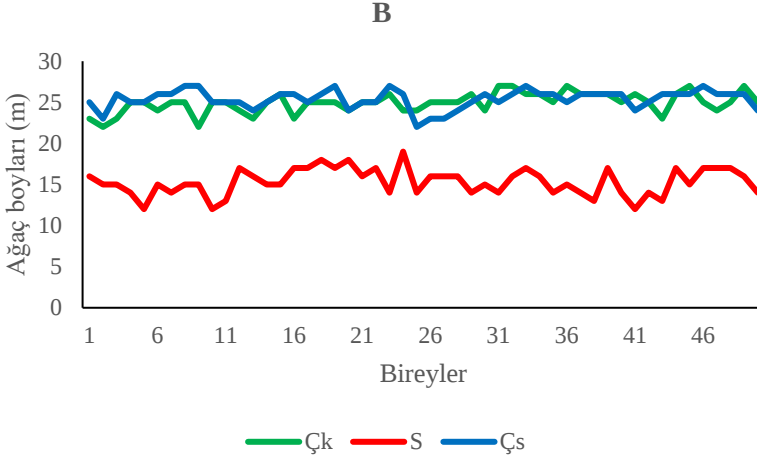
Tablo 3. Tür ve özelliklere göre ortalama, minimum-maksimum ve varyasyon katsayıları (CV)

	Türler					
	Çk		S		Çs	
	B (m)*	d _{1.30} (cm)	B (m)	d _{1.30} (cm)	B (m)	d _{1.30} (cm)
Ortalama	24.9 ^b	37.5 ^b	15.3 ^a	31.9 ^a	25.4 ^b	35.5 ^b
Min.-Mak.	22.0-27.0	26.0-52.5	12.0-19.0	21.0-43.0	22.0-27.0	25.0-48.0
% CV	5.0	14.4	10.7	16.7	4.5	16.7

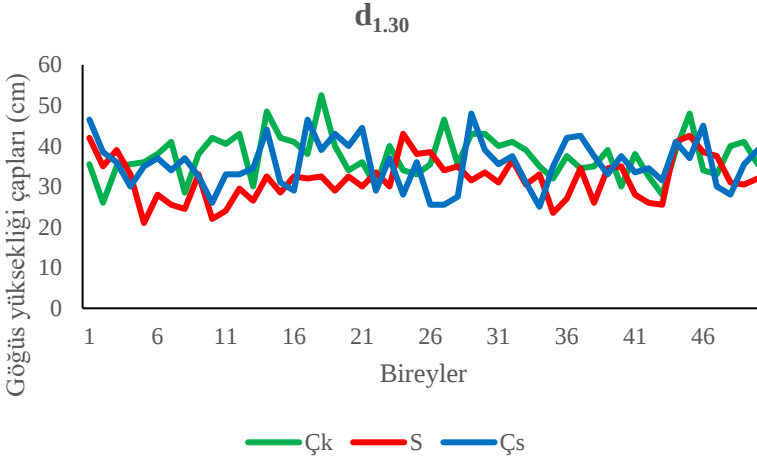
*; Aynı harfler benzer grupları göstermektedir.



Şekil 8. Türlerle göre ortalama ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı değerleri



Şekil 9. Türleri göre bireysel ağaç boyu değerleri



Şekil 10. Türleri göre bireysel göğüs yüksekliği çapı değerleri

Türleri, ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı bakımından karşılaştırmak amacıyla uygulanan varyans analizi sonucunda, türler arasında bu özellikler bakımından anlamlı ($p < 0.05$) farklılıklar ortaya çıkmıştır (Tablo 4). Uygulanan Duncan testi sonucunda, bu özellikler bakımından Anadolu karaçamı ve

Sarıçam aynı grupta yer alırken, Toros sediri farklı bir grup oluşturmuştur. Anadolu karaçamı ve Toros sedirinin farklı ağaçlandırma sahalarında gerçekleştirilen çalışmalarında da, Anadolu karaçamı ile Toros sediri arasında anlamlı ($p<0.05$) gelişim farklılıkları belirlenmiştir (Özel, 2018; Kartal, 2022; Özbey, 2023). Bu sonuçlar, ağaçlandırma uygulamalarında tür seçiminin önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Ancak, çalışmaya konu türlerin idare süreleri göz önüne alındığında, ileriki yıllarda gerçekleştirilecek çalışma sonuçlarının da göz ardı edilmemesi gerektiği düşünülmektedir. Ancak, Ertaş vd. (2023) 62 yaşlı Sarıçam ve Anadolu karaçamı ağaçlandırma sahasının ağaç boyu bakımından anlamlı ($p<0.05$) farklılık, dip çap ve göğüs yüksekliği çapı bakımından ise benzerlik ($p>0.05$) gösterdiğini belirlemişlerdir. Dolayısıyla, çalışma sonuçları, ağaçlandırma sahası, yaş, çalışılan özellik vb. unsurlara göre farklılık gösterebilmektedir. Bu bulgular, yöresel ormancılık uygulamalarının önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

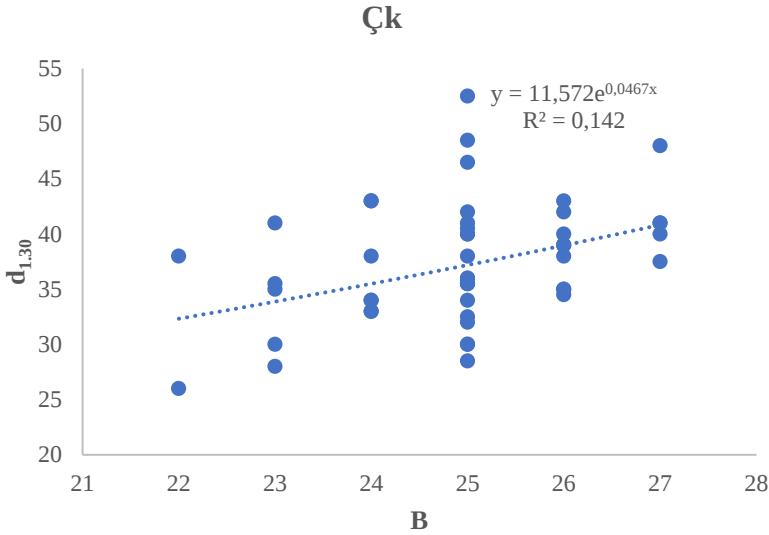
Tablo 4. Türlerin ağaç boyu (B) ve göğüs yüksekliği çapı ($d_{1.30}$) bakımından karşılaştırılması

Özellik	Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (p)
B	Gruplar arası	2	1622.747	879.911	.000
	Grup içi	147	1.844		
	Toplam	149			
$d_{1.30}$	Gruplar arası	2	404.615	13.156	.000
	Grup içi	147	30.755		
	Toplam	149			

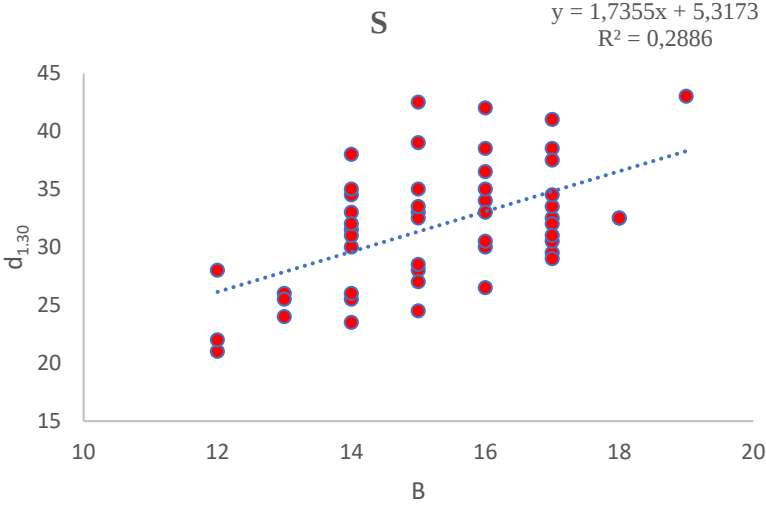
3.2. Ağaç Boyu ile Göğüs Yüksekliği Çapı İlişkileri

Ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla uygulanan korelasyon analizi sonucunda; Anadolu karaçamı ($r=0.378$) ve Toros sedirinde ($r=0.537$), özellikler arası anlamlı ($p<0.05$) ilişkiler belirlenirken (Şekil 11 ve Şekil 12), Sarıçamda ($p>0.05$) bunun tersi bir durum ortaya çıkmıştır. Belirlenen bu anlamlı ilişkiler ve buna bağlı regresyon

analizi sonuçları, ileriki çalışmalara alt yapı oluşturabilir. Ancak çalışmanın, aynı yaşlı ağaçlandırma sahasında sınırlı miktarda birey üzerinde gerçekleştirildiği göz ardı edilmemelidir. Anadolu karaçamı ve Sarıçam ağaçlandırma sahalarında ağaç boyu ile göğüs yüksekliği çapı arasında anlamlı ilişkiler bulunamazken (Ertaş vd., 2023), Anadolu karaçamı ve Toros sedirinde, ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı arasındaki anlamlı ($p < 0.05$) ilişkilere diğer çalışmalarda da ulaşılmıştır (Özel, 2018; Bilir vd., 2018; Kartal, 2022; Özbey, 2023; Bilir 2004; Akçakaya, 2011; Yazıcı, 2018; Yazıcı vd., 2022). Bu sonuçlar, türlerin ağaçlandırma sahalarındaki bakım ve diğer ormancılık uygulamalarında dikkate alınma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 11. Anadolu karaçamında ağaç boyu ile göğüs yüksekliği çapı ilişkisi



Şekil 12. Toros sedirinde ağaç boyu ile göğüs yüksekliği çapı ilişkisi

4. ÖNERİLER

Ortalama ağaç boyu bakımından Sarıçam (25.4 m), göğüs yüksekliği çapı bakımından ise Anadolu karaçamı (37.5 cm) en yüksek performansı gösterirken, Toros sediri (15.3 m ve 31.9 cm) en düşük performansı göstermiştir. Bu sonuç odun hammaddesi üretimi bağlamında, ağaçlandırma sahasında tür seçiminin önemini göstermektedir.

Türlerin tamamında, göğüs yüksekliği çapı, ağaç boyuna göre daha yüksek performans göstermiştir. Ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı bakımından, tür içi bireyler arası geniş farklılıklar belirlenmiştir. Bu sonuçlar, genetik-ıslah çalışmaları için büyük önem arz etmektedir.

Varyans analizi sonucunda, türler arasında ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı bakımından ortaya çıkan anlamlı ($p < 0.05$)

farklılıklar, yörede yabancı tür olan Sarıçam'ın henüz sınırlı miktarda kullanılabileceğini göstermektedir.

Ağaç boyu ve göğüs yüksekliği çapı arasındaki ilişkiler, ileriki çalışmalar ile ağaçlandırma sahalarındaki bakım ve diğer ormancılık uygulamalarında kullanılabilir.

TEŞEKKÜR

Veri toplama aşamasındaki yardım ve idari desteklerinden dolayı Isparta Orman İşletme Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

KAYNAKÇA

- Akçakaya, M. (2011). On Populasyonlu Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe) Ağaçlandırma Denemesinde Genetik Çeşitlilik (9 Yıllık Sonuçlar). (Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Anşin, R., Özkan, Z.C. (2006). Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) - Odunsu Taksonlar. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Bilir, N. (2004). Toros Sediri'nde (*Cedrus libani* A. Rich.) boy, çap ve hacim için yaşlar arası fenotipik ilişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1), 12-18.
- Bilir, N., Yazıcı, N., Özel, H.B. (2018). Examination of Taurus cedar (*Cedrus libani*) afforestation in Isparta province of Turkey. International Conference Reforestation Challenges. June 20-22, Belgrade, Serbia. 33-33.
- Boydak, M., Çalıkoğlu, M. (2008). Toros Sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich.) Biyolojisi ve Silvikültürü. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Boydak, M., Çalışkan, S. (2014). Ağaçlandırma. CTA Yayınları.
- Ertaş, B.T., Yazıcı, N., Bilir, N. (2023). Growth performances in afforestation areas of Anatolian black pine and Scots pine. International Euroasia Congress on Scientific Researches and Recent Trends 10., Şubat 16-17, Bakü, 225-230.
- Evcimen, B.S. (1963). Türkiye Sedir Ormanlarının Ekonomik Önemi, Hasılat ve Amenajman Esasları. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Gaussen, H., Heywood, V. H., Cheter, A. O. (1964). The Genus *Pinus* in Flora of Eoropea. Vol. I, Publisher of Cambridge.

- Gezer, A., Yüzedağ, C. (2006). Ormancılıkta Ekim ve Dikim Yoluyla Ağaçlandırma Tekniği. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Gülsoy, S., Süel, H., Çelik, H., Özdemir, S., Özkan, K. (2014). Modelling site productivity of Anatolian black pine stands in response to site factors in Buldan District, Turkey. Pakistan Journal of Botany, 46(1), 213-220.
- Kartal, R. (2022). Isparta Yöresi Ehrami Karaçam Ağaçlandırmalarının Değerlendirilmesi: 30. Yıl Sonuçları. Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Koçaş, A., 2011. Seydişehir Yöresindeki Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Ağaçlandırmalarının Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- OGM. (2025). Forestry Statistics-2024. www.ogm.gov.tr, Ankara (Date of access: 15.07.2025).
- Özbey, Y. (2023). Bazı Orman Ağacı Türlerinin Ağaçlandırma Sahalarında Büyüme Performansı. Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Özel, S. (2018). Isparta-Yalvaç Yöresi Ağaçlandırma Çalışmalarının Silvikültürel Değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- SPSS. (2011) IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0., NY: IBM Corp.
- Yaltırık, F. (1988). Dendroloji I (Gymnospermae) Açık Tohumlular. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.

- Yazıcı, N. (2018). Effect of species and environmental factors on growth performances in afforestation of *Cedrus libani* and *Pinus brutia*. Fresenius Environmental Bulletin, 27(10), 6913-6917.
- Yazıcı, N., Babalık, AA., Bilir, N. (2022). Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmalarında büyümeye eğimin etkisi: Dinar örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8, 1-5.
- Yazıcı, N., Turan, A. (2016). Effect of forestry afforestation on some soil properties: A case study from Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 25(7), 2509-2513.

ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF FORESTRY OPERATIONS ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF FOREST SOILS¹

Senem GÜNEŞ ŞEN²

Miraç AYDIN³

Forest ecosystems are highly dynamic and functional systems, shaped by complex interactions among biotic and abiotic components (Güngör & Şen, 2024). The interactions of soil, climate, topography, water, and biodiversity play a crucial role in sustaining the productivity and long-term resilience of forests (Güneş Şen & Aydın, 2024). Therefore, forestry activities aimed at the sustainable utilization of forest resources must be implemented in a manner that does not disturb the natural balance (Güneş Şen, 2021; Aközlü & Şen, 2023).

Wood production activities in Turkey are still largely carried out through manual labor, animal power, and, to a lesser extent, mechanized equipment (Eroğlu et al., 2010). However, these activities exert varying degrees of pressure on forest soils (Demir et al., 2007; Akay et al., 2007), standing trees and young saplings (Rushton et al., 2003), wildlife (Mangan & Bertolo, 2003), water resources (Eroğlu, 2012), and other ecosystem

¹ This study was derived from the doctoral dissertation titled “The Effects of Forestry Practices on Water Quality in the Kastamonu Region”, conducted in the Department of Forest Engineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Kastamonu University.

² Assist Prof., Kastamonu University, Faculty of Forestry, Forest Engineering Department, sgunes@kastamonu.edu.tr, ORCID: 00000001-5566-6676.

³ Prof. Dr., Kastamonu University, Faculty of Forestry, Forest Engineering Department, maydin@kastamonu.edu.tr, ORCID: 00000003-5969-8306.

components. Soil, in particular, is among the components that most directly reflect the environmental impacts of forestry operations. Forest soils, which provide favorable conditions for root growth and soil biota due to their porous structure that facilitates water and air exchange, are highly susceptible to damage from mechanical interventions (Meyer et al., 2014).

Soil compaction is one of the most widespread consequences of production activities. It leads to increased soil bulk density and decreased porosity, which can adversely affect water infiltration, aeration, and microbial activity, ultimately hindering forest growth and regeneration (Ampoorter et al., 2012; Cambi et al., 2017). Research indicates that the use of mechanized equipment can raise soil bulk density by approximately 9%, reduce porosity by 10%, and decrease water permeability by nearly 40% (James & Harrison, 2016). In addition, substantial alterations occur in soil chemical properties, such as increased pH levels and reductions in organic matter and carbon content (Grigal, 2000; Walmsley & Godbold, 2009). These changes disrupt nutrient cycling, slow microbial processes, and weaken soil structural integrity by diminishing its water-holding capacity.

Studies conducted in the Mediterranean climate zone have shown that the thickness of the organic matter layer can decline by 30–40% following production activities (Ganatsios et al., 2021). The loss of this layer results in a range of environmental problems, including heightened erosion risk, nutrient leaching, and diminished ecosystem resilience. Consequently, the impacts of forestry operations on forest soils continue to represent a critical research focus at the international level (McFero Grace III et al., 2006).

In this context, soil samples were collected from production compartments and adjacent areas unaffected by forestry operations to examine the effects of production activities

on the physical and chemical properties of forest soils. Key parameters, including pH, electrical conductivity (EC), organic matter, bulk density, and texture, were analyzed. The purpose of this study was to identify the short-term impacts of forestry practices and to provide insights for the development of recommendations supporting sustainable forest management.

The study was carried out in the western Black Sea region of Turkey, within Kastamonu Province, across various subdivisions of the Kastamonu, Karadere, and Daday Forest Management Directorates, all of which operate under the Kastamonu Regional Directorate of Forestry. Soil sampling was conducted in 30 silviculturally treated compartments: Bostan (2 compartments), Akkaya (9), Çaltepe (9), Ballıdağ (4), Çamlıbel (3), and Sarıçam (3) (Figure 1). This spatial distribution allowed for the comparison of soil responses under varying topographic and geological conditions.

Kastamonu Province covers approximately 1.7% of Turkey's land area, with a total surface area of 13,108 km². The province consists of 74.6% mountainous terrain, 21.6% plateaus, and 3.8% plains. A high and rugged topography dominates the landscape from the coast to the inland (Şen, 2024). Based on long-term averages between 1930 and 2024, the mean annual temperature is 9.9 °C. The highest recorded temperature was 42.2 °C in July, while the lowest was -26.9 °C in January. The mean annual precipitation is 485.1 mm, with an average of 124.5 rainy days per year. According to the Thornthwaite classification, the climate corresponds to C1, B'1, s, b'3 (semi-arid to slightly humid; first-degree mesothermal; excess water in winter; summer evaporation rate of 54.8%) (Baç & Güneş Şen, 2025). This thermal-hydric regime increases the risk of soil drying and surface crusting during summer, which in turn reduces infiltration and enhances surface runoff during rainfall events.

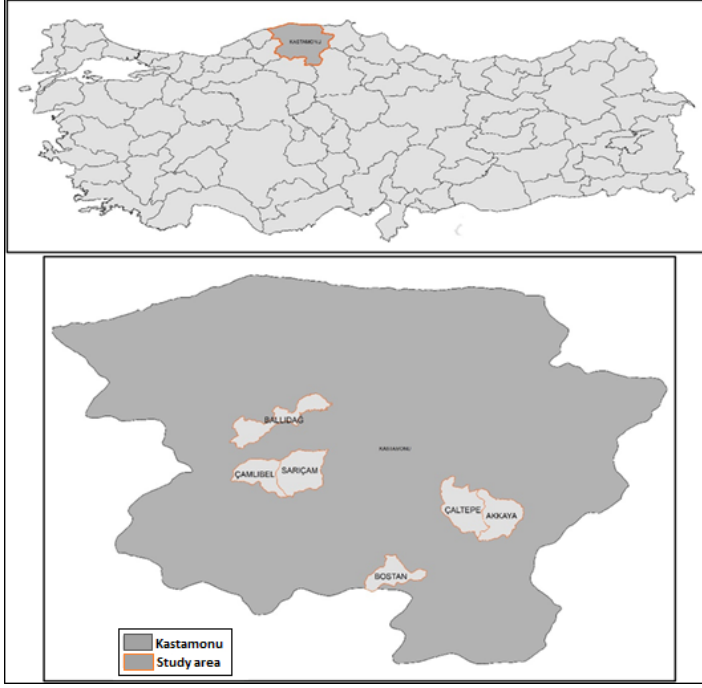


Figure 1. Geographic location of the study area

The Ballıdağ Forest Management Directorate (FMD), where part of the study was conducted, lies at an elevation range of 870–1746 m, with 74.42% of the area classified as very steep to steep slopes (Anonymous, 2010a). In the Sarıçam and Çamlıbel FMDs, 63.32% of the land falls into the very steep to steep slope category (Anonymous, 2010b; 2010c). In the Çaltepe and Akkaya FMDs, 55.09% of the land is classified as steep slopes (Anonymous, 2014a; 2014b). In the Bostan FMD, the elevation ranges from 1,155 m to 2,587 m (Büyük Hacet), and 69% of the area is within the steep slope class (Anonymous, 2014c) (Figure 2).

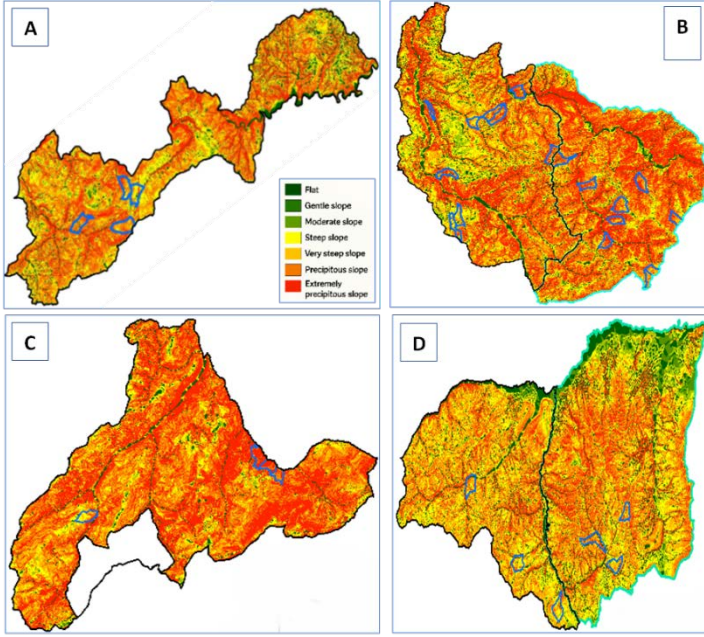


Figure 2. Slope map of the study areas (A: Ballıdağ, B: Çaltepe and Akkaya, C: Bostan, D: Çamlıbel and Sarıçam)

The overall aspect pattern of the study area is dominated by shaded aspects (Figure 3). The combination of slope and aspect plays a critical role in determining surface runoff and erosion susceptibility, potentially increasing the risk of soil compaction and topsoil loss following forestry interventions.

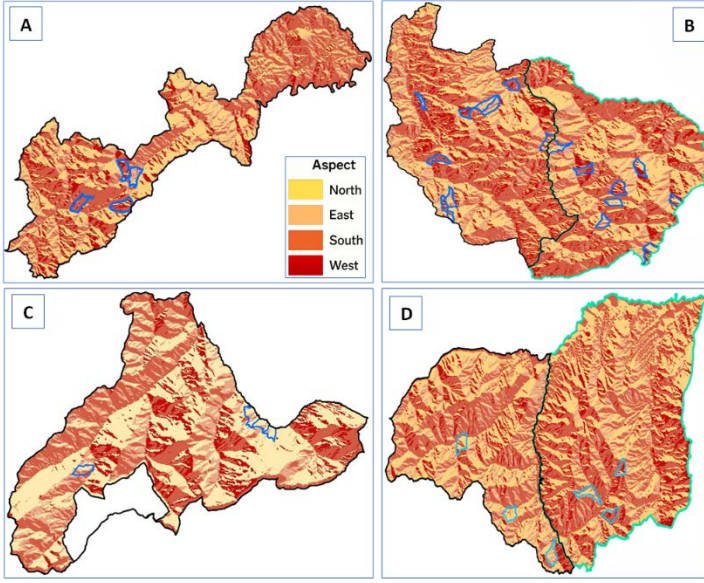


Figure 3. Aspect map of the study areas (A: Ballıdağ, B: Çaltepe and Akkaya, C: Bostan, D: Çamlıbel and Sarıçam)

The forested areas within the study sites exhibit a pure-mixed stand structure, composed primarily of Black Pine, Scots Pine, Fir, Beech, Oak, Hornbeam, and, occasionally, Poplar. The microclimate and moisture regime, shaped by elevation and aspect, influence the mixing ratio of Beech and Hornbeam, as well as the development of the understory. These factors indirectly affect soil functions such as litter accumulation, infiltration, and aggregate stability.

The study sites also encompass diverse land uses, including forest, barren land, agricultural land, and settlement areas. An assessment of general land use indicates that forested land constitutes the majority of the area, while agricultural areas are generally concentrated around settlements (Figure 4).

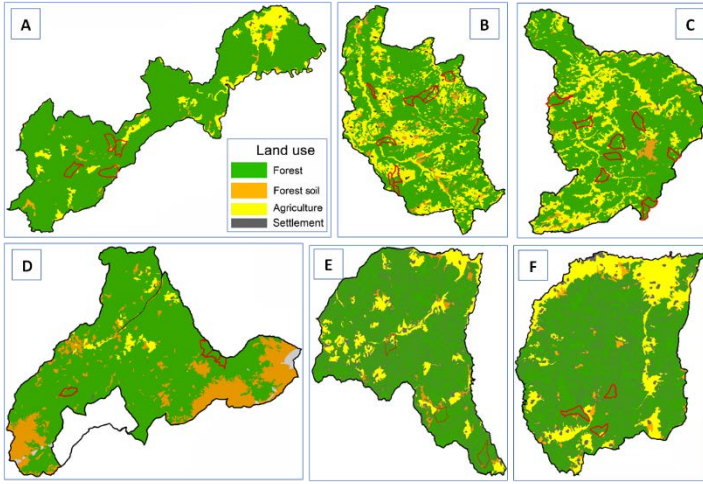


Figure 4. Land use map of the study areas (A: Ballıdağ, B:Çaltepe, C: Akkaya, D: Bostan, E: Çamlıbel, F:Sarıçam)

From a geological perspective, the Ballıdağ Forest Management Directorate (FMD) is dominated by Paleozoic limestone, with localized occurrences of schist and crystalline schist (Anonymous, 2010a). The Sarıçam and Çamlıbel FMDs are characterized by metamorphic series (chlorite–epidote schists, serpentine/sericite–muscovite schists) and, in some areas, by Neogene terrigenous sediments such as clayey marl, gypsum–saline layers, and lacustrine limestones (Anonymous, 2010b; 2010c). The Çaltepe, Akkaya, and Bostan FMDs contain a mosaic distribution of Cretaceous flysch, Eocene–Oligocene formations, and undifferentiated metamorphic series (Anonymous, 2014a; 2014b; 2014c). The alternation of calcareous–schistose parent material with flysch–marl formations may result in local variations in soil reaction (pH), fine–clay fractions, and permeability, thereby influencing the susceptibility to compaction and the efficiency of water transmission following thinning operations.

The compartments selected for the study were chosen to represent diverse topographic and ecological conditions. Within

each compartment, soil sampling was conducted in two distinct zones: (A) areas affected by production activities and (B) unaffected control areas (Figure 5).

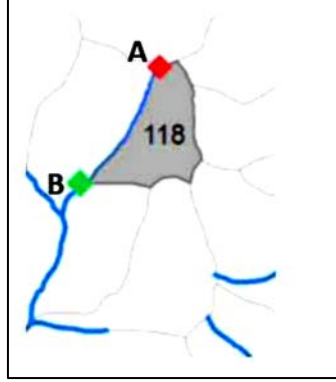


Figure 5. Sampling points

Soil samples were collected from two depths, 0–20 cm and 20–40 cm, in both production-affected and unaffected areas, in order to examine differences between surface soil and the underlying substratum. In total, 120 soil samples were collected and subjected to physical and chemical analyses.

Soil reaction (pH) and electrical conductivity (EC) were measured using a pH meter and an EC meter after preparing a 1:2.5 soil-to-distilled water suspension (Özyuvacı, 1971; Eruz, 1979). Organic matter content was determined by the mass loss of soil samples combusted in a muffle furnace at 800 °C for 2 hours (Gülçur, 1974). Soil texture was analyzed using the Bouyoucos hydrometer method and classified according to the USDA soil texture triangle (Bouyoucos, 1936; USDA, 1987).

Bulk density was measured to assess the impact of production activities on soil compaction. For this purpose, undisturbed soil samples were collected using 5 cm steel cylinders from two points in each compartment: one in the affected area and one in the unaffected area (Özyuvacı, 1976). This method is widely employed to evaluate the effects of forestry

activities on soil porosity and water permeability, particularly in relation to mechanical tillage and wood production processes (Ampoorter et al., 2012; Cambi et al., 2017).

The effects of forestry production activities on the physical and chemical properties of forest soils were evaluated through both between-area and within-area comparisons using data obtained from soil samples. Normality (Shapiro–Wilk test) and variance homogeneity (Levene’s test) were assessed to determine the distributional characteristics of the data (Baykalı & Şen, 2024). For parameters that met the assumptions of normality and homogeneity, an independent samples t-test was applied (Welch’s t-test when the assumption of equal variances was violated). For non-normally distributed data, the non-parametric Mann–Whitney U test was employed (Şen, 2025). The results of these statistical analyses are presented in Table 1.

Table 1. Average values of soil properties at different depths in control and production areas and statistical comparison results

Parameter	Depth (cm)	Control Mean $\pm$ SD	Harvesting Mean $\pm$ SD	Test	p	Effect size
pH	0-20	7.20 $\pm$ 0.57	7.22 $\pm$ 0.55	t-test	0.900	-0.03
	20-40	7.16 $\pm$ 0.55	7.27 $\pm$ 0.53	Mann–Whitney U	0.181	0.20
EC	0-20	133.20 $\pm$ 66.63	119.51 $\pm$ 42.13	Mann–Whitney U	0.574	-0.09
	20-40	131.42 $\pm$ 59.74	134.16 $\pm$ 50.31	t-test	0.848	-0.05
OM	0-20	3.92 $\pm$ 0.91	4.06 $\pm$ 0.89	t-test	0.548	-0.16
	20-40	3.95 $\pm$ 0.95	3.95 $\pm$ 0.97	t-test	0.995	0.00
Sand	0-20	58.52 $\pm$ 11.23	56.80 $\pm$ 9.73	t-test	0.530	0.16
	20-40	58.41 $\pm$ 9.81	57.62 $\pm$ 9.63	t-test	0.753	0.08
Clay	0-20	24.77 $\pm$ 10.01	25.31 $\pm$ 10.14	t-test	0.837	-0.05
	20-40	25.24 $\pm$ 9.12	24.83 $\pm$ 9.56	t-test	0.866	0.04
Silt	0-20	16.91 $\pm$ 4.06	17.89 $\pm$ 3.29	Mann–Whitney U	0.287	0.16
	20-40	16.35 $\pm$ 4.00	17.55 $\pm$ 4.08	t-test	0.253	-0.30
BD	0-20	1.17 $\pm$ 0.31	1.44 $\pm$ 0.36	t-test	0.003*	-0.80
	20-40	1.11 $\pm$ 0.18	1.69 $\pm$ 0.36	t-test (Welch)	<0.001*	-2.02

Additionally, to compare soil depths (0–20 cm and 20–40 cm) within each site, either a t-test or a Mann–Whitney U test was applied, depending on the assumptions of normality and

homogeneity of variance. These results, which highlight depth-related differences within the sites, are presented in Table 2.

Table 2. Average values of soil properties at different depths within the field in control and production areas and statistical comparison results

Parameter	Area	0–20 cm Mean $\pm$ SD	20–40 cm Mean $\pm$ SD	Test	p	Effect size
pH	C	7.20 $\pm$ 0.57	7.16 $\pm$ 0.55	MW-UU	0.530	-0.10
	H	7.22 $\pm$ 0.55	7.27 $\pm$ 0.53	Mann–Whitney U	0.679	0.06
EC	C	133.20 $\pm$ 66.63	131.42 $\pm$ 59.74	Mann–Whitney U	0.871	0.03
	H	119.51 $\pm$ 42.13	134.16 $\pm$ 50.31	t-test	0.226	-0.32
OM	C	3.92 $\pm$ 0.91	3.95 $\pm$ 0.95	t-test	0.910	-0.03
	H	4.06 $\pm$ 0.89	3.95 $\pm$ 0.97	t-test	0.635	0.12
Sand	C	58.52 $\pm$ 11.23	58.41 $\pm$ 9.81	t-test	0.970	0.01
	H	56.80 $\pm$ 9.73	57.62 $\pm$ 9.63	t-test	0.745	-0.08
Clay	C	24.77 $\pm$ 10.01	25.24 $\pm$ 9.12	t-test	0.852	-0.05
	H	25.31 $\pm$ 10.14	24.83 $\pm$ 9.56	t-test	0.850	0.05
Silt	C	16.91 $\pm$ 4.06	16.35 $\pm$ 4.00	Mann–Whitney U	0.734	-0.05
	H	17.89 $\pm$ 3.29	17.55 $\pm$ 4.08	Mann–Whitney U	0.906	0.02
BD	C	1.17 $\pm$ 0.31	1.11 $\pm$ 0.18	t-test (Welch)	0.389	0.22
	H	1.44 $\pm$ 0.36	1.69 $\pm$ 0.36	t-test	0.010	-0.69

C: Control area, H: Harvesting area, $p < 0.05$: statistically significant

Soil pH plays a decisive role in nutrient availability, microbial activity, and plant growth in forest ecosystems. In this study, pH values in the control area were measured as 7.20 at a depth of 0–20 cm and 7.16 at 20–40 cm (Table 1). In the production area, the corresponding values were 7.22 and 7.27, respectively. No significant difference was detected between the areas ($p > 0.05$). However, a slight increase in pH in the lower layer of the production area was observed (Figure 6). This may be associated with the degradation of the surface organic layer and the downward movement of ions during production activities. Similar patterns have been reported in the literature, indicating a tendency toward acidification in surface soils and alkalization in deeper layers following production (Demir, 2007; Ganatsios et al., 2021; Baç & Güneş Şen, 2025).

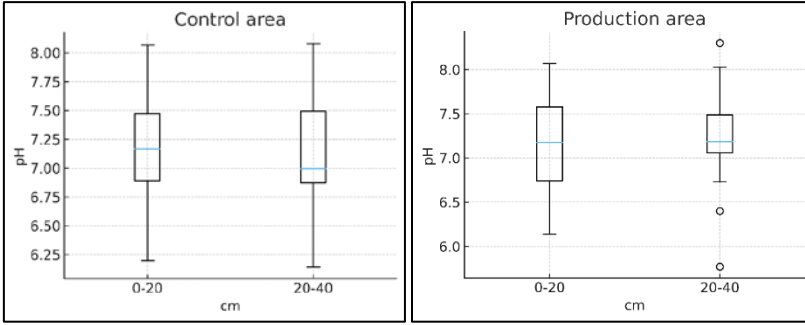


Figure 6. Distribution of pH values according to depth

Electrical conductivity (EC) is an indicator of dissolved salts in the soil and directly influences nutrient mobility and water quality. In this study, EC values in the control area were measured as 133.20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ at a depth of 0–20 cm and 131.42 $\mu\text{S}/\text{cm}$ at 20–40 cm. In the production area, the corresponding values were 119.51 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and 134.16 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectively (Table 1). No statistically significant difference was detected between the areas ($p > 0.05$). However, EC values were lower in the topsoil of the production area compared to the control area and slightly higher in the subsoil (Figure 7). This pattern may be attributed to ion retention on the soil surface during production activities, followed by leaching into deeper layers (Ganatsios et al., 2021). Previous studies have similarly reported ion accumulation in surface soils and increased conductivity in deeper layers following production activities (Demir, 2007; Baç & Güneş Şen, 2025). Nevertheless, the absence of significant differences in the present study suggests that EC is not strongly influenced by production activities in the short term.

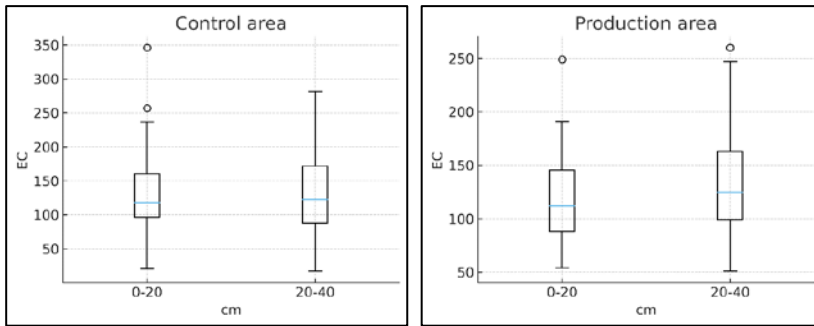


Figure 7. Distribution of electrical conductivity (EC) values according to depth

Soil organic matter (SOM) is a key parameter for nutrient cycling, water-holding capacity, and microbial diversity in forest ecosystems. In this study, SOM values in the control area were measured as 3.92% at a depth of 0–20 cm and 3.95% at 20–40 cm. In the production area, the corresponding values were 4.06% and 3.95%, respectively (Figure 8). No significant differences were detected between the areas or soil depths ($p > 0.05$) (Tables 1–2). A slight increase in SOM was observed in the upper soil layer of the production area, whereas values in the lower layer were similar to those of the control area.

Numerous studies have suggested that production activities disrupt surface cover and lead to organic matter losses. Crumsey et al. (2014), Naghdi et al. (2016), and Mohieddinne et al. (2019), in particular, reported that organic matter content may decline by up to 30% in production areas. Mechanical compaction has also been shown to exacerbate OM losses, with the effect being especially pronounced in soils already low in organic matter (Lavoie et al., 1984; Meek et al., 1992). In contrast, no significant decrease in organic matter was detected in the present study. This outcome may be attributed to the short time elapsed since production, the partial preservation of the surface organic layer, or the influence of spatial heterogeneity.

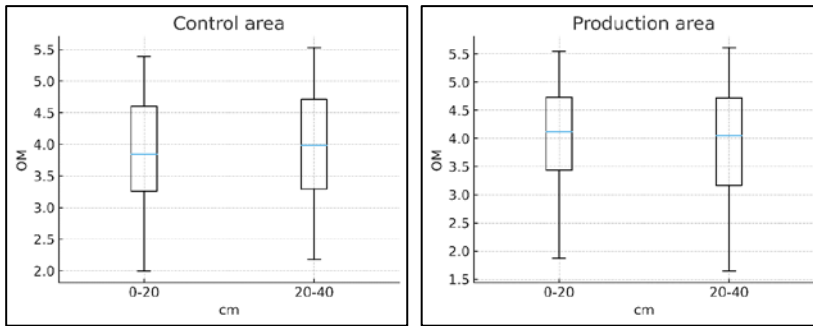


Figure 8. Distribution of organic matter (OM) values according to depth

Soil texture components (sand, clay, and silt fractions) are the primary determinants of soil physical properties and directly influence water-holding capacity, permeability, and root development. In this study, the sand ratio in the control area was 58.52% at 0–20 cm and 58.41% at 20–40 cm, while in the production area it was 56.80% and 57.62%, respectively. The clay ratio in the control area was 24.77% (0–20 cm) and 25.24% (20–40 cm), compared to 25.31% (0–20 cm) and 24.83% (20–40 cm) in the production area. The silt ratio was 16.91% (0–20 cm) and 16.35% (20–40 cm) in the control area, and 17.89% (0–20 cm) and 17.55% (20–40 cm) in the production area (Table 1, Figure 9). No statistically significant differences were detected between areas or soil depths ($p > 0.05$) (Tables 1–2).

As shown in Figure 4, production activities did not cause significant changes in the distribution of sand, clay, and silt fractions in the short term. This finding suggests that soil texture is primarily governed by mineral composition and is not substantially influenced by short-term mechanical effects. Similar results have been reported in the literature: Bolat (2015) and Işık (2023) emphasized that forestry activities do not alter textural composition in the short term; however, soil compaction may negatively affect workability and root development. In this context, the absence of differences in texture values observed in

the present study was expected. Nevertheless, when considered alongside the increase in bulk density (BD), adverse physical effects on soil structure may occur.

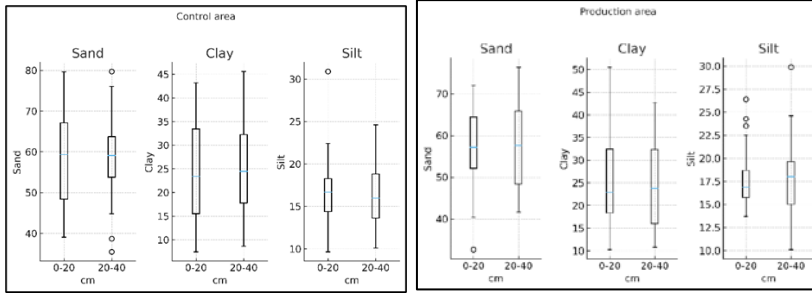


Figure 9. Distribution of sand, clay and silt values according to depth

Bulk density (BD) is a key indicator that directly influences soil physical quality, porosity, and root development. In this study, between-site comparisons showed that BD was sensitive to production activities at both depths and the differences were statistically significant (Table 1). Within-site depth comparisons (Table 2) confirmed this finding: BD increased significantly with depth in the production area ($p = 0.010$), whereas no significant difference was observed between depths in the control area ($p = 0.389$). Visual comparisons (Figure 10) also demonstrated that BD was consistently higher in the production areas for both the upper and lower soil layers.

Mechanistically, repeated equipment loading during transportation—particularly under humid conditions—causes the closure of macropores and a reduction in total porosity, thereby increasing BD. This process limits infiltration and aeration, suppresses microbial activity, and impedes root penetration. The findings also show that soil compaction extends into deeper layers, consistent with previous research. Jourgholami et al. (2019), Picchio et al. (2020), and Latterini et al. (2023) reported that production activities increase BD and lead to porosity loss,

while McFero Grace III et al. (2006) emphasized that compaction negatively affects the soil water–air balance and microbial functions.

Therefore, the results indicate that implementing measures such as subsoil loosening after production activities is critical for maintaining long-term soil productivity, particularly in deeper layers.

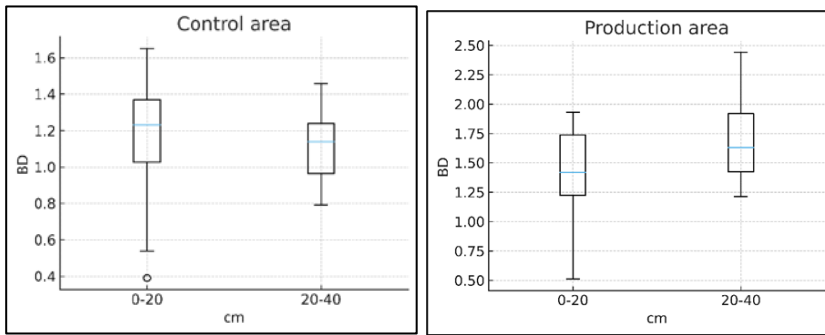


Figure 10. Distribution of volumetric weight (BD) according to depth

In conclusion, this study demonstrated that forestry production activities exert a significant impact on the physical properties of forest soils. Comparisons between control and production plots revealed no significant differences in pH, EC, organic matter (OM), or texture fractions (sand, clay, and silt), whereas bulk density (BD) increased significantly in the production plots at both depths. The elevated BD values, particularly in the subsoil (20–40 cm), indicate that compaction resulting from production activities extends beyond surface layers into deeper soil horizons. Increased bulk density can cause porosity loss, reduced aeration and water permeability, and, over the long term, negatively affect root development and microbial processes.

No significant short-term decrease in organic matter content was detected; however, the literature suggests that forest

floor degradation and compaction can lead to greater organic matter losses over time. Thus, the absence of short-term changes does not preclude long-term impacts. Similarly, the stability of pH, EC, and texture values implies that these parameters are resistant to production activities in the short term but may shift over longer periods due to ecological processes.

From a management perspective, the findings underscore the critical importance of minimizing soil compaction during forestry operations. Controlled traffic systems, low-ground-pressure machinery, the use of slash mats or branch covers, and post-harvest subsoil loosening should be considered within the framework of sustainable forest management. Furthermore, long-term monitoring studies that integrate physical, chemical, and biological indicators are essential to better understand the recovery dynamics of forest soils.

REFERENCES

- Akay, A. E., Sessions, J., & Aruga, K. (2007). Designing a forwarder operation considering tolerable soil disturbance and minimum total cost. *Journal of Terramechanics*, 44, 187–195.
- Aköz, A., & Şen, G. (2023). Perceptions of log market actors on revisions to the regulations of the sale of standing tree. *Turkish Journal of Forestry*, 24(4), 378–389.
- Ampoorter, E., Van Nevel, L., De Vos, B., Hermy, M., & Verheyen, K. (2012). Assessing the effects of initial soil characteristics, machine mass and traffic intensity on forest soil compaction. *Forest Ecology and Management*, 260, 1664–1676. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.08.002>
- Anonim. (2010a). Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Daday Orman İşletme Müdürlüğü, Ballıdağ Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı 2010–2029.
- Anonim. (2010b). Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Daday Orman İşletme Müdürlüğü, Sarıçam Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı 2010–2029.
- Anonim. (2010c). Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Daday Orman İşletme Müdürlüğü, Çamlıbel Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı 2010–2029.
- Anonim. (2014a). Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Karadere Orman İşletme Müdürlüğü, Çaltepe Orman İşletme Şefliği Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı 2014–2033.
- Anonim. (2014b). Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Karadere Orman İşletme Müdürlüğü, Akkaya Orman İşletme Şefliği Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı 2014–2033.

- Anonim. (2014c). Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü, Bostan Orman İşletme Şefliği Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı 2014–2033.
- Baç, B., & Güneş Şen, S. (2025). Impacts of recreational use on soil dynamics in Kastamonu Urban Forest. *MEMBA Water Sciences Journal*, 11(2), 249–262. Retrieved from <https://doi.org/10.58626/memba.1711199>
- Baykalı, B., & Şen, G. (2024). Determining urban and rural perceptions of forest ecosystem services. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 26(3), 1–1.
- Bolat, İ., Melemez, K., & Özer, D. (2015). The influence of skidding operations on forest soil properties and soil compaction in Bartın, Turkey. *European Journal of Forest Engineering*, 1(1), 1–8.
- Bouyoucos, G. J. (1936). Directions for making mechanical analysis of soils by the hydrometer method. *Soil Science*, 42(3), 225–229.
- Cambi, M., Hoshika, Y., Mariotti, B., Paoletti, E., Picchio, R., Venanzi, R., & Marchi, E. (2017). Compaction by a forest machine affects soil quality and *Quercus robur* L. seedling performance in an experimental field. *Forest Ecology and Management*, 384, 406–414. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.045>
- Crumsey, J. M., Monie, J. L., Vogel, C. S., & Nadelhoffer, K. J. (2014). Historical patterns of exotic earthworm distributions inform contemporary associations with soil physical and chemical factors across a northern temperate forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 68, 503–514.
- Demir, M., Makineci, E., & Yılmaz, E. (2007). Harvesting impacts on herbaceous understory, forest floor and top soil

- properties on skid road in a beech. *Journal of Environmental Biology*, 28, 427–432.
- Eroğlu, H. (2012). Dağlık arazide farklı bölmeden çıkarma tekniklerinin orman toprağının sıkışmasına etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2), 213–225.
- Eroğlu, H., Sarıyıldız, T., & Sancal, M. K. E. (2010). Doğu ladini meşcerelerinde bölmeden çıkarma çalışmalarının orman toprağının fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A(1), 30–42.
- Eruz, E. (1979). Toprak tuzluluğu ve bitkiler üzerindeki genel etkileri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 29(2), 112–120.
- Ganatsios, H. P., Tsioras, P. A., Papaioannou, A. G., & Blinn, C. R. (2021). Short-term impacts of harvesting operations on soil chemical properties in a Mediterranean oak ecosystem. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 42(3), 463–476. Retrieved from <https://doi.org/10.5552/crojfe.2021.1100>
- Grigal, D. F. (2000). Effects of extensive forest management on soil productivity. *Forest Ecology and Management*, 138(1–3), 167–185. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)003959](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)003959)
- Gülçur, F. (1974). Physical and chemical soil analysis methods. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*. (Türkçe)
- Güngör, E., & Şen, G. (2024). Sustainable afforestation strategies: Hybrid multi-criteria decision-making model in post-mining rehabilitation. *Forests*, 15(5), 783.
- Güneş Şen, S. (2021). Kastamonu yöresi ormancılık uygulamalarının su kalitesine etkisi. PhD Dissertation,

Kastamonu University, Institute of Science, Department of Environmental Engineering.

- Güneş Şen, S., & Aydın, M. (2024). Farklı meşcere türlerinde orman altı yağış, gövdeden akış ve intersepsiyonun belirlenmesi. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 10(1), 115–123.
- Işık, M. (2023). Meşe meşceresinde odun üretim faaliyetlerinin toprağa verdiği bazı zararların incelenmesi: Kastamonu / Çöme yöresi örneği (Yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı.
- James, J., & Harrison, R. (2016). The effect of harvest on forest soil carbon: A meta-analysis. *Forests*, 7(12), 308. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/f7120308>
- Jourgholami, M., Labelle, E. R., & Feghhi, J. (2019). Efficacy of leaf litter mulch to mitigate runoff and sediment yield following mechanized operations in the Hyrcanian mixed forests. *Journal of Soils and Sediments*, 19, 2076–2088. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2194-x>
- Latterini, F., Venanzi, R., Picchio, R., & Jagodziński, A. M. (2023). Short-term physicochemical and biological impacts on soil after forest logging in Mediterranean broadleaf forests: 15 years of field studies summarized by a data synthesis under the meta-analytic framework. *Forestry*, 96(4), 547–560.
- Lavoit, G., Guriel, K., & Raghauen, G. S. V. (1984). Soil compaction and optimum crop planning. *Transactions of the ASAE*, 33(3), 744–748.

- Mangan, P., & Bertolo, A. (2003). Impact of logging on yellow perch recruitment in Boreal Shield Lakes. Project Reports 2003/2004, Sustainable Forest Management Network.
- McFero Grace, J. III, Skaggs, R. W., & Cassel, D. K. (2006). Soil physical changes associated with forest harvesting operations on an organic soil. *Soil Science Society of America Journal*, 70(2), 503–509.
- Meek, B. D., Rechel, E. R., Carter, L. M., & Detar, W. R. (1992). Bulk density of a sandy loam: Traffic, tillage and irrigation-method effects. *Soil Science Society of America Journal*, 56(2), 562–565.
- Meyer, C., Lüscher, P., & Schulin, R. (2014). Recovery of forest soil from compaction in skid tracks planted with black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). *Soil and Tillage Research*, 143, 7–16. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.05.006>
- Mohieddinne, H., Brasseur, B., Spicher, F., Gallet-Moron, E., Buridant, J., Kobaissi, A., & Horen, H. (2019). Physical recovery of forest soil after compaction by heavy machines, revealed by penetration resistance over multiple decades. *Forest Ecology and Management*, 449, 1–10. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117472>
- Naghdi, R., Solgi, A., Labelle, E. R., & Zenner, E. K. (2016). Influence of ground-based skidding on physical and chemical properties of forest soils and their effects on maple seedling growth. *European Journal of Forest Research*, 135(5), 949–962. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10342-016-0986-3>

- Özyuvacı, N. (1971). Topraklarda erozyon eğiliminin tesbitinde kullanılan bazı önemli indeksler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi B, 21(1), 190–207.
- Özyuvacı, N. (1976). Hydrologic characteristics of the Arnavutköy Creek watershed as influenced by some plant–soil–water relations (Yayın No: 2082). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. Kutulmuş Matbaası.
- Picchio, R., Mederski, P. S., & Tavankar, F. (2020). How and how much, do harvesting activities affect forest soil, regeneration and stands? Current Forestry Reports, 6, 115–128. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s40725-020-00113-8>
- Rushton, T., Brown, S., & McGrath, T. (2003). Impact of tree length versus short-wood harvesting systems on natural regeneration (Forest Research Report No. 70). Nova Scotia Department of Natural Resources.
- Şen, G. (2024). Determining population movement–land use interactions for sustainable land management: Case of Türkiye. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 10(1), 38–58.
- Şen, G. (2025). Effects of urban sprawl due to migration on spatiotemporal land use–land cover change: A case study of Bartın in Türkiye. Scientific Reports, 15(1), 815.
- USDA. (1987). Soil mechanics level I. Module 3 – USDA textural soil classification study guide. National Employee Development Staff, Soil Conservation Service, United States Department of Agriculture, Washington, DC, ABD.
- Walmsley, J. D., & Godbold, D. L. (2010). Stump harvesting for bioenergy – A review of the environmental impacts.

Forestry, 83(1), 17–38. Retrieved from
<https://doi.org/10.1093/forestry/cpp028>

KÜRESEL ISINMADAN İKLİM KRİZİNE: KAVRAMLARIN ZAMAN İÇİNDEKİ DÖNÜŞÜMÜ VE ORMANCILIK BİLİMİNE YANSIMALARI

Gül TEKİNGÜNDÜZ¹

Cansu DİNÇTÜRK²

1. GİRİŞ

İklim değişikliği, 21. yüzyılın en karmaşık ve çözüm yollarının çok boyutlu değerlendirilmesi gereken gündem konularının başında gelmektedir. Çevre sorunları arasında iklim değişikliği kavramını değerlendirirken, farklı disiplinlerin bir arada karar alması önemli bir konudur (Schipper vd., 2021; Mehta vd., 2024). Bu doğrultuda doğa bilimlerinin yanı sıra mühendislik, siyaset, ekonomi ve toplum bilimlerinin de çözüm üretme süreçlerinde etkin rol alması beklenmektedir. Son yıllarda iklim değişikliğinin tanımlanmasında kavramsal açıdan bir dönüşümün olduğu görülmektedir. Kavramların akademik literatürde yer alması tarihsel süreç, bilimsel tanım ve popülerleşme dönemlerine göre farklılaşmakta olup, bu çalışma kapsamında akademik yazım esas alınarak zamansal değişim değerlendirilmiştir. Başlangıçta yalnızca atmosferik sıcaklık artışına odaklanan “küresel ısınma” kavramı, zamanla yerini iklim sisteminde meydana gelen çok bileşenli değişimleri daha

¹ Dr. Öğretim Üyesi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mudurnu Süreyya Astarıcı Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, gulakbulut@ibu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0785-6472.

² Dr. Bartın Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bağımsız Araştırmacı, cansuyuce1994@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5427-773X.

kapsayıcı biçimde tanımlayan “iklim değişikliği” terimine bırakmıştır. Ancak literatürdeki tarihsel incelemeler, kavramların kullanım sırasının yaygın görüşün aksine iklim değişikliğinden küresel ısınmaya doğru ilerlediğini göstermektedir. Liu ve Huang’a (2022) göre, “iklim değişikliği” terimi ilk olarak Plass (1956) tarafından, atmosferdeki karbondioksit yoğunluğu ile yeryüzü sıcaklıkları ve iklim arasındaki güçlü ilişkiyi ortaya koymaya yönelik çalışmalarda kullanılmıştır. Dolayısıyla, kavramsal gelişimin bilimsel düzlemde iklim değişikliği terimiyle başlaması, ancak kamuoyunda küresel ısınma ifadesiyle görünürlük kazanması dikkat çekicidir. “Küresel ısınma” kavramı ise Broecker’in (1975) atmosferdeki karbondioksit artışına bağlı olarak sıcaklıkların yükseleceğini öngören model çalışmalarıyla bilimsel ve toplumsal gündeme taşınmıştır. Literatürde küresel ısınmanın; tehdit, azaltma ve mücadele gibi kelimelerle ilişkilendirilmesi nedeniyle iklim değişikliğinden daha dramatik olduğuna yönelik görüşler de bulunmaktadır (Grundmann ve Krishnamurthy, 2010). Her ne kadar kavramların kullanım sırası tarihsel olarak iklim değişikliğinden küresel ısınmaya doğru ilerlemiş olsa da toplumsal algıda tersine bir dönüşüm yaşanmış ve küresel ısınmadan iklim değişikliğine geçiş ifadesi yerleşmiştir.

Son yıllarda çevresel bozulmanın aciliyeti ve insan kaynaklı müdahalelerin yıkıcı etkilerini vurgulamak amacıyla “iklim krizi” kavramı ön plana çıkmaya başlamıştır. Örneğin, The Guardian gazetesi 2019 yılında bu endişeyi daha güçlü yansıtmak için “iklim krizi” ifadesini tercih edeceğini duyurmuştur (Schafer vd., 2023). Farklı kavramların kullanımı, iklim olgusunun yalnızca bilimsel değil; aynı zamanda sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarıyla ele alınmasına olanak tanımaktadır. Bu söylem temelli çeşitlilik, iklimin karmaşık yapısını ve çok boyutlu etkilerini yansıtmaya amacını taşımaktadır.

Akademik yazımda, “iklim değişikliği” yerine “iklim krizi” teriminin kullanılmasının daha uygun olduğuna yönelik görüşler bulunmaktadır (Maipas ve Kavantzaz, 2024). Bununla birlikte kullanılan terimlerin insanların tutumları ve risk algısı üzerinde belirleyici olduğu; bazı terimlerin aşinalık açısından daha yüksek, bazılarının ise alarm etkisi açısından daha güçlü olduğu savunulmaktadır (Bruine de Bruin vd., 2024). Bu kavramsal değişim yalnızca dilsel bir farklılık değil; aynı zamanda soruna bakış açısının, önceliklerin ve müdahale stratejilerinin dönüşümünü de yansıtmaktadır. Nitekim söylemlerdeki bu dönüşüm hem politika uygulamalarına hem de akademik literatüre yansımaktadır.

Uluslararası literatürde bahsedilen terimler dışında “iklim acil durumu” ve “iklim adaleti” gibi kavramların da giderek daha fazla yer bulduğu görülmektedir (Bruine de Bruin vd., 2024). Ancak bu kavramsal çeşitliliğin Türkiye’deki ulusal literatüre yansımaları sınırlı düzeydedir. Bu nedenle, çalışma kapsamında küresel ısınma, iklim değişikliği ve iklim krizi kavramları temel alınmıştır.

Ormanlar, iklim sistemiyle olan çift yönlü etkileşimleri nedeniyle hem iklim değişikliğinden etkilenen hem de iklim değişikliğinin önlenmesine katkı sağlayan ekosistemlerdir (Tekingündüz, 2019). Bu nedenle, iklimle ilgili terminolojik dönüşüm başta orman mühendisliği olmak üzere doğa bilimlerinin temel çalışma konularından biri durumundadır. Bu bağlamda, orman mühendisliği disiplini; Türkiye Ulusal Ormancılık Programı’nda (2004) da vurgulanan “ormanların korunması, geliştirilmesi ve çok yönlü faydalanması” hedefleri doğrultusunda, iklim değişikliği ile doğrudan ve çok boyutlu bir etkileşim içindedir (Feng vd., 2024). İklim değişikliğiyle mücadele yalnızca teknik değil; aynı zamanda planlama, yönetim ve etik sorumluluklar içeren bir süreçtir. Bu çerçevede orman

mühendisliği, iklim değişikliğine uyum sağlama ve ekosistem temelli çözümler üretme gibi işlevleriyle de ön plana çıkmaktadır.

Bu kitap bölümü, iklimle ilgili temel kavramların tarihsel gelişimi ile terminolojik değişimini incelemeyi amaçlamaktadır. Kavramsal çerçeve doğrultusunda, iklim değişikliğinin ifade biçimleri ulusal ve uluslararası literatür kapsamında değerlendirilmiştir. Bölüm boyunca savunulan temel görüş şudur: Kavramsal dönüşüm, mesleki dönüşümü de zorunlu kılar. Bu nedenle, küresel ısınma, iklim değişikliği ve iklim krizi gibi kavramlar yalnızca teorik ifadeler olmaktan öte, orman mühendisliğinin planlama, karar alma, uygulama ve etik boyutlarını doğrudan etkileyen işlevsel kavramlardır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE: KÜRESEL ISINMADAN İKLİM KRİZİNE

İklimle ilgili kavramlar, yalnızca doğa olaylarını tanımlayan teknik terimler olmayıp, bilimsel bulguların ifadesi, uluslararası politikaların çerçevesi ve kamuoyunun algısını şekillendiren güçlü söylemsel araçlardır (Grundmann ve Krishnamurthy, 2010; Plastina, 2022; Domingues, 2023). Son yıllarda iklim olgusunu tanımlamak için kullanılan terimlerdeki dönüşüm, bu alanın çeşitli boyutlarıyla giderek daha karmaşık bir yapıya büründüğünü ortaya koymaktadır. Bu anlamda iklim politikaları bilimsel, toplumsal ve yönetim boyutlarıyla çok katmanlı bir yapı oluşturmaktadır (Boasson ve Tatham, 2023).

“Küresel ısınma” terimi, özellikle 1980’lerden itibaren atmosferdeki sera gazı birikiminin Dünya’nın ortalama sıcaklığını artırmasıyla ilişkilendirilmiş ve erken dönem bilimsel uyarıların merkezi kavramı olmuştur (Khandekar vd. 2005). Ancak terimin sadece sıcaklık artışına odaklanması, iklim sisteminin diğer bileşenlerindeki değişimleri (örneğin yağış rejimleri, ekstrem hava olayları, deniz seviyesi yükselmesi) yetersiz temsil etmesine

yol açmıştır (IPCC, 2014). İklim değişikliğinin sadece fiziksel süreçlerle sınırlı kalmayıp, teknoloji, ekonomi, yaşam tarzı ve politika gibi alanlardaki insan tepkilerini de içeren daha kapsamlı ve disiplinler arası bir çerçevede ele alınması gerekmektedir (Moss vd., 2010).

Öte yandan son yıllarda, iklimsel değişimlerin etkileri artık yalnızca geleceğe dair olasılıklar değil, doğrudan deneyimlenen yıkımlar olarak gündeme gelmeye başlamıştır. Bu bağlamda “iklim krizi” kavramı, hem yaşanan çevresel bozulmanın aciliyetini vurgulamakta hem de karar alıcıları hızlı ve etkili adımlar atmaya zorlayan bir çerçeve sunmaktadır (Orlove vd. 2020; Haueis, 2024). Kavramsal düzeydeki bu dönüşüm, yalnızca terminolojik bir değişim değil; aynı zamanda iklim sorununa yönelik yaklaşımın, önceliklerin ve çözüm yollarının da yeniden şekillenmesini yansıtmaktadır.

Bu çalışma kapsamında ele alınan “küresel ısınma”, “iklim değişikliği” ve “iklim krizi” terimleri; yalnızca teorik düzlemde değil, aynı zamanda ormancılık başta olmak üzere doğa bilimlerinin ve çevresel politikaların pratik alanlarında da etkili olan işlevsel kavramlar olarak değerlendirilmiştir.

2.1. Küresel Isınma: Bilimsel Uyarıların İlk Dönemi

1980'li yıllarda kamuoyunun dikkatine sunulan ilk çevresel uyarılar genellikle küresel ısınma kavramı etrafında şekillenmiştir. Bu terim, atmosferdeki sera gazı birikiminin sıcaklık artışı üzerindeki etkisini vurgulamak amacıyla kullanılmıştır (Khandekar vd. 2005). 1988 yılında Birleşmiş Milletler çatısı altında Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) kurulması, bu kavramın uluslararası literatürde yaygınlık kazanmasında önemli bir eşik oluşturmuştur (IPCC, 2025).

Ormancılık disiplinde ise özellikle 19. ve 20. yüzyıllarda mikroklima ve bölgesel iklim koşulları (özellikle

orman örtüsünün yağış rejimi ve yerel su döngüsü üzerindeki etkileri) üzerine çalışmaların ön planda olduğu görülmektedir. Buna karşın, küresel ısınma terimi ancak iklim biliminin genel çevresel söylemlerinde ve popüler yazında görünürlük kazanmıştır (Ellison vd., 2017; De Frenne vd., 2021). Ancak ormanların karbon yutakları olarak işlevi ve bu işlevin küresel ısınma üzerindeki etkisi, bu dönemde ormancılık alanındaki mesleki ilgiyi artıran başlıca faktörlerden biri olmuştur. Küresel ısınma teriminin yalnızca sıcaklık artışına odaklanması, iklim sistemindeki diğer değişkenleri (örneğin yağış rejimleri, ekstrem olaylar, deniz seviyesi yükselmesi gibi) yeterince temsil edememesi nedeniyle, zamanla daha kapsayıcı bir kavram ihtiyacı doğmuştur. Bu bağlamda, iklim değişikliği ifadesi bilimsel, politik ve kurumsal belgelerde daha yaygın bir kullanım alanı bulmuştur.

2.2. İklim Değişikliği: Kapsayıcı ve Kurumsal Bir Terim

İklim değişikliği teriminin kurumsal ve söylemsel düzeyde ön plana çıkışı, özellikle 1980'lerin sonu ve 1990'ların başında belirginleşmiştir. Bu süreçte, 1987 yılında yayımlanan Brundtland Raporu (Ortak Geleceğimiz), sürdürülebilir kalkınma anlayışını iklim değişikliği bağlamında da ele alarak çevresel yönetişimde önemli bir dönüm noktası olmuştur (Bodansky, 2001). 1992 yılında gerçekleştirilen Rio Zirvesi'nde kabul edilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ise, iklim değişikliği teriminin hem uluslararası hukukta hem de devlet politikalarında resmîyet kazanmasını sağlamıştır (UNFCCC, 1992). 2000'li yıllara gelindiğinde ise, iklim değişikliği terimi yalnızca bilimsel söylemde değil, aynı zamanda medya ve siyasi aktörler tarafından da benimsenmiş; küresel ısınma kavramının sunmuş olduğu dramatik ve alarm verici çağrışımlardan kaçınmak isteyen çevrelerce daha nötr ve kapsayıcı bir alternatif olarak ön plana çıkarılmıştır (Schuldt ve

Roh, 2014). Böylece, küresel ısınma kavramının yerini giderek daha kapsayıcı bir içeriğe sahip olan iklim değişikliği terimine bırakmasına zemin hazırlamıştır. IPCC raporlarında da resmi olarak iklim değişikliği teriminin kullanılması, bu kavramın hem bilimsel hem de uluslararası politik söylemde yerleşmesini sağlamıştır. İklim değişikliği, yalnızca çevresel bir olgu değil; aynı zamanda sosyal, ekonomik ve politik boyutları olan, toplumsal kırılganlıkları derinleştiren çok yönlü bir kriz alanı olarak tanımlanmaktadır (Domingues, 2023).

Türkiye'nin ulusal politika belgelerinde de iklim değişikliği kavramının giderek artan biçimde strateji belgelerine, eylem planlarına ve mevzuat metinlerine yansıdığı görülmektedir. Özellikle karbon yutakları hesaplamaları, orman yangını riski yönetimi, tür seçimi ve rehabilitasyon projelerinde iklim değişkenlerinin dikkate alınması ormancılık uygulamalarına yansıyan somut örnekler olarak değerlendirilebilir. Bu kapsamda literatürde iklim değişikliği kavramının kalkınma planlarında zaman içinde artan sıklıkta kullanıldığı ve çevresel politika belgelerinde daha belirgin bir yer edindiği görülmektedir (Tekingündüz, 2019). Ancak, iklim değişikliği ifadesinin teknik ve görece nötr tonu, özellikle son yıllarda yaşanan çevresel bozulmanın hızına ve etkilerin aciliyetine karşı yetersiz kalmaya başlamıştır. Bu nedenle, bilim insanları, medya temsilcileri ve iklim hareketleri, kamuoyunu daha fazla harekete geçirebilecek şekilde “iklim krizi” ifadesini kullanmaya yönelmiştir (Haueis, 2024).

2.3. İklim Krizi: Aciliyet ve Tehdit Algısının Yükselişi

Geçmişte doğal süreçlerle meydana gelen iklimsel dalgalanmaları tanımlamak için kullanılan iklim değişikliği terimi, günümüzde insan faaliyetlerinin etkisiyle yaşanan, doğal nedenlerle açıklanamayan ciddi ısınma nedeniyle yerini iklim krizi kavramına bırakmıştır (Maipas ve Kavantzaz, 2024). "Kriz"

kelimesi, doğrudan "karar" anlamına gelen Yunanca kökenli "kriz" sözcüğünden türetilmiştir. Bu bağlamda iklim değişikliği de insanlık için bir karar anını ve yol ayrımını ifade eden gerçek bir krizi temsil etmektedir (Warren ve Clayton, 2020).

İklim değişikliği terimi uzun yıllar bilimsel ve politik tartışmaların merkezinde yer almışsa da 2000'li yılların ortalarından itibaren özellikle iklim krizi kavramı giderek daha fazla öne çıkmaya başlamıştır (Haueis, 2024). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli raporlarında yer alan sıcaklık artışının 2°C yerine 1.5°C ile sınırlandırılmasının dramatik farklar yaratacağına yönelik veriler iklim değişikliğinin tolere edilebilir bir sorun olmanın ötesinde, yönetilmesi gereken bir kriz haline geldiğini işaret etmektedir (IPCC, 2018). Bu kavramsal kayma yalnızca semantik bir değişiklikten ibaret değildir; bilimsel bulguların güçlenmesiyle birlikte, kamuoyunun iklim risklerine dair algısındaki değişim ve düşük karbonlu yaşama yönelik toplumsal yönelimler bu dönüşümün temelini oluşturmaktadır (Engels, 2016). Bu kapsamda iklim krizi ifadesi, yaşanmakta olan çevresel dönüşümün artık yavaş, öngörülebilir ya da uzak bir tehdit olmadığını; aksine acil, yıkıcı ve karmaşık sonuçlar doğuran bir gerçeklik olduğunu vurgulamaktadır.

İklim krizi söylemi, yalnızca bilimsel değil, aynı zamanda politika üretiminde yönlendirici bir araç olarak da işlev görmektedir. Bu durum, kırılgan toplulukların korunması ve iklim adaletinin sağlanması yönünde toplumsal talepleri güçlendirmektedir (Haueis, 2024). Sonuç olarak, iklim krizi kavramı, bilimsel gerçeklerle sosyal algıların kesişiminde şekillenmiştir. Bu kavram, yaşanan sorunların ciddiyetini ve çok boyutluluğunu yansıttığı gibi, acil ve kapsamlı müdahalelerin gerekliliğini de güçlü bir şekilde vurgulamaktadır.

3. KAVRAMSAL DÖNÜŞÜMÜN ORMAN MÜHENDİSLİĞİNE YANSIMASI

İklim değişikliği kavramında gözlemlenen söylemsel dönüşüm, bu kavramla doğrudan ilişkili alanların başında gelen orman mühendisliği disiplinine de yansımıştır. “Küresel ısınma” ile başlayan, “iklim değişikliği” ile derinleşen ve son olarak “iklim krizi” ifadesiyle aciliyet kazanan bu kavramsal evrim, orman mühendisliğinin planlama, uygulama ve karar alma süreçlerine de çeşitli şekillerde dahil olmuştur. Burada ilgili kavramların küresel sorunlar ölçeğinde değerlendirilmesi ve etkilerinin ulusal düzeyde görülüyor olmasının etkili olduğu bilinmektedir. Özellikle 2000’li yıllarla birlikte iklim değişikliği kavramı, ormancılık alanında karbon yutaklarının belirlenmesi, karbon stoklarının hesaplanması ve ekosistem temelli adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesi gibi uygulamalarda merkezi bir rol oynamıştır (Pramova vd. 2012; FAO, 2015). Süreç Türkiye’de de paralel bir şekilde ilerlemiştir. Son yıllarda iklim değişikliği kavramı politika belgeleri, akademik araştırmalar ve uygulama stratejileri düzeyinde giderek daha fazla görünürlük kazanmıştır. Son dönemlerde orman ekosistemlerinin karbon yutak alanları olarak değerlendirilmesi, karbon stoklarının hesaplanması ve bu kapsamda rehabilitasyon çalışmalarının yaygınlaştırılması ön plana çıkmıştır (Duyar, 2018; Pamukçu Albers vd., 2023). Orman Genel Müdürlüğü’nün iklim değişikliğine uyum ve azaltım hedefleri doğrultusunda yürüttüğü projelerde, özellikle ekosistem temelli adaptasyon yaklaşımlarının ve risk temelli planlamanın giderek daha fazla benimsendiği görülmektedir (OGM, 2020). Bu süreç, iklim değişikliğinin yalnızca çevresel değil, aynı zamanda mesleki ve yönetsel bir mesele olarak ormancılık disiplini içerisinde yeniden tanımlanmasına vurgu yapmaktadır (Korkmaz ve Adıgüzel, 2021). Son yıllarda ise iklim krizi söylemi, orman mühendisliğinde mesleki uygulamalarda daha fazla yer bulmaya başlamıştır (Atmış vd. 2022; Abay vd. 2022;

Birpınar 2022; Sürer ve Yazıcı, 2025). Kuraklık, sıcaklık artışı, ekstrem hava olaylarının sıklığındaki artış gibi etkiler; risk temelli planlama yaklaşımlarının öncelik kazanmasına yol açmıştır (Mısır ve Mısır, 2021). İklim değişikliğine bağlı çevresel kırılmalıkların belirlenmesi, ormancılık ekosistemlerinin iklim krizine karşı ne ölçüde baskı altında olduğunu ortaya koymaktadır (Özcan vd., 2018). Sonuç olarak, iklim terminolojisinde yaşanan kavramsal dönüşüm, ormancılık biliminin hem teorik çerçevesini hem de uygulama pratiklerini doğrudan etkilemiştir. Küresel ısınmadan iklim krizine uzanan bu söylemsel değişim, orman mühendisliğinin yalnızca teknik bir disiplin olmanın ötesine geçerek çevresel yönetim, risk yönetimi ve ekosistem dayanıklılığı gibi alanlarda da sorumluluk üstlenmesini gerekli kılmıştır. Günümüzde ormancılık uygulamaları, artık yalnızca orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimini değil, aynı zamanda iklim krizine karşı toplumsal ve ekolojik dirençliliğin artırılmasını hedefleyen bütüncül bir yaklaşıma evrilmiştir.

4. SONUÇ

İklimle ilgili kavramların zaman içindeki dönüşümü, çevre bilimlerinden sosyal politikalara kadar pek çok disiplinin söylemini ve yaklaşım biçimini yeniden şekillendirmiştir. “Küresel ısınma” ile başlayan süreç, “iklim değişikliği” kavramıyla daha kapsamlı bir çerçeveye oturmuş, “iklim krizi” söylemiyle ise aciliyet ve sorumluluk boyutlarını ön plana çıkarmıştır. Bu kavramsal dönüşüm, yalnızca dilsel bir farklılık değil; aynı zamanda doğaya, topluma ve yönetime ilişkin paradigmatik bir değişimi ifade etmektedir.

Orman ekosistemleri, iklim sisteminin ayrılmaz bir bileşeni olarak, karbon döngüsünün düzenlenmesi, biyoçeşitliliğin korunması ve ekosistem hizmetlerinin

sürdürülmesi açısından önemli bir rol üstlenmektedir. Bu nedenle, iklimle ilgili kavramsal dönüşüm, orman mühendisliğinin planlama, uygulama ve politika üretim süreçlerinde yeni sorumluluk alanları ortaya çıkarmıştır. Günümüzde ormancılık, yalnızca kaynak yönetimi odaklı bir meslek olmaktan çıkıp, iklim krizine karşı ekolojik direnci güçlendirmeye ve doğa temelli çözümler geliştirmeye odaklanan stratejik bir alan hâline gelmiştir.

Sonuç olarak, küresel ısınmadan iklim krizine uzanan kavramsal evrim, bilimsel söylemdeki değişimi olduğu kadar mesleki pratiğin dönüşümünü de yansıtmaktadır. Bu süreç, ormancılık biliminin geleceğinde iklim duyarlılığını merkeze alan, disiplinler arası iş birliklerine açık ve ekosistem temelli bir yönetim anlayışının kaçınılmaz olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Abay, E., Sözüay, K., Şahin, Ö. C., Temel, R. E., Tarhan, Y., & Mihçioğur, S. (2022). Küresel İklim Değişikliği ve Orman Yangınları Ülke ve Dünya Etkileri. *Sağlık ve Toplum*, 32(3), 3-13.
- Atmış, E., Tolunay, D., & Yıldız, D. (2022). İklim değişikliği ve Ormanlar Arasındaki İlişkinin Medyadaki Yeri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(3), 514-529.
- Birpınar, M. E. (2022). İklim krizi ve Türkiye. Yeni İnsan Yayınevi.
- Bodansky, D. (2001). The History of the Global Climate Change Regime. *International Relations and Global Climate Change*, 23(23), 505.
- Broecker, W. S. (1975). Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming?. *Science*, 189(4201), 460-463. <https://doi.org/10.1126/science.189.4201.460>.
- Bruine de Bruin, W., Kruke, L., Sinatra, G. M., & Schwarz, N. (2024). Should We Change the Term We Use for “Climate Change”? Evidence from a National US Terminology Experiment. *Climatic Change*, 177(8), 129.
- Boasson, E. L., & Tatham, M. (2023). Climate Policy: From Complexity to Consensus?. *Journal of European Public Policy*, 30(3), 401-424.
- De Frenne, P., Zellweger, F., Rodríguez-Sánchez, F., Scheffers, B. R., Hylander, K., Luoto, M., ... & Lenoir, J. (2021). Forest Microclimates and Climate Change: Importance, Drivers and Future Research Agenda. *Global Change Biology*, 27(11), 2279–2297. <https://doi.org/10.1111/gcb.15569>.

- Duyar, A. (2018). Türkiye Ormanlarındaki Rehabilitasyon Çalışmalarının Orman Varlığı ve Karbon Birikimine Katkısına İlişkin Bir Öngörü. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(2), 373-381.
- Domingues, J. M. (2023). Climate Change and its lexicon: An Analytical and Critical View. *International Journal of Politics, Culture, and Society*, 36(2), 163-178.
- Ellison, D., Morris, C. E., Locatelli, B., Sheil, D., Cohen, J., Murdiyarso, D., ... & Gaveau, D. (2017). The Enduring Link Between Forest Cover and Rainfall: A Historical Perspective on Science and Policy Discussions. *Forest Ecosystems*, 4(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40663-017-0124-9>.
- Engels, A. (2016). Anthropogenic Climate Change: How to Understand the Weak Links Between Scientific Evidence, Public Perception, and Low-Carbon Practices. *Energy and Emission Control Technologies*, 17-26.
- FAO (2015). FAO Assessment of Forests and Carbon Stocks, 1990-2015. Reduced Overall Emissions, but Increased Degradation. Rome.
- Feng, Q., Yang, H., Liu, Y., Liu, Z., Xia, S., Wu, Z., & Zhang, Y. (2024). Interdisciplinary Perspectives on Forest Ecosystems and Climate Interplay: A Review. *Environmental Reviews*, 33, 1-21.
- Grundmann, R., & Krishnamurthy, R. (2010). The Discourse of Climate Change: A Corpus-Based Approach. *Critical Approaches to Discourse Analysis Across Disciplines*, 4(2): 125–146.
- Haueis, P. (2024). Climate Concepts for Supporting Political Goals of Mitigation and Adaptation: The Case for

- “Climate Crisis”. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 15(5), e893.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri & L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- IPCC. (2025). *History of the IPCC*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/about/history/>
- Khandekar, M. L., Murty, T. S., & Chittibabu, P. (2005). The Global Warming Debate: A Review of the State of Science. *Pure and Applied Geophysics*, 162(8), 1557-1586.
- Korkmaz, M., & Adıgüzel, O. A. (2021). Türkiye'de Orman Kaynakları Yönetiminin İklim Değişikliğine Uyumuna İlişkin Değerlendirmeler. *Turkish Journal of Forestry*, 22(4), 417-425.
- Liu, M., & Huang, J. (2022). “Climate Change” vs.“Global Warming”: A Corpus-Assisted Discourse Analysis of Two Popular Terms in the New York Times. *Journal of World Languages*, 8(1), 34-55.
- Maipas, S., & Kavantzaz, N. (2024). Climate Crisis: A Term Used to Avert an Environmental Health Medieval Era. *Environmental Health Insights*, 18, 11786302231224582.

- Mehta, S. V., Polasky, S., & Tsakakis, E. (2024). The Role of Transdisciplinary Approaches in Environmental Economics. *Annual Review of Resource Economics*, 16.
- Mısıır, M., & Mısıır, N. (2021). Orman Yangınlarının İklim Değişikliği Açısından Değerlendirilmesi. *Forest Fires*, 33, 63-87.
- Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., Van Vuuren, D. P., ... & Wilbanks, T. J. (2010). The Next Generation of Scenarios for Climate Change Research and Assessment. *Nature*, 463(7282), 747-756. <https://doi.org/10.1038/nature08823>.
- OGM (2020). Ormancılıkta İklim Değişikliğine Uyum Stratejik Planı, Ankara.
- Orlove, B., Shwom, R., Markowitz, E., & Cheong, S. M. (2020). Climate decision-making. *Annual Review of Environment and Resources*, 45(1), 271-303.
- Özcan, O., Musaoğlu, N., & Türkeş, M. (2018). Assessing vulnerability of a forest ecosystem to climate change and variability in the western Mediterranean sub-region of Turkey. *Journal of Forestry Research*, 29(3), 709-725.
- Pamukçu Albers, P., Balkız, Ö., Çağlayan, S. D., Onay, T. B., Çalışkan, B. K., Ülker, E. D., ... & Özdemir, E. (2023). Üst Ölçekli Planlama Kapsamında Türkiye'deki Akdeniz Ekolojik Bölgesi Ormanlarında Karbon Tutumu. *Turkish Journal of Forestry*, 24(4), 346-366.
- Plass, G. N. (1956). The Carbon Dioxide Theory of Climatic Change. *Tellus*, 8(2), 140-154. <https://doi.org/10.3402/tellusa.v8i2.8969>.
- Plastina, A. F. (2022). Changing Discourses of Climate Change: Building Social-Ecological Resilience Cross-Culturally. *Text & Talk*, 42(4), 591-612.

- Pramova, E., Locatelli, B., Djoudi, H., & Somorin, O. A. (2012). Forests and Trees for Social Adaptation to Climate Variability and Change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 3(6), 581-596.
- Schafer, M., Hase, V., Mahl, D., & Krayss, X. (2023). From “Climate Change” to “Climate Crisis”? Analyzing Changes in Global News Nomenclature from 1996 to 2021. *Bergen Language and Linguistics Studies*, 13(1).
- Schipper, E. L. F., Dubash, N. K., & Mulugetta, Y. (2021). Climate Change Research and the Search for Solutions: Rethinking Interdisciplinarity. *Climatic Change*, 168(3), 18.
- Schuldt, J. P., & Roh, S. (2014). Media Frames and Cognitive Accessibility: What Do “Global Warming” and “Climate Change” Evoke in Partisan Minds? *Environmental Communication*, 8(4), 529–548.
- Sürer, M. İ., & Yazıcı, N. (2025). İklim Krizi ve Plastik Kirliliği: Su ve Orman Ekosistemlerinde Tehditlerin Kesişimi. Gece Kitaplığı.
- Tekingündüz, G. (2019). Küresel İklim Değişikliği ile İlgili Uluslararası Girişimler ve Türkiye Ormancılık Politikası Açısından Çözümler. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
- Türkiye Ulusal Ormancılık Programı (2004). (Bakanlık Yayın No: 266). Ankara, Türkiye. Erişim adresi: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/tur169415.pdf>
- UNFCCC. (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change. United Nations. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>.

Warren, C., & Clayton, D. (2020). Climate change, COP26 and the Crucible of Crisis: Editorial Introduction to the Special Issue. *Scottish Geographical Journal*, 136(1-4), 1-4.

EKOTURİZM İLE YABAN HAYATI ARASINDAKİ BAĞI DOĞRU ANLAMAK

Nuri Kaan ÖZKAZANÇ¹

Hikmet Batuhan GÜNŞEN²

1. GİRİŞ

Son yarım yüzyılda turizm kavramı içinde önemli yer tutmaya başlayan ekoturizm her geçen gün daha da fazla ilgi odağı olmaktadır. Bununla birlikte ekoturizmle bağlantılı olarak birçok yeni terim ve kavram da ortaya çıkmıştır. Bu kavramlar arasında doğa turizmi, doğa-temelli veya doğa-odaklı turizm, yaban hayatı turizmi, macera turizmi, yeşil turizm, alternatif turizm, sürdürülebilir turizm, uygun turizm, doğa tatili, bilinçli turizm, araştırma/inceleme turizmi, bilimsel turizm, kültür turizmi, düşük etkili turizm, agro-turizm, kırsal turizm ve yumuşak turizm sıklıkla kullanılmaktadır (Erdoğan, 2003).

Bu bağlamda ekoturizmin en önemli bileşenlerinden biri olan ve birçok kişi tarafından merakla ve zevkle yapılan turizm etkinliği de yaban hayatı turizmidir. Peki bugün birçok ülkede farklı aktiviteler içinde gerçekleştirilen yaban hayatı turizminin her uygulaması gerçekten de masum mu? Faydaları ya da doğurduğu sorunlar nelerdir? Birçok araştırmacı bu konuya farklı yönlerden yaklaşarak çalışmalar yapmaktadır. Bu çalışma ile yaban hayatı turizminin dünyadaki ve Türkiye'deki durumunun bir değerlendirilmesi yapılarak ekoturizm içindeki yeri

¹ Doç. Dr., Bartın Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, nozkazanc@bartin.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7098-447X.

² Dr. Öğr. Üyesi, Bartın Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, hgunsen@bartin.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3724-0633.

sorgulanmıştır. Bunun için öncelikle ekoturizm ve yaban hayatı turizmi konularında hem ulusal hem de uluslararası düzeyde yapılan bilimsel araştırmalar ile hazırlanan resmi istatistikler ve sektör raporları incelenmiştir. Daha sonra ekoturizmin tanımı, kapsamı ve ilkeleri ile araştırma konusu hakkında genel bir çerçeve çizilmiştir. Bu çerçeve kapsamında ekoturizm ile yaban hayatı arasındaki etkileşim, yaban hayatı turizminin uygulama şekilleri ve bu uygulamaların doğal ve kültürel kaynaklar üstünde yarattığı baskılar ortaya konmaya çalışılmıştır. Ardından resmi istatistikler ve hazırlanan raporlar dahilinde dünyada ve Türkiye’de genelde yaban hayatı turizmi özelde ise av turizmi tüm yönleriyle değerlendirilmiştir. Sonuç bölümünde ise Türkiye’de ekoturizm ile yaban hayatı arasındaki bağın doğru anlaşılıp anlaşılmadığı ortaya konmuştur.

2. EKOTURİZMİN TANIMI, KAPSAMI VE İLKELERİ

İlk olarak 1983 yılında Hectord Ceballos-Lascurain tarafından dile getirilen ekoturizm kavramı bozulmamış doğal alanlara belirli bilimsel amaçlar ile ve manzara seyri, yaban hayatı ve doğal bitki örtüsünden keyif almak için bireysel ya da küçük gruplar halinde yapılan seyahat olarak tanımlanmıştır. Mayıs 2002’de yapılan Dünya Ekoturizm Zirvesinde ise ekoturizm terimi "yeryüzünün doğal kaynaklarının sürdürülebilirliğini güvence altına alan, bunun yanı sıra yerel halkların ekonomik kalkınmasına destek olurken, sosyal ve kültürel bütünlüklerini koruyup gözetilen bir yaklaşım ya da tavır" olarak benimsenmiştir (Çorba, 2019). Bu kavram içinde ekoturizm, doğal alanlara bilimsel ya da keyif amaçlı ile yapılan manzara, yaban hayatı ve bitki örtüsünü keşif için yapılan seyahatler olarak dile getirilmiştir. Genel anlamda çevrenin korunmasını sağlayan, yerel halkın refahını gözetilen, doğal alanlara karşı duyarlı

seyahatler olarak tanımlanan ekoturizmde aktif ve tüketici bir alan kullanımından ziyade keşif, macera, rekabet, birlikte hareket, dostluk, doğa bilinci gibi birçok içsel ve dışsal etken yer almaktadır. Düzgün ve Kurt (2021) ekoturizmi “çevreyi koruyan ve yerel halkın refahını artıran, doğal alanlara yapılan sorumlu seyahat” olarak tanımlarken, bir diğer tanımlamada ise ekoturizm “bir yerdeki geçmişte ve şimdi var olan kültürel ifadeler kadar, doğa, yaban hayatı ve bitkileri incelemek, doğaya hayranlık, görünüşünden zevk alma gibi belli amaçlar için kısmen bozulmamış veya kirletilmemiş doğal alanlara yapılan seyahat” olarak tanımlamıştır (Kaya ve Yıldırım, 2020).

Birçok araştırmacı ve kurum tarafından farklı şekillerde tanımlanan ekoturizm teriminde ortak nokta ekoturizm ile bölgenin doğal ve kültürel kaynaklarının korunacağı, yerel halkın sosyal ve ekonomik olarak kazanç elde edeceği ve bu faaliyetlerin bozulmamış alanlarda bireysel ya da küçük gruplar halinde yapılan bir turizm türü olduğudur (Erduran vd., 2012).

20. yüzyıl sonlarına doğru doğanın korunması ve sürdürülebilirliği anlayışının yaygınlaşması ile yaygın kitle turizmine karşı bir tepki ve alternatif olarak ortaya çıkan ekoturizm, geleneksel turizmin aksine oluşabilecek tüm olumsuz etkilerin azaltılmasını hedeflemektedir (Düzgün ve Kurt, 2021; Bezer Kılıç, 2006). Tüketici bir anlayış içermeyen ekoturizm temelde doğayı ve kültürü koruma amacındadır. Bu amacı gerçekleştirirken de bazı ilkelere sadık kalınması gerekmektedir. Uluslararası Ekoturizm Topluluğu ekoturizmin ilkelerini aşağıdaki gibi sıralamıştır (IES, 2025):

- Fiziksel, sosyal, davranışsal ve psikolojik etkiler en aza indirilmelidir.
- Çevresel ve kültürel farkındalık ve saygı yaratılmalıdır.
- Hem ziyaretçiler hem de ev sahipleri için olumlu deneyimler sağlanmalıdır.

- Koruma için doğrudan finansal faydalar sağlanmalıdır.
- Hem yerel halk hem de özel sektör için finansal faydalar elde edilmelidir.
- Ev sahibi ülkelerin siyasi, çevresel ve sosyal iklimlerine duyarlı hale gelen ziyaretçilere, unutulmaz deneyimler sunulmalıdır.
- Düşük etkili tesisler tasarlanmalı, inşa edilmeli ve çalıştırılmalıdır.
- Yerli halkın hakları ve manevi inançları tanınmalı ve onların güçlenmesi için birlikte çalışılmalıdır.

Birçok ekoturizm savunucusu, ekoturizmin önemli bir bileşeninin de turistlere çevresel eğitim veya bilgi sağlanması olduğunu savunmaktadır (Wight, 1993). İdeal bir ekoturizm, çevresel ve sosyal etkisinin düşük olması, maliyetin az ve yerel halkın gelir elde etmesi sebebi ile doğal alanların korunması için yerel bir teşvik kaynağı olabilir (Şekercioğlu, 2002). Ekoturizmin geliştirilmesinden birçok fayda sağlanması mümkün olmakla birlikte, önerilen tüm ekoturizm projelerinin yerel topluluklara yeteri kadar ekonomik fayda sağlayamayacağı, doğanın korunması için kullanılabilecek bütçenin tükenebileceği ve korunan biyolojik çeşitliliğin zarar görebileceği de gözden kaçmamalıdır (Tisdell, 2003).

Ekoturizmin sistemli ve sürekli bir şekilde devamlılığının sağlanması yerelde ve genelde yapılacak olan sürdürülebilir bir planlama ile sağlanabilmektedir. Bezer Kılıç (2006) bölgesel ya da ulusal ölçekli planlamalarda mekânsal analiz, finansal fizibilite, çevresel değerlendirme ve alan kullanımı, yerel ölçekte ise planlamalarda duyarlı mimari, mühendislik tasarımları ve peyzaj bileşenlerinin etkili olduğunu belirtmektedir. Ekoturizm faaliyetlerinin temel motivasyonu, doğayı ve yerel geleneği doğal ortamlarda gözlemlemek olmalıdır. Bu amaçla doğanın

korunması, yerel halkın sosyal ve ekonomik olarak refaha kavuşması, ekoturizm faaliyetleri sonucunda çevrenin en az zarar uğraması amaçlanır (Düzgün ve Kurt, 2021). Ekoturizm tüm bu amaçların yanında mutlak faydayı hedeflemekte ve biyolojik çeşitliliğin ve biyolojik açıdan zengin alanların korunması için gelir elde edilmesinde de bir etkiye sahiptir (Barna vd., 2011).

Çok geniş bir etkinlik çerçevesine sahip olan ekoturizm faaliyetleri safari ve yaban hayatı gözlemciliği, dağ turizmi, mağara turizmi, macera turizm, tekne gezileri, rafting, kano, kayak, doğa yürüyüşü, kaya tırmanışı, kuş gözlemciliği, doğa fotoğrafçılığı, bitki gözlemciliği, kampçılık, olta balıkçılığı, mağaracılık, kelebek fotoğrafçılığı, tarım ve çiftçilik, hasat günleri, bisiklet, yayla turizmi, binicilik, karavan, yamaç paraşütü gibi birçok doğa temelli faaliyeti kapsayabilmektedir.

3. EKOTURİZM VE YABAN HAYATI ARASINDAKİ ETKİLEŞİM

Korunan alanlar içinde oldukça önemli bir yere sahip olan yaban hayatı; barındırdıkları türler ve popülasyonları, habitat bozulmaları, kaçak avcılık, artan tarımsal faaliyetler, doğal kaynakların aşırı ve yasa dışı kullanımı, tercih edilen hükümet politikaları ve uygulamaları, mevzuattaki eksiklikler, bu alanların yönetimine ayrılan bütçe ve uzman personeldeki yetersizlikler gibi bazı faktörler nedeniyle ciddi anlamda sınırlanmaktadır (Birhan ve Gebreves, 2015). Günümüzde birçok ülkede yaban hayatı yönetimi ve korunmasına yönelik birçok sorun vardır. Bunları yaban hayatına ilişkin olumsuz algılar ve koruma eksikliği, çevre bilincinin yetersizliği, hızlı nüfus artışı, arazinin bölünmesi ve habitat parçalanmaları, kültürel ve sosyal değişimler olarak sıralamak mümkündür. Artan çevre bilincine paralel olarak birçok insan tarafından doğaya olan merakın zamanla potansiyel bir fayda sağlaması ile yaygınlaşan

ekoturizm, yaban hayatı özelinde de zaman içinde habitatların korumasında önemli bir etken olmuştur (Bezer Kılıç, 2006).

1950’lerden itibaren hızla gelişmeye başlayan yaban hayatı turizmi, devletlere ait milli parklarda ve av koruma alanlarında yaban hayatını izleme şeklinde başlamış ve birçok turist, yaban hayvanı türlerini kendi yaşam alanlarında görmeyi, onlarla etkileşime girmeyi ve gerçek yaşam alanlarına çok daha yakın bir deneyim yaşamayı tercih etmiştir (Birhan ve Gebreves, 2015). Bu şekliyle yaban hayatı turizmi diğer birçok ekoturizm faaliyeti ile etkileşim içindedir.

Yaban hayatına dayalı bir turizm destinasyonuna karar vermeden önce alansal ölçekli olarak; hangi tür faaliyetlerin sağlanabileceği, bunların ne kadar yaygın uygulanabileceği, bölgedeki yaban hayvanı türleri, yasal statüler ve yaban hayatı üzerindeki potansiyel etkiler mutlak surette değerlendirilmelidir (Fernandez vd., 2009).

Ekoturizm temelde, kitle turizminin tersine yapıldığı yerdeki doğal varlıkları tüketmeye yönelik değildir. Buna rağmen dünya genelinde ekoturizm adı altında yapılan turizm çalışmalarını bazı araştırmacılar tüketici olan ve olmayan aktiviteler olarak gruplandırabilmektedir. Konu yaban hayatı açısından ele alındığında ise; yaban hayatı temelli turizm faaliyetleri içinde yaban hayatı gözlemciliği ve yaban hayatı fotoğrafçılığı tüketici olmayan aktiviteler olarak değerlendirilirken, yakalama, avlama, alıkoyma, toplama ise tüketici olan aktiviteler olarak değerlendirilebilmektedir. Ancak yukarıda da belirtildiği gibi, ekoturizmin amacı ve ilkeleri göz önünde bulundurulduğunda, günümüzde av turizmi gibi tüketici aktivitelerin yaban hayatı turizmi adı altında yürütülmesi uzmanlar tarafından kaygıyla izlenmektedir (Erdoğan, 2016; Sarı ve Arpacık, 2020).

Yaban hayatı turizmi aktiviteleri birçok araştırmacı tarafından farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Çoğunlukla yapılan aktiviteler birbirinin içine geçmiş olsa da temel aktivite hedefi dikkate alındığında yaban hayatı gözlemciliği, yaban hayatı beslenmesi, yaban hayatı yürüyüşleri, yaban hayatı fotoğrafçılığı ve av turizmi gibi bir sınıflama yapmak mümkündür. Her bir sınıfa aşağıda ayrıntılı olarak değinilmiştir.

3.1. Yaban Hayatı Gözlemciliği

Yaban hayatı gözlemciliği belli bir zamanda ya da bölgede bulunan yaban hayvanlarını bilimsel, yönetsel ya da hobi amacı ile izleme, envanterlerini yapma ya da sadece doğada o türü canlı olarak görme amacı ile yapılan bir aktivitedir (Özkazanç, 2018). Bu tip aktiviteler memeliler, kuşlar, böcekler ve kelebekler, deniz canlıları ya da sürüngenleri gözlemek için yapılabilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Serengeti Ulusal Parkında, Tanzanya, yaban hayatı gözlemi (F: A. Niksarlı).

Yaban hayatı gözlemleri belli bir bölge ya da mevsimde özel bir destinasyonda yer alan doğal ya da yabani canlı türleri ve bunların habitatlarındaki doğal güzellikler, ekolojik değerler dikkate alınarak uygulanmaktadır (Orhan ve Karahan, 2010).

Ekoturizm ilkelerine bağlı olarak yapılan yaban hayatı gözlemciliği turistlerin yaban hayatını gözlemleme ve inceleme arzularını yerine getirmeleri yanında birçok yaban hayvanı türünün ve yaşam alanlarının korunmasına da olumlu katkı sağlamaktadır (Badoğlu, 2019). Son yıllarda oldukça merak edilen ve rağbet gören yaban hayatı izleme turizmi yaban hayvanlarını görmek isteyen kişilerin, özellikle Afrika kıtası gibi yaban hayvanlarını daha iyi ve kolay görebilecekleri yerlere gitmeleri ve faaliyetlerde bulunmaları sonucu ortaya çıkmıştır. Bu tip turistler özellikle endemik ya da nadir yaban hayvanlarını doğal ortamlarında izlemek, fotoğraflarını çekmek ve belgelemek için özel turlar oluşturulmakta ya da mevcut turlara katılmaktadır.

Yaban hayatı gözleme yöntemlerden biri olan kuş gözlemciliği tüm dünyada en hızla büyüyen ve ilgi gören etkinlik olarak bilinmektedir (Düzgün ve Kurt 2021). Kuş gözlem aktiviteleri yöresel kalkınma ve biyoçeşitlilik bilincinin artması ve dolayısı ile doğal alanların korunması açısından potansiyel bir etkiye sahiptir. Kuş gözlemciliği yöre halkının ekonomik gelişimi, alanın biyolojik çeşitliliğinin korunması, bölgesel koruma ve halkın ekoturizme teşvik edilmesi açısından diğer birçok ekoturizm türüne göre daha etkili bir uygulamadır (Dinç ve Ok, 2022). Dünyada çevreye zarar vermeyen en iyi doğa faaliyeti olarak değerlendirilen kuş gözlemciliği özellikle Batı Avrupa'da ve Amerika'da çok yaygın bir etkinliktir.

Kalabalık olmayan dönemlerde ve nispeten daha az tercih edilen alanlarda yapılan kuş gözlemleri ekonomik açıdan yöreye katkı sağlaması yanında çevresel etkisinin çok düşük olması, genellikle eğitilmiş ve kültürlü insanlar tarafından yapılmasından dolayı yaban hayatı turizminin en güzel örneklerindendir (Dündar, 2023). Çoğu kuş gözlemcisi, gittikleri alanlardaki yerel, endemik, nadir veya göçmen kuş türlerinin yaşamlarını gözlemlemek ve belgelemek için çaba sarf ederler. Ayrıca belgedikleri kuşları internet üzerinden yayınlarak o bölgenin

tanıtımına da destek olurlar. Bu amaçla uluslararası kuş gözlemcileri eBird çatısı altında toplanarak 100 milyon gibi bir üyeye ulaşmıştır. Ülkemiz özelinde ise TRAKUS adlı online platformda yaklaşık olarak 8800 kuş gözlemcisi yer almaktadır. Doğal alanları nispeten bozulmamış olan az gelişmiş ülkelerdeki kuş gözlem turizminin potansiyelini çoğunlukla gelişmiş ülkelerden gelen turistler oluşturmaktadır.

3.2. Yaban Hayatı Beslemesi

Yaban hayatı beslemesi, yaban hayvanlarının doğal ya da yapay besinler ile bilinçli olarak beslenmesi ya da yemlenmesi ilkesine dayanan bir aktivitedir (Özkazanç ve Yiğit, 2023). Memeli ve kuşlar yanında özellikle egzotik deniz canlılarını besleme oldukça yaygın bir destinasyondur.

Yaban hayatı beslemesi son yıllarda ilgi gören bir turizm aktivitesi olmakla beraber çevreye ve yaban hayatına olan olumlu ve olumsuz etkilerinden dolayı tartışma konusudur. Resmî kurumlar ya da yaban hayatı turizmi ile uzmanlar tarafından denetim altında yapılan beslemeler bilinçli bir besleme olarak değerlendirilebilmektedir. Bu tür beslemeler özellikle kurak geçen ya da ekstrem soğuk olan mevsimlerde yaban hayatına olumlu katkı sağlamaktadır. İnsanlar tarafından doğal alanlara bilinçsiz, rastgele ve kontrolsüz bırakılan çoğunlukla da atık niteliği taşıyan yiyeceklerle besleme ise ne kadar masumane gözüксе de doğal ortama ve yaban hayvanlarına zarar vermektedir (Özkazanç ve Yiğit, 2023). Yaban hayatı turizmi düşüncesiyle yapılan beslemelerin tamamen yasaklamasından tümüyle desteklenmesine kadar değişen farklı birçok görüş, politika, mevzuat ve uygulama vardır (Orams, 2002). Örneğin Kanada araştırma ve korunan alan ve yaban hayatı yönetimi için beslemeyi sınırlandırmışken, turizm temelli yaban hayatı beslemesini tamamen yasaklanmıştır (Dubosin ve Fraser, 2013).

3.3. Yaban Hayatı Yürüyüşleri

Yaban hayatı yürüyüşleri, yaban hayvanı olmasına rağmen doğal yaşam ortamından kopartılıp ehlileştirilen ve eğitilen yaban hayvanlarının turistleri üzerinde gezdirmesi ile yapılan bir turizm şekli olarak tanımlanmaktadır (Yenişehirlioğlu ve Cihangir, 2021).

Yaban hayatı yürüyüşü bir nevi safari temeline dayanmakla birlikte burada ulaşım için bazı yaban hayvanlarının kullanılması söz konusudur. Özellikle Hindistan'da filler, bazı Afrika ülkelerinde develer kimi zaman da deve kuşları ile yapılmaktadır. Ancak dünya genelinde bu turizm türü özellikle hayvan hakları savunucuları tarafından reddedilmektedir. Çünkü yaban hayatı yürüyüşlerinde kullanılan yaban hayvanları, doğal habitatlarından uzaklaştırılmakta, eğitilmeleri sırasında sıklıkla şiddete maruz kalmakta, doğal olarak beslenememekte ve yürüyüş esnasından insanların kötü davranışları ile karşı karşıya kalabilmektedirler.

3.4. Yaban Hayatı Fotoğrafçılığı

Yaban hayatı fotoğrafçılığı, yaban hayvanı gözlemciliği ile aynı ilke ve prensipler doğrultusunda yapılmaktadır. Yaban hayatı turizmi faaliyetlerinde bulunan hemen her kişinin aynı zamanda yaban hayatı fotoğrafları çekmeye çalıştığı da mutlak bir gerçektir. Ancak gerçek anlamda yaban hayatı fotoğrafçılığı belirlenen hedef tür ya da türler üzerine yapılan faaliyetlerdir. Burada temel amaç fotoğraftır. Örneğin bir yaban hayatı gözlemcisi için yeni türleri görmek, onları izlemek ve haklarında bilgiler edinmek temel amaç iken, bir yaban hayatı fotoğrafçısının temel amacı türün morfolojik özelliklerini de yansıtan en iyi fotoğraf karesini yakalamaktır. Bu noktada yaban hayatı fotoğrafçıları iki ana prensip ile doğaya gitmektedirler. Bunlardan ilki en nadir bilinen ya da en az fotoğrafı bulunan türleri fotoğraflamak, diğeri ise herhangi bir türün en iyi fotoğrafını

çekmek. Bu tamamen fotoğrafçının arzuları doğrultusunda gelişmektedir. Yaban hayatı fotoğrafçılığı yaban hayvanı seslerini kullanma, yemleme yapma gibi bazı istisnai durumlar hariç doğaya en az zarar veren destinasyonlardan biridir.

3.5. Av Turizmi

Yaban hayatı turizmi aktiviteleri içinde şüphesiz ki en çok tartışılanı av turizmidir. Bazı yazarlar av turizmi uygulamalarının, turizm faaliyetlerinin çeşitlendirilmesi, turizm hareketlerinin ülke geneline ve tüm yıla yayılması ile sosyo-ekonomik kalkınmanın homojen dağılımının sağlanmasında oldukça etkili olduğunu iddia etmektedir. Av turizmi kapsamında, av işletmeleri ve av turizmi ruhsatı olan turizm acenteleri tarafından avcı turistler için bölgesel ve dönemsel olarak av turizm faaliyetleri düzenlenmektedir (Kaya ve Yıldırım, 2020). Ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan av turizmi çoklukla lüks ya da pahalı bir ekoturizm (!) türü olarak görülmektedir. Diğer yaban hayatı turizm faaliyetleri ile karşılaştırıldığında, avcı turistlerin kullandığı avlanma malzemeleri ve ekipmanları mutlaka yeterli olmalıdır. Bu ekipmanların özellikle de silah ve mermilerin pahalı olması ayrıca rehber hizmeti ve barınma yerlerinin gerekmesi bu destinasyonun pahalı bir faaliyet olmasının en önemli sebeplerindendir (Arıcı, 2022). Bununla birlikte alana gelen avcı turistlerin yerel, bölgesel ve ulusal düzeyde ekonomiye sağladıkları katkıların diğer tüm faaliyetlere oranla çok daha fazla olduğu ifade edilmektedir. Bu gelirlerin temelini ekipman, ulaşım, barınma, rehber ve av turizmi sonunda vurulan hayvanın özellikleri oluşturmaktadır (Özer, 2020).

Her ne kadar bir çok yaban hayatı ve ekoturizm uzmanı tarafından av turizmi desteklenmeyen bir uygulama olsa da, Sarı ve Arpacık (2020) doğru ve detaylı olarak verilmiş bir yaban hayatı eğitiminin, av turizminin uzmanı kişilerce yönetilmesinin, hedef türün taşıma kapasitesi üzerinde bulunan alanlarda ve daha

iyi ve kaliteli bir popülasyon sağlamak amacı ile yaşlı ve hastalıklı bireylerin avlanması prensibi ile yapılmasının sürdürülebilir yaban hayatı yönetimi açısından zarardan çok faydalı sağlayacağını iddia etmektedir.

4. YABAN HAYATI TURİZMİNDE DOĞAL VE KÜLTÜREL KAYNAKLAR ÜSTÜNDEKİ BASKI

İster genel anlamda ister yaban hayatı ölçeğinde olsun ekoturizm çevreye duyarlı bir yaklaşıma sahip olsa da kaynak kullanımı ve faydalanmaya bağlı olarak az ya da çok olumsuz etkiler de yaratabilmektedir. Buradaki olumsuz etkiyi arttıran etmenlerden birisi planlamadır. Planlama yapılmadığında ya da yanlış bir planlama olduğunda yaban hayatı turizmi doğal bitki örtüsünün tahrip olmasına, yerel kültürün olumsuz etkilenmesine ve yaban hayvanlarının habitatlarının bozulmasına, strese girerek üreme düzenlerinin bozulmasına ve nesillerinin tükenmesine neden olabilmektedir. Bu olumsuz durumların oluşmasını engellemek ya da en aza indirmek için alana özgü doğru bir planlama yapılması, taşıma kapasitesinin doğru belirlenmesi, ilgili kurumların ve personellerinin kapasitelerinin geliştirilmesi çok önemlidir.

Ancak işler bazen planlandığı gibi gitmeyebilmektedir. Winkler (2011) iyi tasarlanmış ve yerel halka önemli teşvikler sunan yaban hayatı turizm planlarının dahi habitat ve yaban hayatı koruma açısından dönem dönem yeterli kalamadığını ifade etmektedir. Bunun sebepleri birçok ulusal ve uluslararası etkenlere bağlansa da temel sorunun, kaçak avlanma başta olmak üzere farklı yasa dışı faaliyetlerin kontrol altına alınamaması olduğu bilinen bir gerçektir. Yaban hayatı ve habitatların korunmasında en uygun seviyeye ulaşmak için doğa koruma ve

ekonomik kalkınma hedeflerini birbirinden ayırmak gerekmektedir.

Birçok durumda, yaban hayatı popülasyonlarını, dağılımlarını ve habitatlarını izlemek için yeterli araştırma verilerinin olmaması, bir türü veya popülasyonu nihai olarak kurtarabilecek yönetim ve koruma kararlarının zamanında alınmasını engellemektedir. Bu durum özellikle gelişmekte olan ülkelerde nadir ve tehlike altında olan türler için çok daha büyük bir sorundur. Çünkü bu ülkelerde yaban hayatının var olduğu korunan alanları yönetmekten sorumlu kurumların etkili koruma stratejileri oluşturmak için ne yeterli ekonomik kaynakları ne de yeterli uzman personelleri vardı (Birhan ve Gebreves, 2015).

Yaban hayatı turizminin gelişmesi hiç kuşkusuz ki ekonomik açıdan yerel halk ve girişimcilere fayda sağlamaktır (Tisdell, 2003). Bu bağlamda yaban hayatı turizmi faaliyetlerinde rehberlik, ulaşım ve konaklama hizmetleri en önemli ekonomik fayda kalemleri arasında yer almaktadır (D’Cruze vd., 2017). Bu şekildeki gelişen bir yaban hayatı turizmi, toplum tabanlı ve sürdürülebilir bir yaban hayatını ve doğa korumayı mümkün kılacaktır.

Tüm bunların yanında yaban hayatı turizmi faaliyetlerinin yaban hayatı üzerine farklı olumsuz etkilerinin de olabileceği belirtilmektedir (Moorhouse vd., 2015). Kandır (2007), bu olumsuz etkileri; yapılaşma ve teknolojiye bağlı olarak oluşan çevresel değişimler ve gelişmeler; kampçılık, materyal toplama gibi aşırı faydalanma sonucu oluşan yoğun turist baskısı; ulaşım ağlarının plansız ve aşırı artması; kullanıcıların eğlence, mangal gibi aktiviteleri sonucunda oluşturdukları atıklar ve gürültü kirliliği; kasıtlı olarak yapılan doğa tahribatı ve yasa dışı avlanma olarak özetlemiştir. D’Cruze vd. (2017) ise farklı bir perspektiften bakarak, yaban hayatına olan olumsuz etkileri; başta üreme ve besin arama gibi hayvan davranışlarının bozulması, temasa dayalı

kasti olmayan yaban hayvanı ölümleri, yabanıl özelliklerin kaybolması olarak dile getirmektedir. Özellikle bazı Afrika ülkelerinde yaban hayvanlarının boynuz, pençe ve diş gibi vücut parçalarının hediyelik eşya olarak ziyaretçilere satılması onların yasa dışı avlanmalarına ve dolayısıyla yaban hayatı kayıplarına sebep olmaktadır (Kunter ve Ünal 2009).

5. DÜNYADA YABAN HAYATI TURİZMİ

Bireysel ya da küçük gruplar halinde yapılan ekoturizmde veri toplamak ve derlemek oldukça güç olmaktadır. Bazı uygulamaları ekoturizmin genel ilkeleri ile tam uyuşmasa da bir ekoturizm çeşidi olarak değerlendirilen yaban hayatı turizminde ise görece daha fazla ve sistematik veri bulunabilmektedir.

Dünya genelinde en büyük ve tercih edilen araştırma kuruluşlarından birisi olan Grand View Research'in Yaban Hayatı Turizm Pazarı Analiz Raporu (2023-2030) dünya genelinde yapılan yaban hayatı turizmi ve onun gelecek perspektifi açısından önemli ip uçları vermektedir. Raporda öne çıkan noktalara aşağıda değinilmiştir (GVR, 2025):

Dünyada yaban hayatı turizmi pazar büyüklüğünün 2022 yılında 154,65 milyar ABD doları olduğu ve bunun yıllık %8'lik bir büyüme hızıyla 2030 yılına kadar 286,86 milyar ABD dolarına ulaşacağı öngörülmektedir.

Dünya Bankası gibi büyük kurumlar yaban hayatı turizminin gelişimine dahil olmakta, yaban hayatını ve habitatlarını korumak için yaban hayatı temelli ekonomileri teşvik etmekte, yaban hayatı suçlarıyla mücadele etmekte ve yasadışı yaban hayatı ticaretine olan talebi azaltmak için çalışmaktadırlar. Dünya Bankasının yanında Birleşmiş Milletler Dünya Turizm Örgütünün (2024 yılının başında yeni adı Birleşmiş Milletler Turizm Ajansı oldu) Chimelog Girişiminin

yaban hayatı alanlarının korunması için yaptığı çalışmalar ile Afrika ve Asya Pasifik bölgesindeki ülkelerde hükümetlerin sürdürülebilir turizmi teşvik edici uygulamaları ileriki yıllarda yaban hayatı turizmi sektörünü daha da büyütecektir.

Yaban hayatı turizminin bir ülke için neden önemli olduğunu anlamak için birkaç örneğe bakmak yerinde olacaktır: Amerika Birleşik Devletlerinin (ABD) kuzeyinde Wyoming'de 2,2 milyon dönümlük volkanik araziye kapsayan, 67 memeli türüne ev sahipliği yapan, geniş ormanları, sıradağları ve en yüksek irtifa gölünü barındıran Yellowstone Milli Parkını 2021 yılında 4,86 milyon kişi ziyaret etmiştir. Bu sayı milli parkın şimdiye kadar ulaştığı en yüksek ziyaretçi sayısıdır. Düzenlenen büyük kanyon ve buzul turları ile bizonların, kurtların ve ayıların izlenebilmesi ve fotoğraflanabilmesi Yellowstone Milli Parkını ABD'de yaban hayatı turizminde bir cazibe merkezi haline getirmiştir. Afrika kıtasındaki ülkelerde ise yaban hayatı turizmi ülkedeki istihdam ve gelirlerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Birleşmiş Milletler Turizm Ajansının raporuna göre, Afrika'daki 14 ülke korunan alanlara giriş ücretinden yaklaşık 142 milyon ABD doları gelir elde etmektedir. WWF tarafından hazırlanan bir başka rapor, tüm doğal miras alanlarının %93'ünün rekreasyon ve turizm tarafından desteklendiğini ve bunların %91'inin istihdam sağladığını göstermektedir.

Yaban hayatı turizmi, yerel ekonomilere istikrarlı bir gelir akışı sağlayarak yerel toplulukların gelişimine önemli katkılar sağlamaktadır. Örneğin Kenya'da doğa koruma için bir araya gelen yerel toplulukların kurduğu Northern Rangelands Trust'da 1000'den fazla Kenyalı istihdam edilmektedir ve aynı zamanda onların güvenliği sağlanarak sağlık ve eğitim şartları iyileştirilmektedir.

Küresel ölçekte gerçekleştirilen yaban hayatı turizminde Asya Pasifik bölgesi 2022 yılında yaklaşık %51'lik pay ile

sektöre hâkim olmuştur. Birleşmiş Milletler Turizm Ajansının istatistiklerine göre, yaban hayatı turizmi için Asya Pasifik bölgesine giden gezginler dünya genelindeki gezginlerin %37'sini oluşturmaktadır. Bu da bölgedeki uluslararası seyahat harcamalarını iki katına çıkarmaktadır. Flora ve faunanın her geçen gün artan önemi ile iklim değişikliğiyle ilgili artan farkındalık Asya Pasifik bölgesindeki yaban hayatı turizmini etkileyen önemli faktörlerdir. Diğer taraftan yaban hayatı turizminde Orta Doğu ve Afrika bölgesel pazarının 2023-2030 periyodunda en hızlı büyüme oranını kaydedeceği belirtilmektedir. Afrika kıtası Serengeti Ulusal Parkı, Masai Mara Ulusal Rezervi, Kruger Ulusal Parkı ve Ngorongoro Krater Parkı gibi korunan alalarla geçmişten günümüze yaban hayatı turizminde önemli bir merkez olmuştur (Şekil 2). Bu ulusal parklar kıtadaki Büyük Göçün ve zengin biyolojik çeşitliliğin izlenebildiği, yerli kabilelerle etkileşimin sağlanabildiği yerlerdir (Go2africa, 2025). Bölgede turistlerden elde edilen gelir nesli tükenmekte olan türlerin korunmasında önemli bir paya sahiptir. Özellikle filler ve gergedanlar turistlerin cazibesini arttırırken diğer yandan da bu türlerin kaçak avlanmasına karşı artan bir farkındalık oluşmaktadır.



Şekil 2. Serengeti Ulusal Parkı, Tanzanya (F: A. Niksarlı).

Afrika kıtasındaki bu değerli alanların yanında Brezilya Amazon Yağmur Ormanlarında tropikal yağmur ormanları ve yerli kabileler, Costa Rica Tortuguero Ulusal Parkında endemik kaplumbağa türleri ve jaguarlar, Yeni Zelanda Fiordland Ulusal Parkında endemik Kea kuşları ve deniz aslanları, Kanada:Banff ve Jasper Ulusal Parklarında Rocky Dağları'nın doğal peyzajı, boz ayılar, bizonlar ve kar leoparları, Madagaskar Ranomafana Ulusal Parkında lemurlar, Avustralya Great Set Resifinde mercan resifleri, Hindistan Kaziranga Ulusal Parkında tek boynuzlu gergedanlar ve Bengal kaplanları kaynak değerleridir. Bu korunan alanlarda yürüyüşler, safariler, yaban hayatı gözlemi ve fotoğrafçılığı gibi aktiviteler yapılabilmektedir. Tüm bu örneklerdeki yaban hayatı turizmi faaliyetlerinin ortak noktası elde edilen gelirlerin önemli bir kısmının doğa ve biyoçeşitliliğin korunması için kullanılmasıdır.

Dünya genelinde artan yaban hayatını koruma ve doğa koruma stratejileri, av turizminin en tartışmalı konu olmasını sağlamıştır. Ancak insanlar arasında tartışmalı ve çok tepki alan bir turizm uygulaması olmasına karşın, av turizminden elde edilen ekonomik gelir her geçen yıl artış göstermektedir. Dünya genelinde av turizmi pazarının 2025 yılında yaklaşık 667 milyon ABD doları olduğu, 2032 yılına kadar %22'lik bir bileşik yıllık büyüme oranı ile 2,6 milyar ABD dolarına ulaşacağı tahmin edilmektedir. Av turizminin bu ekonomik yapısı yanında, avcılık İskandinav bölgesindeki Avrupa ülkelerinin çoğunda bir spor veya boş zaman aktivitesi olarak kabul edilmektedir (Arıcı, 2022). Dünyadaki bölgeler arasında ise 2025 yılında Kuzey Amerika %30'luk bir pazar payı ile av turizmi pazarında baskın konuma sahip olmuştur ve onu Afrika ve Avrupa takip etmiştir (Coherent, 2025).

Av turizminin gittikçe büyüyen bir pazar yapısının olmasının ardında avcılık organizasyonlarının verdiği prestijli ödüller yer almaktadır. Örneğin merkezi Teksas/ABD'de bulunan

ama dünyanın dört bir yanında ödüllü avcılık organizasyonu düzenleyen Safari Club International (SCI) 50.000'den fazla üyesine Afrika Aslanı, Afrika Fili, Afrika Leoparı, Afrika Gergedanı ve Afrika Mandasından oluşan Büyük Afrika Beşlisi de dahil olmak üzere düzinelerce kategoride avlanma ödülleri vermektedir. SCI her sene dünya genelinde seçilen Yılın Avcısına da büyük ödüller vermektedir. Bu şekilde verilen yüzbinlerce ABD doları ödül, av turizmindeki pazar payının her geçen sene büyümesine neden olmaktadır (SCI, 2025).

Diğer taraftan av turizmi büyük sorunları da beraberinde getirmektedir. Av turizmi hayvan popülasyonlarını ve habitatlarını parça parça etmekte, doğal ekosisteme büyük zararlar vermektedir. Daha da kötüsü ise başta Amerika'da ve Avrupa'da olmak üzere birçok ülkede av turizmine ve vurulan hayvanın ithalatına veya ihracatına müsaade eden yasal düzenlemelerin olmasıdır. Avrupa Birliği (AB) üye ülkelerinin de dahil olduğu birçok Avrupa ülkesinde CITES (the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) listesinde yer alan birçok türün av ganimeti olarak ithalatına ve ihracatına izin verilmektedir. Tüm bunlara karşı doğal hayatı korumasına ve av turizminden vazgeçilmesine yönelik Born Free Foundation, Humane World for Animals, Humane Society International, World Wildlife Fund (WWF), Greenpeace gibi sivil toplum kuruluşlarınca farkındalık çalışmaları da yapılmaktadır. Dünya genelinde büyük projelerle yürütülen bu farkındalık çalışmalarının bir sonucu olsa gerek, Mart 2021'de beş AB üye ülkesindeki (Almanya, İtalya, Danimarka, İspanya ve Polonya) katılımcıların %81'inin av turizmine karşı çıktığını ortaya koymuştur. Bunun dışında 2017 yılında Fransız vatandaşlarının %89'u, 2020 yılında ise Belçikalıların %91'i av turizmi neticesinde elde edilen hayvanların ithalatının yasaklanmasından yanaydı (HSI, 2025; HWA, 2025; BF, 2025).

6. TÜRKİYE’DE YABAN HAYATI TURİZMİ

Türkiye 10.000’den fazla bitki, 271 memeli, 505 kuş, 716 balık, 146 sürüngen ve 34 amfibi türünden oluşan muazzam bir biyolojik çeşitliliğe sahiptir (Özkazanç ve Kurdoğlu, 2023; Şekil 3). Türkiye’de 2025 yılı itibarıyla 49 milli park, 269 tabiat parkı, 85 yaban hayatı geliştirme sahası, 32 tabiatı koruma alanı ve 111 tabiat anıtı bulunmaktadır. Bunların yanında 14 Ramsar ile 59 uluslararası ve 58 mahalli öneme sahip olmak üzere toplam 120 sulak alan vardır (DKMP, 2025a). Ayrıca 255’i önemli kuş alanı (ÖKA) olmak üzere toplam 313 önemli doğa alanı bulunmaktadır (Eken vd., 2006).



Şekil 3. Doğal yaşlı ormanlara sahip Küre Dağları Milli Parkı aynı zamanda zengin bir biyolojik çeşitliliğe de sahip, Türkiye (F: H.B. Günşen).

Potansiyel olarak güçlü bir doğal kaynak değerine sahip olan Türkiye’de münferit destinasyonlar dışında yaban hayatı turizmi faaliyetleri yok denecek kadar azdır. Özellikle kuş göçleri sırasında İstanbul’a birçok yabancı ve yerli kuş gözlemcisinin gittiği bilinmektedir. Türkiye’de yaban hayatı turizmi faaliyetleri kapsamında av turizmi dışında gelir elde edilen bir diğer bir turizm etkinlik alanı korunan alanlardır. Türkiye’de 2017 yılında korunan alanları ziyaret eden turistlerin sayısı yaklaşık 25 milyon iken bu rakam 2018 yılında yaklaşık 35 milyona ulaşmıştır (Sarı

ve Arpacık, 2020). Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün son istatistiklerine göre ise 2024 yılında ülke genelinde 677 korunan alanı yaklaşık 68 milyon kişi ziyaret etmiştir. Ziyaretçiler en fazla ilgiyi Marmaris Milli Parkı'na göstermiş ve bu parkı 2024 yılında yaklaşık 11,6 milyon kişi ziyaret etmiştir. Marmaris Milli Parkını 7,7 milyon ziyaretçi ile Beydağları Milli Parkı, 4,4 milyon ziyaretçi ile Ormanya Tabiat Parkı, 3,6 milyon ziyaretçi ile Beyşehir Gölü Milli Parkı, 2,5 milyon ziyaretçiyle Uzungöl Tabiat Parkı, 2,3 milyon ziyaretçi ile Ayvalık Adaları Tabiat Parkı, 1,7 milyon ziyaretçi ile Belgrad Ormanı, 1,6 milyon ziyaretçi ile Dilek Yarımadası ve Büyük Menderes Deltası Milli Parkı, 1,6 milyon ziyaretçi ile Burç Tabiat Parkı ve 1,5 milyon ziyaretçi ile Uludağ Milli Parkı takip etmiştir (DKMP, 2025b).

Türkiye gerek yaban hayatı çeşitliliği gerekse de doğal alanların kaynak değerleri dikkate alındığında yaban hayatı gözlemi ve bunun paralelinde olan yaban hayatı fotoğrafçılığı açısından son derece yeterlidir. Kızılırmak ve Gediz Deltaları, Soğuksu Milli Parkı, Sulatan Sazlığı, Manyas ya da Aras kuş cennetleri, Yumurtalık Lagünü ve daha birçok nokta özellikle kuş gözlemcileri ve kuş fotoğrafçıları için çok önemli noktalar. Bunun yanında endemik türler için, Urfa-Birecik Kelaynak kuşlarının, Hatay ve Adana dağ ceylanları ve çizgili sırtlanın, Doğu Karadeniz çengel boynuzlu dağ keçisinin, Mersin ve Gaziantep yaz ördeğinin, Kıyı Ege illeri karakulağın, Antalya ise alageyiğin gözlenebileceği önemli yerlerdir. Yaban hayatı gözlemi ve fotoğrafçılığı için Türkiye ölçeğinde çok daha fazla bölge saymak mümkün olmakla birlikte başta barınma, alana ulaşım ve gözlem istasyonlarının yetersiz olması gibi altyapı eksikliklerinin yanında, rehberlik hizmetlerinin ve yaban hayatı gözlem turlarının organizasyonel yetersizliği önemli sorunlar olarak ortaya çıkmaktadır. Bunların yanında yerelde bazı rehberlerin gelen gözlemciler ya da fotoğrafçılara garantili

gözlem yaptırmak için hedef türe yönelik olarak ses ya da besin tuzaklarını kurmaları, yuva ya da barınma yerlerinde türleri rahatsız etmeleri, bir seferde çok fazla katılımcı ile tur düzenlemeleri karşılaşılan en önemli sorunlar arasında yer almaktadır. Hatta kelebek fotoğrafçılığında, sırf daha iyi fotoğraf çekebilmek için, sersemletici aerosol kullanıldığı da birçok kelebek fotoğrafçısı tarafından itiraf edilmektedir.

Türkiye genelinde direkt olarak yaban hayatı beslemesi ve yaban hayatı yürüyüşü üzerine bir turizm aktivitesi yapılmamaktadır.

Yaban hayatı turizmi denildiğinde hiç kuşkusuz ki Türkiye'deki en planlı uygulamalar av turizmi kapsamında yapılmaktadır. Türkiye'de 1970'li yılların başında uluslararası avcılara yaban domuzlarının avlatılması ile başlayan av turizmi, 1984 sonrasında yerli avcıları da kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Bu süreç içerisinde av turizmine olan ilgi gittikçe artmıştır. 2003 yılında 297'si yerli ve 574'ü yabancı olmak üzere toplam 871 avcı kayıtlı olarak av turizmi etkinliklerine katılmıştır. Bu sayı 2021 yılına gelindiğinde 691'i yerli ve 2392'ü yabancı olmak üzere toplam 3082 avcıya ulaşmıştır. Av turizminden elde edilen gelir ise 2003 yılında yaklaşık bir milyon TL iken 2021 yılında büyük bir artışla 25 milyon TL'yi aşmıştır (Kaya ve Bursa, 2025). Başta Almanya, Amerika, Avusturya, Belçika, Danimarka, Fransa, İtalya, Norveç, Rusya, İspanya ve İsveç olmak üzere yaklaşık 40 farklı ülkeden Türkiye'ye av turizmi talepler gelmektedir. Bu kapsamda gelen avcı turistler yaban domuzu başta olmakla birlikte, yaban keçisi, kızıl geyik, çengel boynuzlu dağ keçisi, Anadolu yaban koyunu, karaca ve ceylan türlerini avlamaktadır (Gündoğdu vd., 2021).

Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün 2024 Kasım ayı duyurusunda 221 adet av turizmi izin belgesine sahip acente olduğu görülmektedir (DKMP, 2024a). Yine aynı

birimin yayınladığı 2024-2025 Av Yılı Av Turizmi Uygulama Talimatı EK 1 Kararına göre sezon 01.09.2024'te açılmış 31.03.2025'te kapanmıştır. Bu sezonda Anadolu yaban koyunu, yaban keçisi ve kızıl geyik türlerinin erkek bireyleri ile çengel boynuzlu dağ keçisinin dişi ve erkek bireylerinin toplam 325 tanesinin avlanmasına izin verilmiştir. Talimatta türlere ait her bir kota için avlanma izin ücreti Anadolu yaban koyununda 8 bin TL, diğer türler için ise 3.000 TL olarak belirlenmiştir. Türler göre avlanma ücretleri ise, bölge ve kota sınırları dahilinde, bir yaban keçisi için 180-260 bin TL, kızıl geyik için 120-170 bin TL, çengel boynuzlu dağ keçisi için 180-200 bin TL, Anadolu yaban koyunu için ise 1,1-1,35 milyon TL olarak belirlenmiştir. Yine bu ek kararda avlanma kuralları ile avlanacak olan yaban hayvanın özelliklerine dahil her bilgi detaylı olarak verilmiştir (DKMP, 2024b). Talimattaki kotalar ve avlanma bedelleri hesaplandığında, bir kamu kuruluşu olan Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğünün sadece yedi ay süren 2024-2025 av sezonunda av turizminden en az 68.530.000 TL av turizmi geliri elde etmeyi planladığı anlaşılmaktadır.

Türkiye'de av turizminin popülaritesinin artarak yaygınlaşmasının ardında, Kuzey Amerika'da ve Avrupa ülkelerinde olduğu gibi, buna müsaade eden yasal düzenlemeler bulunmaktadır. Türkiye'de av turizmi etkinlikleri, 4915 sayılı Kara Avcılığı Kanununun 9 uncu ve 15 inci maddelerine dayanılarak hazırlanmış olan Av Turizmi Kapsamında Avlanmalara İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik'e göre yürütülmektedir. Yönetmeliğe göre yerli ve yabancı turist avcılar, Devlet Başkanı, Başbakan ve Bakan düzeyindeki yabancı devlet misafirleri, yaban hayvanlarıyla ilgili bilimsel araştırma yapanlar ve diplomatik kimlik sahipleri yönetmelikteki şartlar çerçevesinde av turizmine katılabilmektedirler. Av turizminden elde edilen ekonomik gelir, av turizminin gerçekleştiği bölgede yaşayanlardan en tepedeki kamu kurumuna kadar farklı oranlarda

pay edilmektedir. Bundan dolayı da av turizminin hem kırsal kalkınmaya hem de ülke ekonomisine katkısı olduğu söylenmektedir (MBS, 2025).

Dünyanın dört bir yanında olduğu gibi Türkiye’de de av turizmine karşı toplumun vermiş olduğu tepkileri görmek pek mümkündür. Bu tepkiler sıklıkla bireysel ya da çevre ve doğa koruma alanında bölgesel ölçekte faaliyet gösteren sivil toplum örgütlerince gösterilmektedir. Bu tepkiler büyük oranda hukuksal düzlemde sürdürülmektedir (Şekil 4). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü’nün ilan ettiği av ihalelerine yönelik açılan davalar büyük bir oranda mahkemenin yürütmenin durdurulması kararıyla sonlanmaktadır (Günşen vd., 2022). Av sezonlarının başında ilan edilen kotalar göz önünde bulundurulduğunda, ihale iptali için açılan davalar ile çok az sayıda yaban hayvanının hayatının kurtarılabildiği anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Vegan Derneği Türkiye’nin 7 Eylül 2022 tarihli haberi (VDT, 2025).

7. SONUÇ

Türkiye doğal ormanları, korunan alanları, sulak alanları ve bunların içinde veya çevresinde yaşayan insanlarıyla doğal ve kültürel varlıklar açısından çok zengindir. Bu da ülkenin dört bir yanında ekoturizm faaliyetlerinin yapılabilmesini mümkün kılmaktadır. Ancak buna karşın özellikle ilgili kamu kurumlarınca ekoturizmin ne anlam ifade ettiği ve temel ilkelerinin tam olarak anlaşılamaması, korunan alanların yönetiminde doğa korumadan ziyade kullanmaya yönelik politikaların benimsenmesi, geçmişten günümüze korunan alanların sayısında bir artış gözükse de bazı alanların koruma statülerinin düşürülmesi, taşıma kapasitesinin üstünde ziyaretçi alınması, ormansızlaşma ve orman bozulması, toplumun doğa korumaya yönelik farkındalığının pek olmaması tam anlamıyla bir ekoturizm etkinliğinin yürütülmesinin önündeki önemli engellerdir (Kandır, 2017; Atmış, 2018; Erdönmez ve Atmış, 2022).

Üç bitki coğrafyasının kesişiminde bulunması, jeolojik özellikleri, kuş göç yollarının üstünde olması ve doğal yaşlı ormanları Türkiye’yi yaban hayatı biyoçeşitliliği açısından da zengin kılmaktadır. Şüphesiz ki bu durum ekoturizmin bir uygulaması olan yaban hayatı turizmi açısından büyük bir fırsattır. Ancak ülkede ekoturizmin önündeki engeller, ekoturizmin ilkeleri çerçevesinde yapılacak yaban hayatı turizmi içinde geçerlidir.

Resmi istatistikler ve raporlar Türkiye’de yaban hayatı turizminin av turizminden öteye gidemediğini göstermektedir. Bunun ardında ise ekoturizm ile yaban hayatı arasındaki bağın doğru anlaşılamaması yatmaktadır. Bu bağın doğru anlaşılamamasının nedeni ise av turizminin ülke ve yöre ekonomisine katkı yapması ve yaban hayvanı popülasyonlarının dengede tutulması gerekçeleridir. Oysa hangi ekosistem olursa olsun yaban hayatı türleri arasında doğal bir denge vardır ve bu

hep korunur. Bir yaban hayvanının av turizmi adı altında planlı ve kasıtlı olarak öldürülmesi ne ekoturizmin tanımı ne de ekoturizmin ilkeleri ile bağdaşmaktadır.

2024 yılı sonunda Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün kendi kuruluş kanunun çıkarılması, onun ülkedeki genel seçimlerden sonra kamu kurumlarında sıklıkla yaşanan yeniden yapılanmalardan kurtulmasını sağlamıştır. Bu yaban ekoturizm ile yaban hayatı arasındaki bağı doğru anlamak için iyi bir başlangıç olabilir. Bunun yanında yaban hayatının ve yaban hayatı habitatlarının değerinin daha iyi anlaşılması amacı ile sürdürülebilir bir yaban hayatı eğitim modelinin geliştirilmesi, tüm sürecin şeffaf olması, bölge halkının yönetime katılımının sağlanması, kullanma değil de koruma odaklı yaban hayatı politikalarının benimsenmesi de ekoturizm ile yaban hayatı arasındaki bağı doğru tesis edilmesine katkı sağlayacaktır.

Teşekkür: Afrika fotoğraflarını bizimle paylaşan Aslıhan Niksarlı'ya ve literatür taramasında bizlere destek olan Gülçin Özkınacı'ya çok teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Arıcı, E., 2022. İskandinav Ülkelerinde Ekoturizm Faaliyetleri. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Atmış, E., 2018. A critical review of the (potentially) negative impacts of current protected area policies on the nature conservation of forests in Turkey. *Land Use Policy*, 70: 675–684
- Badoğlu, G., 2019. Fırtına Dersi (Rize) Havzasında Ekoturizm. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi
- Barna, C., Epure, M., and Vasilescu, R., 2011. Ecotourism–conservation of the natural and cultural heritage. *Review of Applied Socio-Economic Research*, 1(1): 87-96.
- Bezer Kılıç, A.N., 2006. Bolu-Göynük ve Yakın Çevresi Doğal ve Kültürel Kaynaklarının Ekoturizm Açısından Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- BF, 2025. Born Free. www.bornfree.org.uk/about-us/
- Birhan. M., and Gebreyes, G., 2015. Review on Problems, Prospects and Economic Contribution of Wildlife Management and Ecotourism in Ethiopia. *J Veterinar Sci Technol*, 6(5): 1-5.
- Coherent, 2025. Wildlife Hunting Tourism Market Analysis&Forecast: 2025-2032. Coherent Market Insights.
- Çorba, C., 2019. Alternatif bir ekoturizm faaliyeti olarak kuş gözlem turizmi açısından Muğla ili incelemesi. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi

- D’Cruze N, Machado FC, Matthews N, Balaskas M, Carder G, Richardson V, Vieto R., 2017. A review of wildlife ecotourism in Manaus, Brazil. *Nature Conservation*, 22: 1–16.
- Dinç, A. ve Ok, M., 2022. Kuş gözlemciliğinin ekoturizme etkisinin araştırılması: Eski karaağaç örneği. *Journal of Tourism Intelligence and Smartness*, 5(2): 145-153
- DKMP, 2024a. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Duyurular. 2024 Yılı Kasım Ayı Av Turizmi İzin Belgeli Acenteler
- DKMP, 2024b. 2024-2025 Av Yılı Av Turizmi Uygulama Talimatı Ek Kararı-1
- DKMP, 2025a. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü 2024 Yılı Korunan Alan İstatistikleri
- DKMP, 2025b. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Haberleri. Korunan Alanlara 2024 Yılında Ziyaretçi Sayısında Rekor Artış.
- Dündar, N., 2023. Ekoturizm Kapsamında Kuş Gözlemciliği: Azap Gölü Örneği. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü YL
- Düzgün, E. ve Kurt, A. 2021. An assessment of bird watching in Turkey as a recreational activity. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 9(1): 67-83.
- Dubosin, S., Fraser D. 2013. A framework to evaluate wildlife feeding in research, wildlife management, tourism and recreation. *Animals*, 3, 978-994.
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyoğlu, S., Kılıç, D.T., Lise Y., 2006. Türkiye’nin Önemli Doğa Alanları. Doğa Derneği. Ankara.

- Erdoğan, N., 2003. Çevre ve (Eko) Turizm. Erk Yayın Dağıtım 317
- Erdoğan, N., 2016. Ekoturizm ve Yaban Hayatı. *Türkiye Klinikleri J Anim Nutr&Nutr Dis-Special Topics*. 2(1):76-84
- Erdönmez, C. ve Atmış, E., 2022. Korunan Alanlar ve Rekreatiyonel Kullanımlar. *Türkiye Ormancılığı 2022: Türkiye’de Ormansızlaşma ve Orman Bozulması*. Editör: Erdoğan Atmış. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını. Ankara.
- Erduran, F., Özel Cengiz, A.E. ve Sağlık, A. 2012. Potential ecotourism in the protected area: A case study at Kazdağı (Mt. Ida), Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 7(11): 1772-1781.
- Fernandez, E.J., Tamborski, M.A., Pickens, S.R. ve Timberlake, W., 2009. Animal–visitor interactions in the modern zoo: Conflicts and interventions. *Applied Animal Behaviour Science*, 120(1): 1
- Go2africa, 2025. Big Five Safari Destinations. <https://www.go2africa.com>
- Gündoğdu, E., Arpacık, A., Evcin Ö. 2021. Türkiye’de Yaban Hayatı Ve Avcılığın Gelişim Süreci, Ekosistemdeki Önemi Ve Ekonomik Potansiyeli, Editör: Pakdemirli, B., Küçük, Ö., Bayraktar, Z., Takmaz S., Ekoloji Ve Ekonomi Ekseninde Türkiye’de Orman ve Ormancılık. Sonçağ Yayıncılık, S: 455-486 ISBN: 978-625-7456-10-4
- Günşen, H.B., Atmış, E. ve Erdönmez, C., 2022. Ormansızlaşmaya Karşı Sürdürülen Halk Mücadeleleri. *Türkiye Ormancılığı 2022: Ormansızlaşma ve Orman Bozulması*. Editör: Erdoğan Atmış. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, Yayın No: 57, Ankara, s: 174-198.

- GVR, 2025. Wildlife Tourism Market (2023-2030). Grand View Research, 80p.
- HSI, 2025. Trophy Hunting by the Numbers: The European Union's Role in Global Trophy Hunting. Humane Society International/Europe. www.humaneworld.org
- HWA, 2025. Humane World for Animals. Our History. www.humaneworld.org
- IES, 2025. What is ecotourism? Principles of ecotourism. The International Ecotourism Society. <https://ecotourism.org/what-is-ecotourism/>
- Kandır, H., 2017. Ekoturizm diğer yüzü: Yaban hayatı ve ekoturizm. Göller Bölgesi Aylık Hakemli Ekonomi ve Kültür Dergisi, 51:5-9
- Kaya, F. ve Yıldırım, G., 2020. Ekoturizm potansiyeli açısından Doğu Karadeniz Bölgesi'nin değerlendirilmesi. *To & Re*, 2 (1): 125-133.
- Kaya, D. ve Bursa, N., 2025. Vahşi doğada para takibi: Türkiye av turizmi gelir tahmini için destek vektör regresyonundaki çekirdek fonksiyonlarının etkinliği. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 12(1): 47-58.
- Kunter, N. ve Ünal, H.M., 2009. Sürdürülebilirlik kapsamında ekoturizmin çevresel, ekonomik ve sosyo-kültürel etkileri. *Kastamonu Üni. Orman Fakültesi Dergisi*, 9 (2): 146-156
- MBS, 2025. Av Turizmi Kapsamında Avlanmalara İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik. T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi.
- Moorhouse, T., D'Cruze, N.C. and Macdonald D.W., 2016. Unethical use of wildlife in tourism: what's the problem,

- who is responsible, and what can be done? *Journal of Sustainable Tourism*, 25(4): 505–516.
- Orhan, T. ve Karahan, F., 2010. Uzundere ilçesi ve yakın çevresinin ekoturizm potansiyelinin değerlendirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11(1): 27-42.
- Orams, M.B., 2002. Feeding wildlife as a tourism attraction: a review of issues and impacts. *Tourism Management*, 23, 281-293
- Özkazanç N.K., 2018. Yaban hayatı gözleme ve izleme çalışmalarında foto kapan kullanım olanakları ve sorunları. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 20(3), 627-637.
- Özkazanç N.K, Yiğit, B., 2023. Yaban hayatı beslemesi üzerine bir değerlendirme. *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 6(1), 57-70.
- Özkazanç N.K, Kurdoğlu O., 2023. Orman Yangınlarının Yaban Hayatı Üzerindeki Etkileri. Editör: Kavgacı A., Başaran, M.A. Orman Yangınları. Kuban Matbaacılık Yayıncılık, 466 s., Ankara ISBN: 978-605-71791-4-2,
- Sarı, A. ve Arpacık, S., 2020. Türkiye'nin Yaban Hayatı Odaklı Turizm Potansiyeli. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, 6(2): 355 – 364.
- SCI, 2025. Safari Club International. www.safariclub.org
- Şekercioğlu, Ç.H., 2002. Impacts of birdwatching on human and avian communities. *Environmental Conservation*, 29(3):282-289.
- Tisdell, C., 2003. Economic Aspects of Ecotourism: Wildlife-based Tourism and Its Contribution to Nature. *Sri Lankan Journal of Agricultural Economics*, 5(1): 83-95

- Wight, P., 1993. Sustainable Ecotourism: Balancing economics, Environmental and Social Goals within an Ethical Framework. *Journal of Tourism Studies*, 4(2):54-66.
- Winkler, R., 2011. Why do ICDPs fail? The relationship between agriculture, hunting and ecotourism in wildlife conservation. *Resource and Energy Economics*, 33: 55–78.
- VDT, 2025. Vegan Derneği Türkiye 7 Eylül 2022 tarihli haberi. <https://haberler.tvd.org.tr/2022/09/07/hayvan-haklari-savunuculari-avcilik-duzenlemelerinin-iptali-icin-dava-acti/>
- Yenişehirlioğlu, E. ve Cihangir, E., 2021. Turizm endüstrisinde hayvan kullanımı: Yıkıcı-yıkıcı olmayan temas temelli yaklaşım. *OPUS– Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 18(41), 3881-3917.

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ DEĞERLENDİRMELERİ

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