

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ALANINDA GÜNCEL ARAŞTIRMALAR VE YAKLAŞIMLAR



Editörler
Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK
Dr. Öğr. Üyesi Esra Özge AYGÜL



ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ALANINDA GÜNCEL ARAŞTIRMALAR VE YAKLAŞIMLAR

Editörler

Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK

Dr. Öğr. Üyesi Esra Özge AYGÜL



Orman Mühendisliği Alanında Güncel Araştırmalar ve Yaklaşımlar
Editörler: Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK, Dr. Öğr. Üyesi Esra Özge AYGÜL

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek

Kapak ve Sayfa Tasarımı: Duvar Design

Baskı: Eylül 2025

Yayıncı Sertifika No: 49837

ISBN: 978-625-5698-56-8

© Duvar Yayınları

853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir

Tel: 0 232 484 88 68

www.duvar yayinlari.com

duvarkitabevi@gmail.com

İÇİNDEKİLER

1. Bölüm.....5

Orman Ekosistemlerinin Sürdürülebilir Yönetimi Kapsamında
Alan Bazlı Yeni Bir Koruma Yaklaşımı ve Türkiye’de Uygulanabilirliği:
OECMs

Yunus AYDIN, Ayhan AKYOL

2. Bölüm24

Uluslararası Sözleşmeler Işığında
Türk İklim Kanununun Analizi

Atakan Osman DEMİRCAN, Osman Devrim ELVAN

3. Bölüm41

Dikimle Oluşturulmuş Kayın Rehabilitasyon Sahalarında Kızılağaç Türünün
Desteği ile Topraktaki Azot Mineralleşmesi ve
Mikrobiyal Solunum Belirlenmesi

Mehmet KÜÇÜK, Kübra ÖZBAYRAK, Aşkın GÖKTÜRK, Sinan GÜNER

4. Bölüm.....64

Türkiye’de Çölleşme Kavramı ve
Yaşanan Süreçlerin Değerlendirilmesi
Özlem YAVUZ, Hasan Tezcan YILDIRIM

5. Bölüm91

Gelenekten Geleceğe Kuşburnu:
Kuşburnu Toplama ve İşleme Pratikleri ve Ekonomik Katkısı Üzerine Bir
Araştırma (Karaman/Sarıveliler Örneği)

Ebru Hatice TIĞLI KAYTANLIOĞLU, Aslı KİRAZ

6. Bölüm100

Sürdürülebilir Orman Yönetiminde
Likenlerin Rolü: Biyoindikatörlerle Ekosistem Sağlığının İzlenmesi

Esra Özge AYGÜL, Ayşe Esra HAKVERDİ

Chapter 7115

Bridging Urban Climate Mitigation and Adaptation:
A Local Governance Framework for Water Resilience

Senem GÜNEŞ ŞEN

8. Bölüm139

Sürdürülebilir Orman Yönetimi Bağlamında Orman Banyosu (Shinrin-yoku) ve
Terapi Ormanları: Türkiye’den Bazı Uygulama Örnekleri ve

Politika Çıkarımları

Ayşe Esra HAKVERDİ

9. Bölüm154

Türkiye’de Orman Yangınları Sorunu ve
Ormanların Yangından Korunmasına Yönelik Önlemler

Çağdan UYAR, Ali KÜÇÜKOSMANOĞLU

1. Bölüm

Orman Ekosistemlerinin Sürdürülebilir Yönetimi Kapsamında Alan Bazlı Yeni Bir Koruma Yaklaşımı ve Türkiye’de Uygulanabilirliği: OECMs¹

Yunus AYDIN^{2*}, Ayhan AKYOL³

Özet

Dünya, günümüzde biyolojik çeşitlilik kaybı ve iklim krizi başta olmak üzere küresel bir ekolojik yıkımın ortasındadır. Özellikle biyolojik çeşitliliğin insanoğluna sağlamış olduğu hizmetler; iklim değişikliği, habitat kaybı, kirlilik gibi doğrudan etkenler ve hızlı nüfus artışı, sosyo-ekonomik eşitsizlik/adaletsizlik gibi dolaylı etkenler nedeniyle giderek daha fazla tehdit altındadır. Biyolojik çeşitliliği korumanın en temel yollarından biri in-situ koruma olup, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (BÇS) taraflarınca da kabul edildiği üzere korunan alan sistemleri ile tüm dünyada uygulanmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin zengin olduğu en önemli doğal kaynaklardan biri de orman ekosistemleridir. Karasal ekosistemlerin en önemli bileşeni olan orman sistemleri sahip olduğu tür zenginliği ile ekosistem hizmetlerinin (tedarik, destekleme, düzenleyici ve kültürel) sürdürülebilirliğini sağlamaktadır. İyi planlanan ve etkin bir yönetime sahip orman ekosistemlerinde; doğal yaşam ortamı bozulmadan toplumun orman ürünleri ihtiyacının giderilmesinin yanı sıra geçim kaynakları, gıda, sağlık, kullanılabilir ve içilebilir suya erişim gibi birçok alanda önemli katkı sürdürülebilir şekilde sağlanabilmektedir. “Korunan Alan (Protected Areas (PAs))” uygulamaları, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de geniş orman ekosistemi alanlarında koruma aracı olarak kullanılmaktadır. Ancak PA’lar biyolojik çeşitliliğin korunması için her ne kadar temel bir araç olsa da artan kapsamına rağmen biyoçeşitlilik kaybının önlenmesinde yeterli olmadığı son

¹ Bu kitap bölümü, 30-01 Kasım 2024 tarihlerinde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi’nde düzenlenen V. Ormanlıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi’nde “Orman Ekosistemlerinin Sürdürülebilir Yönetimi Kapsamında Alan Bazlı Yeni Bir Koruma Yaklaşımı ve Türkiye’de Uygulanabilirliği: OECMs” başlıklı sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

² Öğr. Gör. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Kavaklıdere Şehit Mustafa Alper MYO Ormanlık Bölümü, ORCID ID: 0000-0002-7147-5594 *Sorumlu Yazar

³ Prof. Dr. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ORCID ID: 0000-0001-6442-0256

bilimsel çalışmalarda ortaya konulmaktadır. Bu nedenle 2010 yılında BÇS tarafından biyolojik çeşitliliği korumaya yönelik stratejik bir planın parçası olarak, Aichi Biyoçeşitlilik Hedef 11 kapsamında korunan alanlar sistemlerinin yanına “Other Effective Area-Based Conservation Measures” (Diğer Etkili Alan Bazlı Koruma Önlemleri (OECMs)) yeni bir koruma aracı olarak eklenmiştir. Geleneksel bir PAs ile OECMs arasındaki temel felsefe farkı ise; birincisinin birincil ve kasıtlı amacının koruma olması iken, OECM’lerde ise yönetim amacı ister koruma olsun isterse olmasın, biyolojik çeşitliliğin etkili bir şekilde korunması sonucunun gözlemlenmesidir. OECM’ler de amaç koruma olabileceği gibi hiçbir koruma amacı olmayan bir yönetsel faaliyet sonucu etkin bir biyolojik çeşitlilik koruması sağlanabilmektedir. Kutsal bir doğal alan, gemi enkazı, boru hattı, su havzası koruma, ormana dayalı yerel geçim faaliyetleri, (arıcılık, otlatma hayvancılığı, odun dışı orman ürünleri toplama), toprak koruma, rekreasyon faaliyetleri, karbon tutmak için ayrılan alanlar ile ekonomik işletmecilik yapılmayan ekolojik ve sosyo-kültürel fonksiyonlu olarak yönetilen ormanlar potansiyel OECMs sahalarına örnek olarak verilebilir. Günümüz ormancılık politikalarında sürdürülebilir orman yönetimi kavramının benimsenmesi ve uygulanması ile orman kaynakları yönetimi; salt odun üretimi anlayışından, ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel denge içerisinde çok yönlü faydalanmayı ve korumayı ön planda tutan insan-çevre uyumlu bir doğa yönetim anlayışına evrilmiştir. Bu kapsamda katı koruma kuralları içeren ve dolayısıyla yerli halk veya yerel topluluklarla çatışma olasılığı yüksek olan PAs uygulamalarının sorun olacağı orman ekosistemlerinde, doğayı insanlarla birlikte koruma çabası içeren yeni koruma aracı OECM’ler ile biyolojik çeşitliliğin manevi, kültürel ve sosyo-ekonomik değerlerle birlikte korunması fırsatı doğmuştur. Sonuç olarak yeni bir koruma anlayışı olan OECM’lerin zengin biyolojik çeşitliliğe sahip orman kaynaklarının bugün ve gelecekte sürdürülebilir yönetimine önemli destek sağlayacağı değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: SOY, Biyoçeşitlilik, OECMs, orman ekosistemleri, korunan alanlar, doğa koruma

1. Giriş

Ormanlar, insanlık tarihi boyunca en uzun ve en çok yararlanılan doğal kaynakların başında gelmektedir. İnsanlık, tarihsel süreçte ormanlardan başlıca odun hammaddesi ihtiyacını karşılamak amacıyla yararlanmış ve bu doğrultuda şekillenen işletmecilik anlayışı, orman ekosistemlerinin sahip olduğu canlı ve cansız varlıkların genel sistemdeki önemini bilmeden veya görmezden gelerek uzun bir müddet sürdürülmüştür (Akyol & Tolunay, 2014). Ancak bu süreçte, günümüzde görülen küresel çaplı insan kaynaklı çevresel sorunlara benzer durumların yaşanmadığı değerlendirilmektedir. Zira yüksek biyolojik çeşitlilikleri sayesinde yeryüzünün en dengeli ve istikrarlı ekosistemlerini oluşturan ormanlar, bu ekolojik dirençleri nedeniyle belirli bir eşiğe kadar olan antropojenik baskıları absorbe edebilme ve kendini yenileyebilme kapasitesine sahiptir (Isık, 2014). Ancak Sanayi Devrimi’ni takip eden süreçte, endüstriyel kapitalizmin yükselişi ve dünya nüfusundaki patlama ile birlikte bu durum kökten değişmiştir. Artan nüfusun gıda ve yerleşim ihtiyacını karşılamak için ormanlar başta olmak üzere doğal alanlar tarım arazileri, monokültür plantasyonlar ve kentsel yapılar gibi insan-merkezli kültür alanlarına dönüştürülmüş; bu yoğun habitat tahribi, bir zamanların biyolojik açıdan zengin ekosistemlerindeki yaşam çeşitliliğini (bitki, hayvan, mikroorganizma) geri dönüşü zor bir şekilde ortadan kaldırmıştır. Dünya ekonomisinin katlanarak büyümesi, doğal kaynaklar ve ekosistemler üzerindeki baskıyı taşıma kapasitesinin çok ötesine taşımış ve nihayetinde orman ekosistemlerinin de dahil olduğu birçok karasal ve sucul ekosistemin geri dönüşsüz bir biçimde bozulmasına ve yok olmasına neden olmuştur (Çolak, 2001; Öner, 2005). Bu sistemlerin tahrip olması ve yok olması nedeniyle insanoğlu 20. yüzyıldan itibaren yerel, bölgesel ve küresel boyutta ortaya çıkan birçok çevre sorunlarıyla (küresel ısınma ve iklim değişikliği, orman yangınları, çölleşme, çevre kirliliği, ormanların yok olması, denizlerin ve okyanusların kirliliği, asit yağmurları, sulak alanların kirliliği ve yok oluşu, kuraklık, temiz içilebilir suların kirliliği, toprağın kirliliği, okyanusların ve denizlerin asitlenmesi, biyoçeşitlilik kaybı vb.) karşı karşıya kalmıştır (Aydın & Akyol, 2024). Artan çevresel endişeler ve bu kapsamda yerelden küresel boyuta evrilen çevre bilinci ve koruma çabaları sayesinde, ülkelerin ve toplumların ekonomik, sosyal ve teknolojik olarak sürekli büyümeyi ve gelişmeyi hedefleyen kalkınma politikalarının çevreye rağmen sürdürülemeyeceği 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra tüm dünyada önem kazanmaya başlamıştır. Rachel Louise Carson tarafından 1962 yılında çevresel kirlenmeyi konu alan “Silent Spring” adlı kitap, Roma Kulübü’nün en önemli çalışmalarından biri olan “The Limits to Growth”, 1972 Stockholm Konferansı ve United Nations Environment Programme’nın (UNEP) kuruluşu, 1980 “World Conservation Strategy”, 1987

yılında yayınlanan “Our Common Future/ Brundland Raporu” gibi birçok yayın, çalışma, kuruluş, konferans sürdürülebilir kalkınma çabalarına ekolojik, sosyal ve etik bir bakış açısı getirmiştir (Bozlağan, 2005; Akyol & Tolunay, 2006). Böylelikle insanoğlunun çevreyi koruma çabaları, çevre ve kalkınma arasında bir denge kurulması gerekliliğinin önemini ortaya koymuştur. Bu gelişmeler sayesinde 1987 yılında sürdürülebilir kalkınma, Brundland Raporunda, çevrenin birçok unsurunun korunması gerektiğini gözetten bir kavram olarak “...*gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini tehlikeye atmadan, bugünün ihtiyaçlarını karşılayan...*” şeklinde yeniden tanımlanmıştır (UN. Secretary-General, 1987). 1992 yılında geniş katılımlı olarak gerçekleştirilen Rio Konferansında (United Nations Conference on Environment and Development (UNCED)) ise devletler ve toplumlar arasında yeni ve eşitlikçi bir küresel ortaklık kurma hedefinde, çevre ve kalkınma sisteminin bir bütün olarak ele alınması gerektiği kabul edilmiştir. Özellikle 27 maddelik Rio Deklarasyonu’nda; çevresel korumanın kalkınma sürecinin ayrılmaz bir parçası olduğu ve dünya ekosisteminin sağlığını ve bütünlüğünü muhafaza etmek, koruma ve restore etmek için iş birliği içerisinde olması gerektiği vurgulanmıştır (The United Nations, 1992). Rio konferansı sonucunda çevre, tarım, sürdürülebilir kalkınma, eşitlik, iklim değişikliği, biyoçeşitlilik gibi birçok konuda önemli sonuçlar, sözleşmeler ortaya çıkmıştır. Bunların yanında en önemli ve ayrı bir başlık altında (Ormancılık Prensipleri ve Gündem 21) değerlendirilen konu ise orman ekosistemleri olmuştur. Rio kararları sonrası ormancılık alanında “Sürdürülebilir Orman yönetimi (SOY)” kavramı gelişmeye başlamış ve birçok bölgesel çalışmalar sonucunda bölge şartlarına uygun tanımlar ve SOY ölçüt ve göstergeleri geliştirilmiştir (Akyol & Tolunay, 2014). Türkiye ormancılık ve SOY alanındaki uluslararası sürecin aktif bir üyesi olup, Birleşmiş Milletler nezdinde devam eden tüm bütün müzakerelere katılmakta ve alınan kararları uygulamaya çalışmaktadır. Ülkemizin içinde bulunduğu bölgesel bir süreç olan Forest Europe SOY’u “*Ormanların ve orman alanlarının yerel, ulusal ve küresel düzeyde, biyolojik çeşitliliğini, verimliliğini, kendini yenileme kabiliyetini ve yaşama enerjisini, ekolojik, ekonomik ve sosyal fonksiyonlarını yerine getirebilme potansiyelini şimdi ve gelecekte koruyacak ve diğer ekosistemlere zarar vermeyecek bir şekilde düzenleme ve yararlanma biçimi*” olarak, Birleşmiş Milletler ise SOY’u “*şimdiki ve gelecek nesillerin yararı için bütün ormanların ekonomik, sosyal ve çevresel değerlerini muhafaza etmeyi ve iyileştirmeyi amaçlayan dinamik ve gelişen bir kavram*” olarak tanımlamaktadır (Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, 2020; FAO, 2025). Orman Genel Müdürlüğü (OGM) koordinasyonunda 2003 yılında başlayan ulusal set kullanım süreci en son 2018 yılında yenilenerek SOY kriter ve göstergeleri Türkiye seti çalışmaları

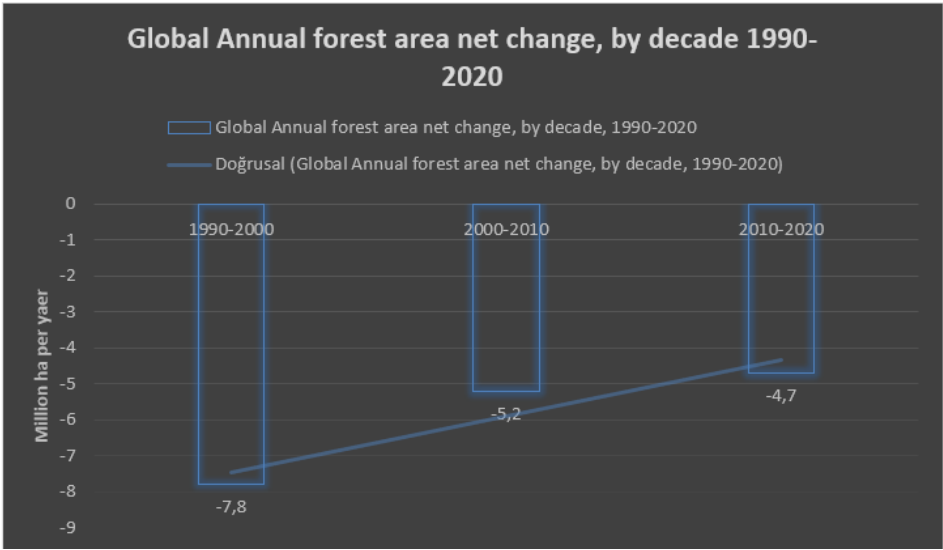
bitirilmiş, 6 kriter ((i) Orman Kaynakları ve Küresel Karbon Döngüsüne Katkısı, (ii) Ormanların Sağlığı, Canlılığı ve Bütünlüğü, (iii) Ormanların Üretim Kapasitesi ve Fonksiyonları, (iv) Orman Biyolojik Çeşitliliği, (v) Ormanların Koruyucu Fonksiyonları, (vi) Ormanların Sosyo Ekonomik Fonksiyonları), 40 nicel ve her bir kriter için geçerli yasal, kurumsal ve politik çerçeve ile 5 nitel göstergeden oluşan özgün bir ulusal set oluşturulmuştur (Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, 2020; Hakverdi, 2020).

Her iki tanım ve kriterler incelendiğinde; ekosistem yaklaşımı, çok yönlü ve sürdürülebilir faydalanma temelinde modern ormancılık yönetimi anlayışı içeren sürdürülebilir orman yönetimi, ülkemizin ormancılık politikalarında merkezi bir yer tutmakta ve uygulama hedefleri arasında yer almaktadır. Ayrıca ormancılık faaliyetleri sonucu kaydedilen olumlu veya olumsuz gelişmeler; Orman Genel Müdürlüğü'nün misyon ve vizyonunda açıkça belirtildiği üzere *“ekosistem bütünlüğü içinde sürdürülebilir ve topluma çok yönlü faydalar sağlayacak şekilde yönetmek”* hedefiyle, fonksiyonel amenajman planlarına dayalı çok yönlü faydalanma ilkesi çerçevesinde, 2018’de yenilenen ulusal Sürdürülebilir Orman Yönetimi (SOY) kriter ve gösterge seti ile Forest Europe sürecine uyumlu bir şekilde izlenmekte, pilot uygulamalarla değerlendirilmekte ve bu kapsamın operasyonel düzeyde tam olarak standardize edilmesi için çalışmalar devam etmektedir (OGM, 2023,2024a; Hakverdi et al., 2024).

SOY tanımına ve kapsamına uygun orman ekosistemlerinin yönetimi, gelişmiş ülkeler başta olmak üzere birçok ülkede uygulanmaktadır. Buna rağmen 1990 yılından bu yana 178 milyon ha (yaklaşık Libya büyüklüğünde) orman alanı Dünya’da yok olmuştur. Orman kaybı hızı 1990-2000 arası yılda 7.8 milyon hektardan, 2000-2010 arasında yıllık 5,2 milyon hektara ve 2010-2020 yılı arasında ise yılda 4,7 milyon hektara düşmüştür. Ancak birçok ülkede orman genişleme oranında artış olsa da genel olarak orman kaybı devam etmektedir (Şekil 1). “Global Forest Resources Assessment 2020” bulgularına göre dünya kara alanının %31’ini kaplayan 4,06 milyar ha orman alanı bulunmaktadır (FAO, 2020).

Sürdürülebilir orman yönetimi kapsamında orman varlığının korunması temel hedeflerden biri olup, gelecek nesillere aktarılması amaçlanmaktadır. Karasal ekosistemlerin en önemli bileşeni olan orman sistemleri, sahip oldukları tür zenginliği sayesinde ekosistem hizmetlerinin (tedarik, destekleme, düzenleyici ve kültürel) sürdürülebilirliğini sağlamaktadır. İyi planlanan ve etkin bir şekilde yönetilen orman ekosistemlerinde ise; doğal yaşam ortamı bozulmadan toplumun orman ürünleri ihtiyacının karşılanmasının yanı sıra geçim kaynakları, gıda, sağlık, kullanılabilir ve içilebilir suya erişim gibi pek çok alanda sürdürülebilir katkılar sağlanabilmektedir. Bununla birlikte, arazi kullanım değişiklikleri, iklim

değişikliği, kentleşme, otlatma, orman yangınları, çölleşme, madencilik ve diğer faaliyetler (HES, GES, RES, kamusal yatırımlar vb.) gibi etkenler, orman yapısının bozulmasına ve ormansızlaşmanın devam etmesine yol açmaktadır. Olumsuz etkiler yalnızca orman ekosistemleri ile sınırlı kalmamakta; insanoğlu ve ekosistemler için sağlanan hizmetler de azalmakta, hatta bazı coğrafyalarda tamamen yok olmaktadır. Bu bağlamda, Sürdürülebilir Orman Yönetimi (SOY), ormanların korunmasını sağlarken aynı zamanda ormanlardan çok yönlü faydalanmayı da amaçlayan bütüncül bir yaklaşımı ifade etmektedir.



Şekil 1: 1990-2020 yılı arası küresel yıllık orman alanı net değişimi (FAO, 2020)

Orman ekosistemlerinin ve sahip oldukları eşsiz biyolojik çeşitliliğin korunmasına önemli katkı sağlayan yaklaşımlardan biri de korunan alan (Protected Areas, PAs) uygulamalarıdır. Biyolojik çeşitliliği korumanın en temel yollarından biri olan söz konusu in-situ koruma, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (Convention on Biological Diversity - BÇS) taraflarınca da kabul edildiği üzere, korunan alan sistemleri aracılığıyla dünya genelinde uygulanmaktadır. Korunan alan uygulamaları, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de geniş orman ekosistemi alanlarında koruma aracı olarak kullanılmaktadır (Akyol, 2020). Ancak bu yönetim biçiminde çok yönlü faydalanma kısıtlanmakta, hatta çoğu zaman yasaklanmaktadır. Şöyle ki, Dünya Doğayı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği’nin (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources-IUCN) korunan alan tanımı, özünde uzun vadeli doğa koruma

amacına dayanmaktadır; ancak uygulamada bu tanım, kültürel, manevi ve turistik değerler gibi ek hedefleri de kapsayacak biçimde genişletilmektedir (Stolton & Dudley, 2010). Bununla birlikte, hedefler arasında bir çatışma ortaya çıktığında IUCN politikaları doğa korumayı öncelikli ve bağlayıcı ilke olarak öne çıkarmaktadır (Dudley, 2009; Dudley & Stolton, 2016). Diğer yandan bu anlayış, SOY'un çok yönlü faydalanma prensibi ile uyumsuzluk yaratmaktadır. Uygulamada ise korunmasına karar verilen önemli orman ekosistemleri, korumadaki hedef tür veya ekosistem ne olursa olsun, ekolojik bütünlük kapsamında değerlendirilerek resmi statülü alanlar (milli park, tabiatı koruma alanı, yaban hayatı geliştirme sahası, tabiat parkı, Özel Çevre Koruma Bölgesi (ÖÇK), doğal sit, gen koruma ormanı vb.) olarak biyolojik çeşitliliği koruma amacıyla muhafazaya alınmaktadır. Bu alanların çoğunda SOY'un çok yönlü faydalanma prensibi işlemediği gibi, alan yönetimi çoğu zaman ilgili kurumdan alınmaktadır. Korunan alanların bu katı ve kısıtlayıcı yapısı, onların biyolojik çeşitlilik kaybını önlemedeki etkinliğini de sorgulatur hale gelmiştir.

Nitekim, PA'lar biyolojik çeşitliliğin korunması için her ne kadar temel bir araç olsalar da, artan kapsamlarına rağmen biyoçeşitlilik kaybını tek başına durdurmada yetersiz kaldıkları son dönemdeki bilimsel çalışmalarca ortaya konulmaktadır (Butchart et al., 2010; Cook, 2024). Ayrıca, son zamanlarda yapılan araştırmalar, resmi statülü korunan alanların haricinde, yönetim amacı ister koruma (birincil veya ikincil) isterse de koruma dışında bir hedef (askeri alanlar, geleneksel tarım, yerel topluluk yönetimi gibi) olsun, bu tür alanlarda dahi etkili bir biyoçeşitlilik koruması sonucunun sağlanabildiğini ortaya koymuştur (Dudley & Stolton, 2020; IUCN-WCPA Task Force on OECMs, 2019). Söz konusu bu sınırlılıklar ve yeni bilimsel bulgular, alan bazlı koruma paradigmasının genişletilmesi ihtiyacını beraberinde getirmiştir. Bu nedenle 2010 yılında BÇS tarafından biyolojik çeşitliliği korumaya yönelik stratejik bir planın parçası olarak, Aichi Biyoçeşitlilik Hedef 11 kapsamında korunan alanlar sistemlerinin yanına "Other Effective Area-Based Conservation Measures" (Diğer Etkili Alan Bazlı Koruma Önlemleri (OECMs)) yeni bir koruma aracı olarak eklenmiştir (Aichi Biodiversity Targets, 2010; Jonas et al., 2021). Geleneksel bir PAs ile OECMs arasındaki temel felsefe farkı ise; birincisinin birincil ve kasıtlı amacının koruma olması iken, OECM'lerde ise yönetim amacı ister koruma olsun isterse olmasın, biyolojik çeşitliliğin etkili bir şekilde korunması sonucunun gözlemlenmesidir. Başka bir ifadeyle, OECM'ler de amaç koruma olabileceği gibi hiçbir koruma amacı olmayan bir yönetsel faaliyet sonucu etkin bir biyolojik çeşitlilik koruması sağlanabilmektedir (Aydın & Akyol, 2024; IUCN-WCPA Task Force on OECMs, 2019).

Bu çalışma, sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarının yaygın olduğu Türkiye’de, korumanın vazgeçilmez olduğu alanları temsil eden geleneksel “Korunan Alanlar (PAs)” sisteminin yanı sıra, bu statü dışında kalan ormanlık alanlarda SOY prensipleri ile OECM kriterlerinin örtüşme potansiyelini araştırmaktadır. Başka bir deyişle, “hem korunsun hem de sürdürülebilir faydalansın” anlayışına dayanan bu yaklaşım çerçevesinde, iki kavramın birlikte uygulanabilirliği ve birbirini nasıl güçlendirebileceği değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın amacı, alan bazlı yeni bir koruma yaklaşımı olan OECM’lerin Türkiye’deki sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarıyla olan ilişkisini ve katkısını değerlendirmektir. Bu amaçla öncelikle SOY’un kısa tarihçesi ve temel ilkeleri “Giriş” bölümünde kısaca özetlenmiş, OECM’ler ise ayrı bir başlık altında tanıtılmıştır. Her iki kavramın tarihsel süreçleri sistemli bir literatür taraması ile incelenmiş ve kavramsal bir analiz çerçevesinde değerlendirilmiştir. “Bulgular” bölümünde, OECM’lerin SOY uygulamaları ile olan potansiyel katkıları irdelenmiş; SOY ve OECM kavramları ile ilişkili bilgi, belge ve yayınlardan elde edilen veriler incelenerek, kavramsal olarak birbirleriyle olan bağlantıları ortaya konmuş ve sentezlenerek bütüncül bir yapı altında “Sonuç” bölümünde özgün bir değerlendirme yapılmıştır.

3. Diğer Etkili Alan Bazlı Koruma Önlemleri (OECMs)

Dünya, günümüzde biyolojik çeşitlilik kaybı ve iklim krizi başta olmak üzere küresel bir ekolojik yıkımın ortasındadır. Biyolojik çeşitlilikteki bu kayıp, yalnızca türlerin yok olmasıyla sınırlı kalmayıp, insan yaşamı için hayati önem taşıyan ekolojik dengenin bozulmasına ve bunun bir sonucu olarak ekosistem hizmetlerinin kaybına yol açmaktadır (Çepel, 1997; Coşkun, 2023). Bu hizmetler; iklim değişikliği, habitat kaybı, kirlilik gibi doğrudan ve hızlı nüfus artışı ile sosyo-ekonomik eşitsizlik gibi dolaylı etkenler nedeniyle giderek daha fazla tehdit altına girmektedir. Bu durum, biyolojik çeşitliliğin korunmasını ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğini küresel ölçekte öncelikli bir hedef haline getirmiştir (Leveque & Mounolou, 2023). Bu hedef doğrultusunda, günümüzde yasal düzenlemelerle korunan alanlar ilan edilerek in-situ (bulunduğu yerde) koruma yaygın biçimde uygulanmaktadır (Leverington et al., 2010). Bununla birlikte, korunan alanlar biyolojik çeşitliliğin korunmasında temel bir dayanak oluştursa da artan sayıları ve kapsamlarına rağmen, küresel ölçekteki biyolojik çeşitlilik kaybını tek başına durdurmakta yetersiz oldukları, koruma biyolojisi disiplini çerçevesinde yapılan çalışmalarca ortaya konulmaktadır (Garcia et al., 2022; Watson et al., 2016). Diğer yandan, PAs

uygulamaları ile yapılan doğa koruma çalışmalarının haricinde, son zamanlarda uzun vadeli olarak biyolojik çeşitliliğin etkili bir şekilde ve yerinde korunmasını sağlayan alanların (örneğin yerli halkların ve toplulukların idaresi altındaki bölgeler, kutsal alanlar, insan etkisinin ve girişinin kısıtlandığı askeri bölgeler vb.) çok farklı yönetim modelleri altında olumlu koruma sonuçları sağladığı ortaya çıkmıştır (Lemieux et al., 2022). Bu kapsamda resmi statülü korunan alanlar haricinde biyolojik çeşitliliğin etkin ve uzun vadeli yerinde korunması sağlayan OECM’ler yeni bir koruma anlayışı olarak küresel boyutta gelişmeye başlamıştır (Laffoley ve ark., 2017; Aydın ve Akyol, 2024). İşte bu yeni koruma anlayışının küresel politikalarda resmi olarak tanınması ve bir çerçeveye oturtulması ihtiyacı, 2010 yılında kabul edilen Aichi Hedefleri ile karşılanmıştır. Nitekim, Ekim 2010’da Japonya’nın Aichi kentinde “2011-2020 Biyolojik Çeşitlilik Stratejik Planı” kabul edilerek 10 yıllık dönemi kapsayan 20 hedef ile Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi’nin etkili bir şekilde uygulanması için bir çerçeve oluşturulmuştur. Bu hedeflerden Aichi Hedef 11, “*korumanın etkili ve adil bir şekilde yönetilen, ekolojik olarak temsil edici ve iyi bağlantılı korunan alan sistemleri ve **diğer etkili alan bazlı koruma önlemleri***” yoluyla sağlanacağını belirtmektedir (Aichi Biodiversity Targets, 2010). BÇS taraflarınca 2020 yılı küresel koruma hedeflerine ulaşmak için kullanılacak koruma araçları (PAs) yanına artık OECM’ler de eklenmiştir. Ancak 2018 yılına kadar OECM ile ilgili resmi bir tanım ve kriterler oluşturulmadığı için hangi alanların OECM sayılabileceği ve raporlanacağı konusundaki rehberlik eksikliği bu yeni koruma aracının ilerlemesini yavaşlatmıştır (Campbell & Gray, 2019). Yaşanan gelişmeler karşısında BÇS tarafları teknik bir rehberlik hazırlanması için IUCN (International Union for the Conservation of Nature) ile iş birliğine giderek 2014 yılından itibaren birçok çalışma başlatılmıştır (IUCN-WCPA Task Force on OECMs, 2019). 2018 (Kasım) yılına gelindiğinde BMBÇS Tarafları 14. Konferansı’nda OECM’ler;

“Biyolojik çeşitliliğin yerinde korunması için olumlu ve sürdürülebilir uzun vadeli sonuçlar elde edecek şekilde, ilişkili ekosistem işlevleri ve hizmetlerinin uygulanabilir olduğu yerlerde, kültürel, manevi, sosyo-ekonomik ve yerel olarak ilgili diğer değerlerle idare edilen ve yönetilen, korunan alanlar dışında kalan coğrafi olarak tanımlanmış bir alan” şeklinde resmi bir tanıma kavuşmuştur (COP Decision 14/8, 2018).

Uygulamada bir alandaki biyolojik çeşitliliği korumak için alan bazlı yerinde koruma araçlarından (PAs veya OECMs) hangisinin kullanılacağı veya tercih edileceği, nasıl bir ayırım yapılacağı konusunda 2019 yılında, IUCN-World Commission on Protected Areas (WCPA) Task Force on OECMs tarafından hazırlanan “Recognising and reporting other effective area-based conservation

measures” adlı teknik rapor yayınlanarak OECM kavramı ve içeriği açıklanmaya çalışılmıştır. İki koruma aracı arasındaki en temel ve ayırt edici özellik ise yönetim amacıyla yatmaktadır: PA’ların tanımı gereği alanda ne olursa olsun alan yönetiminin birincil amacının koruma olması gerekirken, OECM’lerde ise alan ne amaçla yönetilirse yönetilsin (askeri, dini, kültürel, sosyo-ekonomik vb.) biyoçeşitliliğin etkili ve sürekli bir şekilde korunması bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. Diğer bir ifadeyle korunan alanların birincil ve tek yönetim hedefi doğa korumaya sahipken, OECM alanlarında hedef doğa koruma olabileceği gibi farklı amaçlar da olabilmektedir (IUCN-WCPA Task Force on OECMs, 2019). Bu kapsamda OECM kavramı, biyolojik çeşitliliğin korunmasını sağlayacak farklı yönetim amaçları ve yaklaşımlarını içermektedir. OECM’lerde yerinde ve etkin koruma sağlayan yaklaşım türlerine Tablo 1’de yer verilmiştir (Aydın & Akyol, 2025; Jonas et al., 2024).

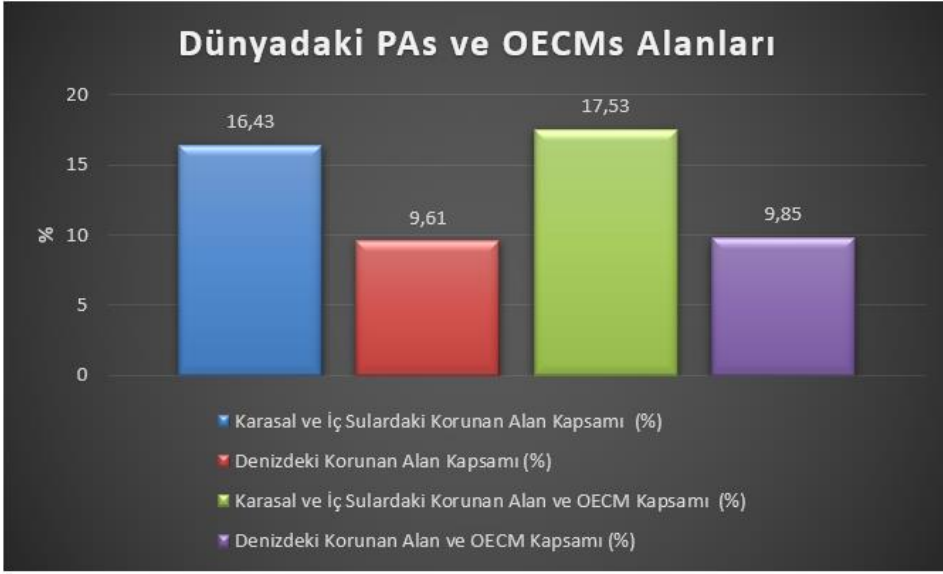
Tablo 1: OECMs koruma yaklaşımları

Koruma Yaklaşımı	Açıklama
Birincil Koruma	Bir sahanın, IUCN PAs tanımına ilişkin tüm ilkeleri sağlamasına rağmen, söz konusu alanın yönetiminden sorumlu olan otorite veya otoriteler, çeşitli sebeplerle bu alanın resmi statüyle tanınmasını veya raporlanmasını talep etmeyi tercih etmeyebilir. Bu duruma örnek olarak, yerli halkların veya yerel toplulukların idare ettikleri ve yüksek biyoçeşitlilik içeren alanların, herhangi bir korunan alan statüsüne dâhil edilmesini veya devlet nezdinde bu şekilde kayıt altına alınmasını arzu etmemeleri gösterilebilir. Bununla bağlantılı olarak, bir alan OECM kriterlerini karşılarsa dahi, nihai tanıma kararı, alanın yönetim yetkilisinin inisiyatifindedir
İkincil Koruma	Bu kapsamdaki alanlarda biyolojik çeşitlilik koruması ana yönetim hedefi olmamakla birlikte, koruma açıkça tanımlanmış ikincil bir hedeftir. Örneğin, havza yönetim planlarında su kalitesi birincil hedef olurken, biyolojik çeşitliliğin korunması da resmi olarak ikincil hedef olarak belirlenebilmektedir. Korunan alanları birbirine bağlayan ve bu özelliğiyle türlerin devamlılığını destekleyen ekolojik koridorlar (örneğin, birincil amacı erozyon kontrolü veya su kalitesini iyileştirmek olan riparian şeritler) da biyolojik çeşitlilik korumasının bilinçli şekilde ikincil hedef olarak benimsendiği OECM örneklerini oluşturmaktadır. Buradaki temel ölçüt, biyolojik çeşitlilik kazanımlarının ana yönetim amacı değil, onunla uyumlu ikincil bir sonuç olmasıdır.
Yardımcı Koruma	Yardımcı koruma kavramı, her ne kadar yönetsel hedeflerin odağında biyolojik çeşitliliğin muhafazası yer almasa da uygulanan yönetim pratiklerinin dolaylı bir sonucu olarak türlerin ve habitatların yerinde korunmasına olanak tanıyan bölgeleri ifade etmektedir. İnsan kaynaklı yapılar veya kullanımlar, örneğin batık gemilerin bulunduğu alanlar, petrol boru hatları veya rekreasyonel sörf noktaları, bu sınıflandırmaya dâhil edilebilecek tipik örneklerdir.

Tablo 1 incelendiğinde birincil koruma, ikincil koruma ve yardımcı koruma olmak üzere 3 tip koruma yaklaşımı karşımıza çıkmaktadır. Bu üç yaklaşımın da OECM olarak kabul edilebilmesi için OECM tanımı gereği birtakım kriterleri sağlaması gerekir: mevcutta bir PAs olarak tanınmaması, alanın belirli bir idare altında bir yönetime sahip olması, coğrafi olarak tanımlanabilmesi, biyoçeşitliliği yerinde korunmasına sürekli ve etkili bir katkı sağlaması, ekosistem işlevlerinin ve hizmetlerinin devam etmesi ve mevcut olması durumunda ise kültürel, manevi, sosyo-ekonomik ve yerel olarak ilgili diğer değerlerin korunması. Birincil ve açık bir koruma hedefi olan ve biyolojik çeşitliliğin yerinde korunmasını sağlayan ancak yetkili makamın PAs olmasını istemediği bir alan, kutsal bir doğal alan, gemi enkazı, boru hattı, su havzası koruma alanı, ormana dayalı yerel geçim faaliyetleri, (arıcılık, otlatma hayvancılığı, odun dışı orman ürünleri toplama), toprak koruma alanları, rekreasyon alanları, karbon tutmak için ayrılan alanlar ile ekonomik işletmecilik yapılmayan ekolojik ve sosyo-kültürel fonksiyonlar gözetken şekilde yönetilen (doğal yaşlı ormanlar, bakir ormanlar veya diğer yüksek biyolojik çeşitlilik değerine sahip ormanlar vb. gibi) alanlar potansiyel OECMs sahalarına örnek olarak verilebilir (IUCN-WCPA Task Force on OECMs, 2019; Aydın ve Akyol, 2024). Bu kadar geniş bir yelpazede örnek sunulabilmesinin temelinde ise OECM’lerin çok çeşitli yönetim modellerini kapsayabilmesi yatmaktadır. Nitekim OECM’ler, devlet, özel, yerli halk ve topluluk temelli ve ortak yönetim olmak üzere dört ana yönetim türünün tümü tarafından yönetilebilir ve bu durum, biyoçeşitlilik korunmasının ana hedef olabileceği gibi, farklı birincil hedeflerin doğal bir yan sonucu olarak da ortaya çıkabilmektedir. Bu esneklik, koruma çabalarını resmi statünün sınırları dışına taşıyarak, biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliğini destekleyen insan faaliyetlerini de küresel koruma hedeflerine dahil etme olanağı sunmaktadır (Jonas et al., 2023).

2018 yılında resmi bir tanım ve 2019 yılında bir rehberliğe kavuşan OECM’lerin, 2025 yılı itibariyle PA’lar dahil küresel kapsamlarına bakıldığında OECM’lerin kapsama alanının düşük kaldığı değerlendirilmiştir (Şekil 2) (UNEP-WCMC ve IUCN, 2025). Ancak 2022 yılında Kunming-Montreal Küresel Biyoçeşitlilik Çerçevesi Hedef 3 “2030 yılına kadar, karasal alanlar ve iç sular ile kıyı alanlarının ve denizel alanların en az yüzde 30’unun, özellikle biyoçeşitlilik ve ekosistem işlevleri ve hizmetleri açısından özel öneme sahip alanların, ekolojik olarak temsil edilen, iyi bağlantılı ve adil yönetilen **korunan alan sistemleri ve diğer etkili alan bazlı koruma önlemleri** ile ve uygulanabilir yerlerde yerli ve geleneksel bölgeleri tanıyarak ve daha geniş karasal ve denizel peyzajlara, ve okyanusa entegre edilmesini ve bu tür alanlarda uygun olduğu

durumlarda herhangi bir sürdürülebilir kullanımın tamamen koruma sonuçlarıyla tutarlı, geleneksel bölgeleri de dahil olmak üzere yerli halkların ve yerel toplulukların haklarını tanıyan ve bunlara saygı duyan şekilde etkili korunmasını ve yönetilmesini sağlamak ve olanak vermek” şeklinde tanımlanmış ve biyolojik çeşitliliğin korunması için PA’lar ile birlikte OECM’lere de önemli bir koruma aracı olarak yer verilmiştir (COP Decision 15/4, 2022).



Şekil 2: OECMs kapsama alanı mevcut durumu (2025 Eylül)

4. Bulgular

Ülkemizin orman varlığını yasal olarak yönetmekle sorumlu Orman Genel Müdürlüğü misyonu; “Orman ve orman kaynaklarını korumak, doğaya yakın bir anlayışla geliştirmek, ekosistem bütünlüğü içinde sürdürülebilir ve topluma çok yönlü faydalar sağlayacak şekilde yönetmek” olarak belirlenmiştir. Ayrıca vizyon ve kalite politikalarında da sürdürülebilir orman yönetimini benimsemiştir (OGM, 2024b). 2024-2028 yıllarını kapsayan OGM Stratejik Planı’nda belirlenen amaçlar; “(A1) Orman ve orman kaynaklarını her türlü zararlılara karşı korumak, (A2) İklim değişikliği sürecinde orman biyoçeşitliliğinin devamlılığını sağlamak, (A3) Ormanları geliştirmek, verimliliğini artırmak ve alanlarını genişletmek, (A4) Ormanların ürettiği mal ve hizmetlerden toplumun optimum düzeyde faydalanmasını sağlamak, (A5) Orman köylüsünün yerinde istihdamı ve kalkınmasını desteklemek, (A6) Kurumsal kapasiteyi geliştirmek olarak belirlenmiştir” (OGM, 2023). SOY’un genel tanımı veya OGM’nin misyon ve amaçları incelendiğinde sürdürülebilir orman yönetimi (i) ekolojik bağlamda; orman kaynaklarının her türlü zararlı etmenlerden

korunması, iklim değışikliğinin olumsuz süreçleri dahil biyolojik çeşitliliğinin geliştirilmesi ve ekosistem bütünlüğü içinde korunması, orman alanlarının genişlemesi ve geliştirilmesi, (ii) sosyal açıdan; ormanda yaşayan köylülerin refahlarının artması ve toplumun ormanlardan elde edilen mal ve hizmetlerden en yüksek seviyede faydalanması (iii) ekonomik kapsamda ise; oduna dayalı orman ürünleri üretiminde sürekliliğin sağlanması ile birlikte verim ve kalitenin artırılması ve maliyetlerin düşürülmesi unsurlarını içermektedir (Alkan et al., 2010).

Yukarıda belirlenen amaçlara ulaşmak için günümüzde ülkemiz orman kaynakları, SOY anlayışıyla uyumlu şekilde; ormanların odun üretimi fonksiyonu yanında ekolojik ve sosyo-kültürel değerlerini de içeren çok amaçlı faydalanma prensibiyle yönetilmektedir. Bu kapsamda ekosistem tabanlı fonksiyonel amenajman planları üretilmeye başlanmıştır. Böylelikle günümüz ormancılık politikalarında sürdürülebilir orman yönetimi kavramının benimsenmesi ve uygulanması ile orman kaynakları yönetimi; salt odun üretimi anlayışından, ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel denge içerisinde çok yönlü faydalanmayı ve korumayı ön planda tutan insan-çevre uyumlu bir doğa yönetim anlayışına evrilmiştir. Ancak orman ekosistemlerinde ilan edilen PA'lar doğası gereği katı koruma hedefleri içerdiğinden, sürdürülebilir orman yönetiminin sosyal ve ekonomik unsurları bu alanlarda kısıtlanabilmektedir. Çok yönlü faydalanma prensibi yok olan bu alanların yönetimi (korunan alan statüsüne bağlı olarak) çoğunlukla ülkemizde farklı kurumlara (Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı gibi) devrolmaktadır. Bu tarz PA alanlarında ise çoğu zaman kurumlar arası yetki karmaşası ve/veya sıkı koruma tedbirlerinden dolayı yerelde yaşayan insanlar ile çatışmalar olumsuz koruma sonuçlarına neden olabilmektedir (Akyol, 2020). Buna karşılık, "Diğer Etkili Alan Bazlı Koruma Önlemleri" birincil yönetim amacı ile doğayı koruyabileceği gibi, ikincil ve yardımcı amaçlarla da sahadaki çok yönlü faydalanma prensibini sürdürülebilir şekilde işletebilmekte; yani doğa ile insan faaliyetlerinin birlikte var olmasına imkân tanımaktadır. Böylece OECM'ler, PA'ların katı ve tek yönlü koruma yaklaşımının sınırlarını esnetmektedir. Ana amacın ticari ormancılık faaliyetleri olmadığı ve birincil amacın biyolojik çeşitliliğin korunması da olmadığı ekolojik veya sosyal fonksiyonlu olarak işletilen orman alanları (su koruma havzaları, toprak koruma gibi) veya biyolojik çeşitliliğin korunması birinci amaç (biyolojik çeşitliliği koruma ve geliştirme alanları, yüksek koruma değeri taşıyan alanlar vb.) olarak işletilen orman alanları, potansiyel OECMs sahaları olabilmektedir. Ancak bu sahalarda önemli biyolojik çeşitlilik değerlerinin uluslararası standartta karşılanması ve birçok kanıt ile desteklenmesi gerekmektedir.

Sürdürülebilir orman yönetimi anlayışına sahip Türkiye ormanlarında, ekolojik bütünlük içerisinde çok yönlü faydalanma anlayışıyla planlanan ve yönetilen ekolojik ve sosyal fonksiyonlu orman kaynakları, önemli biyolojik çeşitlilik değerlerine

sahipse ve bu değerler kanıtlanabiliyorsa, birer OECM olarak değerlendirilebilecektir. Bu standartlarda belirlenecek OECM sahaları aynı zamanda “Sürdürülebilir Orman Yönetimi’nin (SOY)” temel değerleri ile örtüşerek, Türkiye’nin de dahil olduğu 2030 koruma hedefleri için etkili bir koruma aracı olarak kullanılabilecektir. PA’lar gibi katı koruma kuralları içermeyen OECM’ler, önemli biyolojik çeşitlilik değerlerine sahip orman ekosistemlerinden çok yönlü yararlanma politikasını kısıtlamadan, koruma politikalarını daha da güçlendirerek yerinde, etkin ve uzun vadeli sürdürülebilir orman yönetimini destekleyeceği öngörülmektedir. Bu çerçevede, Muğla İli özelinde yürütülen “Doğa Korumada Yeni Bir Paradigma: Diğer Etkili Alan Bazlı Koruma Önlemlerinin (OECMs) Türkiye İçin Değerlendirilmesi” başlıklı devam eden doktora çalışmasının ilk sonuçları, incelenen orman ekosistemlerinin bir bölümünün OECM kriterlerini karşılama potansiyeline işaret etmektedir. Mevcut bulgularla, OECM yaklaşımının Türkiye’deki biyolojik çeşitliliği koruma stratejileri ve mevcut arazi yönetimi modelleri ile uyumlu olabileceği ve ülke ölçeğinde uygulanabilir bir çerçeve sunabileceği değerlendirilmiştir. Araştırma, doğru yönetim modelleri ile bu tür alanların ulusal koruma ağına dahil edilmesi için bir zemin oluşturma potansiyeli taşımaktadır (Aydın & Akyol, 2025).

Önemli bir diğer bulgu, Muğla Orman Bölge Müdürlüğü’nün 2012’den bu yana Forest Stewardship Council (FSC) sertifikasına sahip olmasıdır (Aydın & Akyol, 2023). Bu sertifika, orman yönetiminin yasalara uygunluk, işçi hakları, yerel halklarla ilişkiler, biyolojik çeşitliliğin korunması ve yüksek koruma değeri taşıyan orman ekosistemlerinin idaresi gibi alanlarda uluslararası standartları karşıladığını ve böylece “Sürdürülebilir Orman Yönetimi” ilkelerinin uygulandığının en somut kanıtıdır (FSC, 2025). Sonuç olarak doktora çalışması kapsamında OECM kriterlerini karşıladığı tespit edilen alanlar ile FSC sertifikalı ormanlar arasında coğrafi ve yönetsel olarak anlamlı bir örtüşme de tespit edilmiştir. Bu örtüşme, FSC sertifikasyonunun gerektirdiği etkin yönetim prensipleri ile OECM’lerin “etkili yönetim sonucu biyolojik çeşitliliğin korunması” şartının birbiriyle uyumlu olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, SOY’un varlığının bir teyidi olan FSC sertifikalı alanların aynı zamanda OECM statüsü için de güçlü bir temel oluşturacağı ve bu iki kavramın birbirini tamamlayıcı nitelikte olduğu değerlendirilmektedir. İki kavram arasındaki bu kavramsal uyum, “Diğer Etkili alan Bazlı Koruma Önlemlerinin” Türkiye’deki mevcut orman yönetimine entegrasyonunun pratikte mümkün olduğunu göstermektedir.

5. Sonuç

Alan bazlı koruma, biyolojik çeşitliliğin korunması için geçmişte olduğu gibi bugün ve gelecekte de önemli bir araç olacaktır. Ayrıca PA’ların etkin bir koruma

aracı olarak taraflarca kullanılmaya devam etmesi bilim dünyasında da genel kabul görmektedir. Ancak bu etkin korumanın yanında farklı yerlerde biyoçeşitlilik koruma sonucu doğuran alanların varlığı kabul edilmiş ve daha geniş alanlarda daha geniş katılımlı bir koruma anlayışı içeren OECM'ler gelişmeye başlamıştır. Yaklaşık 150 yılı geçkin sürece kullanılan (modern koruma anlayışı içinde) PA'ların yanına koruma taraflarınca OECM'ler yeni bir koruma aracı olarak eklenmiştir. OECM'ler ve PA'ların birbirinden bağımsız birer araç olarak görülmemesi gerektiği, aksine farklı alanlarda birbirini tamamlayarak koruma ağının gelişmesine, küresel koruma sistemlerinin etkinliğini ve alanını artıracak değerlendirilmektedir. Orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimi açısından ise; katı koruma kuralları içeren ve dolayısıyla yerli halk veya yerel topluluklarla çatışma olasılığı yüksek olan ve çok yönlü faydalanmayı kısıtlayan PAs uygulamalarının sorun olacağı orman ekosistemlerinde, doğayı insanlarla birlikte koruma çabası içeren yeni koruma aracı OECM'ler ile biyolojik çeşitliliğin manevi, kültürel ve sosyo-ekonomik değerlerle birlikte korunması fırsatı doğmuştur. Diğer önemli bir konu ise OGM idaresi altında sürdürülebilir orman yönetimi yapılan alanların OECM olarak ilan edilmesi sonucu; yönetimin OGM bünyesinde kalacağı, yetki çatışması sorununun ortadan kalkacağı ve 2030 koruma hedeflerine ulaşılmasında Türkiye'nin korunan alan kapsama oranına önemli bir katkı sağlayacağı değerlendirilmiştir. Ayrıca, FSC sertifikalı alanların, ilgili çalışma kapsamında OECM olarak belirlenen sahalar ile örtüşmesi, bu yeni koruma aracının SOY'un üç temel boyutu olan ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Bu durum, SOY kapsamında biyolojik çeşitliliğin, kültürel ve sosyo-ekonomik değerlerin korunduğu mevcut yönetim mekanizmalarına OECM'lerin pratik bir şekilde entegre edilebileceğini (alanın OECM kriterlerini karşılaması durumunda) ve iki kavramın birbirini destekleyerek bu değerlerin korunmasını mümkün kılabileceğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, yeni bir koruma anlayışı olan OECM'lerin zengin biyolojik çeşitliliğe sahip orman kaynaklarının bugün ve gelecekte sürdürülebilir yönetimine önemli destek sağlayacağı öngörülmüştür.

Kaynaklar

- Aichi Biodiversity Targets, UNEP/CBD/COP/DEC/X/2 Decision X/2: The strategic plan for biodiversity 2011-2020 and the Aichi Biodiversity Targets 13 (2010). <https://www.cbd.int/meetings/COP-10>
- Akyol, A. (2020). Katılımcılık bakış açısıyla yerel halkın korunan alanlara yönelik algıları. In N.Y. Bozdoğan (Ed.), *Ziraat, orman ve su ürünleri alanında teori ve araştırmalar* (pp. 177–193). Gece Publishing.
- Akyol, A., & Tolunay, A. (2006). Türkiye’de sürdürülebilir orman kaynakları yönetimi, ilkeleri, göstergeleri ve uygulamaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 221–234.
- Akyol, A., & Tolunay, A. (2014). Sürdürülebilir orman yönetimi ölçüt ve göstergelerinin Türkiye için modellenmesi. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 15(1), 21–32.
- Alkan, H., Korkmaz, M., & Eker, M. (2010). Sürdürülebilir orman yönetiminde yaşanan gelişmeler, karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri: Isparta orman bölge müdürlüğü örneği. *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 56–65.
- Aydın, Y., & Akyol, A. (2023). Orman sertifikasyonu değerlendirme süreçleri ve sürdürülebilir orman yönetimine etkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 24(4), 367–377. <https://doi.org/10.18182/tjf.1362480>
- Aydın, Y., & Akyol, A. (2024). Biyoçeşitliliğin yerinde korunmasına yönelik yeni bir küresel araç: OECMs. In M. Mısır (Ed.), *Çevre ve sürdürülebilirlik: Yerelden küresele* (pp. 57–109). BİDGE Yayınları.
- Aydın, Y., & Akyol, A. (2025). Biyolojik çeşitliliği korumak için yeni bir politika aracı: Diğer etkili alan bazlı koruma önlemleri. *Turkish Journal of Forestry*, 26(2), 182–189.
- Bozlağan, R. (2005). *Sürdürülebilir gelişme düşüncesinin tarihsel arka planı*. 50, 1011–1028.
- Brundtland Commission. (1987). *World Commission on Environment and Development (WCED)(1987)*. Oxford University Press.
- Butchart, S. H. M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J. P. W., Almond, R. E. A., Baillie, J. E. M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K. E., Carr, G. M., Chanson, J., Chenery, A. M., Csirke, J., Davidson, N. C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., ... Watson, R. (2010). Global biodiversity: Indicators of recent declines. *Science*, 328(5982), 1164–1168. <https://doi.org/10.1126/science.1187512>
- Campbell, L., & Gray, N. (2019). Area expansion versus effective and equitable management in international marine protected areas goals and targets.

- Marine Policy*, 100, 192–199.
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.11.030>
- Çepel, N. (1997). *Biyoçeşitlilik Önemi ve Korunması*. TEMA.
- Çolak, A. H. (2001). *Ormanda Doğa Koruma (Kavramlar-Prensipler-Stratejiler-Önlemler)* (1st ed.). Milli Parklar ve Av Yaban Hayatı Genel Müdürlüğü.
- Cook, C. N. (2024). Progress developing the concept of other effective area-based conservation measures. *Conservation Biology*, 38(1), e14106.
<https://doi.org/10.1111/cobi.14106>
- COP Decision 14/8, CBD/COP/DEC/14/8 30 November 2018 COP Decision 14/8 (CBD) Protected Areas and Other Effective Area-Based Conservation Measures 19 (2018). <https://www.cbd.int/conferences/2018/cop-14/documents>
- COP Decision 15/4, CBD/COP/DEC/15/4 COP Decision 15/4 Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework 15 (2022).
<https://www.cbd.int/meetings/COP-15>
- Coşkun, Y. (2023). Biyoçeşitlilik kavramına giriş. In H. A. Efe (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya Biyoçeşitlilik Eğitimi* (pp. 1–14). Anı Yayıncılık.
- Dudley, N. (2009). What makes a “protected area”? The new context from IUCN. *ECOS*, 30(1), 51–59.
- Dudley, N., & Stolton, S. (2016). Protected area diversity and potential for improvement. In L. N. Joppa, E. M. B. Jonathan, & J. G. Robinson (Eds.), *Protected areas: Are they safeguarding biodiversity?* (pp. 34–48). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118338117.ch2>
- Dudley, N., & Stolton, S. (2020). *Leaving Space for Nature: The Critical Role of Area-Based Conservation*. Taylor and Francis.
- FAO. (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020-Key findings*. FAO.
- FAO. (2025). *What is sustainable forest management?* [Resmi Kurum]. The Food and Agriculture Organization of the United Nations.
<https://www.fao.org/forestry/sfm/en>
- FSC. (2025). *The 10 FSC principles* [NGO official website]. FSC Standards.
<https://fsc.org/en/standards>
- Garcia, S., Rice, J., Himes-Cornell, A., Friedman, K., Charles, A., Diz, D., Appiott, J., & Kaiser, M. (2022). OECMs in marine capture fisheries: Key implementation issues of governance, management, and biodiversity. *Frontiers in Marine Science*, 9.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2022.920051>
- Hakverdi, A. E. (2020). Türkiye’de sürdürülebilir orman yönetimi kriter ve göstergelerinin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 21(3), 332–343. <https://doi.org/10.18182/tjf.691776>

- Hakverdi, A. E., Akyol, A., & Tolunay, A. (2024). Batı Akdeniz Bölgesinde uygulanan sürdürülebilir orman yönetimi sosyo-ekonomik fonksiyonlar ölçütüne ilişkin orman mühendislerinin görüşleri. *Turkish Journal of Forestry*, 25(1), 1-11. <https://doi.org/10.18182/tjf.1368018>
- Isık, K. (2014). *Biyolojik Çeşitlilik: Herkes için Okuma Parçaları* (3rd ed.). ANG Ali Nihat Gökyiğit Vakfı. <https://doi.org/10.13140/2.1.4431.9529>
- IUCN-WCPA Task Force on OECMs. (2019). *Recognising and Reporting Other Effective Area-Based Conservation Measures*. IUCN.
- Jonas, H. D., Ahmadi, G. N., Bingham, H. C., Briggs, J., Butchart, S. H. M., Cariño, J., Chassot, O., Chaudhary, S., Darling, E., Degemmis, A., Dudley, N., Fa, J. E., Fitzsimons, J., Garnett, S., Geldmann, J., Golden Kroner, R., Gurney, G. G., Harrington, A. R., Himes-cornell, A., ... von Weizsäcker, C. (2021). Equitable and effective area-based conservation: Towards the conserved areas paradigm. *Parks*, 27(1), 71–84. Scopus. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.PARKS-27-1HJ.en>
- Jonas, H. D., MacKinnon, K., Marnewick, D., & Wood, P. (2023). *Site-Level Tool for Identifying Other Effective Area-Based Conservation Measures (OECMs): First Edition*. IUCN. <https://doi.org/10.2305/WZJH1425>
- Jonas, H. D., Wood, P., & Woodley, S. (Eds.). (2024). *Guidance on Other Effective Area-Based Conservation Measures (OECMs)*. IUCN. <https://doi.org/10.2305/LAAW4624>
- Laffoley, D., Dudley, N., Jonas, H., MacKinnon, D., MacKinnon, K., Hockings, M., & Woodley, S. (2017). An introduction to 'other effective area-based conservation measures' under Aichi Target 11 of the Convention on Biological Diversity: Origin, interpretation and emerging ocean issues. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems*, 27, 130–137. <https://doi.org/10.1002/aqc.2783>
- Lemieux, C., Kraus, D., & Beazley, K. (2022). Running to stand still: The application of substandard OECMs in national and provincial policy in Canada. *Biological Conservation*, 275. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109780>
- Leveque, C., & Mounolou, J. (2023). *Biyoçeşitlilik, Biyolojik Devinimler ve Koruma* (Çeviri Editörleri: Hasan H. Başıbüyük, Ahmet Yılmaz, Sabri Kılınç) (2nd ed.). Palme Yayınevi.
- Leverington, F., Costa, K. L., Pavese, H., Lisle, A., & Hockings, M. (2010). A global analysis of protected area management effectiveness. *Environmental Management*, 46(5), 685–698. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9564-5>

- OGM. (2023). *Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Plan 2024-2028* (Stratejik Plan V; p. 148). Orman Genel Müdürlüğü.
- OGM. (2024a). *Kavram Notu: Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri – Orman Yönetim Birimi Düzeyi Tanımlama ve Uygulama (Bayramiç ve Kalkın)* (p. 31) [Çalıştay Raporu]. Orman Genel Müdürlüğü. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/SurdurulebilirOrmanYonetimiUygulamaBirimi/TEKN%C4%B0K%20%C3%87ALI%C5%9ETAY%20KAVRAM%20NOTU.pdf>
- OGM. (2024b). *Vizyon, Misyon, Kalite Politikası*. <https://www.ogm.gov.tr/tr/kurulusumuz/genel-bilgiler>
- Öner, D. (2005). *Doğa Koruma ve Milli Parklar*. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Stolton, S., & Dudley, N. (2010). *Arguments for Protected Areas: Multiple Benefits for Conservation and Use*. Earthscan.
- Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı. (2020). *Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri Türkiye Raporu 2019* (p. 233). Orman Genel Müdürlüğü.
- The United Nations. (1992). *Rio Declaration on Environment and Development* (p. 5) [Declaration]. United Nations.
- UNEP-WCMC ve IUCN. (2025). *Explore Protected Areas and OECMs* [Official]. Protected Planet. <https://www.protectedplanet.net/en>
- Watson, J. E. M., Darling, E., Venter, O., Maron, M., Walston, J., Possingham, H., Dudley, N., Hockings, M., Barnes, M., & Brooks, T. (2016). Bolder science needed now for protected areas. *Conservation Biology*, 30(2), 243–248. <https://doi.org/10.1111/cobi.12645>

2. Bölüm

Uluslararası Sözleşmeler Işığında Türk İklim Kanununun Analizi

Atakan Osman DEMİRCAN¹, Osman Devrim ELVAN²

ÖZET

Paris Anlaşmasına taraf olan Türkiye Cumhuriyeti artan yükümlülüklerini karşılama ve iklim değişikliğine uyum, iklim değişikliği ile mücadele çalışmaları için 9 Temmuz 2025 tarihinde İklim Değişikliği Kanununu yürürlüğe koymuştur. Araştırmada Türk İklim Kanununun, Türkiye'nin taraf olduğu uluslararası iklim anlaşmalarında yer alan; İklim değişikliği ile mücadele ve iklim değişikliğine uyum politikalarını yansıtan temel kavramlar referans alınarak Kanunun yeterliliği ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Elde edilen bulgular sonucunda; Beş bölümden oluşan kanunun ağırlıklı olarak piyasalara yönelik olduğu iklim değişikliği ile mücadele ve uyum konularında Türkiye'nin taraf olduğu uluslararası anlaşmaların temel kaideleri açısından yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırma sonucunda verilen önerilerin, kanun koyucu iradeye, benzer çalışmalar yapan araştırmacılara yardımcı olacağı düşünülmektedir.

¹ Arş. Gör., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi Çevre ve Orman Hukuku ABD, atakan.demircan@iuc.edu.tr

²Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi Çevre ve Orman Hukuku ABD, devrimelvan@iuc.edu.tr

1. GİRİŞ

Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi (NASA) değerlendirmelerine göre yaklaşık 4,6 milyar yıldır varlığını sürdüren ve sahip olduğu atmosfer ve doğal denge ile biyolojik yaşama elveren dünya, yeryüzünde çeşitli yok oluşlara ve yeniden doğuşlara sahne olmuş, nesli tükenenler de dahil olmak üzere 8,7 milyona yakın canlı türüne (Sweetlove, 2011) ev sahipliği yapmıştır. Sanayi devrimi ile birlikte 18. Yüzyılın ortalarından itibaren fosil yakıtların (kömür, petrol, doğalgaz) yoğun olarak kullanımı, sera gazı emisyonlarını artırmış ve atmosferdeki karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) seviyelerinde önemli bir artışa neden olmuştur. Özellikle 20. yüzyılın ortalarından itibaren yoğunlaşan bu emisyonlar; antropojen etkilerle atmosfere salınan ve sera etkisine sebebiyet veren gazlar, dünyadaki ortalama sıcaklıkların artmasına, atmosferdeki doğal dengenin bozulmasına sebebiyet vermiştir (Aydın,2021). 1900'lerin ortalarından itibaren, gelişen teknoloji; soğuk savaşın da etkisiyle insanlığın Dünyayı uzaydan daha etkin izleyebilme kabiliyetine vakıf olması, meteoroloji biliminin gelişmesi ve dünyanın küreselleşmesi gibi etkenlerle, atmosferdeki bu insan etkisi sonucu meydana gelen değişim daha net bir şekilde gözler önüne serilebilmiş ve bu duruma karşı milletlerarası önlemler almak ihtiyacını doğurmuştur. Bu girişimlerden ilki 1972 yılında Stocholm konferansı ile başlamıştır. 1979 yılında Birleşmiş Milletler öncülüğünde 1. İklim Konferansı düzenlenmiştir. Ortaya konulan bilimsel çıktılar ışığında 1985 yılında Ozon Tabakasının korunması maksadıyla Viyana Sözleşmesi imzalanmış ve arkasından 1987 yılında Montreal Protokolü imzalanmıştır. Daha sonra Birleşmiş Milletlerin iki örgütü, Dünya Meteoroloji Örgütü ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından insan faaliyetlerinin neden olduğu iklim değişikliğinin risklerini değerlendirmek üzere 1988 yılında IPCC (Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli) kurulmuştur (Engin, 2010). IPCC'nin ilk raporunda sera gazlarının atmosferik konsantrasyonlarını önemli ölçüde artırdığından ve bunun ortalama olarak Dünya yüzeyinin ek bir ısınmasına yol açtığından emin oldukları belirtilmiştir (Kılı., 2009). 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzalanmıştır. Sözleşme, iklim değişikliğiyle mücadelede sözleşmeye taraf devletlere yönelik bağlayıcı hükümler içeren ilk milletlerarası andlaşma olması niteliği ile bu süreçte önemli bir yere sahiptir. Sözleşme'nin 4. ve 7. Madde hükümleri uyarınca Taraflar Konferansı (COP) oluşturulmuş ve Sözleşme'nin en yüksek organı olarak görevlendirilmiştir (BMİDÇS). Bu süreçte düzenlenmiş olan önemli konferanslar: Villach Konferansı (Ekim 1985), Toronto Konferansı (Haziran 1988), Ottawa Konferansı (Şubat 1989), Tata Konferansı (Şubat 1989), Lahey Konferansı ve Bildirgesi (Mart 1989), Noordwijk Bakanlar

Konferansı (Kasım 1989), Kahire Sözleşmesi (Aralık 1989) ve Bergen Konferansı (Mayıs 1990) şeklinde sıralanabilir (Sadioğlu, 2020).

İklim değişikliği ile ilgili olarak bu çalışmaların neticesinde Taraflar Konferansı'nın 1997 yılında Japonya' nın Kyoto kentinde yapılan 3. Taraflar Konferansı ile Kyoto Protokolü imzalanmıştır. Bu Protokol gelişmiş ülkelerin sera gazı emisyonlarının Kyoto Protokolü'nde listelenen sera gazlarını 2008-2012 döneminde 1990 yılına göre %5 azaltmalarını öngörmektedir. Son olarak 2015 yılı Aralık ayında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne taraf olan 197 ülke tarafından kabul edilen Paris İklim Anlaşması Kyoto Protokolü'nün 2020 yılında sona erecek olması sebebiyle, bu tarihi takip eden dönemde iklim değişikliği ile ilgili uluslararası işbirliğini sürdürmeyi amaçlamaktadır. Anlaşma, 2. maddesi uyarınca, küresel sıcaklık artışını belli bir seviye ile sınırlandırmak ve azaltmak doktrini benimsenmektedir (Karakaya, 2021).

2.İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE İLGİLİ ULUSLARARASI SÖZLEŞMELER

Yukarıda kısaca açıklanan sözleşmeler ile ilgili olarak imzaya açılan sözleşmeler irdelenecek olursa;

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

BMİDÇS, 1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda kabul edilmiştir. Bu sözleşme, iklim değişikliği sorununu ele alarak, global sıcaklık artışını 2 °C'nin altında tutmayı hedefleyen ve bu amaca yönelik eylemleri geliştiren ilk uluslararası bağlayıcı metin olma özelliğini taşımaktadır (Dimitrov, 2016). BMİDÇS, taraf devletlerin iklim değişikliği ile mücadelede ortak sorumluluklarını belirlemekte ve bu doğrultuda uluslararası iş birliğini teşvik etmektedir (Mitchell, 2003). Ayrıca iklim değişikliği alanında çok taraflı anlaşmaların yapılandırılması için bir çatı görevi gören sözleşme, ülkeler arasında çevresel sorunları ele alan yasaların ve düzenlemelerin koordine edilmesine yardımcı olmuştur (Montagna et al., 2020; Egger et al., 2013). Bu bağlamda, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, iklim değişikliği sorunuyla küresel ölçekte mücadele etme çabalarını koordine eden ve ülkelerin sorumluluklarını belirleyen önemli bir yapıttır. 4'üncü maddesi ile iklim değişikliği ile mücadelede esnek ama etkili bir çerçeve sunarak, ülkeler arasındaki iş birliğini geliştirmeyi hedeflemiştir. (Pavlova & Zeeuw, 2012).

Kyoto Protokolü

1997 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) kapsamında kabul edilen bu protokol, özellikle gelişmiş ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmalarını hedefleyen bağlayıcı yükümlülükler getirmiştir. Çevrenin korunmasına yönelik faaliyetlerin finansmanı ve bu faaliyetlerin sürdürülebilirliği, uluslararası iş birliği ve bağlayıcı kuralların gerekliliğini ortaya koymuştur (Güven et al., 2018).

Kyoto Protokolü'nün temel amacı, 2008-2012 yılları arasında gelişmiş ülkelerin toplam sera gazı emisyonlarını 1990 seviyelerine göre ortalama %5 oranında azaltmaktır. Bu hedef, protokolün bağlayıcı niteliğiyle öne çıkmakta ve taraf ülkelerin ulusal politikalarını şekillendirmektedir. Kyoto Protokolü'nün en önemli yeniliklerinden biri, esneklik mekanizmaları olarak bilinen karbon ticareti, temiz kalkınma mekanizması (CDM) ve ortak uygulama (JI) gibi piyasa temelli araçların devreye sokulmasıdır. Bu mekanizmalar sayesinde, ülkeler emisyon azaltım yükümlülüklerini daha maliyet etkin bir şekilde yerine getirme imkânına kavuşmuşlardır (Çetintaş et al., 2017). Özellikle karbon piyasalarının gelişimi, ülkelerin ve şirketlerin sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik projeler geliştirmesini ve bu projelerden elde edilen emisyon azaltım sertifikalarının uluslararası piyasalarda alınıp satılmasını mümkün kılmıştır (Gürbüz et al., 2019)

Paris Anlaşması

Paris İklim Anlaşması, 12 Aralık 2015 tarihinde Paris'te, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı'nda (COP21) kabul edilmiştir. Bu anlaşma, küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi seviyelerin 2 °C üzerinde tutulmasını hedeflemekte ve bunun yanı sıra 1.5 °C artışının sınırlandırılması için çaba gösterilmesini öngörmektedir (Russo et al., 2019; (Sanderson et al., 2017) . Anlaşma, 196 ülkenin bir araya gelmesiyle oluşan bir uluslararası işbirliği çerçevesinde, iklim değişikliği ile mücadelede ortak sorumlulukların paylaşılmasına yönelik en kapsamlı girişimdir (Oberthür & Groen, 2016).

Paris İklim Anlaşması, ülkelerin ulusal belirlenmiş katkılarını (NDC) artırmalarını sağlama amacı gütmektedir (Eskander et al., 2021). Anlaşmanın Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler üzerindeki etkisi, sera gazı emisyonlarının azaltılması için gerekli hukuki çerçevenin hazırlanmasıdır.

3. TÜRKİYE'DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE İLGİLİ YASAL GELİŞMELER

Uluslararası anlaşmalar, Türk hukuk sistemi içerisinde hem normatif düzenlemeleri hem de devletin dış politikadaki taahhütleri açısından merkezi bir yer tutmaktadır. Bu anlaşmalar, Türkiye'nin uluslararası arenadaki yükümlülüklerini yerine getirmesine yardımcı olurken, aynı zamanda iç hukuk düzenlemelerinin de şekillenmesinde etkili olmaktadır (Doğan, 2023).

Türkiye Cumhuriyeti Anayasasının 90. maddesine göre, uluslararası antlaşmalar kanunlarla aynı hukuki güce sahiptir. Kanunlardan farklı olarak, uluslararası antlaşmalar aleyhine Anayasa'ya aykırılık gerekçesiyle Anayasa Mahkemesinde itiraz edilemez. Bu nedenle, yasalar konusunda en yüksek yargı denetim organı olan Anayasa Mahkemesi, uluslararası antlaşmaları inceleyemez. Uluslararası antlaşmaların hükümlerinin Anayasa ile çelişkili olduğu tespit edilemez (Tunç, 2000).

Çevresel anlamda ise, uluslararası çevre düzenlemeleri ve sözleşmeler Türk mevzuatında önemli bir yer bulmaktadır. Paris İklim Anlaşması, küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadele kapsamında, devletlerin sera gazı emisyonlarını azaltma taahhütlerini içeren benzersiz bir düzenleyici mekanizmadır. Bu antlaşma, uluslararası çevre hukukunun bir parçası olarak kabul edilmekte ve Türkiye'nin de taraf olduğu bu süreç, ulusal çevre mevzuatının güncellenmesine, stratejik düzenlemelerin yapılmasına ve yargı uygulamalarının şekillenmesine neden olmaktadır (Akpınar, 2023).

Türkiye'de uluslararası antlaşmaların mevzuata entegrasyon süreci, yalnızca yeni düzenlemelerin yapılmasını değil, aynı zamanda mevcut mevzuatın yeniden gözden geçirilerek, uluslararası yükümlülüklerle uyumlu hale getirilmesini de kapsamaktadır. Bu durum, özellikle çevre ve iklim değişikliği gibi alanlarda, sektörler arası koordinasyon ve uluslararası normlarla uyum sağlama açısından kritik öneme sahiptir (Doğan, 2023). Yargı organlarının da uluslararası sözleşmeler ve antlaşmalar doğrultusunda kararlar alması, iç hukuk ve uluslararası hukukun karşılıklı etkileşim içerisinde olduğunu göstermektedir. Böylece, devletin uluslararası arenadaki yükümlülükleri, sadece dış ilişkilerde değil, aynı zamanda iç hukuk düzenlemelerinde de kendini göstermektedir.

İklim Kanunu İçeriği ve Kapsamı

İklim Kanunu, Başlangıç Hükümleri, İklim Değişikliği ile Mücadele, Emisyon Ticaret Sistemi, Gelirler, Denetim, Çeşitli ve Son Hükümler olmak üzere 5 ana bölümden oluşmaktadır. 1. Bölümde, Kanunun esaslarını, amaç ve kapsamını, açıklanmakta, iklim değişikliği ile ilgili ulusal politikalarda ve

uluslararası mevzuatta yer alan bazı ilke ve kavramların tanımları yapılmaktadır. İlk maddesinde Kanunun amacı “yeşil kalkınma vizyonu ve net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda iklim değişikliğiyle mücadelede sera gazı emisyonlarının azaltılmasını, iklim değişikliğine uyumu ve bu hususlara yönelik planlama ve uygulama araçlarını düzenlemektir” şeklinde ifade edilmiştir. İklim Değişikliği ile Mücadele bölümünde azaltım ve uyum hedeflerine yer verilmiş ve bunların hangi kurum ve kuruluşların sorumluluğunda oldukları, ne şekilde hayata geçeceği hüküm altına alınmıştır. Sera gazı emisyonlarının azaltılmasında temel dayanak, Kanunun 4. Maddesinde; net sıfır emisyon hedefi ve Ulusal Katkı Beyanı’nda yer alan hedef ve politikalar olarak belirlenmiştir. Kanunun 3. Bölümünü ise Emisyon Ticaret Sistemi teşkil etmektedir. Bu bölümde, Türkiye’de Emisyon Ticaret Sisteminin (ETS) kurulması, ETS kapsamında yer alan işletmelerin sera gazı emisyon izni almasının zorunlu kılınması, Sermaye Piyasası Kurulu ve piyasa işleticisinin görev ve yetkileri, tahsisatların yasal niteliği düzenlenmiştir. Gelirler bölümünde, emisyon ticaretinden, idari para cezalarından, karbon piyasası işlemlerinden ve bağışlardan elde edilecek gelirler, Denetim, Çeşitli ve Son Hükümler başlığı altındaki beşinci ve son bölümde ise denetim yetkileri Taşra teşkilatı kurma yetkisi, düzenleyici işlemler, uzmanlık kadroları ve diğer kanunlarda yapılan değişiklikler yer almaktadır. Geçici maddelerle emisyon ticaret sistemine geçiş süreci, planlama yükümlülüklerinin zamanlaması ve geçiş dönemi cezaları düzenlenmiştir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, İklim Kanunu’nun, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ve Paris Anlaşması ile yapısal ve kavramsal uyumluluğunu incelemek amacıyla içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Öncelikle, BMİDÇS, Paris Anlaşması ve İklim Kanunu metinleri, iklim değişikliğiyle mücadeleye ilişkin politikaları yansıtan ve uluslararası mevzuatta yer alan ortak temel kavramlar doğrultusunda sistematik olarak analiz edilmiştir. Bu kapsamda, yedi tematik kavram belirlenmiş ve bu başlıkların her üç metin içerisindeki karşılığı puanlandırılmıştır. Puanlama sistemi beş puanlık bir sistem kullanılmış olup, bu sistem EFLD kriteri olarak anılmaktadır (Aydın Coşkun, Gençay, 2011; Aydın Coşkun & Gençay, 2011; Elvan, 2013; Elvan, Türker, 2014;, Elvan, Türker, 2014; Elvan ve ark., 2020, Elvan ve ark. 2021a; Elvan ve ark., 2021b; Türker, Aydın, 2022).

Değerlendirmede her kavram için, ilgili metinlerdeki içerik, kavramın varlığı, bağlayıcılığı ve ifadesinin açıklığı dikkate alınarak 0 ile 4 arasında değişen puanlarla derecelendirilmiştir. Söz konusu ölçek, 0: "Hüküm bulunmamaktadır",

1: " Çok genel bir çerçeve vardır, yetersizdir", 2: " Benzer ifadeler var ancak yeterli değil", 3: "Hükümün ifadesi eksik ancak yeterli", 4: "Doğrudan, açık ve güçlü şekilde yer almaktadır." şeklinde tanımlanmıştır. Bu şekilde her kavramın üç ayrı belgede aldığı puanlar, içerik bağlamında sayısallaştırılarak analiz edilebilir hale getirilmiştir.

Puan Kriterleri:

Yapılan puanlandırma, kavramların geçiş sıklığı, barındıkları madde sayıları ve ifade açıklığı baz alınarak şekilde yapılmıştır. 4 en yüksek 0 en düşük yeterlilik düzeyi olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Puanlama sistemi

Puan	Açıklama
0	Kavram ile ilgili hüküm bulunmamaktadır
1	Kavramla ilgili çok genel bir çerçeve var, yetersiz
2	Kavramlara yakın benzer ifadeler var ancak yeterli değil
3	Hükümlerin ifadesi eksik ancak yeterli
4	Doğrudan, açık ve güçlü şekilde yer almaktadır

5. TEMEL KAVRAMLAR

Aşağıda sözleşmeler ve İklim kanunu için belirlenmiş tematik kavramlar açıklanmıştır.

Sera Gazı Emisyon Raporlama

Sera gazı emisyon raporları, ülkelerin iklim politikalarının etkisinin değerlendirilmesi için temel bir araçtır (Oral & Uguz, 2020). Bu raporlar, ülkelerin sera gazı salınımlarını izleme, raporlama ve azaltma çabalarını belgeler, ülkenin sera gazı salınıminin hangi kaynaklardan geldiğini ve bu kaynakların zaman içindeki değişimini detaylı bir şekilde sunar (Özdemir, 2024). Bununla birlikte, sera gazı emisyon raporları, ülkelerin sera gazı salınımlarını azaltma yönündeki ilerlemelerini takip etmekte de kritik bir rol üstlenmektedir (Fenkli et al., 2023). Ülkeler, emisyonlarını azaltmak için enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ve yeşil teknolojilerin

geliştirilmesi gibi stratejiler benimsemektedir (Demirtürk, 2021). Aynı zamanda, sera gazı emisyonlarının ulusal ve uluslararası düzeyde izlenmesi, ülkelerin iklim finansmanı ve teknoloji transferi gibi konularda daha etkili politikalar geliştirebilmesi açısından da önemli bir zemin oluşturmaktadır (Mete, 2020).

Bahsi geçen kavram, iklim kanununda doğrulanmış sera gazı raporu adıyla geçmekte ve yasaklayıcı hükümler barındırmaktadır. Ceza hükümleri ise İklim Kanununda bulunmayıp Çevre Kanunu uyarınca yaptırıma bağlanmaktadır. Kavram sözleşmelerde ve İklim Kanununda yer almaktadır.

Yeşil Dönüşüm

Yeşil dönüşüm, uluslararası iklim anlaşmalarında sürdürülebilirlik ve çevresel koruma bağlamında önemli bir kavram olarak önümüze çıkmaktadır. Bu kavram, ekonomik faaliyetlerin çevresel etkilerini azaltmayı, doğal kaynakların korunmasını ve yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmeyi amaçlayan bir süreç olarak tanımlanabilir. Uluslararası çerçevelerde, iklim değişikliği ile mücadele ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle doğrudan ilişkilidir (Aydın et al., 2023). Bu bağlamda, yeşil dönüşüm, iklim değişikliği ile mücadele ve ekonomik büyüme arasındaki dengeyi sağlamayı hedefler. Bu iki bileşen, ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltma çabalarını desteklerken, aynı zamanda toplumların ekonomik ve sosyal refahını artırmayı da amaçlar (Siciliano et al., 2021). Örneğin, Avrupa Yeşil Mutabakatı, Avrupa Birliği üyesi ülkelerin karbon nötr bir ekonomiye geçişini teşvik eden bir dizi politika ve strateji sunmaktadır (Aydın et al., 2023). Bu stratejiler, sanayi, ulaşım ve tarım gibi sektörlerden gelen sera gazı emisyonlarını azaltmayı amaçlarken, aynı zamanda ekonomik büyümeyi de teşvik etmeyi hedefler, ayrıca, iklim adaptasyonunu artırmak ve yerel toplulukların dayanıklılığını artırmak için gerekli olan altyapı değişikliklerini de kapsar. Bu bağlamda, urbanizasyon ve altyapı projeleri, sürdürülebilir enerji sistemleriyle bütünleştirilerek yaşam alanlarının daha çevre dostu hale gelmesini sağlamakta büyük bir rol oynar (Adelman, 2015).

Bu kavram sözleşmelerde yer alırken İklim Kanununda bulunmamaktadır.

İklim Adaleti

İklim adaleti, uluslararası iklim anlaşmalarında önemli bir kavram olarak belirlenmiş ve iklim değişikliği ile mücadelenin sosyal, ekonomik ve politik boyutlarını ele alan bir kavramdır. İklim adaletinin temel ilkeleri; adil yük paylaşımı, tarihsel sorumluluk, cinsiyet eşitliği ve düşük gelirli toplulukların korunması üzerinedir. Bu bağlamda iklim adaleti, iklim değişikliğinin toplumsal etkilerini anlamak ve bu etkilere karşı adil yanıtlar geliştirmek için bir çerçeve

sunar (Bulkeley et al., 2013). Karar mekanizmasının Birleşmiş Milletler Taraflar Konferansı olduğu uluslararası iklim politikalarında, iklim adaleti anlayışı, gelişmiş ülkelerin geçmişteki emisyonlarının sonucunda küresel iklim değişikliğinde üstlendikleri sorumluluklara dayandırılmaktadır. Bir başka deyişle, bu anlayış, sera gazı salımı sebebiyle atmosfere verilen zarar noktasında diğer ülkelere nazaran daha fazla öne çıkan ulusların bu duruma karşı yapılacak olan mücadelede de daha büyük sorumluluklar üstlenmeleri gerektiği felsefesinden doğmakta, gelişmekte olan ülkelerin, iklim değişikliğinin etkilerine karşı daha savunmasız olduklarından, daha fazla destek alma gereksinimleri olacağını ileri sürmektedir. Dolayısıyla, iklim adaleti, iklim eylemlerini desteklemek ve yerel toplulukların sesi olabilmeleri için bu topluluklara adil erişim imkanı sağlanması gerektiğini savunur (Shawoo & McDermott, 2020).

İklim adaleti aynı zamanda, iklim değişikliğinin etkilerinin sosyal adalet ile nasıl örtüştüğünü de inceler. Daha az gelişmiş ülkelerde, iklim değişikliğinin getirdiği zorluklar genellikle en savunmasız gruplar üzerinde daha büyük bir etkiye sahiptir. Bu durum, politikaların sadece çevresel kaygıları ele almakla kalmayıp, aynı zamanda bu toplulukların ekonomik ve sosyal haklarına da dikkat etmesi gerektiğini vurgular (Bäckstrand & Kuyper, 2017).

İklim Değişikliğine Uyum

İklim değişikliğine uyum, uluslararası iklim anlaşmalarında, iklim değişikliğinin kaçınılmaz etkileriyle başa çıkma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram, ülkelerin ve toplumların iklim değişikliğinin sonuçlarına karşı dayanıklılıklarını artırmayı hedefleyen önlemler ve stratejiler geliştirmelerini kapsamaktadır. Paris Anlaşması gibi uluslararası anlaşmalarda, iklim değişikliğine uyum bir hedef olarak belirlenmekte ve ülkelerin bu hedefe ulaşmalarını teşvik eden mekanizmalar önerilmektedir (Gürler, 2024).

Sera Gazı Azaltma Faaliyetleri

Sera gazı azaltma faaliyetleri, özellikle Paris Anlaşması çerçevesinde, ülkelerin ulusal katkı beyanları (NDC'ler) üzerinden sera gazı emisyonlarını azaltma hedeflerini belirlemeleri ile yön bulmaktadır (Yıldırım, 2019; Çeler & Serengil, 2021). İklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik uluslararası iş birliği gerektiren bu stratejiler, küresel ısınmanın sınırlandırılmasında ve iklim adaletinin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır.

Sera Gazı Yutak Alanları

Sera gazı yutak alanları bir sera gazını, bir aerosolü veya bir sera gazının oluşumunda rolü bulunan bir öncü maddeyi atmosferden uzaklaştıran herhangi bir işlem, faaliyet veya mekanizma şeklinde tanımlanabilir (BMİDÇS, 1992). Uluslararası andlaşmalarda bu alanların korunmasına yönelik yükümlölükler öne çıkmaktadır. Paris İklim Anlaşması, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve yutak alanlarının korunması açısından kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Anlaşmada, ölkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik hedefler belirlemesi ve bu hedeflere ulaşmak için gerekli önlemleri alması beklenmektedir. Sera gazı yutak alanlarının yarattığı karbon emilimi ile bu hedefler arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır (Demir, 2022; Özdemir, 2024).5

Emisyon Ticaret Sistemi (Karbon Ticareti)

Paris Anlaşmasının 6. maddesine dayanan emisyon ticaret sistemi, uluslararası iklim anlaşmalarında önemli bir yer tutmakta olup, sera gazı emisyonlarını azaltmak ve bu hedefe ekonomik bir yaklaşım geliştirmek amacıyla oluşturulmuş bir mekanizmadır. Bu kavram, genellikle karbon kredileri (carbon credits) ve emisyon hakları (emission allowances) üzerinden işlenmektedir. Karbon ticaret sistemleri, ölkelerin ve işletmelerin belirlenen emisyon sınırları içinde kalmaları koşuluyla, kullanmadıkları emisyon haklarını ticaret yoluyla devretmelerine olanak tanımaktadır. Bu süreç, kendine özgü ekonomik dinamikler doğurarak, piyasada düşük karbon içeriğine sahip yenilikçi ve sürdürülebilir alternatiflerin geliştirilmesine teşvik edici bir etki yaratmaktadır (Gürbüz et al., 2019; Karakaya et al., 2023). Kavram BMİDÇS’ de yer almamakta ancak dolaylı ifadelerle Kyoto Protokolünde de yer almaktadır.

6. BULGULAR

Materyal ve yöntem kısmında da ifade edildiği üzere belirlenen 7 tematik kavramlar uluslararası sözleşmeler ve Türk İklim Kanunu hükümleri uyarınca değerlendirilmiştir. Aşağıda bu konuda oluşturulan tablodan da anlaşılacağı üzere yapılan puanlandırmalar neticesinde Türk iklim kanunun uluslararası sözleşmeler karşısında uyumu ölçölmeye çalışılmıştır.

Tablo 2. Kavramların ilgili belgelerdeki yeterlilikleri ve buna bağlı olarak atanan skorlar.

Kavramlar		İncelenen Mevzuat			
BMİDÇS		Paris Andlaşması		İklim kanunu	
	Madde	Puan	Madde	Puan	Madde
İklim Değişikliğine Uyum	2, 3, 4/1(b), 4/1(c), 4/1(f), 4/4, 4/5, 4/1(g), 4/1(h)	4	2/1(b), 4/7, 5/2, 6/1, 6/6, 6/8, 7/(1-14), 9/1, 9/2, 9/3, 9/4, 10/2, 10/6, 11/1, 13/5, 13/8, 14/1	4	2, 3/4, 3/5, 3/7, 4(a), 4(c), 5, 5(c), 5(ğ), 6/1, 6/2, 6/3, 6/4, 7, 9/3, 10, 14
İklim Adaleti	3/1, 3/2, 4/4, 4/7, 4/10, 11, 11/2	4	4, 7/2, 2/2, 4/1, 14/1, 4/3, 13/1	4	3/1, 2/1(a), 5(f), 6/4,
Emisyon Raporlama	4/1(a), 12/1(a), 12/2(b), 12/5, 7(f)	4	4 13/7(a), 13/8, 13/9, 13/9, 4/13	4	6, 10/2, 10/1, 10/3, 14
Yeşil Dönüşüm.	4/1(c), 4/7, 4/5, 4/1(d), 4/3, 4/5	4	2/1(b), 4/1, 6/1, 10/1, 10/2, 10/3, 10/4, 7	3	1, 2(a), 4/2, 4(c), 4(ç), 4(d), 4(e), 4(ğ), 6/2, 6/4, 10/1
Yutak Alanları	1, 3/1, 4/1(a), 4/1(b), 4/1(c), 4/1(d), 4/2(a), 4/2(b), 4/2(c), 7/1(a), 12/1(a), 12/1(b)	4	5/1, 5/2, 4/1, 13/7	2	2(b), 9, 4/d
Emisyon Ticaret Sistemi	4	4	1 6/2, 6/3, 6/4, 6/5, 6/6, 6/7,	4	7/1, 7/2, 7/3, 7/4, 7/5(a), 7/5(b), 7/5(c), 7/5(ç), 7/5(d), 7/5(e), 8/1, 8/2, 8/3, 8/4, 8/5, 8/6, 8/7, 8/8, 8/9,
Sera Gazı Azaltım Faaliyetleri	3/3, 4/2(a), 4/1(b), 4/1(c), 4/1(d), 4/2(b), 4/1(f), 4/1(g), 4/2(a)	4	4 4/1, 4/2, 4/3, 4/4, 4/5, 4/7, 4/14, 5/2, 6/(1-8), 7/4, 9/1, 9/4, 10/2, 10/6, 11, 14/1	4	2(b), 3/4, 3/5, 4, 5, 6, 7

7. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan mevzuat analizi neticesinde Türk İklim Kanunun iklim değişikliğine uyum ve emisyon ticareti sistemi kavramlarının sözleşmelerde ifade edilen kavramlara ve hedeflere yakın olduğu görülmekte, ancak emisyon raporlama, yeşil dönüşüm, yutak alanları ve sera gazı azaltım faaliyetleri ile ilgili olarak ise sözleşmenin temel amaçlarına yakın hükümler ve hedefler içermediği tespit edilmiştir.

Kanunun temel konusunun Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) gibi piyasa temelli mekanizmalar olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu kavramın Kanunda, taraf olunan uluslararası anlaşmalarının diğer yükümlülüklerinin aksine kendine çok daha baskın bir şekilde yer bulduğu görülmektedir.

Uluslararası sözleşmelerin temel hedefi olan sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik mekanizmaların ön plana çıkarılmaması ve bu amaca hizmet edecek hükümler ve ikincil mevzuatın düzenlenmemiş olması önemli eksiklik olarak ifade edilmelidir.

Bir başka önemli konu ise yutak alanlarıdır. İklim kanununda yutak alanların korunması ve sürdürülebilirliği konusunda etkin hükümler bulunmamaktadır. Yutak alanlar karbon tutumu için iklim değişikliğinin önlenmesindeki en önemli kaynaklardır. Uluslararası sözleşmelerde yutak alanların korunmasına dair etkin hükümler işletilirken, Türk İklim kanununda bunun etkili bir şekilde hüküm altına alınmaması kanunun en zayıf olduğu konulardan biridir.

Emisyon raporlama konusunda ise, iklim değişikliği ile ilgili olarak objektif verilere ve veri tabanlarına ulaşmak ve bunu açık erişime sunmak gerekmektedir. Bu konuda kanunda özel bir düzenlemeye ihtiyaç olduğu açıktır. Dolayısıyla raporlama sisteminin nasıl düzenleneceği ve erişime açılacağı ayrıca denetlenebilirliği konularında etkili hükümlerin olması gerekmektedir.

Yeşil dönüşüm ile ilgili olarak ise Türk çevre mevzuatının yenilenebilir enerji kullanımını teşvik konusunda önemli mesafeler kattığı bilinmektedir. Yürürlüğe giren kanunda da bu konuda genel çerçevenin çizilmesi ve yenilenebilir enerjinin teşvikinin doğaya uyumlu ve doğaya zarar vermeyecek tekniklerle yapılması konusunda ilkelerin belirlenmesi bir ihtiyaçtır. Ancak kanunda bu konuda ilke belirlenmemiştir. Yeşil dönüşümün diğer mekanizmaları için de aynı şey geçerlidir. Kanun genel olarak yeşil dönüşüm hakkında esaslı ilke ve hükümler içermemektedir.

İklim adaleti konusunda ise, kanunun kavramsal olarak bir çerçeve çizmeye çalıştığı görülmekle beraber yine bu ilke ve hedeflerin güçlendirilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, İklım Kanunu, iklim değişikliği ile mücadele konusunda referans alınması gereken sözleşme ve andlaşmaların temel hedef ve ilkelerinden uzak, daha çok emisyon ticareti ve bu ticaretin korunması hususlarını ön plana çıkarmaktadır. Dolayısıyla bu hedeflerden uzak bir mevzuat düzenlemesinin iklim değişikliği ile mücadele konusunda yetersiz kalacağını ifade etmek mümkündür.

KAYNAKLAR

- Akpınar, G. (2023). Legal principles for participation in the environmental impact assessment process and german practice. Erciyes Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 18(1), 373-424. <https://doi.org/10.58820/eruhfd.1289639>
- Ağıralan, E. and Sadioğlu, U. (2021). İklim değişikliği farkındalığı ve toplum bilinci: istanbul örneği. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 21(2), 627-654. <https://doi.org/10.18037/ausbd.959287>.
- Aydın Coşkun, A., & Gençay, G. (2011). Kyoto Protokolü ve ormansızlaşma. "Türk çevre ve orman mevzuatına ilişkin hukuki bir analiz." Orman Politikası ve Ekonomisi., 13(5), 366–377.
- Aydın, S., Nalbant, K. G., & Altuntaş, C. (2023). Dijital dönüşümde yapay zeka ve avrupa yeşil mutabakatı sürecinde sürdürülebilir yeşil pazarlama stratejileri. İmgelem, 7(13), 467-492. <https://doi.org/10.53791/imgelem.1350700>
- Aydın, E. and Kemeç, S. (2023). Wetlands under the pressure of anthropogenic impacts and climate change: van castle and its surroundings natural protected area example. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28(3), 1139-1154. <https://doi.org/10.53433/yyufbed.1196351>.
- Bailey, I. (2017). Spatializing climate justice: justice claim making and carbon pricing controversies in australia. Annals of the American Association of Geographers, 107(5), 1128-1143. <https://doi.org/10.1080/24694452.2017.1293497>
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (1992), https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf
- Bulkeley, H., Carmin, J., Broto, V. C., Edwards, G. A. S., & Fuller, S. (2013). Climate justice and global cities: mapping the emerging discourses. Global Environmental Change, 23(5), 914-925. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.05.010>
- Çeler, E. and Serengil, Y. (2021). İklim değişikliği strateji ve eylem planlarında havza yaklaşımı ve doğa temelli çözümler. Ormancılık Araştırma Dergisi, 8(2), 197-207. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.949294>
- Coşkun, A. A., & Gençay, G. (2011). Kyoto Protokolü ve "orman tahribatı": Türk çevre ve orman mevzuatına ilişkin hukuki bir analiz. Orman Politikası ve Ekonomisi, 13(5), 366–377.

- Duran, M. (2023). Climate change in early childhood education. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (32), 100-114. <https://doi.org/10.54600/igdirsosbilder.1132048>
- Elvan, O. D. (2013). Türk mevzuatında madencilik ve çevreye ilişkin yasal çevre risk analizi (LERA) örneği. *Kaynak Politikası*, 38(3), 252–257.
- Elvan, O. D., & Turker, Y. O. (2014). Uluslararası ilke ve sözleşmeler açısından Türkiye'nin yeraltı suyu mevzuatı ve politikasının analizi. *Su Bilimi ve Teknolojisi*, 69(10), 2155–2165
- Elvan, O. D., Birben, Ü., & Ünal, H. E. (2021a). Türkiye'de yaban hayatı mevzuatı ve yargı kararlarının Bern Sözleşmesi'nin etkinliği. *Uluslararası Çevre Anlaşmaları: Siyaset, Hukuk ve Çevre Ekonomisi*, 21, 305–321.
- Elvan, O. D., et al. (2021b). Orman yangını ve hukuk: Gıda ve Tarım Örgütü kriterlerine dayalı Türk orman yangını mevzuatının analizi. *Yangın Ekolojisi*, 17(1), 12.
- Engin, B. (2010). İklim Değişikliği ile Mücadelede Uluslararası İşbirliğinin Önemi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, (2), 71-82.
- Demir, A. (2022). Turkey evaluation at the paris agreement and the 26th conference of the parties (cop 26): obligations and responsibilities. *Biological Diversity and Conservation*. <https://doi.org/10.46309/biodicon.2022.1088410>
- Demirtürk, D. (2021). Sürdürülebilir ulaşım da sera gazı etkisini azaltmaya yönelik çalışmalar. *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 9(4), 1080-1092. <https://doi.org/10.21923/jesd.932385>
- Doğan, B. (2023). İnsan hakları açısından göç ve mültecilik: anayasa mahkemesi ile avrupa insan hakları mahkemesi kararları bağlamında inceleme. *Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 5(2), 709-746. <https://doi.org/10.47136/asbuhfd.1360687>
- Eskander, S., Fankhauser, S., & Setzer, J. (2021). Global lessons from climate change legislation and litigation. *Environmental and Energy Policy and the Economy*, 2, 44-82. <https://doi.org/10.1086/711306>
- Fenkli, M., ÇIRAK, A. N., & SOYLU, S. (2023). Çoklu doğrusal regresyon modeliyle sera gazı emisyonu üzerine bir araştırma: “avrupa birliği ülkeleri örneği”. *Econder International Academic Journal*. <https://doi.org/10.35342/econder.1303366>
- Gürler, H. E. (2024). Avrupa birliği ülkelerinin iklim değişikliğine uyum performanslarının bütünsel mercek-moora yaklaşımıyla değerlendirilmesi. *Optimum Ekonomi Ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11(2), 366-393. <https://doi.org/10.17541/optimum.1454898>

- Hale, T. (2016). "all hands on deck": the paris agreement and nonstate climate action. *Global Environmental Politics*, 16(3), 12-22. https://doi.org/10.1162/glep_a_00362
- Höhne, N., Gidden, M., Elzen, M. d., Hans, F., Fyson, C., Geiges, A., ... & Rogelj, J. (2021). Wave of net zero emission targets opens window to meeting the paris agreement. *Nature Climate Change*, 11(10), 820-822. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01142-2>
- Kalash, İ. (2021). The impact of environmental performance on capital structure and firm performance: the case of turkey. *Society and Business Review*, 16(2), 255-277. <https://doi.org/10.1108/sbr-11-2020-0138>.
- Karakaya, E., & Ekonomist, İ. D. (2021). Sorun "Karbon Sınır Düzenlemesi" değil, Siz Daha Anlamadınız mı?.
- Kiliç, C. (2009). Küresel İklim Değişikliği Çerçevesinde Sürdürülebilir Kalkınma Çabaları ve Türkiye. *Cumhuriyet University Journal of Economics & Administrative Sciences/Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 10(2).
- Mete, E. (2020). Sürdürülebilir kalkınma kapsamında yeşil lojistik: avrupa birliği ve türkiye örneği. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(23), 383-396. <https://doi.org/10.38155/ksbd.790740>
- Morgan, E., Hallgren, W., Helfer, F., Sahin, O., Nalau, J., Onyango, E., ... & Mackey, B. (2017). Implications of the paris climate change agreement for adaptation research and universities. *Climate Change Research at Universities*, 251-262. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58214-6_15
- Oberthür, S. and Groen, L. (2016). The european union and the paris agreement: leader, mediator, or bystander?. *WIREs Climate Change*, 8(1). <https://doi.org/10.1002/wcc.445>
- Okonkwo, T. (2017). How international law can deal with lack of sanctions and binding targets in the paris agreement. *Journal of Sustainable Development*, 10(5), 225. <https://doi.org/10.5539/jsd.v10n5p225>
- Oral, O. and Uğuz, S. (2020). Prediction with multi-layer perceptrons of greenhouse gas emission belonging to different sectors in turkey. *Uluslararası Mühendislik Araştırma Ve Geliştirme Dergisi*, 464-478. <https://doi.org/10.29137/umagd.646038>
- Özdemir, N. A. (2024). G-20 ülkelerinde co2 emisyonu, ekonomik büyüme, kentleşme ve yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 20(1), 276-287. <https://doi.org/10.58816/duzceod.1447805>

- Özdeş, M. (2023). Küresel iklim değişikliği ve çevresel değişimlerin etkisi altında arazi değişim biliminin ortaya çıkışı: kurak ve yarı kurak ekosistemlerde arazi değişimi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 21(2), 660-695. <https://doi.org/10.33688/aucbd.1198890>
- Paris Anlaşması (2016), https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- Russo, S., Sillmann, J., Sippel, S., Barcikowska, M., Ghisetti, C., Šmíd, M., ... & O'Neill, B. C. (2019). Half a degree and rapid socioeconomic development matter for heatwave risk. *Nature Communications*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-08070-4>
- Sanderson, B. M., Xu, Y., Tebaldi, C., Wehner, M., O'Neill, B. C., Jahn, A., ... & Lamarque, J. (2017). Community climate simulations to assess avoided impacts in 1.5 and 2 °c futures. *Earth System Dynamics*, 8(3), 827-847. <https://doi.org/10.5194/esd-8-827-2017>
- Sadioğlu, U., & Ağıralan, E. (2020). İklim değişikliği çerçevesinde 25. taraflar konferansı (COP25). *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(Ek Sayı-1), 361-385.
- Shawoo, Z. and McDermott, C. L. (2020). Justice through polycentricity? a critical examination of climate justice framings in pakistani climate policymaking. *Climate Policy*, 20(2), 199-216. <https://doi.org/10.1080/14693062.2019.1707640>
- Sofia, E. (2019). Implikasi hukum paris agreement melalui program redd+ berbasis blue carbon di indonesia. *Jurnal Magister Hukum Udayana (Udayana Master Law Journal)*, 8(2), 174. <https://doi.org/10.24843/jmhu.2019.v08.i02.p03>
- Sweetlove, L. Sweetlove, L. (2011) "Number of species on Earth tagged at 8.7 million". *Nature*. <https://doi.org/10.1038/news.2011.498>
- Türker, Y. Ö., & Aydın, A. (2022). How ready is the Turkish Legislation for the green deal? *Energy and Climate Change*, 3, 100084.
- Yaman, Ö. and Yenigül, S. (2022). Nature-based solutions for climate change adaptation and mitigation: urban agriculture. *İdealkent*, 14(Özel Sayı), 75-101. <https://doi.org/10.31198/idealkent.1197013>
- Yıldırım, S. (2019). Avrupa birliği ülkelerinde karbon dioksit emisyonu politikaları başarılı olabilir mi? kırılmalı birim kök analizi. *İnsan Ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 8(3), 2243-2255. <https://doi.org/10.15869/itobiad.614319>

3. Bölüm

Dikimle Oluşturulmuş Kayın Rehabilitasyon Sahalarında Kızılağaç Türünün Desteği ile Topraktaki Azot Mineralleşmesi ve Mikrobiyal Solunum Belirlenmesi¹

Mehmet KÜÇÜK^{2*}, Kübra ÖZBAYRAK³,
Aşkın GÖKTÜRK⁴, Sinan GÜNER⁵

Özet

Bu çalışmada rehabilitasyon alanında farklı bitki türlerinin genel toprak özelliklerine, azot mineralleşmesine ve mikrobiyal solunuma etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma Arhavi Orman İşletme Müdürlüğü Merkez Orman İşletme Şefliğinde 213 numaralı bölmede rehabilitasyon sahasında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmayı yürütmek için 3 adet kayın, 3 adet kızılağaç 3 adet kayın+kızılağaç dikim sahalaları ile 3 adet dikim yapılmamış sahalardan toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri 0-5 cm, 5-10 cm derinlik kademelerinden alınarak genel toprak analizleri, azot mineralleşmesi ve mikrobiyal solunum analizlerinde kullanılmıştır. Azot mineralleşme çalışması laboratuvar inkübasyonu yöntemine göre yapılmıştır. Toprak örneklerinde mikrobiyal solunum ile azot mineralleşmesi ölçümleri yapılmıştır.

Çalışmadaki örneklemenin dikimden 30 aylık olması sebebi ile bitki örtüsü dikim farklılığının toprak özellikleri üzerinde etkisinin olduğunun fakat bu etkinin çoğu toprak özelliğine istatistik bakımdan anlamlı çıkmadığı belirlenmiştir. Aynı zaman kızılağaç dikiminin çalışma alanlarının iyileştirilmesinde önemli katkılarının olduğu ilerde bu katkının dahada belirginleşeceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Rehabilitasyon, mikrobiyal solunum, azot mineralizasyonu, laboratuvar inkübasyonu, kızılağaç, Arhavi.

¹ Bu çalışma TUBİTAK 114O661 proje kapsamında Mehmet Küçük' danışmanlığında yürütülen Kübra COŞKUN un 'Dikimle oluşturulmuş kayın, kızılağaç ve kayın-kızılağaç sahalalarında toprak azot mineralizasyonu ve mikrobiyal solunum potansiyelinin belirlenmesi' isimli Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

² Doç. Dr. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, mkck61@artvin.edu.tr,

* Sorumlu yazar.

³ Orman Yüksek Mühendisi, Tetro Ormancılık ve Danışmanlık Hizmeti, kubra_coskun08@hotmail.com

⁴ Doç. Dr. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, agokturk@artvin.edu.tr

⁵ Prof. Dr. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, sinanguner@artvin.edu.tr

1. GİRİŞ

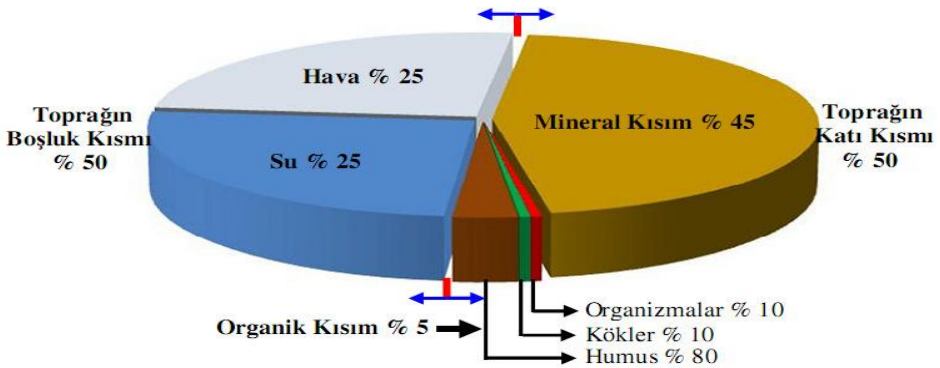
Genel Bilgiler

Ormanlar canlıların kullanımı amacıyla, insanlık için tarih boyunca en kritik kaynaklardan biri olmuştur. Bu yaşamsal kaynağın sürdürülebilir bir şekilde korunması ve gelecek nesillere aktarılması, günümüzün en hayati meselelerinden birini oluşturmaktadır. (Hakverdi 2020, Hakverdi ve ark, 2023, Hakverdi ve ark, 2024) Bozuk sahalarda iyileştirilmesi bu sürdürülebilirlik kavramı içinde yer almaktadır. Ormanların sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için toprak yapısının korunması ve kollanması gerekmektedir. Toprak, karasal ekosistemlerin sağlıklı işleyişi için elzem olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörler arasındaki dengeyi sürdüren hayati bir katmandır. Toprak oluşumu oldukça yavaş bir süreçtir; öyle ki, yalnızca 1 santimetrelik yüzey toprağının meydana gelmesi 100 ila 400 yıl arasında bir zaman dilimi gerektirebilir. Toprak oluşumunu belirleyen başlıca beş temel etken (faktör) şunlardır: iklim, zaman, canlı organizmalar (bitki örtüsü), topografya (yeryüzü şekli) ve ana materyal (anakaya).

Toprağın temel bileşenleri ise şunlardır (Atalay, 2006; Luo ve Zhou, 2006):

- Mineral Parçacıklar: Kum, kil ve silt (toz).
- Organik Madde: Ayrılmış bitki kalıntıları ve toprak biyotası kaynaklı aktif ve stabil organik maddeler.
- Gazlar: CO₂, O₂, N₂, NO_x, ve CH₄.
- Canlı Organizmalar (Biyota): Solucanlar, böcekler, bakteriler, mantarlar, algler ve nematodlar.
- Su.

Toprağı oluşturan elemanlar Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Toprağı Oluşturan Asıl Unsurlar (Brady, 1990; Pidwirny, 2006).

Toprak gelişim süreci tamamlandıktan sonra, toprak içinde ve üzerinde yaşayan pek çok organizmanın besin maddesi ihtiyacı ortaya çıkar. Bitki besin elementlerinin oluşum süreci fiziksel, kimyasal ve biyolojik ayrışma olarak üçe ayrılır. Organik maddenin parçalanması sonucu azotun bitkiler tarafından alınabilir hale gelmesi kimyasal ve biyolojik ayrışma kategorilerine girer. Ayrıca, mikroorganizmaların solunumu neticesinde CO₂ salınımı da biyolojik ayrışma sürecinin bir parçasıdır.

Toprakta azotun (N) bitkilerce kullanılabilir durumda bulunması, toprağın kalitesini gösteren önemli bir ölçüttür. "Azot mineralizasyonu" terimi, toprak organik maddesinde bağlı halde bulunan azotun, inorganik (mineral) forma dönüştürülerek serbest bırakılması sürecini tanımlar. Bu süreç; organik maddenin niteliği, mikrobiyal biyokütle, mikrobiyal aktivite, toprak sıcaklığı ve nem içeriği gibi birçok faktör tarafından kontrol edilir. Topraktaki azot mineralizasyonu hızı, laboratuvar analizleriyle veya azot alımını gösteren indikatör bitkiler kullanılarak tespit edilebilir (Knoepp vd., 2000).

Organik maddenin mineralizasyonu, azotun bitkiler tarafından kullanılabilir forma geçmesini sağlar. Ancak oluşan mineral azotun tamamı bitkilere ulaşmaz. Mineralizasyonda rol oynayan mikroorganizmalar, bu azotun bir kısmını kendi biyokütle ihtiyaçları için kullanır. Bu nedenle, bitkilerin esas azot kaynağını, mikrobiyal tüketimden artakalan mineral azot oluşturur. Bu ayrımı ifade etmek için:

- Brüt Mineralizasyon: Üretilen toplam mineral azot miktarı.
- Net Mineralizasyon: Mikrobiyal ihtiyaçlar çıkarıldıktan sonra bitkilere kalan mineral azot miktarı.

kavramları öne sürülmüştür (Zötl, 1958; Runge, 1983).

Toprakta organik madde mineralizasyonu, çeşitli etmenlerin kontrolü altında gerçekleşir. Toprak faktörleri ve ayrıştırıcı canlıların aktivitesi, mineralizasyon oranlarını belirleyen temel kontrol mekanizmalarıdır (Robertson ve Paul, 2000). Azot mineralizasyonunu etkileyen toprak özellikleri şunlardır: toprak pH'sı, nem içeriği ve su tutma kapasitesi, ayrıca ayrışan ölü örtünün C/N oranı (Runge, 1974, 1983; Köhler, 1995). Mineral azot oluşumunu aynı zamanda çevresel koşullar, bitki türleri ve toprak biyotası (hayvanlar ve mikroorganizmalar) etkilemektedir.

- Toprak pH'sının Etkisi: Toprak pH'sı, mikrobiyal popülasyonların sayısını ve aktivitesini (Blagodatskaya ve Anderson, 1998) ve buna bağlı olarak net azot mineralizasyonunu düzenler (Zeller vd., 2000). Örneğin, Curtin vd. (1998) asidik toprakların pH değeri yükseltildiğinde azot mineralizasyonunun belirgin şekilde arttığını göstermiştir. Genel olarak, hafif asidik ila hafif alkali (pH 6.0-8.0) topraklarda nitrat (NO₃⁻) oluşumu

baskınken, artan asitlik amonyum (NH_4^+) birikimine yol açar (Zöttl, 1960; Runge, 1974).

- Bitki Örtüsünün Etkisi: Bitki topluluklarının işlevsel yapısı, tür çeşitliliği ve kompozisyonu, topraktaki inorganik azot seviyelerini etkiler (Naeem vd., 1994; Tilman vd., 1997; Hooper ve Vitousek, 1997). Bitki topluluğunun yapısı, farklı primer verimlilik, N_2 fiksasyonu yeteneği, azot kullanım verimliliği ve döküntü kalitesi gibi özellikler nedeniyle ekosistemdeki azotun mevcudiyetini değiştirebilir (Marks ve Bormann, 1972; Pastor ve Post, 1986). Öte yandan, azotun mevcudiyet seviyeleri de bitki topluluğunun yapısını etkileyebilmektedir (Aerts ve de Caluwe, 1994; Inouye ve Tilman, 1995). Bu karşılıklı etkileşim, bitki topluluklarının kararlılığını destekleyen pozitif geri bildirim döngüleri oluşturur (Pastor vd., 1987).

Bitki türlerinin topraktaki biyokimyasal mineralizasyon süreçleri üzerinde önemli bir rolü vardır (Hobbie, 1992). Türler, döküntü (ölü örtü) miktarını ve kalitesini belirleyerek mikrobiyal aktiviteyi dolaylı yoldan etkiler (Hobbie, 1995). Döküntü kalitesindeki farklılıklar, azot mineralizasyonu ile ilişkili toprak organik maddesinin yapısında değişikliklere neden olur (Hassink, 1994). Besince fakir ortamlarda gelişen bitkilerin döküntüleri, genellikle daha düşük azot konsantrasyonuna ve parçalanmaya dirençli kimyasal bileşiklerin daha yüksek seviyelerine sahip olduğu için, zengin ortamdaki türlere göre daha yavaş ayrışır (Berendse, 1990; Wedin ve Tilman, 1990).

Bitki örtüsü, toprak yüzeyinde belirli bir gelişim aşamasına ulaşana kadar kendine özgü bir mikro-iklim yaratır. Bu durum, orman ve otlak alanlarında gelişen topraklar arasında farklılıklar doğurur. Benzer iklim ve anakayaya sahip olsalar bile, orman ve otlak toprakları belirgin özelliklerle birbirinden ayrılır. Hatta ağaç ve çalı tiplerindeki değişimler bile, doğal ve klimaks bitki toplulukları olan ormanların toprak nitelikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Farklı topografyalarda gelişen topraklar, arazi şeklinin (eğim, bakı) topraktaki birçok özelliği değiştirmesi nedeniyle farklı nitelikler sergiler. Bu değişiklikler eğim ve bakı, su hareketi ve rejimi, toprağın yıkanması, toprak derinliği, rengi, materyal taşınım tipi, toprak reaksiyonu ve sıcaklığı olarak gözlemlenir (Kantarcı, 2000; Coyne ve Thompson, 2006; Atalay, 2006). Bitki türlerinin, mikrobiyal biyokütle, biyokütle yapısı, besin döngüsü ve toprak enzimi aktivitesi gibi olayları etkilediği görülmüştür (Dornbush, 2007). Ancak, bitki türlerinin etkilerine dair yapılan çalışmaların hala yetersiz ve tam olarak anlaşılmamış olduğu kabul edilmektedir. Ancak, bitki türlerinin etkilerine dair yapılan çalışmaların hala yetersiz ve tam olarak anlaşılmamış olduğu kabul edilmektedir.

Sonuç olarak, mikroorganizmalar ve bitki örtüsü arasındaki etkileşimler sonucunda, daha önce belirtilen toprak sıcaklığı, pH'sı, nemi, ölü örtü miktarı ve bitki besin elementlerinin alınabilirliği gibi özellikler, bitkiye ve bulunduğu ortama göre değişkenlik gösterir ve bu değişiklikler mikrobiyal biyokütlenin varlığını etkiler (Paul ve Clark, 1996). Toprakta organik maddenin parçalanarak mineralleşmesi bitkilerin azot beslenmesini şekillendirerek ekosistemin verimliliği ve sürekliliğini belirler (Runge, 1983). Toprakta organik maddenin parçalanarak mineralize olması, bitkilerin azot alımını düzenler ve ekosistem verimliliği ile sürekliliğini belirler (Runge, 1983). Topraktaki mikroorganizma sayısındaki ve çeşitliliğindeki azalmalar, besin döngüsünün yavaşlamasına neden olabilir, zira organiklerin ayrışmasında kilit rol oynayanlar mikroorganizmalardır (Giller vd., 1998).

Organik madde parçalanması genellikle dört aşamada gerçekleşir (Atlas ve Bartha, 1987; Plaster, 1992):

1. Hümfikasyon 2. Amonifikasyon 3. Nitrifikasyon 4. Denitrifikasyon

Hümfikasyon aşamasında oluşan hümustaki organik bağlı azot, amonifikasyon ve nitrifikasyon süreçleriyle amonyum (NH_4^+-N) ve nitrata (NO_3^--N) dönüşür. Bu son aşamalar, bitkilerin kullanabileceği inorganik azot formlarını oluşturduğu için azot mineralizasyonu sürecini meydana getirir.

Mikrobiyal biyokütlenin niceliği ve niteliği, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimlere karşı duyarlıdır. Toprak tekstürü, sıcaklık, arazi kullanım şekli, nem, pH ve organik madde kalitesine bağlı olarak mikrobiyal biyokütle düzeylerinde farklılıklar gözlemlenir. Farklı orman bölgelerinde C ve N içeriği etkilenebilir ve orman verimliliği arttıkça toprak mikrobiyal biyokütlesinin de oransal olarak arttığı belirlenmiştir (Sparling, 1997; Bauhus vd, 1998; Kara ve Bolat, 2008). Ayrıca, ağaç türlerinin toprak verimliliği ve mikrobiyal topluluk üzerinde etkisi olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Dickinson ve Pugh, 1974; Swift vd, 1979). Bu nedenle, mikrobiyal C'nin toplam organik C'ye oranı, orman topraklarının C içeriği üzerindeki mikroorganizma fonksiyonlarını yansıtan önemli bir göstergedir (Insam ve Domsch, 1988; Kara vd, 2008).

Mevsimsel değişiklikler, toprak sıcaklığını, kök aktivitesini, nemi ve bitkilerden toprağa karışan ölü örtü miktarını etkileyerek toprak içindeki koşullarda dalgalanmalara yol açar (Kramer ve Green, 2000). Ortaya çıkan bu varyasyonlar; toprak tipi, arazideki bitki örtüsünün çeşidi ve miktarı ile araziden yararlanma ve yönetim biçimi gibi etmenlerde de değişimlere neden olur (Chen vd, 2003).

Topraktaki biyolojik faaliyetlerin büyük bir kısmı, derinliği birkaç cm'den 30 cm'ye kadar değişen üst toprak katmanında yoğunlaşır. Üst topraktaki canlılar, toplam toprak hacminin çok küçük bir bölümünü (yaklaşık % 5) ve toplam organik maddenin de % 10'undan daha azını oluşturur. Toprağın canlı kesimi büyük ölçüde mikroorganizmalardan oluşur. Bu mikroorganizmalar, toprağın çok küçük bir kısmını kaplamalarına rağmen, azot, fosfor ve kükürt döngüleri ile organik kalıntıların ayrıştırılması işlemlerini gerçekleştiren en kritik canlı grubudur. Bu faaliyetler, toprak özellikleri üzerinde önemli etkilere sahiptir ve mikroorganizmalar, küresel karbon ve bitki besin elementi döngüsünü sağlayan en önemli gruptur (Pankhurst vd, 1997).

Mikrobiyal solunum, küresel karbon döngüsünün kritik bir aşamasıdır. Solunumun toprak sıcaklığına ve nem içeriğine nasıl tepki verdiğinin tam olarak anlaşılması, toprak karbon döngüsüne dair güvenilir tahminler yapmak için büyük önem taşır (Bauer vd, 2011). Mikrobiyal solunum, organik bileşiklerin biyolojik olarak ayrışmasıyla ilgili olan mikrofloranın topraktaki etkinliğini artırır (Jiang vd, 2009).

Ayrıştırıcı mikroorganizmalar; besin döngüsünü, bitki verimliliğini, organik madde ayrışmasını ve ekosistem gelişimini düzenler (Pandey ve Singh, 2004, Devare vd, 2007, Eisenhauer vd, 2009). Karasal ekosistemlerdeki CO₂ akışının ana süreçlerinden biri olan organik maddenin mikrobiyal ayrışması, iklim değişikliğine bir geri besleme (geri bildirim) mekanizması olarak katkıda bulunur. Bu geri beslemenin büyüklüğü, karbon örneklerinin ve iklimin, atmosferdeki sıcaklık artışıyla topraktaki CO₂'nin serbest kalma miktarını ne kadar etkileyeceği konusunda belirsizlikler taşır. Mikroorganizmaların sıcaklığa olan duyarlılığı da organik madde ayrışmasında netlik kazanmamıştır (Suseela vd, 2012).

Toprağın mikrobiyolojik aktivitesinin anlaşılması esastır, çünkü mobilizasyon, çözünme, mineralizasyon ve besin mevcudiyeti bu aktiviteye bağlıdır (Johnson vd, 2003, Canizales-Paredes vd, 2012).

Mikrobiyal etkinlik, toprağın yapısına ve organik madde içeriğine kuvvetli bir şekilde bağlıdır. Bu nedenle, organik karbon dinamiklerinde kilit nokta, toprak tanecikleri arasındaki mikroorganizma gruplaşmalarıdır. Ayrışma için organik maddeye erişim ön koşul olduğundan, mikrobiyal aktiviteyi teşvik eden şey, kısmen ayrılmış organik materyalin varlığıdır (Lagomarsino vd, 2012).

Bu çalışmanın temel hedefi, Artvin ilinin Arhavi bölgesinde dikim yoluyla oluşturulmuş kayın, kızılğaç ve kayın-kızılğaç karışık sahalarında, mikrobiyal solunum ve azot mineralizasyonu potansiyelini arazi koşullarında tespit etmektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırma alanı Arhavi Merkez Orman İşletme Şefliği Konaklı Köyü sınırları içerisinde kalmaktadır. Alanın Genel Özellikleri aşağıdaki gibidir. Çalışma alanı Artvin orman Bölge Müdürlüğü, Arhavi Orman İşletme Müdürlüğü, Arhavi İşletme şefliği sınırları içinde bulunan Konaklı mevkiindeki 213 nolu bölmedeki meşcere tipi KzKsKncd2 alanında gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı 950 m yükseltide ve kuzey doğu bakıda olup ortalama %30-40 eğimdedir.

Bu saha Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) izni ile TUBİTAK 114O661 numaralı Kapsamlı Araştırma Projesi kapsamında araştırma amaçlı olarak tahsis edilmiştir. Alanın Türkiye Haritasındaki konumu Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Araştırma alanının Türkiye'deki yeri

Araştırma sahası, Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nde nemli bir iklim tipine sahiptir. Bu iklim rejimi, kışların ılık, yazların sıcak geçmesi ve yıl boyunca çok yüksek yağış alması ile karakterize edilir (Çepel 1985).

Doğu Karadeniz Bölümü'ndeki iklim, denizin etkisi altındaki ve dışındaki araziler arasında ve dağların denizden gelen rüzgarlara göre konumu nedeniyle önemli farklılıklar gösterir. Deniz etkisindeki arazilerde dört ana iklim grubu tanımlanmıştır:

- I. Grup (Rize-Pazar-Hopa): Yıllık ortalama yağış 1990–2357 mm.
- II. Grup (Tirebolu-Of): Yağış miktarı 1680–1760 mm.
- III. Grup (Ünye-Ordu-Bulancak-Giresun): Yağış miktarı 1090–1300 mm.
- IV. Grup (Trabzon-Akçaabat): Yağış miktarı 680–830 mm (Kantarıcı, 1995).

Çalışma alanına ait iklim analizleri, Hopa Meteoroloji İstasyonu'nun (33 m yükseklikteki) 1975-2005 yılları arasındaki ortalama sıcaklık ve yağış verilerinin Arhavi'deki 950 m yükseltiyeye Walter yöntemiyle enterpole edilmesiyle elde edilmiştir. Çalışma alanına ait veriler hopa Meteoroloji istasyonundaki verilerin 950 metre yüksekliğe uyarlanması ile belirlenmiştir. Enterpolasyonla hesaplanan araştırma alanına ait veriler ise tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Araştırma alanının enterpole iklim verileri (950m)

Meteorolojik Elamanlar	Aylar												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık (°C)	2,6	2,3	3,6	7,6	11,1	15,2	17,9	17,9	14,7	10,8	7,2	4,5	8,1
Ortalama Yağış (mm)	241,2	208,0	179,3	128,5	134,3	196,7	184,1	224,8	292,8	364,1	297,6	274,2	2725

Araştırma alanının toprak yapısı genel olarak kumlu-killi balçık içeriğine sahiptir. Türkiye Jeoloji Haritası'na göre, sahanın jeolojik oluşumu Mezozoik döneme uzanmakta olup, Arhavi'de bazaltik-andezitik volkanitler mevcuttur.

Mevkide Doğu kayını (*Fagus orientalis*), Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa*), Sakallı Kızılağaç (*Alnus barbata*) ve Adi gürgen (*Carpinus betulus*) türlerinden oluşan orman toplulukları bulunmaktadır. Bölgenin aşırı yağış rejimi nedeniyle, ağaç topluluklarının zemini özellikle böğürtlenler (*Rubus* spp.), orman gülleri (*Rhododendron* spp.) ve eğreltiler ile yoğun bir şekilde kaplıdır.

Yöntem

Çalışma, Arhavi Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez Orman İşletme Şefliği'nin 213 numaralı rehabilitasyon bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Sahada, her biri 20 m×10 m boyutlarında (200 m²) olmak üzere toplam 24 adet deneme parseli tesis edilmiştir. Parsellerin tesisi ve dikim işlemleri Kasım 2014'te tamamlanmıştır. Nisan 2017'de gerçekleştirilen arazi çalışması için, tesis edilen bu alanlardan toplam 12 adet deneme parseli seçilmiştir. Bu parseller; 3 adet Doğu kayını, 3 adet Sakallı kızılalğaç, 3 adet Sakallı kızılalğaç + Doğu kayını karışımı ve 3 adet kontrol parseli olacak şekilde gruplandırılmıştır.

Toprak örnekleri, parsel kurulumu ve arazi hazırlığı sonrasında alınmıştır. Örneklem derinlikleri 0–5 cm ve 5–10 cm olarak belirlenmiştir. Her bir parselin orta noktasından toprak çukuru açılarak, 5 cm çapında silindirler kullanılarak iki farklı derinlik kademesinden örnekler alınmıştır. Toplam 36 adet toprak örneği (12 parsel × 3 replikasyon) etiketlenmiş naylon torbalara konularak laboratuvara nakledilmiştir. Laboratuvara getirilen toprak örnekleri, kâğıtlar üzerine yayılarak

hava kurusu olana kadar bekletilmiştir. Kurutulan örnekler, usulüne uygun olarak porselen havanda öğütülmüş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmiştir. Azot mineralizasyonu ve mikrobiyal solunum çalışmaları için laboratuvar inkübasyon yöntemi uygulanmıştır. Bu amaçla, 10 cm çapında ve 5 cm derinliğinde silindirler toprağa 0–5 cm ve 5–10 cm derinliklerine çakılarak toprak örnekleri alınmıştır.

Bu örnekler, taş ve kök kalıntılarından arındırılmış, etiketlenip poşetlenerek laboratuvara getirilmiştir. Aktif ve net mineral azot tayini için hazırlanan bu örnekler, süzdürme işlemi öncesinde +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Azot mineralizasyonu çalışması için Nisan 2017'de toplanan, iki farklı derinlik kademesinden alınan toplam 72 adet örnek (36 başlangıç + 36 inkübasyon sonrası) kullanılmıştır.

Laboratuvar Yöntemleri

Analizler için hazırlanan hava kurusu ve elenmiş toprak örneklerinde aşağıdaki parametreler belirlenmiştir:

- **Tekstür Analizi:** Bouyoucos'un hidrometre metodu kullanılmıştır (Gülçur, 1974).
- **Toprak Reaksiyonu (pH):** Cam elektrot metodu ile İmolab pH level I pH metresi kullanılarak tayin edilmiştir (Gülçur, 1974).
- **Organik Madde:** Islak yakma yöntemi olan Walkley-Black metodu ile belirlenmiştir (Gülçur 1974, Kaçar, 2009).
- **Toplam Azot:** Kjeldahl yaş yakma metodu kullanılmıştır (Steubing, 1965). Bu yöntemde organik bağlı azot sülfürik asitle amonyum sülfata dönüştürülür, oluşan amonyak bazık ortamda serbest bırakılır ve borik asit ile yakalanır. Yakalanan amonyum borat, 0.1 N H₂SO₄ ile geri titre edilerek toplam azot miktarı hesaplanır.
- **C/N Oranı:** Ölçülen organik karbon ve toplam azotun yüzdesel değerlerinin birbirine oranı olarak hesaplanmıştır.
- **Elektriksel İletkenlik (EC):** Doygunluk çamurunda Ec metre ile cm/mhos biriminde ölçülmüştür (Gülçur, 1974).
- **Toprak Nemi:** Gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. Araziden alınan nemli örnekler tartılmış, 105°C'de kurutulmuş ve nemli ile kuru ağırlık farkından nem yüzdesi (%) hesaplanmıştır (Gülçur, 1974).

Azot Mineralizasyonu Tayini

Mineral azot tayini, laboratuvarında 63 günlük inkübasyon yöntemi ile yapılmıştır. Başlangıçtaki (anlık) ve 63 gün sonraki (net) mineralleşme verileri, örneklerin arazi neminde tutulmasıyla ölçülmüştür. Toprakta mineral azot (NH_4^+-N ve NO_3^--N) tayininde Mikrodestilasyon metodu kullanılmıştır (Bremner ve Keeney, 1965; Gerlach, 1973; Güler, 1992). Bu analiz iki aşamadan oluşur: ilk aşamada topraktaki amonyum (NH_4^+-N) miktarı, ikinci aşamada ise nitrat (NO_3^--N) miktarı tayin edilir (Öztürk vd., 1997).

Mikrobiyal Solunum Tayini

Mikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde, en eski ve hala güvenilir kabul edilen yöntem olan toprak solunumu metodu kullanılmıştır. Bu kapalı inkübasyon yönteminde, toprak örnekleri 7 gün boyunca parafilmle sarılmış kavanozlarda inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresince topraktan yayılan CO_2 miktarı, 10 ml 1 M sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ile yakalanarak belirlenmiştir. CO_2 'i yakalayan NaOH çözeltisi, daha sonra hidroklorik asit (HCl) ile titre edilerek açığa çıkan CO_2 miktarı hesaplanmış ve mikrobiyal solunum (faaliyet) düzeyi tespit edilmiştir (Rowell 1994; Alef 1995).

İstatistiksel Yöntemler

Elde edilen veriler üzerinde SPSS 16.0 versiyonu kullanılmıştır. Bitki örtüsü ve zamansal farklılıkları göstermek için tek yönlü varyans analizi (One Way Anova) kullanılmıştır. Toprak özelliklerinin birbiri ile ilişkilerini belirlemek için ise korelasyon analizi kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Nisan 2017'de alınan toprak örneklerinin analizleri, kum içeriğinin 0–5 cm derinliğinde KnKz (Kayın+Kızılağaç) sahalalarında, 5–10 cm derinliğinde ise Kz (Kızılağaç) sahalalarında en yüksek olduğunu göstermiştir. Genel kum içeriği her iki derinlikte de % 62,4 ile % 91,0 arasında değişkenlik göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizde, dikim sahalaları arasında kum içeriği açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$).

Kil miktarı, 0–5 cm'de Kn (Kayın) sahalalarında, 5–10 cm'de ise Kontrol alanlarında en yüksek ortalamaya sahiptir. Kil içeriği % 0,6 ile % 16,3 aralığında değişmekle birlikte, dikim sahalaları arasında kil miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$).

Silt (Toz) içeriği, her iki derinlik kademesinde de en yüksek olarak Kn (Kayın) sahalalarında saptanmıştır. Silt miktarı % 8,44 ile % 30,3 arasında değişmiş ve yine, dikim sahalaları arasında silt değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir

farklılık gözlemlenmemiştir ($P>0.05$). Kum kil ve toz miktarlarına ilişkin veriler tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2. Ortalama Kum, Kil ve Toz verileri

Derinlik	Kum (%)				Kil (%)				Toz (%)			
	Bitki Örtüsü				Bitki Örtüsü				Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol	Kn	Kz	KnKz	Kontrol	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	73,2 _a	76,5 _a	81,4 _a	80,3 _a	6,6 _a	4,8 _a	4,7 _a	3,76 _a	20,2 _a	18,6 _a	13,8 _a	15,9 _a
5-10 cm	73,5 _a	75,9 _a	75,4 _a	75,0 _a	6,1 _a	4,8 _a	6,8 _a	9,03 _a	20,4 _a	19,3 _a	17,8 _a	16,0 _a

Ortalama pH değeri, 0–5 cm'de en yüksek Kz (Kızılağaç) sahalarında, 5–10 cm'de ise Kontrol alanlarında ölçülmüştür. pH değerleri 4,97 ile 5,94 aralığında olup, dikim sahaları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmamıştır ($P>0.05$).. pH değerlerine ilişkin elde edilen veriler Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 3. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama pH verileri

Derinlik	pH			
	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	5,33 _a	5,41 _a	5,25 _a	5,32 _a
5-10 cm	5,34 _a	5,36 _a	5,31 _a	5,45 _a

Ortalama organik madde içeriği 0–5 cm'de en yüksek Kz sahalarında, 5–10 cm'de ise KnKz sahalarında çıkmıştır. Organik madde miktarı % 1,51 ile % 6,39 arasında değişmiş, ancak dikim sahaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmemiştir ($P>0.05$). Organik madde değerlerine ilişkin elde edilen veriler Tablo 4' te verilmiştir.

Tablo 4. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama organik madde verileri

Derinlik	Organik Madde			
	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	5,61 _a	5,67 _a	5,55 _a	5,40 _a
5-10 cm	4,29 _a	4,40 _a	4,98 _a	4,12 _a

Ortalama toplam azot içeriği 0–5 cm'de Kontrol alanlarında, 5–10 cm'de ise KnKz sahalarında en yüksek bulunmuştur. Azot içeriği % 0,07 ile % 0,48

arasında olup, dikim sahaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($P>0.05$). Azot değerlerine ilişkin elde edilen veriler Tablo 5 te verilmiştir.

Tablo 5. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama azot verileri

Derinlik	Azot			
	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	0,24 _a	0,28 _a	0,26 _a	0,36 _a
5-10 cm	0,18 _a	0,16 _a	0,22 _a	0,18 _a

C/N oranı, 0–5 cm'de en yüksek Kn sahalarında, 5–10 cm'de ise Kz sahalarında tespit edilmiştir. C/N oranı 7,4 ile 15,6 arasında değişmiştir. 0–5 cm derinliğinde dikim türleri arasında C/N oranı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunurken ($P<0.05$), 5–10 cm'de anlamlı bir fark saptanmamıştır ($P>0.05$). C/N oranı değerlerine ilişkin elde edilen veriler Tablo 6' da verilmiştir.

Tablo 6. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama C/N oranı verileri

Derinlik	Karbon Azot Oranı			
	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	13,5 _a	11,7 _{ab}	12,4 _a	8,8 _b
5-10 cm	13,5 _a	16,5 _a	13,4 _a	13,5 _a

Elektriksel İletkenlik

Ortalama Elektriksel İletkenlik (Ec) değeri, her iki derinlik kademesinde de en yüksek KnKz sahalarında çıkmıştır. Ec değeri 11,9 ile 182 cm/mhols arasında değişmiş, ancak dikim sahaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$). Ec değerlerine ilişkin elde edilen veriler Tablo 7 de değişim verilmiştir.

Tablo 7. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama Ec verileri

Derinlik	Ec			
	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	56,6 _a	59,7 _a	69,0 _a	47,9 _a
5-10 cm	40,6 _a	43,8 _a	50,6 _a	28,9 _a

Toprak Nemi

Ortalama toprak nemi, 0–5 cm'de en fazla KnKz sahalarında, 5–10 cm'de ise Kz sahalarında belirlenmiştir. Toprak nemi % 34,8 ile % 81,8 arasında değişmiştir. 0–5 cm derinliğinde dikim sahaları arasında toprak nemi bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilirken ($P<0.05$), 5–10 cm'de bu fark anlamlı değildir ($P>0.05$). Toprak nemi değerlerinde ilişkin elde edilen veriler Tablo 8 da verilmiştir.

Tablo 8. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama toprak nemi verileri

Derinlik	Toprak Nemi (%)			
	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	52,3 _a	54,2 _{ab}	62,0 _b	46,4 _a
5-10 cm	56,0 _a	60,9 _a	60,3 _a	49,9 _a

Azot Mineralleşmesi

Net NH₄⁺ (Amonyum) miktarı 0–5 cm'de KnKz sahalarında, 5–10 cm'de ise Kn sahalarında en yüksek bulunmuştur. Dikim sahaları arasında net NH₄⁺ miktarı açısından her iki derinlikte de anlamlı bir fark yoktur ($P>0.05$).

Net NO₃[–] (Nitratt) miktarı, her iki derinlik kademesinde de en fazla Kz sahalarında belirlenmiştir. 0–5 cm derinliğinde net NO₃[–] miktarı açısından anlamlı farklılık gözlenirken, 5–10 cm'de anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$).

Net NH₄⁺+NO₃[–] (Toplam Mineral Azot) miktarı da, her iki derinlikte en yüksek Kz sahalarında çıkmıştır. 0–5 cm derinliğinde toplam mineral azot miktarı açısından anlamlı farklılık bulunurken, 5–10 cm'de anlamlı fark saptanmamıştır ($P>0.05$).

0–10 cm toplam derinlikte, net NO₃[–] ve net NH₄⁺+NO₃[–] miktarları açısından dikim alanları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0.05$). Azot mineralleşme verileri Tablo 9 da verilmiştir.

Tablo 91. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama net azot mineralleşme verileri

Derinlik	Net NH ₄ (kg/ha)				Net NO ₃ (kg/ha)				Net NH ₄ +NO ₃ (kg/ha)			
	Bitki Örtüsü				Bitki Örtüsü				Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol	Kn	Kz	KnKz	Kontrol	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	4,39 _a	4,07 _a	4,57 _a	2,54 _a	8,01 _{ab}	12,83 _a	10,56 _{ab}	5,57 _a	12,45 _{ab}	16,91 _a	15,22 _{ab}	8,15 _a
5-10 cm	3,88 _a	3,74 _a	2,77 _a	3,66 _a	9,05 _a	9,21 _a	9,00 _a	4,28 _a	12,92 _a	12,98 _a	11,80 _a	7,96 _a
0-10 cm	8,27 _a	7,81 _a	7,34 _a	6,20 _a	17,06 _{ab}	22,04 _a	19,56 _a	9,85 _b	23,57 _{ab}	29,89 _a	27,02 _a	16,11 _b

Amonyum, nitrat ve toplam mineralleşme verileri ile nitratin amonyum verimine ve toplam verime oranları tablo10 da verilmiştir. 0–10 cm derinlikteki sonuçlara göre; net NH₄ hızı en yüksek Kn ve Kz sahalarında, net NO₃ ve toplam mineralleşme hızı ise en yüksek Kz sahalarında gözlenmiştir. Nitrifikasyon oranı (NO₃/NH₄++NO₃), en yüksek % 74 ile Kz sahalarında bulunmuştur.

Tablo 2. 0-10 cm derinlik kademesindeki azot mineralleşme hızı ve nitrifikasyon oranları

Değişkenler	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
Net NH ₄ Hızı (kg/ha/gün)	0,13	0,13	0,12	0,10
Net NO ₃ Hızı (kg/ha/gün)	0,27	0,35	0,31	0,16
Net NH ₄ +NO ₃ Hızı (kg/ha/gün)	0,40	0,48	0,43	0,26
NO ₃ /NH ₄	4,5	3,2	4,0	1,8
NO ₃ /NH ₄ +NO ₃	68	74	71	60

Mikrobiyal Solunum

Ortalama mikrobiyal solunum değeri, 0–5 cm'de en fazla Kn sahalarında, 5–10 cm'de ise KnKz sahalarında tespit edilmiştir. Her iki derinlik kademesinde de dikim sahaları arasında mikrobiyal solunum değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık çıkmıştır (P<0.05). Mikrobiyal solunum miktarına ilişkin elde edilen veriler Tablo11 de verilmiştir.

Tablo 11. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama mikrobiyal solunum verileri

Derinlik	Mikrobiyal Solunum			
	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	0,89 _a	0,83 _a	0,74 _{ab}	0,53 _b
5-10 cm	0,83 _a	0,74 _{ab}	0,56 _b	0,56 _b

4. TARTIŞMA

Toprak Özelliklerine İlişkin Tartışma

Dikim faaliyetlerinin kum, kil ve silt içeriğinde 30 aylık kısa bir sürede istatistiksel olarak anlamlı bir değişime neden olmaması beklenen bir sonuçtur; zira fidanların kök gelişiminin ve toprak yapısını etkileyecek organik madde birikiminin tam olarak gerçekleşmediği söylenebilir (Özel, 2008). Ancak, dikim yapılan alanlarda kum içeriğinde azalma, kil ve silt içeriğinde ise bir miktar artış gözlemlenmesi, literatürde belirtilen ağaçlandırmanın uzun vadede toprak yapısını iyileştirici etkileriyle paralellik göstermeye başladığını işaret edebilir (Çepel 1985, Akdağ, 2016).

Toprak pH değerleri, genel olarak asidik bir karakter sergilemektedir. Dikim türlerinin pH üzerinde anlamlı bir etki yaratmaması, kısa sürenin bir sonucu olarak yorumlanabilir. Üst toprakta pH'da hafif bir artış, alt toprakta ise azalma eğilimi, bölgedeki yoğun yağış ve arazi hazırlığı sonucu organik maddenin uzaklaşması ve ardından yıkanma ile ilişkilendirilebilir (Korkanç, 2014).

Organik madde içeriği, dikim alanlarında kontrol alanlarına göre daha yüksek seyretmekle birlikte, istatistiksel bir anlamlılık saptanmamıştır. Organik maddenin geri dönüşümü için fidanların yeterli yapraklanma ve örtü oluşturma seviyesine ulaşmaması bu durumu açıklayabilir. Literatür, ağaçlandırmanın uzun vadede organik maddeyi artırdığını, ancak makinalı toprak işleme yapılan yerlerde kısa vadede azalma veya az artış görüldüğünü desteklemektedir (Özel, 2008; Akdağ, 2016).

Toplam azot miktarı, kıvılağaç içeren sahalarda diğer alanlara göre nispeten daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, kıvılağacın azot bağlama özelliğinden kaynaklanan, ancak 30 aylık sürede henüz istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratacak kadar belirginleşmeyen bir etkiyi göstermektedir. Bu farklılığın ileriki dönemlerde daha net ortaya çıkması beklenmektedir.

C/N oranı 0–5 cm derinlikte anlamlı bir fark gösterirken, dikim alanlarında bu oranın kontrol alanlarına göre daha yüksek olması, dikim sonrası ilk aşamada toprak mikroorganizmalarının mevcut organik maddeyi ve azotu kullanmaya başlaması ve henüz tam bir dengeye ulaşılması ile açıklanabilir.

Mineralleşmeye İlişkin Tartışma

0–10 cm derinlikte Nitrat ve Toplam Mineral Azot miktarlarının kıvılağaç içeren sahalarda (Kz, KnKz) anlamlı düzeyde yüksek çıkması, kıvılağacın azot fikse etme yeteneğinin toprak verimliliğini artırmada oynadığı kritik role işaret eder (Dawsen ve Hanse, 1983; Meyer vd., 2014). Kıvılağaç köklerindeki Frankia alni bakterisinin azot bağlama faaliyeti, azot mineralizasyonu potansiyelini yükseltmektedir.

Nitrat mineralleşmesinin amonyum mineralleşmesine göre daha yüksek bulunması ve nitrifikasyon oranının % 70'ler düzeyinde olması, alanda nitrifikasyon sürecinin aktif olduğunu ve kızılağaç varlığında azot bağlayıcı bakterilerin nitrat üretimine güçlü bir katkı sağladığını göstermektedir.

Mineralizasyon verilerindeki anlamlı farkların 0–5 cm gibi üst toprakta gözlemlenip 5–10 cm'de kaybolması, fidan köklenmesinin ve mikrobiyal aktivitenin ilk etapta üst toprakta yoğunlaşması ve alt toprağa etkisinin daha yavaş olması ile ilişkilidir.

Toplam mineral azot veriminin kızılağaç dikim sahalarında (29.9 kg/ha) en yüksek çıkması, kızılağacın toprağı iyileştirme ve karışık meşcerelerde daha iyi ormanlar oluşturma potansiyelini destekleyen literatür bulgularıyla uyumludur (DeBell ve Radwan 1979; Sharma vd. 1985).

Mikrobiyal Solunuma İlişkin Tartışma

Dikim alanlarında mikrobiyal solunum değerlerinin artması, organik madde, pH ve toprak nemindeki değişimlerden kaynaklanmaktadır. Mikrobiyal solunumun organik madde miktarı, pH değeri ve toprak nemi ile doğru orantılı olarak değiştiğı literatürde yaygın olarak kabul edilmektedir (Jenkinson, 1988; Akburak 2013; Küçük, 2013).

Çalışmada, dikim alanlarında toprak neminin daha yüksek çıkması ve mikrobiyal solunumun artması, nemli iklim bölgelerinde biyokütle C ve N içeriğinin daha yüksek olması ve dolayısıyla mikrobiyal faaliyetin daha yoğun olması ile ilişkilidir (Sparling, 1997; Bolat, 2011). Mikrobiyal solunumdaki artış, mikrobiyal biyokütle ve faaliyet arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

30 aylık kısa bir süre sonunda elde edilen bulgular, dikim faaliyetlerinin ve tür çeşitliliğinin toprak özellikleri üzerindeki etkilerinin yavaş geliştiğini göstermiştir.

- Toprak Tekstürü ve Kimyası: Kum içeriğı azalmış, kil ve silt içeriğı artış göstermiştir. pH üst toprakta kararlılığını korurken alt toprakta azalma eğilimindedir. Organik madde ve toplam azot miktarları dikim alanlarında nispeten artmıştır. 0–5 cm derinliğinde C/N oranı ve toprak nemi değerlerinde türler arası istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir.
- Azot Mineralizasyonu: Kızılağaç türünün bulunduğu sahalarda (tek başına veya karışık), Nitrat ve Toplam Mineral Azot verimi anlamlı düzeyde yüksek çıkmıştır. Bu durum, özellikle kızılağacın azot fikse etme

yeteneğinin toprağı iyileştirmede ne kadar etkili olduğunu kısa sürede bile kanıtlamaktadır.

- Mikrobiyal Solunum: Dikim alanlarında mikrobiyal solunum değerleri, kontrol alanlarına göre anlamlı düzeyde yüksektir.

Öneriler

1. Bu 30 aylık çalışma, özellikle kızılğaç ile yapılan dikim faaliyetlerinin toprak özelliklerini ve azot mineralizasyon potansiyelini olumlu yönde etkilemeye başladığını güçlü bir şekilde göstermiştir.
2. Türlerin toprak üzerindeki etkisinin ve aralarındaki farkların daha net ortaya konulabilmesi için, bu araştırmanın dikimden en az 5 yıl sonraki dönemleri de kapsayacak şekilde uzun vadede sürdürülmesi şiddetle önerilmektedir.
3. Kısa süreli veriler, kızılğacın tek başına dikildiğı alanların daha verimli sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu nedenle, alandaki amacı kızılğaç meşçeresi oluşturmak ise bu türün tek başına kullanımı tavsiye edilebilir.
4. Ancak, orman oluşturma amacı saf kayın ormanı kurmak ve aynı zamanda toprak verimliliğini artırmak ise, kızılğacın toprağı iyileştirme özelliğinden faydalanmak için Kayın + Kızılğaç karışık dikim sahalarının kurulması en uygun müdahale yöntemi olacaktır.

KAYNAKÇA

- Aerts, R. and De Caluwe, H., 1994. Effects of Nitrogen Supply on Canopy Structure and Leaf Nitrogen Distribution in Carex Species, Ecology 75, 1482-1490.
- Akburak, S., 2013. Meşe ve Gürgen Meşcerelerinde Aralamanın Toprak Solunumu ve Mikrobiyal Solunum Üzerine Etkileri, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Akdağ, F., 2016. Dikimle Oluşturulmuş Kayın, Kızılağaç Ve Kayın-Kızılağaç Sahalarında Azot Mineralleşme Potansiyelinin Belirlenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Artvin.
- Alef, K., 1995. Soil respiration. In: *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. eds. K. Alef and P Nannipieri, Academic Press, London, pp. 214–218.
- Atalay, İ., 2006. Toprak Oluşumu, Sınıflandırması ve Coğrafyası. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayını, Meta Basım Matbaacılık, Ankara.
- Atlas, R.M. and Bartha. R., 1987. Microbial Ecology 2nd Edition, Benjamin/Cummings Publ. California, pp.333-342.
- Bauer, J., Weihermüller, L., Huisman, J. A., Herbst, M., Graf, A., Séquaris, J. M., and Vereecken, H., 2011. Inverse determination of heterotrophic soil respiration response to temperature and water content under field conditions. Biogeochemistry, 108, 1-3: 119-134.
- Bauhus J.D., Pare, D. and Cote, L., 1998. Effects of tree species, stand age, and soil type on soil microbial biomass and its activity in a southern boreal forest. Soil Biology and Biochemistry, 30: 1077–1089.
- Berendse, F. 1990. Organic Matter Accumulation and Nitrogen Mineralization During Secondary Succession in Heathland Ecosystems. Journal of Ecology, 78: 413-427.
- Blagodatskaya, E.V. and T.-H. Anderson. 1998. Interactive effects of pH and substrate quality on the fungal-to-bacterial ratio and qCO₂ of microbial communities in forest soils. Soil Biology and Biochemistry 30:1269-1274.
- Bolat, İ. 2011. Kayın, göknar ve göknar-kayın meşcerelerinde üst toprak ve ölü örtüdeki mikrobiyal biyokütle karbon (C_{mic}), azot (N_{mic}), fosfor (P_{mic}) ve mikrobiyal solunumun mevsimsel değişimi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Yayımlanmamış), Bartın, 423 s.
- Canizales-Paredes, N., Tolon-Becerra, A., Lastra-Bravo, X. and Ruiz-Dager, F., 2012. Evaluation of the Effects of Soil Depth on Microbial Activity in

- Three Agroecosystems in Venezuela. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43, 9: 1273-1290.
- Chen, C.R., Condron .LM., Davis M.R. and Sherlock R.R., 2003. Seasonal changes in soil phosphorus and associated microbial properties under adjacent grassland and forest in New Zealand. *Forest Ecology and Management*, 177: 539-557.
- Coyne, M.S. and Thompson J.A., 2006. *Fundamental Soil Science*. Delmar Learning, Clifton Park, New York, 403 pp.
- Curtin, D., Campbell, C. and Jalil, A., 1998. Effects of Acidity on Mineralization: pH-Dependence of Organic Matter Mineralization in Weakly Acidic Soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 30, 57–64.
- Çepel, N., 1985. Ağaçlandırma çalışmalarında uygulanan toprak işlemesine ilişkin mekanizasyonun ekolojik sonuçları. In: *Ormancılıkta Mekanizasyon ve Verimliliği I. Ulusal Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 8-12 Temmuz 1985, Bolu, 250-278.
- Çepel, N., 1995 *Orman Ekolojisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Matbaası, No: 426, İstanbul.
- Dawson, J.O. and Hansen, E.A., 1983. Effect os *Alnus glutinosa* an hybrid populus growth and soil nitrogen concentration in a mixed plantations, in: *Intensive plantation culture: 12 years research*. Gen. Tech. Rep. NC-91. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station: 29-34.
- DeBell, D. S., and Radwan, M. A., 1979.Growth and nitrogen relations of coppiced black cottonwood and red alder in pure and mixed plantations. *Bot. Gaz.* 140:\$97-SI01.
- Devare, M., Londonor, L. and Thies, J. 2007. Neither transgenic Bt maize (MON863) nor tefluthrin insecticide adversely affect soil microbial activity or biomass: a 3- year field analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 39, 8: 2038-2047.
- Dickinson, C.H. and Pugh G.J.F., 1974. *Biology of Plant Litter Decomposition*, Vol. 1–2. Academic Press, London. 175 pp.
- Dornbush, M.E., 2007. Grasses, litter, and their interaction affect microbial biomass and soil enzyme activity. *Soil Biology and Biochemistry*, 39: 2241–2249.
- Eisenhauer, N., Klier, M., Partsch, S., Sabais, A.C.W., Scherber, C., Weisser, W.W. and Scheu, S. 2009. No interactive effects of pesticides and plant diversity on soil microbial biomass and respiration. *Applied Soil Ecology*, 42, 1: 31-36.
- Giller, K.E., Witter, E. and Mcgrath. S.P., 1998. Toxicity of heavy metals to

- microorganisms and microbial processes in agricultural soils: a review. *Soil Biology and Biochemistry* 30:1389-1414.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, O.F Yayın No, 201, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, S. 225.
- Hakverdi, A, E., 2020. Türkiye’de sürdürülebilir orman yönetimi kriter ve göstergelerinin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*.21(3), 332-343.
- Hakverdi, A, E., Akyol, A., Tolunay, A., 2023. Türkiye Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Gösterge Setinin Gelişim Aşamaları. Tarım, Orman Ve Su Bilimlerinde Güncel Yaklaşımlar, Duvar Yayın Evi. ISBN: 978-625-6585-04-1
- Hakverdi, A, E., Akyol, A., Tolunay, A., 2024. Batı Akdeniz Bölgesinde uygulanan sürdürülebilir orman yönetimi sosyoekonomik fonksiyonlar ölçütüne ilişkin orman mühendislerinin görüşleri. *Turkish Journal of Forestry*.25(1), 1-11.
- Hassink, J. 1994. Effects of soil texture and grassland management on soil organic C and N and rates of C and N mineralization. *Soil Biology and Biochemistry* 26:1221-1231.
- Hobbie, S.E. 1992. Effects of plant species on nutrient cycling. *TREE* 7:336–9.
- Hobbie, S.E. 1995. Direct and Indirect Effects of Plant Species on Biogeochemical Processes in Arctic Ecosystems. In F.S. Chapin, C. Körner (editors). *Arctic and Alpine Biodiversity: Patterns, Causes and Ecosystem Consequences*, Berlin, Springer-Verlag, p.213 24.
- Hooper, D., U. and Vitousek. P., M., 1997. The Effects of Plant Composition and Diversity on Ecosystem Processes, *Science*, 277, 1302-1305.
- Inouye, R.S. and Tilman, D., 1995. Convergence and Divergence of Old-Field Vegetation After 11 Year of Nitrogen Addition, *Ecology*, 76, 1872-1887.
- Insam, H. and Domsch, K.H., 1988. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. *Microbial Ecology*, 15: 177–188.
- Jiang, J., Xiong, Y., Jiang, H., YE, D., Song, Y.J. and Li, F. M., 2009. Soil microbial activity during secondary vegetation succession in semiarid abandoned lands of Loess Plateau. *Pedosphere*, 19, 6: 735-747.
- Johnson, D., Booth, R. E., Whiteley, A.S., Bailey, M.J., Read, D.J., Grime, J.P. and Leake, J. R. 2003. Plant community composition affects the biomass, activity and diversity of microorganisms in limestone grassland soil. *European Journal of Soil Science*, 54, 4: 671-678.
- Kacar, B., 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayın dağıtım. Genişletilmiş 2. Baskı.

467 Sayfa.

- Kantarcı M. D., 2000. Toprak İlmi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Matbaası. Yayın No: 4261/462, İstanbul.
- Kara Ö, Bolat İ., 2008. The effect of different land uses on soil microbial biomass carbon and nitrogen in Bartın province. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 32 (4), 281-288
- Kara Ö, Bolat İ., Çakıroğlu K ve Öztürk M, 2008. Plant canopy effects on litter accumulation and soil microbial biomass in two temperate forests. *Biology and Fertility of Soils*, 45(2): 193–198.
- Knoepp, J., D., Coleman, D., C., Crossley, Jr. D.A. and Clark, J.S. 2000. Biological Indices of Soil Quality: An Ecosystem Case Study of Their Use. *Forest Ecology and Management*, 138, 357-368.
- Korkanç, S., Y., 2014. Effects of afforestation on soil organic carbon and other soil properties. *Catena*. Vol.123, p:62-69.
- Köhler, H.R., C. Wein., S. Reiss., V. Storch. ve G. Alberti. 1995. Impact of Heavy Metals on Mass and Energy Flux Within the Decomposition Process in Deciduous Forests. *Ecotoxicology*, 4: 114-137.
- Kramer, S. and Green D.M., 2000. Acid and alkaline phosphatase dynamics and their relationship to soil microclimate in a semiarid woodland. *Soil Biology and Biochemistry*, 32: 179–188.
- Küçük, M., 2013. Farklı eğim ve bakı gruplarında bulunan meşe meşcerelerinde ve mera alanlarında azot mineralizasyonu ve toprak solunumunun belirlenmesi. Doktora Tezi. K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Lagomarsino, A., Grego, S. and Kandeler, E., 2012. Soil organic carbon distribution drives microbial activity and functional diversity in particle and aggregate-size fractions. *Pedobiologia*, 55, 2: 101-110
- Luo, Y., and Zhou, X., 2006. *Soil Respiration and The Environment*. Academic Press Elsevier Publications; 1 edition, 328 pp. San Diego, U.S.A.
- Marks, P., C. and Bormann, F., H., 1972. Revegetation Following Forest Cutting: Mechanisms for Stability in Northern Hardwood Ecosystems, *Science*, 176, 914-915.
- 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.
- Naeem, S., Thompson, L., J., Lawler, S., P., Lawton, J., H. and Woodfin, R., M., 1994. Declining Biodiversity can Alter the Performance of Ecosystems, *Nature*, 368, 734-737.
- Öztürk, M., Pirdal, M., ve Özdemir F., 1997. Bitki Ekolojisi Uygulamaları, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No, 157, Bornova, İzmir.

- Pandey, S. and Singh, D.K., 2004. Total bacterial and fungal population after chlorpyrifos and quinalphos treatments in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) soil. *Chemosphere*, 55, 2: 197-205.
- Pankhurst, C.E., Doube, B.M. and Gupta, V.V.S.R., 1997. Biological Indicators of Soil Health: Synthesis, In: *Biological Indicators of Soil Health*. Pankhurst, C. E., Doube, B. M., and Gupta, V. V. S. R. (eds.), CAB International, 419–435.
- Pastor, J. and Post, W. M., 1986. Influence of Climate, Soil Moisture, and Succession on Rest Carbon and Nitrogen Cycle, *Biogeochemistry*, 2, 3-27.
- Pastor, J. and Stillwell, M., A., Tilman, D., 1987. Little bluestem Litter Dynamics in Minnesota Old Oields. *Oecologia*, 72, 327-330.
- Robertson, G.P. and E.A. Paul. 2000. Decomposition and Soil Organic Matter Dynamics. In: Sala, O.E., Jackson, R.B., Mooney, H.A., Howarth, R.W. (Editors.), *Methods in Ecosystem Science*. Springer, New York, p. 104-116.
- Rowell, DL., 1994. *Soil Science Methods and Applications*. Longman Scientific and Technical, Singapore, 350 pp.
- Runge, M. 1974. Die Stickstoff-Mineralisation in Boden Eines Sauerhumus-Buchenwaldes. I. Mineralstickstoff-Gehalt und Netto-Mineralisation, *Oecologia Plant*, 9, 201-208.
- Runge, M., 1983. Physiology and Ecology of Nitrogen Nutrition, In: O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond, H. Ziegler (Editors), *Encyclopedia of Plant Physiology*, 164-200.
- Sharma, J.S., Dabral, B.G. and Singh, K. 1985. Edaphic and microclimatological studies with reference to regeneration of sal (*Shorea robusta*). *Indian For.* 111, 396–409.
- Sparling, G.P., 1997. Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicators of soil health. In: *Biological indicators of soil health*, eds. C Pankhurst, BM Doube and VVSR Gupta, CAB International, Wallingford, pp. 97-119.
- Steubing, L. 1965. *Pflanzenökplogisches Praktikum*. Berlin-Hamburg, Parey.
- Suseela, V., Conant, R.T., Wallenstein, M. D. and Dukes, J.S., 2012. Effects of soil moisture on the temperature sensitivity of heterotrophic respiration vary seasonally in an old-field climate change experiment. *Global Change Biology*, 18, 1: 336-348.
- Swift, M.J., Heal, O.W. and Anderson JM., 1979. *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Blackwell, Oxford. 371 p.
- Tilman, D., Knops, J., Wedin, D., Reich, P. and Ritchie Siemann, M., E., 1997.

The Influence of Functional Diversity and Composition on Ecosystem Processes, *Science*, 277, 1300-1302.

Wedin, D.A., and Tilman, D., 1990. Species Effects on Nitrogen Cycling: A Test With Perennial Grasses, *Oecologia*, 84, 433-441.

Zeller, V., Bahn, M., Aichner and M., U. Tappeiner. 2000. Impact of land-use change on nitrogen mineralization in subalpine grasslands in the Southern Alps. *Biology and Fertility of Soils* 31:441–448.

Zöttle, H., 1958. Die Bestimmung der Stickstoffmineralisation in Waldhumus Durch den Brutversch. *Z. Pflanzenernahrung. Dueng. Bodenk.* 81: 35-50.

4. Bölüm

Türkiye’de Çölleşme Kavramı ve Yaşanan Süreçlerin Değerlendirilmesi ¹

Özlem YAVUZ², Hasan Tezcan YILDIRIM³

1. GİRİŞ

Jean Jacques Rousseau, “Gezintiler” adlı kitabının bir bölümünde “ağaçları, ağaççıkları ile bütün nebatlar, yeryüzünün giyindiği şeylerdir” ifadesini kullanmaktadır. Binlerce yıldan beri, bütün bu ‘şey ’olarak tanımlanan doğanın giysileri parça parça kopup gitmekte ve himayeden mahrum kalan toprak, insanların yok olmaya mahkum oldukları çöllere dönüşmektedir (Adalı, 1951). Daha iyi şartlarda yaşamak isteyen insanoğlu, sanayileşme ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte yaşam standartlarını yükseltmekte; ancak, tüm bunları yaparken de yaşadığı dünyayı ve doğayı unutmaktadır. İnsanoğlu yaşam döngüsü içerisinde önceleri endüstriyel ve yaşam kalitesini yükseltmek amaçlı geliştirdiği faaliyetlerinin sonuçlarıyla bugün yüzleşmek zorunda kalmıştır. Yine aynı sebeplerden; doğayı tahrip ettiğinin farkına vararak doğal kaynakları korumaya, çölleşme ve orman tahribatına yönelik eylem planları geliştirmeye yönelmiştir (Konukçu, 1999). Bu yüzden kalkınma yolunda atılacak her adımda doğayı unutmadan ilerlemek gerekliliği bir farkındalık ve aynı zamanda bir zorunluluktur. Dünyada bu farkındalığın gereği olarak ortaya çıkan hemen hemen bütün eylem ve gelecek planlamalarında ilk adım olarak; kurak ve yarı kurak alanlarda arazi tahribatının önlenmesi, ormanların korunması ve böylece sürdürülebilirliğinin sağlanması gerekmektedir.

21. yüzyılda insanoğlunun karşılaştığı en büyük zorluklardan birisi de ekosistemdeki durum değişikliğini yönetmektir (Chapin ve ark. 2010). Ekosistemdeki durum değişikliği, çevre koşullarındaki bozulmalar ya da değişiklikler karşısında toprakta veya ekosistem süreçlerinde meydana gelen değişikliklerdir. Söz konusu durum değişiklikleri, yavaş yavaş veya ani bir şekilde meydana gelen ve geri dönüşü olmayan kalıcı sonuçlar doğurabilmektedir

¹ Bu çalışma “Yukarı Sakarya Havzasında Çölleşmenin Sosyoekonomik Etkileri Üzerine Bir İnceleme” isimli İÜC Lisansüstü Eğitim Enstitüsünde hazırlanan Doktora tezinden üretilmiştir.

² Dr., Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Orman Mühendisi. email: ozlemyavuz2021@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1963-8309

³ Doç. Dr., İÜC Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Ormancılık Politikası ve Yönetimi Anabilim Dalı, e mail: tezcan@iuc.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8180-0557

(Scheffer ve Carpenter 2003). Bu bakımdan geri dönüşü olmayan değişikliklere fırsat vermemek, planlı bir şekilde hareket etmek ve tedbir almak gerekmektedir.

Kurak, yarı kurak ve az yağışlı alanlar, dünya nüfusunun büyük bir bölümünün yaşadığı ve geçim kaynağı olarak kullandığı alanlardır. Bu bölgeler, pek çok ekstrem ekolojik koşulun bir arada görüldüğü ekosistemlerdir. Yetersiz yağış, yüksek sıcaklık, evaporasyon ve eğim, sığ, taşlı, organik madde ve besin elementlerince fakir topraklar, bu alanların karşılaştığı zorlukların sadece birkaçıdır. Ayrıca, yanlış tarımsal uygulamalar ve ormansızlaşma, bu alanların çölleşmeye yüz tutmasına neden olmuştur. Toprak tahribi, eğim yönünde toprak işlenmesi, toprakların su ve rüzgar erozyonuna açık olması gibi tarımsal uygulamalar, toprağın verimliliğini azaltarak çölleşmeyi hızlandırır. Bu nedenle, kurak ve yarı kurak alanların korunması ve yönetilmesi çok önemlidir. Sürdürülebilir tarım uygulamaları, erozyon kontrolü, tuzlu toprakların rehabilite edilmesi, su kaynaklarının korunması, ağaçlandırma ve ormancılık projeleri gibi tedbirler, bu alanların çölleşmesini önlemeye yardımcı olabilir. Bu tedbirler, yerel halkın katılımı ve desteklenmesiyle birlikte, bölgesel ve uluslararası düzeyde politika ve finansman desteğiyle uygulandığı insanların yaşam koşullarının iyileştirilmesine ve çölleşmenin önlenmesine katkıda bulunabilir.

Türkiye dünya üzerindeki konumu, jeolojik yapısı, topoğrafyası ve iklimi vb. nedenlerden dolayı iklim değişikliğinden ve çölleşmeden en çok etkilenen ülkeler arasında yer almakta olup özellikle İç Anadolu Bölgesi, Dünya Çölleşme Risk Haritasında “aşırı hassas ve çok hassas” olarak gösterilmektedir. Türkiye’de çölleşmenin en önemli nedenlerinde birisi de erozyondur. Avrupa’da ortalama yükseklik 330 m civarındayken Türkiye’de ortalama yükseklik 1.132 m ye ulaşmaktadır. Türkiye geneline baktığımızda topoğrafik yapısının %62’sinin sarp ve dik kayalıklardan oluştuğu, arazilerin %46’sında ise %40’tan fazla eğim olduğu görülmektedir. Bu bakımdan Türkiye’deki çölleşmenin en büyük neden biri erozyondur. Çünkü orman alanlarının % 54’ü, meraların % 64’ü ve tarım arazilerinin % 59’u erozyon tehdidiyle karşı karşıyadır. Erozyon ile deniz ve göllere taşınan toprak miktarı 500 milyon ton iken yapılan çalışmalarla bu miktar 168 milyon tona indirilmiş olup 2030 yılına kadar da 130 milyon ton seviyesine düşürülmesi hedeflenmektedir (OSİB, 2013a, ÇEM,2016).

Çölleşmenin nedenleri arasında erozyonun yanı sıra birçok faktör bulunmaktadır. Doğal kaynakların bozulması, meralarda aşırı ve fazla otlatma, dağınık yerleşim, toprakların yanlış kullanımı, yanlış tarım teknikleri, yetersiz su kaynakları, yanlış sulama teknikleri, gübre ve tarım ilaçlarının aşırı kullanımı gibi etkenler, çölleşmenin hızlandırıcıları olarak bilinmektedir. Ayrıca, kırsal yoksulluk ve doğal kaynakların kullanımı ile ilgili eğitim eksikliği de çölleşme sürecini hızlandıran faktörler arasındadır. Bu nedenlerle, doğal kaynakların

(WMO) ise çölleşmeyi, iklim değişikliği ve insanların çevreye verdiği zararlar sonucu kurak alanlarda meydana gelen arazi bozulması olarak tanımlamaktadır. (WMO, 2007) Yine çölleşme, ekonomik ve biyolojik olarak üretken bir arazinin daha az üretken olması sonucunda ortaya çıkan ekolojik bozulma sürecidir (Türkeş, 1990, Efe, 1994).

Bir diğer tanımda bilimsel açıdan çölleşmeyi, kutup ve kutup altı bölgelerin haricindeki alanlarda, yıllık yağışın, potansiyel evapotranspirasyona oranının 0,05-0,65 arasında olduğu bölgeleri kapsayan kurak, yarı kurak ve kuru alt nemli alanlarda iklim değişiklikleri ve arazileri çoraklaştırma, aşırı gübre kullanımı, anız yakılması, organik ve inorganik atıklarla toksin elementlerin birikimi, radyoaktif bulaşmalar, yanlış sürüm ve işleme metotları ile ormansızlaşma, yanlış ve amaç dışı arazi kullanımı, yanlış mera yönetimi gibi birçok hatalı faaliyetler ile insan aktivitelerinin tetiklediği çeşitli etmenlerin sonucunda ortaya çıkan “arazi bozulumu” şeklinde tarif etmiştir. (Cangir ve Boyraz, 2008).

Diğer taraftan çölleşme; arazi kaynaklarının biyolojik potansiyelini büyük ölçüde zayıflatan ya da yok eden, sonunda da çöle benzer koşulların ortaya çıkmasına yol açan, çoğunlukla yanlış insan faaliyetiyle arazi kullanma uygulamalarının sonucu olarak tanımlanmıştır (Görcelioğlu, 1992). Diğer taraftan çölleşme, aşırı otlatma, ormansızlaştırma, yanlış tarım ve sulama uygulamaları ya da iklim değişikliği gibi nedenlerle kurak bölgelerde toprağın susuzlaşması ve çöl haline gelme sürecidir (Kadioğlu vd, 2017)

Çölleşme kavramsal olarak bir süreci ifade etmektedir. Fiziksel, biyolojik, siyasal, sosyal, kültürel ve ekonomik sebeplerin etkileşimiyle; hatalı insan faaliyetleri ve iklimsel etkiler sonucu toprağın bitki örtüsünü kaybetmesiyle başlayıp, fauna, mikroorganizma ve organik madde kaybıyla devam eden, toprak agregatlarının parçalanarak kil, silt ve kum fraksiyonlarının açığa çıktığı bir degradasyon sürecidir (Özyol, 2022)

Avrupa Komisyonu’nun Dünya Çölleşme Atlası’na göre, dünyanın kara alanının %75’i halihazırda bozulmuş durumdadır ve bu durum 2050 yılında %90’ı aşabilir. Her yıl yaklaşık 4,18 milyon kilometrekarelik alan bozulmakta (Nunez, 2019), 24 milyar ton verimli üst toprak tabakası kaybolmaktadır (ÇMUSEP, 2019).

Diğer taraftan çölleşmenin boyutu sıklıkla yanlış rapor edilmekte ve oluşan süreçler yeterince anlaşılamamaktadır. "Çölün genişlemesi" bazen çölleşmeyi tanımlamak için kullanılmaktadır, ancak bu yanıltıcıdır, çünkü çöller genişleyebilirken, çölleşmiş birçok arazi mevcut çöllerden uzaktaki yerlerde gelişim göstermektedir. Çölleşme, geri dönülemez arazi bozulumu olarak tanımlanmalı şeklinde bir argüman öne sürülmüştür ancak, doğal olarak iyileştiği veya iyileştirilebileceği bazı bölgeler bulunmaktadır. Bununla beraber birçok

durumda iyileştirme teorik olarak mümkün olsa da ekonomik nedenlerle uygulanabilir değildir veya uygulanması mümkün değildir. (Barrow, 2009)

Çölleşme, zengin ve fakir ülkelerde, yüksek veya düşük nüfuslu, komünist veya kapitalist devletlerde ve oldukça nemli ve serin ortamlarda bile bulunabilir. Evrensel olarak kabul edilmiş bir tanım yoktur, ancak çoğu, bitki örtüsü ve toprağın daha çok çöle benzeyen bir şekilde gerilemesini tanımlar. Kurak, yarı kurak ve kurak altı nemli alanlarda iklimsel değişkenler de dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden kaynaklanan, ancak öncelikle insan faaliyetlerinden kaynaklanan toprak bozulması bir süreçtir. Bununla birlikte, bazıları "çölleşme" teriminin uygun olmadığını düşünmekte ve "kurak alanların bozulması" tabirini tercih etmektedir. (Barrow, 2009)

Çölleşme ve arazi bozulmasının neden olduğu iklim değişiklikleri doğal yaşamı ve ekosistemleri de olumsuz yönde etkilemektedir. Bu değişiklikler, su kaynaklarındaki azalmaya, bitki örtüsünde değişimlere, canlı türlerinde azalmalara ve hatta türlerin yok olmasına neden olabilir. Bu da, tarım ve gıda üretimi gibi insan faaliyetlerini etkileyebilir. Ayrıca, çölleşme ve arazi bozulumu, insanların yaşadığı yerlerdeki doğal afetlerin sıklığını ve yoğunluğunu da artırabilir. Türkiye gibi Akdeniz iklim kuşağındaki ülkeler, çölleşme ve arazi bozulmasının etkilerine karşı özellikle hassas olmalıdır. Bu ülkeler, sürdürülebilir kalkınma stratejileri ve toprak yönetimi teknikleri gibi önlemler alarak, doğal kaynakların korunmasını ve gelecek nesillere aktarılmasını sağlamalıdır. Ayrıca, çölleşme ve arazi bozulumu konusunda toplum bilinci artırılmalı ve bu sorunun çözümü için bireysel ve toplumsal olarak harekete geçilmelidir. (Grau, 2010).

Çölleşme ilke olarak üç ana bileşenden oluşur. Bunlar çölleşmenin meteorolojik boyutu, ekolojik boyut ve sosyo-ekonomik (insan) boyutudur. Meteorolojik boyut kuraklıkla, iklim değişikliği ile atmosferik CO2 artışı ve yıllık yağış miktarı gibi unsurlarla ilgilidir. Ekolojik boyut besin döngüsü, bitki büyümesi, üreme ve ölüm, mikrobiyal dinamikler, bitki örtüsü, herbivor yaşam döngüsü ve evapotranspirasyon gibi unsurlarla ilgilidir. Çölleşmenin sosyo-ekonomik boyutu ise; habitat kayıpları, önemli habitatların parçalanması, aşırı kullanım (aşırı otlatma gibi), egzotik organizmaların yayılması (böcek zararlıları ve yabani otlar..gibi), hava, toprak ve su kirliliği ve iklim değişikliği ile bağlantılı konular ile ilgilidir (Geist, 2005).

Anlaşıldığı gibi çölleşmenin bileşenleri birçok unsurla ilgilidir. Dolayısıyla çölleşmenin nedenleri ve doğurduğu sonuçlar da bir o kadar çeşitli, birbirine bağlı, karmaşık ve önceden tahmin edilmesi zordur. Aynı zamanda meydana gelen bu farklı bileşenlerin birbiri ile olan bağlantılarının ve rollerinin farkına varılamaması ve hatta geç fark edilmesi birçok anlaşmazlıklara ve fikir

uyuşmazlığına neden olmaktadır. Bugüne kadar çölleşme ile ilgili yapılan en yetkin tanım BMÇMS’de yer almaktadır. Fakat bu tanımın yetkin olmakla birlikte siyasi ve dar kapsamlı olduğu ve konuyu mekansal boyutta (özellikle sözleşmenin öncelikli bölgesi olan Afrika gibi) ele aldığını söylemek tartışılabilir. Sözleşmenin Bölüm 1, Madde 1’de yer alan tanımları ise şöyledir; Çölleşme; kurak, yarı kurak ve kuru nemli alanlarda iklim değişiklikleri ve insan faaliyetleri de dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden kaynaklanan “Arazi Bozulumu” dur.

Arazi bozulması ve çölleşme, dünyanın dört bir yanındaki verimli topraklar için ciddi bir tehdittir. Bu tehdidin sonuçları arasında gıda üretiminin azalması, temiz suya erişimin azalması, zarar gören alanlara karşı kırılganlığın artması, gıda güvensizliği ve yoksulluğun artması yer almaktadır (Braun vd., 2013).

Arazi bozulması, arazi üzerinde etkili olan süreçlerden biri veya bir kombinasyonu tarafından kaynak potansiyelinin azaltılması anlamına gelir. Bu süreçler arasında su erozyonu, rüzgar erozyonu ve bu etkenler tarafından sedimentasyon, doğal bitki örtüsünün miktarında veya çeşitliliğinde uzun vadeli azalma veya ilgili durumlarda ürün veriminde azalma ve toprakların tuzlanması yer almaktadır. Yeni tanım, çölleşmenin ana nedeni olumsuz insan etkisi olsa da, doğal iklim koşullarının, özellikle de tekrarlayan kuraklıkların çölleşme üzerindeki etkisinin belirli koşullar altında rol oynayabileceğini kabul etmektedir (Dregne vd, 1991).

Bilimsel ve uluslararası meclisler tarafından çölleşme olarak tanınan şey, görünüşte soyut ama çölden çok daha tehlikeli bir olgudur. Arazi ve arazinin üretim kapasitesinin azalması veya arazi bozulması büyük ölçüde insan performansının sonucudur. Bu nedenle, böylesine karmaşık bir olguyu tanımlamak için çölleşmeyi tanımlama, izleme ve değerlendirme aracı olan kriterler ve göstergeler kullanmalıyız (Khashtabeh, R., Akbari, 2019).

2.2. Dünya’da Çölleşme

Çevresel sorunların küresel bir endişeye dönüştüğü 1970’li yılların başlarında, Birleşmiş Milletler (BM) önderliğinde 1972 yılında BM İnsan Çevresi Konferansı (Stockholm Konferansı) ile küresel sorunlara ortak çözüm bulma yolunda ilk adımlar atılmıştır. Ardından 1977’de Nairobi,’de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çölleşme Konferansı (UNCOD)’nda Çölleşme ile Mücadele Eylem Planı (the Plan of Action to Combat Desertification/PACD) kabul edilmiştir. Konferansta hazırlanan raporlara göre, yaklaşık 30 milyon kilometrekare alanın (dünya kara yüzeyinin %19’u) çölleşme tehdidi altında olduğu, 50-78 milyonu direk etkilenmekte olan 628 milyon insanın, yani dünya nüfusunun yüzde 14’ünün geleceğini tehdit ettiği belirtilmiştir (UNCOD, 1977). UNCOD’da arazi bozulumu ve çölleşmenin dünyanın birçok ülkesi için önemli

ekonomik, sosyal ve çevresel kaygılar olduğunun kabul edilmesine rağmen, 1991 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) kurak, yarı kurak ve kuru alt-nemli alanlarda arazi bozulumu sorununun yoğunlaştığı sonucuna varmıştır (UNCCD, 2023).

1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (UNCED)'in "Ortak Geleceğimiz" olarak da adlandırılan Brundtland Raporu'nda çölleşen alanların yılda 6 milyon hektarlık artış göstererek geri dönüşü olmayan bir evreye ilerlediği belirtilmiştir (UN, 1987).

Stockholm Konferansı ile başlayan küresel çabalar 1992 yılında Rio Zirvesi ile devam etmiş, Rio Zirvesi'nde BM Çevre ve Kalkınma Konferansı (UNCED) sonuç bildirgesinde alınan kararlar neticesinde kabul edilen üç temel sözleşmeden birisi de Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi (UNCCD) olmuştur. BM Genel Kurulu, çölleşme ve kuraklık problemiyle yüz yüze olan ülkelerin sorunlarını ele almak üzere Çölleşme ile Mücadele Hükümetlerarası Müzakere Komitesini (INCD) kurmuştur. Bu Komitenin hazırladığı BM Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi, 17 Haziran 1994'te Paris'te, tarafların katılımıyla kabul edilmiş (UN General Assembly A/RES/47/188) ve 26 Aralık 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Sözleşme, kuraklık ve çölleşme ekseninde belli bölgelere yoğunlaşmış olup bölgesel önceliklere sahiptir. Yine sürdürülebilir arazi yönetimi konusunda ihtisaslaşan tek uluslararası sözleşme olup çölleşme/arazi bozulumunu hem kalkınma sorunu hem de çevresel sorun olarak değerlendirmektedir. Ayrıca Rio Zirvesinde, Gündem 21 / 12. Bölüm ve "Kırılgan Ekosistemleri Yönetmek: Çölleşme ve Kuraklıkla Mücadele (Managing Fragile Ecosystems: Combating Desertification And Drought)" başlığı altında 12.1 - 12.63 nolu maddeler arasında kuraklık ve çölleşmeye dikkat çekilmiştir (UNCCD-SPI, 1992).

2007 yılında BM Genel Kurulu, UNCCD Sekreteryası öncülüğünde arazi bozulumu ile mücadele için küresel eylemi harekete geçirmek amacıyla 2010-2020 yıllarını "Birleşmiş Milletler Çöller ve Çölleşme ile Mücadele On Yılı" ilan etmiştir (UN, 2023).

UNCCD'nin Çölleşme ile Mücadele 10 Yıllık Raporu (2010-2020)'na göre ise, küresel olarak arazilerin %24'ü bozulmaktadır. Yaklaşık 1,5 milyar insan doğrudan bu bozulan alanlara bağlıdır. Bozulan arazilerin yaklaşık %20'si ekim alanı, %20-25'i ise mera arazisidir (UN, 2010).

2015 yılında tüm Birleşmiş Milletler Üye Devletleri tarafından kabul edilen 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi, şimdi ve gelecekte insanlar ve gezegen için barış ve refah için ortak bir plan sunmak amacıyla 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SKH) kabul etmiştir (UN, 2023). Sürdürülebilir Kalkınma 2030 Gündeminin 15. Hedefi "karasal ekosistemlerin korunması, restore edilmesi

ve sürdürülebilir kullanımının teşvik edilmesi, ormanların sürdürülebilir şekilde yönetilmesi, çölleşmeyle mücadele edilmesi, arazi bozulmasının durdurulması ve tersine çevrilmesi ve biyolojik çeşitlilik kaybının durdurulmasını" amaçlamaktadır (UN, 2023).

Eylül 2017'de Çin'in Ordos kentinde düzenlenen UNCCD COP13'te Üye Devletler arazi bozulmasının ele alınmasına yönelik yeni bir küresel yol haritası üzerinde mutabık kalmışlardır. UNCCD 2018-2030 Stratejik Çerçevesi, bozulmuş geniş arazilerin verimliliğini yeniden sağlamak, 1.3 milyardan fazla insanın geçim kaynaklarını iyileştirmek ve kuraklığın savunmasız nüfuslar üzerindeki etkisini azaltmak amacıyla LDN'ye ulaşmak için en kapsamlı küresel taahhüt olarak kabul edilmiştir (UNCCD, 2023).

2.3. Türkiye’de Çölleşme

Türkiye, içinde bulunduğu coğrafi konum, topografya, iklim, toprak şartları ve sosyo-ekonomik yapısı bakımından ele alındığında çölleşme ve kuraklığa karşı hassasiyetinin yüksek olduğu görülmektedir. Başta Orta Anadolu olmak üzere ülkenin önemli bir bölümü Dünya çölleşme tehlikesi haritasında “çölleşmeye hassas” olarak gösterilmiştir. Bunun yanı sıra erozyon, kuraklık riski, ekstrem iklim olayları, yangınlar ve iklim değişikliği gibi konular da bu hassasiyeti artırmaktadır (ÇEM, 2015).

Türkiye’de gerçek çöl bulunmamasına karşın toprakların 2/3’üne yakın bölümü kurak-yarı kurak alanlardan oluşmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda gözlenen iklim değişimlerine bağlı olarak kurak alanlarda İç Anadolu’nun batısına doğru genişleme gözlenmektedir. Çölleşmeye açık yarı kurak alanlara sahip risk bölgeleri ise Konya Ovasından Doğu Akdeniz’e doğru bir yayılma göstermektedir. Türkiye ölçeğinde yapılan bir çalışmada 30 yıllık iki periyot (1950-1980 ve 1981-2010) karşılaştırıldığında ülkede yarı kurak alanların yaklaşık %14 arttığı belirlenmiştir (Selek vd 2018).

2018 yılı Türkiye Çölleşme Hassasiyet Haritası’na göre, Türkiye’nin %22,5’i yüksek çölleşme hassasiyetine sahipken, %50,9’u ise orta düzeyde çölleşme hassasiyetindedir. Ayrıca, Türkiye Çölleşme Modeli’nde belirlenen ulusal ölçekteki çölleşme kriter ve göstergelerine göre, iklim, su, toprak, arazi örtüsü ve arazi kullanımı, topoğrafya ve jeomorfoloji, sosyoekonomi ve yönetim Türkiye’deki çölleşme/arazi tahribatındaki başlıca etmenler olarak sıralanmaktadır (ÇMUSEP, 2019).

Çölleşme tehdidi altında olan ülkemizin yaygın ve şiddetli aşınım (erozyon) ile tarım dışı kullanımdaki hızlı artış dolayısıyla çölleşmeyle mücadeleyi en ciddi şekilde yürütmek zorunda olan ülkeler arasındadır (ÖİK, 2017).Türkiye’de, orman arazilerinin %4,17 sinde çeşitli şiddetlerde erozyon görülmekte, her yıl

erozyon, sel, taşkın ve ığlarla telafisi mümkün olmayan can kayıpları ve ekonomik zararlar oluşmaktadırdır.

UNCCD kapsamında, konumu açısından özel bir noktada yer alan Türkiye, UNCCD’de hem gelişmiş ülke statüsünde yer almakta hem de çölleşmeden etkilenen ülke statüsünde yer almaktadır. Bu bakımdan Türkiye, bir yandan gelişmiş ülke statüsüyle etkilenen ülkelere teknik ve mali destekte bulunmak, diğer yandan da etkilenen ülke olması nedeniyle öncelikle ulusal eylem planı olmak üzere sözleşmenin ulusal seviyede etkin biçimde uygulanması için gerekli tedbirleri almakla yükümlüdür.

15 Ekim 1994’te Paris’te imzalandıktan sonra 11 şubat 1998 tarihli 23258 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren 4340 sayılı Kanunla birlikte Türkiye, “Birleşmiş Milletler lleşme ile Mücadele Sözleşmesi ”ne resmen taraf olmuştur. Ardından 9 Mart 2005’te Ulusal lleşme ile Mücadele Eylem Programı (UMEP) Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Çölleşme ile mücadele ve erozyon kontrolü kapsamında kamu kurum ve kuruluşları ile gerçek ve tüzel kişiler tarafından yapılacak ağaçlandırma ve erozyon kontrolü çalışmalarına ait esas ve usulleri düzenleyen 4122 sayılı Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Kanunu yürürlüğe 1995 yılında konulmuş bu kapsamda Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği Eylem Planı (2008-2012) hazırlanmış ve uygulamaya konulmuştur.

Türkiye’deki lleşme/arazi tahribatı konusunda yapılan çalışmalara ivme kazandıran en önemli gelişmelerden biri, BM Sürdürülebilir Kalkınma maksatları doğrultusunda Arazi Tahribatının Dengelenmesi (ATD) kavramının “BMÇMS 2018-2030 Strateji erevesi” vizyonunun bir parçası haline gelmesi ve stratejik hedeflerin bu doğrultuda güncellenmesi olmuştur. ATD; sürdürülebilir arazi yönetimi ve sürdürülebilir orman yönetimini kapsayan bir kavram olup BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri 15.3. maddesinde, “lleşmeyle mücadele etmek, lleşme, kuraklık ve sellerden etkilenen araziler de dahil olmak üzere bozulmuş arazi ve toprağı eski haline getirmek ve arazi bozulmasının olmadığı bir dünyaya ulaşmak için çaba göstermek” şeklinde ifade edilmiştir ((UNCCD, 2023).

İklim değişikliği ile birlikte son yıllarda meydana gelen düzensiz yağışlar, sel ve taşkın olaylarında artışlara sebep olmakta, bu afetler sonucu can ve mal kaybı yaşanmaktadır. Arazi kullanımındaki yanlışlıklar, aşırı yağışlar, şiddetli rzęrlar gibi etkenlerle birleştiğinde toprağın şiddetli bir şekilde taşınmasına yani erozyona sebep olmaktadır. Çölleşme ile mücadele kapsamında, Erozyonla Mücadele Eylem Planı, Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı, Baraj Havzaları Yeşil Kuşak Ağaçlandırma Eylem Planı ve Maden Sahaları Rehabilitasyon Eylem Planları hazırlanmıştır ve başarıyla uygulanmaktadır.

Eylem planları çerçevesinde yürütülen proje faaliyetleri şu şekildedir: Erozyon Kontrol Projeleri, Baraj Kenarı Yeşil Kuşak Ağaçlandırma Projeleri, Sel Kontrol Projeleri, Türkiye Sel Duyarlılık Modeli Projesi (TSDM), Yukarı Havzalarda Hidrolojik Sel Modeli Projesi (HSM), Çığ Kontrol Projeleri ve Çığ Tehlike Haritaları, Heyelan Kontrol Projeleri ve Heyelan Tehlike Haritaları, Kaya Düşmesi Kontrol Projeleri, Tarla Kenarı Ağaçlandırma Projeleri, Yol Kenarı Ağaçlandırma Projeleri, Endemik Bitki Türlerinin Tespiti, Nakli ve Yetiştirilmesi Projeleri, Yaban Hayatı Koridoru Ağaçlandırma Projeleri, Entegre Mikro Havza Rehabilitasyon Projeleri. Bu projelerle idari, biyolojik, mekanik ve kültürel önlemler alınarak, barajlar ve su havzaları korunarak, çölleşme ve dolayısıyla iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiş olacaktır.

Erozyonla Mücadele Eylem Planı (2013-2019) ile 1,966 milyon hektar alanda erozyonla mücadele amacıyla ağaçlandırma, rehabilitasyon, erozyon kontrolü, mera ıslahı ve geçmişte yapılan ağaçlandırma ve erozyon kontrolü sahalarından 2,287 milyon hektarının bakım çalışmaları gerçekleştirilmiş (OSİB, 2013a), Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı (2013–2019), toprağın, tabii kaynakların korunması ve sel zararlarının sebebiyet verdiği zararların azaltılması için 25 ana nehir havzasında, öncelik arz eden 360 adet sel havzasında çalışılması hedeflenmiş ve öncelik arz eden 360 adet sel havzasında 4.155.201,8 hektar alanda uygulanmış (OSİB, 2013b), Baraj Havzaları Yeşil Kuşak Ağaçlandırma Eylem Planı (2013–2019) ile barajların ekonomik ömrünün artırılması, baraj göllerine gelen rusubatin azaltılması, baraj ve su havzalarının korunması, atmosferdeki karbon miktarının azaltılması aynı zamanda yapılacak ağaçlandırma erozyon kontrolü ve rehabilitasyon çalışmaları su kalitesinin ve veriminin artması, yeni rekreasyon ve turizm alanlarının oluşturulması, yaban hayatı için yeni yaşam alanları meydana getirilmesi amacıyla 568 adet Baraj ve Gölet Havzasında çalışılmış (OSİB, 2013c), Maden Sahalarının Rehabilitasyonu Eylem Planı (2014-2018), açık veya kapalı maden işletmelerinin tabiata verdiği tahribatın önlenmesi, terkedilmiş maden sahalarından rehabilitasyon önceliği olanların belirlenerek bu alanların yeniden kazanılması yada kamu yararına kullanılabilmesi için 1628 adet maden sahasında 5.805 hektar maden sahası rehabilitasyonu (OSİB, 2013d), çalışmaları başarıyla uygulanmıştır (ÇMUSEP, 2019).

Ayrıca OGM tarafından kırsal nüfusun gelir kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve ülke ekonomisine katkı sağlanması amacıyla şu ana kadar başta ceviz, badem, zeytin vb. 38 eylem planı hazırlanarak uygulamaya konmuştur.

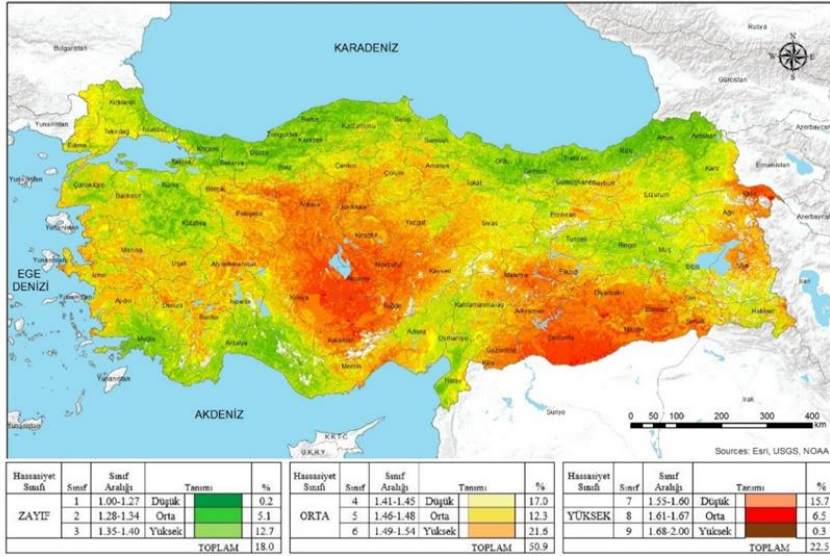
Çölleşme ve arazi tahribatının durumunu ve kuraklık dalgalanmalarının etkilerini yakından izlemek, bu sorunlarla mücadele etmek için gelişmiş bilimsel

ve teknolojik yaklaşımlar kullanılarak izleme ve değerlendirme çalışmalarına öncelik verilmektedir. Bu kapsamda hazırlanan izleme sistemleri; Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi (HİDS), Ulusal Arazi Örtüsü Sınıflandırma ve İzleme Sistemi (UASİS), Türkiye Çölleşme Modeli ve İzleme Sistemi, Türkiye Ulusal Toprak Bilgi Sistemi, Türkiye Toprak Organik Karbonu Modeli ve İzleme Sistemi, Erozyon İzleme Sistemleri (DEMİS ve URDEMİS) şeklindedir.

Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi (HİDS) Projesi; havzadaki su, toprak, bitki örtüsü, iklim değişikliği, çölleşme ve diğer faktörlerin izlenmesi ve değerlendirilmesi için geliştirilmiştir. HİDS Projesi ile amaçlanan, havzadaki su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması, toprak erozyonu ve çölleşme ile mücadele edilmesi, bitki örtüsünün korunması, havzadaki iklim değişikliği etkilerinin izlenmesi ve yönetilmesidir.

Türkiye Çölleşme Modeli ve İzleme Sistemi; Çölleşmenin izlenmesi için Türkiye'ye özgü çölleşme kriter ve göstergeleri belirlenerek CBS tabanlı çölleşme modeli hazırlanmıştır. Dünyada kullanılmakta olan tüm çölleşme kriter ve göstergeleri değerlendirilmiş, Türkiye için uygun olan 7 kriter, 48 gösterge ve 37 alt gösterge tespit edilmiştir. Bu sistem ile ulusal çapta çölleşmeye duyarlı alanların tespit edilmesiyle "Türkiye Çölleşme Hassasiyet Haritası" oluşturulmuştur. Şekil 1'deki haritaya göre ülke topraklarının yaklaşık olarak % 22.5'i yüksek, % 50.9'u orta ve % 18'i zayıf hassasiyet grubunda yer almaktadır. Türkiye Çölleşme Hassasiyet Haritasında arazi kullanım durumu incelendiğinde; Orman alanlarında %0,36'sı yüksek, %30,79'u orta ve %68,86'sı düşük seviyede çölleşme hassasiyeti olduğu görülmektedir. Tarım alanlarında çölleşme hassasiyetinin daha yüksek seviyede olduğu görülmekte olup %26,25'i yüksek, %64,77'si orta ve %8,98'i ise düşük seviyede çölleşme hassasiyeti görülmektedir. Mera alanlarına bakıldığında ise % 34,56'sı yüksek, %52,45'i orta ve %12,99'u düşük çölleşme hassasiyetinde olduğu görülmektedir.

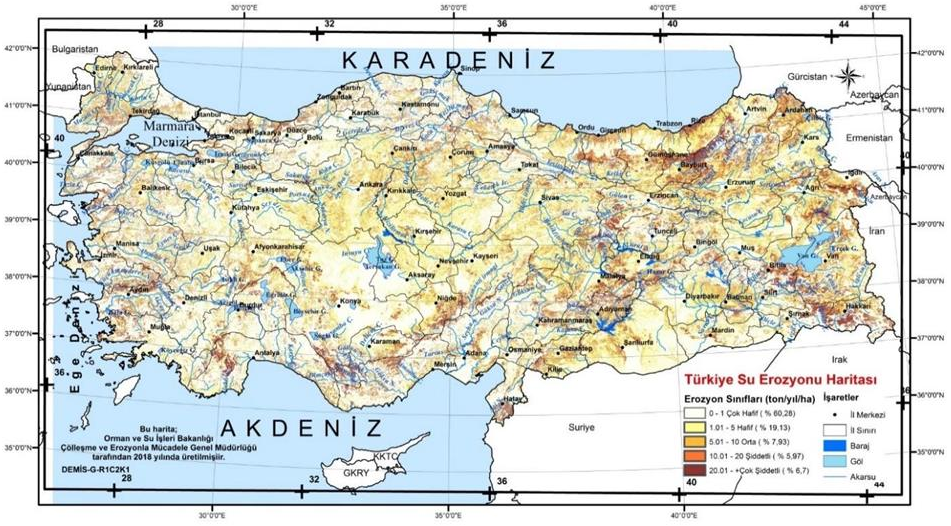
TÜRKİYE ÇÖLLEŞME HASSASİYET HARİTASI



Şekil 1: Türkiye Çölleşme Hassasiyet Haritası (ÇEM, 2017)

Şekil 1’de Su Kaynaklı Dinamik Erozyon Modeli ve İzleme Sistemi (DEMİS) ile elde edilen veriler neticesinde her yıl maksimum 642 milyon ton toprağın su erozyonu sonucu harekete geçtiği tespit edilmiştir. Ortalama olarak hektarda 8,24 ton toprak her yıl su erozyonu sonucunda yer değiştirmektedir. Bu miktar ülke yüzölçümünün % 6,7’sinde çok şiddetli, % 5,97’sinde şiddetli, % 7,93’ünde orta, % 19,13’ünde hafif ve % 60,28’sinde çok hafif miktarda görülmektedir.

Arazi kullanımına bakıldığında Türkiye’de yer değiştiren toprağın %38,71’inin tarım, %4,17’sinin orman ve %53,66’sının mera alanlarında meydana geldiği görülmektedir. Havza bazında su erozyonu ile birim alanda en fazla yer değiştiren toprak miktarı 26 ton/yıl/ha ile Çoruh havzasında, en az ise 4,2 ton/yıl/ha ile Sakarya havzasında meydana gelmektedir (Şekil 2).



Şekil 2: Türkiye Su Erozyonu Haritası (ÇEM, 2016)

2.4. Çölleşmenin Nedenleri

Çölleşmenin nedenleri, insan aktiviteleri ve iklim değişiklikleri ile ilişkilidir. İklim değişikliği, yağışların azalması veya su kaynaklarının azalması nedeniyle çölleşmeye yol açabilir. Ormanların yok edilmesi, tarım faaliyetleri, aşırı otlatma, yanlış tarım uygulamaları ve yeraltı su kaynaklarının aşırı kullanımı veya çekilmesi, toprağın kurumasına ve erozyonun artmasına neden olarak çölleşmeye katkıda bulunmaktadır. İnsan nüfusunun artması, doğal alanları yok etmesi ve su kaynaklarına yönelik talebi artırması, çölleşmenin artmasına neden olmaktadır (FAO, 2015, Boyraz, 2012, Herrmann, S.M., Hutchinson, C.F., 2005, Verstraete, 1986, Efe, 1994, Rodrigues do Nascimento, F., 2023).

Çölleşmenin kökenleri ağırlıklı olarak fiziki ve sosyal coğrafyaya özgü ve/ya da bağlı olmasına karşın oldukça karmaşıktır. Denetleyici kuvvetler, çoğunlukla uygun olmayan ya da olağandışı doğal (klimatolojik, jeomorfolojik, edafik, biyojeokimyasal ve ekolojik) koşulların, temel olarak marjinal arazileri negatif ve çoğu kez geri döndürülemeyecek düzeyde etkileyen sosyal, siyasi, ekonomik ve kültürel etmenlerle bağlantılı olan bir karışımını kapsar. Aşağıda verilenler çölleşmenin doğrudan ya da dolaylı nedenlerinin çoğunu içerir (Türkeş, 2012):

- Orman yangınları ve ormansızlaşma,
- Aşırı otlatma, sürme, tarımsal ilaç ve gübre kullanımı gibi sürdürülebilir olmayan tarım ve hayvancılık uygulama ve etkinlikleri,
- Her türlü aşırı kaynak tüketimi,
- Su kaynakları ve sulama yönetiminin yetersizliği ve yanlışlığı,

- (d) Büyük barajların ve yapılarının inşası, nehir kanal ve yataklarının akış yönlerinin ve/ya da jeomorfolojik özelliklerinin değiştirilmesi ve bozulması, yeraltı sularının aşırı tüketimi, sulak alanların drenajı,
- (e) Kuraklık, taşkın ve sellere neden olan iklimsel değişiklikler ve değişkenlikler,
- (f)Yenidünya düzeni kapsamında (küreselleşmenin ve pazar ekonomisi kurallarının yaygınlaşmasına bağlı olarak) etkili olan şiddetli rekabet ve yaygın uluslararası ticaret rejiminin yarattığı sorunlar, vb.

Çölleşme genellikle yerel, ulusal ve küresel ölçeklerde çevresel ve sosyoekonomik faktörlerden kaynaklanmaktadır (Rubio ve Bochet, 1998, Rubio ve Recatala, 2006). Çölleşme, yağış oranının azalmasına sebep olan iklim değişiklikleri, teknolojik, kurumsal, siyasi ve ekonomik etkenler içeren insan faaliyetleri, nüfus artışı ve arazi kullanım metotları gibi birçok temel değişken çevresinde şekillenmektedir (Yang ve Prince 2000; Hulme ve Kelly 1993; Rowell vd., 1992, Reed, Stringer, 2016). Bu bakımdan çölleşmenin nedenlerini üç ana başlık altında incelemek mümkündür. Bunlar; doğal, teknik ve sosyoekonomik ile yasal ve yönetsel nedenler olarak ele alınmıştır

Çölleşmenin doğal nedenleri arasında, iklim değişiklikleri, güneş enerjisi, rüzgar ve doğal afetler gibi faktörler yer alır. Örneğin, iklim değişiklikleri, yağışların azalması veya sıcaklıkların artması nedeniyle kuraklıkların oluşmasına yol açabilir. Bu kuraklıklar, bitki örtüsünün yok olmasına ve toprağın erozyona uğramasına neden olarak çölleşme sürecini hızlandırabilir. Güneş enerjisi de, sıcaklıkların yüksek olduğu bölgelerde toprağın kurumasına ve su kaynaklarının azalmasına neden olabilir. Rüzgar, toprağın erozyonu ve kumulların oluşması gibi süreçlerde rol oynayabilir. Ayrıca, doğal afetler de çölleşme sürecini hızlandırabilir. Örneğin, çöl ikliminde yaşayan bitki türleri yangınlara karşı savunmasızdır ve yangınlar bitki örtüsünün yok olmasına neden olabilir. Tüm bu doğal faktörler, çölleşme sürecini hızlandırabilir ancak insan aktivitelerinin de doğal nedenlerle birleşerek çölleşmeyi daha da kötüleştirdiği unutulmamalıdır.

Çölleşmenin teknik nedenleri arasında, yanlış tarım uygulamaları, aşırı otlatma, ormansızlaştırma, su kaynaklarının aşırı kullanımı ve erozyon kontrolünün yetersizliği gibi faktörler yer alır. Tarım faaliyetleri sırasında, yanlış toprağın işlenmesi, aşırı gübre kullanımı ve toprak tuzlanması gibi nedenler, toprağın verimliliğini azaltabilir ve çölleşmeyi hızlandırabilir. Ayrıca, aşırı otlatma, bitki örtüsünün yok olmasına ve toprağın kurumasına neden olarak çölleşme sürecini hızlandırabilir. Ormansızlaştırma, ağaçların kesilmesi veya yok edilmesi ile sonuçlanan ormansızlaştırma uygulamaları nedeniyle, toprak örtüsü erozyona uğrayabilir ve su kaynakları azalabilir. Aşırı su kullanımı, yeraltı su

kaynaklarının tükenmesine ve toprağın kurumasına neden olarak çölleşmeyi hızlandırabilir.

Sosyoekonomik nedenler arasında, nüfus artışı, göç, yoksulluk, tarımsal kalkınma programları ve arazi kullanımı politikaları yer alır. Nüfus artışı, doğal kaynakların daha fazla kullanımına neden olabilir ve bu da çölleşmeyi hızlandırabilir. Göç, insanların daha az verimli topraklara taşınmasına ve doğal kaynakların daha hızlı tükenmesine neden olabilir. Yoksulluk ise insanların çölleşmeyi önlemek için yeterli kaynaklara sahip olmaması ile sonuçlanır. Tarımsal kalkınma programları ve arazi kullanımı politikaları, yanlış uygulanması durumunda, çölleşmeyi hızlandırabilir. Bunlar, yanlış toprak kullanımı, yanlış tarım uygulamaları ve su kaynaklarının aşırı kullanımı gibi nedenlerle çölleşme sürecini hızlandırabilir.

Biyogeofiziksel süreçlerin yanı sıra, sosyo-ekonomik etmenler, çölleşmeyle mücadelede karar verme süreçlerinin desteklenmesi ve bilimsel bilginin ilgili tüm kurum ve kullanıcılara aktarılması açısından önemlidir. Özellikle çölleşme açısından, bu iki grup etmenler arasındaki karşılıklı etkileşimler oldukça önemlidir. Örneğin, günümüzde, iklim değişikliği ve arazi kullanımı ve bitki örtüsündeki değişiklikler, tüm sosyo- ekonomik ve ekolojik sistemler ile canlı yaşamı üzerinde önemli olumsuz etkiler yaratan küresel sorunların başında geldiği büyük ölçüde kabul görmektedir. Türkiye Çölleşme Modeli'nde "Sosyoekonomi" kriteri altında 7 adet gösterge ele alınmıştır. Bunlar da kendi içerisinde ekonomik ve sosyal olarak sınıflandırılabilir. Ekonomik göstergeler, kırsalda gelir ve arazi dağılımı, tarımda maliyetler ve net işletme geliri, terk edilmiş araziler ve işgal edilmiş alanlar, tarımda ve orman köylerinde kayıt dışı istihdam ve gelir düzeyi ve ekonomik açıdan önemli türlerde değişiklikler. Sosyal olarak konu edilen göstergeler ise, halkın çölleşme konusunda bilgi düzeyi, eğitim ve yayım hizmetleri, duyarlılık ve bilinçlendirme ile mülki İdarelerin ve yerel yönetimlerin çölleşme algısıdır. Bu sosyo - ekonomik göstergelerin biyo-fiziksel olanlar ile birlikte değerlendirilmesi ile çok yönlü ve kapsayıcı bir model amaçlanmıştır (ÇEM, 2017).

Çölleşmeye neden olan teknik ve sosyoekonomik nedenler aşağıda yer almaktadır (Boyraz, 2012); Ormansızlaşma, su kaynaklarının verimli kullanılmaması, biyoçeşitliliğin korunamaması, tarım topraklarının amaç dışı kullanımı (toprak betonlaşması), tarım topraklarının yanlış kullanımı, çayır ve meraların yanlış yönetimi, su ve rüzgar erozyonu, arazilerin kimyasal ve biyolojik bozulmaları (Tuzlulaşma- alkalileşme- çoraklaşma, organik madde (humus) kaybı, anız yakma, aşırı gübre kullanımı, bitki besin elementlerinin yüzeyden uzaklaştırılması, asitleşme, toprak yorgunluğu).

Çölleşmeye neden olan yönetsel ve yasal nedenler ise yasal mevzuattan kaynaklanan problemler, kırsalda ve kentte yaşayan insanlardaki bilinç eksikliği, kırsalda yaşayanların ekonomik sorunlarına ve kırsal fakirliğe çözüm getirilememesi şeklindedir (Boyras, 2012).

2.5. Çölleşmenin Sosyoekonomik Etkileri

Çölleşme, yeryüzünde 250 milyon insanı ve dünya kara yüzeyinin üçte birini yani 4 milyar hektardan fazlasını doğrudan etkileyen dünya çapında bir sorundur. Ayrıca, ihtiyaçlarının çoğu için toprağa bağlı olan yaklaşık bir milyar insanın ve genellikle yüzden fazla ülkede dünyanın en yoksullarının geçim kaynakları tehdit altındadır (UNCCD, 2023d). Yine farklı bir tahmine göre, 2030 yılına kadar yaklaşık çölleşme nedeniyle 50 milyon insanın yaşadıkları yerlerden farklı yerlere göç etme ihtimali bulunmaktadır. Yeryüzünde çölleşmeye açık olan kurak alanlarda ise yaklaşık 2 milyar insan yaşamaktadır (Nunez, 2019).

Çölleşme, üçte ikisinin çöl veya kurak alanlar olduğu Afrika kıtasını en çok etkilese bile bu sadece Afrika'da bulunan kurak alanlarla sınırlı bir sorun değildir. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki arazinin yüzde 30'undan fazlası çölleşmeden etkilenmektedir. Latin Amerika ve Karayipler'in dörtte biri çöller ve kurak alanlardan oluşmaktadır. İspanya'da toprakların beşte biri çöle dönüşme riskiyle karşı karşıyadır. Diğer taraftan Çin'de 1950'lerden bu yana kum birikintileri ve genişleyen çöller, yaklaşık 700.000 hektar ekili araziye, 2.35 milyon hektar mera alanını, 6.4 milyon hektar ormanı, ormanlık alanı ve çalılık araziye mahvetmiş durumdadır. Genel olarak bakıldığında Dünya çapında, tarım için kullanılan 5,2 milyar hektarlık kurak alanların yaklaşık yüzde 70'i günümüzde bozulmuş ve çölleşme tehdidi altındadır (UNCCD, 2023d).

Küresel boyutta etkisini gösteren çölleşme ve kuraklık sorunun etkisi dünyadaki coğrafi yapıya göre ülkeden ülkeye bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir. Çölleşme ve kuraklık bazı bölgelerde, açlık, gıda kırlanlığı, sosyoekonomik ve siyasi istikrarsızlık yaratırken, bazı bölgelerde ise erozyon, toprak kaybı ve küresel ısınma nedeniyle mahsul eksilmesine neden olmaktadır (Ertekin, 2020).

Toplumsal bir sorun olarak çölleşme ve çölleşmeyle mücadele sürdürülebilir kalkınma sürecinin temel konularından biridir. Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi çerçevesinde çölleşme aynı zamanda bir kalkınma sorunu olarak değerlendirilmektedir. Sözleşmenin temel hedeflerinden biri sürdürülebilir kalkınma için çölleşmenin toplumsal ve ekonomik etkilerini hafifletmektir (Güneş, 2011).

Çölleşmenin sosyo-ekonomik etkilerini değerlendirebilmek için çölleşme ile ilgili sosyal, ekonomik ve politik faktörleri analiz edilmeli ve

değerlendirilmelidir. Kurak alanlarda arazi kullanımını ve tarımsal ekosistemlerin verimliliğini artıracak ekonomi ve nüfus politikalarının benimsenmeli, çölleşmeden etkilenen ya da etkilenmesi muhtemel bölgelerde yeterli sağlık bakımı ve hizmetleri (içme suyu dahil) sağlanmalıdır. Yerleşim yerlerinin ve yolların iyi şekilde planlanarak mera ve tarım arazilerine tecavüz etmesi önlenmelidir. Çölleşmenin etkilerini ve risklerini göstermek için insani durumu (nüfus, sağlık, gıda, eğitim, yerleşim yerleri, sosyo-kültürel kalıplar, arazi kullanımı ve üretim) takip edilmelidir (Karrar, 1984).

Sürdürülebilir kalkınma ancak başta iklim olmak üzere insanlık üzerindeki baskısını küresel ölçekte arttırmakta olan ekolojik koşul değişimlerine olabildiğince uyum sağlayacak uygulamalar ile gerçekleştirilebilir. Bu gerçeği görebilen ülkeler kendi yurtlarındaki özel koşulları ve değişimleri, geleceğe dönük projeksiyonları göz önüne alan stratejik planlar yaparak güçleri ölçüsünde uygulamaya başlamışlardır. Türkiye'nin en kıdemli adayı olduğu A.B. tarafından 2004 yılında ise özellikle Akdeniz Havzasında gelişen kuraklaşmayla savaşım için Avrupa Kuraklık Merkezi (European Drought Center-EDC) kurulmuştur (33). Sonuç olarak Türkiye'nin işbirliği yapabileceği bu bilgi birikimlerinden olabildiğince yararlanması ve eko-ekoloji, ekolojinin ekonomisi konusunda duyarlı olması gerektiği söylenebilir. Çarpıcı olabilecek bir örnek de Güney Afrika Cumhuriyeti., Sudan, Eritre, Cibuti, Etiyopya, Somali, Kenya, Uganda, Tanzania, Ruanda ve Burundi için hazırlanmış ve çok ayrıntılı olan stratejik kuraklık etkileriyle savaşım için hazırlanmış ekolojik plandır. Bu tür ayrıntılı planlar Avusturalya'dan Kanada'ya, Makedonya'dan Tunus ve İran'a kadar birçok ülke tarafından gerçekleştirilmiştir (Sahal, 2022).

Yukarı Sakarya Havzasının, 2020 yılı itibariyle, yaklaşık yarısı tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Kalan havza alanının çoğunluğu da orman ve mera kullanımındadır. Havzada tarım, mera, orman ve yerleşim alanı kullanımları birlikte bulunmaktadır. Havzada doğal mera alanları orman sınırına yakın ve komşu olmakla birlikte, tarım alanları ile de çevrili konumda yer almaktadır (Mandacı vd, 2023). Bu yönü ile meraların orman ve tarım alanları ile birlikte bulunmaları, gerek flora gerekse fauna anlamında önemlilik arz etmektedir. Orman kullanımı içerisindeki ağaçlandırma ve dere kenarı orman varlığı gerek kazanç alanları gerekse NPP eğilimleri için olumlu bir kazanım alanı oluşturmaktadır. Mera içerisindeki ağaçlı ve çalılı kesimler kazanç alanlarına önemli katkılar sunmaktadır. Yerleşim varlığının kentsel merkezlerde daha fazla olmakla birlikte bu alanlar kayıp olarak nitelendirilmektedir. Orman kullanımında kazanç noktalarının en belirgin kesimi ağaçlandırma alanlarıdır. Bu bölgelerdeki ağaçlandırma çalışmalarının başarısı kazanç/iyileşme alanlarının artmasına neden olmuştur. Bu yönü ile ağaçlandırma çalışmaları havza

içerisindeki en büyük kazanç alanlarıdır. Benzer şekilde özellikle orman sınırına yakın mera kullanımında yapılan ağaçlandırma çalışmaları kazanç alanları olarak tespit edilmiştir (Mandacı vd, 2025). Havzanın ağaçla kaplı olan kesimi orman kullanımında artmıştır. Ağaçlandırma alanlarının arazi örtme yüzdesinin artması havzanın ağaçla kaplı/örtülü kesimini alansal olarak artırmıştır.

3. ÇÖLLEŞME İLE MÜCADELE

Çölleşme çok boyutlu bir konudur ve tanımı yapılırken hassasiyet (endişe, stres ve kuraklık gibi insan-çevre bağlantılı sistemlere olan duyarlılık), direnç (arazi bozuluma dayanıklı ya da sürdürülebilir kullanılabilen kaliteli kaynak), taşıma kapasitesi (her hangi bir baskı olmadan arazinin taşıyabileceği insan ve hayvan sayısı) gibi birçok içeriğin de ele alınması gerekmektedir. Çölleşmeyi hangi unsurların teşkil ettiğinin bilinmesi çölleşme ile mücadelede ekonomik, politik ve kurumsal kapasitelerin belirlenmesinde büyük fayda sağlayacaktır (Geist, 2005).

Hava olayları ve bunların birikimi olan iklime insanın doğrudan müdahalesi mümkün değildir. Ancak iklim insan eli ile dolaylı şekilde olumsuz olarak değiştirilmektedir. Bu da iklimin insan eli ile dolaylı olarak mutedil bir hale getirilebileceği anlamını taşımaktadır (Karaoğlu, 2010)

Çölleşme, arazi bozulumu ve kuraklık, Dünya’da 4 milyar hektar alanı ve 168 ülkede yaşamakta olan 1,5 milyar insan nüfusunu için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Her yıl yaklaşık 12 milyon hektar tarım arazi bozuluma uğramaktadır. Böyle devam ettiği taktirde zirai üretimde önümüzdeki on yıl içerisinde %2 azalma öngörülmektedir. Bununla birlikte ormanlık alanlarda her yıl 5,2 milyon hektar yitilmektedir. Dünya üzerindeki göçlerin en önemli sebebi olan savaşlardan sonra en büyük göçler çölleşmeden dolayı meydana gelmekte ve bu da son 20 yılda 10 milyon kişinin göç etmesine sebebiyet vermiş durumdadır. Ayrıca iklim değişikliğindeki en büyük etkenlerden biri olan karbon emisyonlarının %25’i de arazi tahribatından kaynaklanmaktadır (ÇEM, 2016). Arazi tahribatı ve çölleşme ile mücadele etmek, sadece doğayı korumak için değil, aynı zamanda insanların hayatını ve ekonomik güvenliğini de korumak için hayati önem taşımaktadır. Bu durumda, sürdürülebilir arazi yönetimi, ormansızlaşmanın önlenmesi, su kaynaklarının korunması, erozyonun azaltılması, verimli toprağın korunması, kuraklıkla mücadele edilmesi gibi konulara daha fazla önem verilmesi gerekmektedir. Ayrıca, küresel işbirliği ve ortak çalışmalar, özellikle de az gelişmiş ülkelerde çölleşme ve arazi tahribatının önlenmesine yardımcı olmak için gerekli kaynakların sağlanması konusunda önemlidir.

Çevresel değışikliklerin hızı, atmosferdeki karbondioksit (CO₂) konsantrasyonundaki artış ve anormal ısınma, sera etkisi ve çölleşmiş alanlardaki artış iklim değışikliği ile bağlantılıdır. Trend tabloları, küresel değışikliklerin, iklim değışikliğinden kaynaklanan sıcaklık ve yağış değışiklikleri nedeniyle daha da kötüleştiğini ve güçlü bir antropojenetik etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Birleşmiş Milletler/BM, IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) raporları, dünyanın halihazırda 0,8 ila 1,2 °C arasında değışmekle birlikte, sanayi öncesi seviyelerin 1,0 °C üzerinde bir küresel ısınmaya maruz kaldığını göstermektedir. Ekolojik, sosyal ve ekonomik sorunların ağırlaşmasını içeren bu dönüşümlerden en çok kurak alanlar ve en yoksul ülkeler etkilenecektir. Bu duruma bağlı olarak çölleşme yaygınlaşacaktır. Küresel iklim değışikliğinin etkileri arasında çölleşme en karmaşık ve zararlı olanlardan biridir. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH'ler), özellikle de Hedef 13 (iklim değışikliği ve etkileriyle mücadele için acil önlemler) ve Hedef 15 (karasal yaşamlar) üzerine yapılan çalışmalar bu sorunları hafifletmeye çalışmaktadır (Rodrigues do Nascimento, 2023).

Çölleşme, siyasi ve sosyoekonomik sorunların temelinde yer almakta ve etkilenen bölgelerdeki çevresel dengeyi tehdit etmektedir. Topraktaki verimlilik kaybı, kurak alanlardaki yoksulluğu şiddetlendirmekte, çiftçileri daha verimli topraklarda veya şehirlerde yaşamaya zorlamaktadır. Aslında 135 milyon insan - Almanya ve Fransa'nın toplam nüfusuna eşdeğer - çölleşmenin sonucu olarak yerinden edilme riskiyle karşı karşıya kalmaktadır. Önümüzdeki 20 yıl içinde yaklaşık 60 milyon insanın Sahra Altı Afrika'daki çölleşmiş bölgelerden Kuzey Afrika ve Avrupa'ya taşınması beklenmektedir (UNCCD, 2023). Bu bakımdan çölleşme ile mücadele büyük önem arz etmektedir.

Çölleşme ile mücadele sürdürülebilir kalkınma için (i) Arazi bozulmasının önlenmesi ve/veya azaltılması, (ii) Kısmen bozulmuş arazinin rehabilitasyonu ve (iii) Çölleşmiş arazinin ıslah edilerek geri kazanılmasına yönelik faaliyetleri içerir (UNCCD, 2015; UNCCD, 2016).

Çölleşme ile mücadele edebilmek için izleme, tespit etme, tahmin etme, değerlendirme ve çözüm önerileri bulma metoduna göre hareket edilmelidir. Bu metotlar; farklı iklim, coğrafi yapı, sosyo-ekonomik yapı, kültürel yapı ve amenajman yöntemleri, çölleşmenin şiddetine göre farklı şekillerde uygulama yapılacaktır. Çölleşmenin en büyük sebepleri ise; erozyonun, tuzluluğun, drenaj ve toprak direncinin, biyolojik çeşitliliğin azalması, birinci ve ikinci sınıf tarım arazilerin korunması, toprak üstü verimli tabakanın yok olması, su ve rüzgar erozyonunun, gıda güvenliğinin kaybı, iç ve dış göçler, şehirleşmenin artması, yanlış arazi kullanımı, aşırı otlatma, ormanların ve meraların bozulması,

dolayısıyla doğal kaynaklar üzerindeki artan taleplerden kaynaklanmaktadır (Mutlu ve ark, 2013).

Çölleşme ile iklim değişikliği arasındaki bağlantılara uyum sağlamayı işaret eden ve kuraklığa karşı hassasiyeti artırmaya yönelik birkaç yaklaşım ortaya konulmuştur. Yaklaşımlardan biri, geçim kaynağı stratejilerine olan ihtiyacı azaltmak veya tarımın kuraklık ve iklim değişikliğine karşı direncini artırma şeklindedir. Önerilen ikinci yaklaşım ise, hane halklarının tercih edilen veya temel geçim kaynaklarına erişiminin artırılmasıdır. Önerilen üçüncü bir strateji, birçok hane halkının kuraklıkla baş etmesi açısından alternatif ekonomik faaliyetlerle meşgul olabilme kabiliyetinin artırılması olarak ifade edilmektedir (Özdemir, Bahadır, 2009).

Çölleşmenin önlenmesi için doğru yönetim ve planlama gerekir. Ancak, yetersiz yönetim ve planlama, toprağın verimliliğini azaltarak çölleşme sürecini hızlandırabilir. Bununla birlikte yasal düzenlemelerin yetersizliği de çölleşmenin nedenleri arasında yer almaktadır. Çölleşme ile mücadele için gerekli yasal düzenlemelerin yetersiz olması, doğal kaynakların kötü kullanımına neden olabilir ve çölleşmenin yayılmasına neden olabilir. Aslında çölleşmenin nedenlerinin çoğu insan kaynaklı olduğu için, doğru yönetim ve planlama, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve yasal düzenlemelerin uygulanması, çölleşmeyi önlemek ve durdurmak için önemlidir.

Bazı eylemler çölleşmeyi azaltmaya yardımcı olabilir (UNCCD, 2018):

- Ağaçlandırma ve ağaç rejenerasyonu,
- Su yönetimi - tasarruf, arıtılmış suyun yeniden kullanımı, yağmur suyu hasadı, tuzdan arındırma veya tuz seven bitkiler için deniz suyunun doğrudan kullanımı,
- Kum çitleri, barınak kuşakları, ağaçlıklar ve rüzgar perdeleri kullanılarak toprağın desteklenmesi,
- Toprağın ekim yoluyla zenginleştirilmesi ve aşırı gübrelenmesi,
- Çiftçi Yönetimli Doğal Yenilenme (Farmer Managed Natural Regeneration (FMNR), çalı filizlerinin seçici budanması yoluyla doğal filizlenen ağaç büyümesinin sağlanması. Budanan ağaçlardan elde edilen kalıntılar tarlalara malçlama sağlamak için kullanılabilir, böylece toprakta su tutma oranı artar ve buharlaşma azalır.

4.SONUÇ

İklim dostu tarım uygulamalarına dayalı farkındalık ve bilgi yayma mekanizmaları, çiftçilerin kuraklığa uyum konusunda bilgilerini artırabilir. Kitle iletişim araçlarının (radyo, televizyon) ve diğer ana akım bilgi ve iletişim hizmetlerinin akıllı cep telefonları aracılığıyla teşvik edilmesi, bu bağlamda

çiftçilerin yeteneklerini geliştirmek için kuraklığa uyum uygulamalarının hızlı bir şekilde yaygınlaştırılmasında önemli bir rol oynayabilir.

Araştırmacılar, yayım kuruluşları ve politika yapıcılar, Türkiye'nin kurak bölgelerinde, su yetersizliğin fazla olduğu bölgelerde ve tarımsal faaliyetin yoğun olarak yapıldığı bölgelerinde ve tüm yan tarımsal ekolojilerde halkın katılımını sağlayarak, çölleşmeyi hafifletme, kuraklığa uyum ve sürdürülebilir tarımsal faaliyet yöntemlerinin arttırılması için politikalar geliştirmelidir. Ayrıca, Türkiye'nin yarı kurak bölgelerinde ve benzer tarımsal ekolojilerde iklim değişikliğinin neden olduğu kuraklığa etkili bir şekilde uyum sağlanması ve hafifletilmesi için STK'lar ve özel sektör gibi diğer kalkınma paydaşlarına gereken önem verilmelidir.

Çölleşmenin azaltılması ve kuraklığın önlenmesi amacıyla, bölgedeki üreticiler çölleşmeye neden faktörlerin azaltılması amacıyla, yeni destekleme programları geliştirmelidirler. Ayrıca, üreticilerin çölleşme algısının yükseltilmesi ve bu algının da tutum ve davranışa dönüşmesi için etkili yayım çalışmalarına ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Ülkedeki çölleşme koşunda sorumlu olan bakanlıklar, sürdürülebilir tarım ve çölleşmenin önlenmesi uygulamaları için bir teşvik politikası uygulamalıdır. Teşvikler doğaya saygılı uygulamaları benimseyen üreticilere yapılan prim ödemeleri şeklinde olabilir.

Çevresel kaynakların korunması ve toprağın verimliliğinin artırılması için tarımsal çevre iyileştirme yatırımları da önerilmektedir. Örneğin, toprak erozyonu önlemek için sulama sistemleri gibi çevre dostu yatırımlar yapılabilir veya toprağın işlenmesi ve gübre kullanımını azaltmak için teknolojiler geliştirilebilir.

Üreticilerin önemli bir bölümü tarafından çölleşmenin önlenabilir bir sorun olarak görülmesi, çölleşme ile mücadelede üreticilerin umutlu ve istekli olmalarının bir yansıması olarak görülebilir. Çölleşmeyle mücadele, uzun ve toplumun tüm kesimini kapsayan bir süreci içerdiğinden, üreticilerin bu konudaki algı ve bilgi düzeyinin yüksek olması; mücadele konusundaki isteklilikleri önem arz etmektedir.

Kırsal alanda gerekli teknolojiye yatırım yapılması, insanların eğitilmesi ve yaşam standartlarının yükseltilmesi insanların doğal çevreye olan bağımlılığını azaltarak arazi bozulması ve çölleşme sürecini yavaşlatacaktır. Bu alanda yapılacak çalışmalarda, geliştirilecek politika, strateji ve yayım çalışmalarında mevcut potansiyelin, zorlukların, ekonomik ve kültürel yapının dikkate alınması zorunludur. Bunu takiben sürdürülebilir arazi yönetimi için kırsal alanlarda, bilgi teknolojileri, eğitim, yayım hizmetleri ve kızların eğitimi dahil olmak üzere uygun teknolojik kaynakları sağlamak için kadın arazi kullanıcılarının bilgi kapasitelerini arttırmaya yönelik adımlar sürdürülebilir bir etki yaratacaktır.

Çiftçilerin özellikle çölleşme ve iklim değişikliğini dikkate alan tarımsal faaliyette bulunmaları ve suyu ekonomik kullanmaları amacıyla modern sulama sistemlerine geçmeleri, çölleşmenin etkisini azaltmak için önemli ve zorunlu bir gerçeklik olduğu tespit edilmiştir. Aksi takdirde yanlış arazi kullanımı, aşırı gübre ve ilaç kullanımı, arazi yapısının bozulmasına ve canlıların çevreyle ilgili üretkenliğini azaltmaya, dolayısıyla iklim değişikliği ile birlikte çölleşme riskinin arttırmasına neden olacaktır.

Tarım politikası olarak, çölleşme ve iklim değişikliği ile mücadelede çiftçilerin, geleneksel tarım yöntemleri yerine modern tarımsal yöntemlerini seçmeleri gerekmektedir. Bu yöntemleri seçen çiftçilere, daha fazla tarımsal destek verilmelidir. Bu yöntem ile tarımsal faaliyet yapan çiftçilerin sayısı ülke genelinde arttırılmalıdır. Çölleşme ve iklim değişikliği ile mücadelede, çiftçilerin eğitim konusundaki eksikliğinin giderilmesi, çölleşme ve iklim değişikliği konusunda farkındalığı arttırılması gerekmektedir. Ayrıca, tarımsal üretim konusunda faaliyette bulunan kurumların ve kuruluşların (kooperatifler, sivil toplum örgütleri gibi) arasında çölleşme ve iklim değişikliği konusunda iş birliğinin sağlanması, iklim değişikliğine karşı daha sağlam adımlar atılabilir.

Çölleşme ve iklim değişikliğine ilişkin bilgilerin çeşitli kanallar aracılığıyla yayımının yapılarak, tanıtım içeriğinin çeşitlendirilmesiyle ve çiftçilerin tarımsal işletmelerdeki ekonomik kayıplarını en aza indirmek için, arazi çölleşmesini azaltmaya yönelik yeni teknolojiler ve yöntemler hakkında çiftçilerin bilgi edinmelerine yönelik işbirliğinin arttırılmasıyla başarılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

5.KAYNAKLAR

- Adeola, R. G., & Adetunbi, S. I. (2015). Farmers 'perception of sustainable agriculture in SouthWestern Nigeria: implications for rural economy. *International Journal of Applied Agriculture and Apiculture Research*, 11(1-2), 86-92.
- Akın, A., 2003. Elma üretiminde geleneksel tarımdan organik tarıma geçiş süreci ve bu süreçte etkili olan faktörler-Çankırı örneği. Doktora semineri (basılmamış), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Allahyari, M. S., Chizari, M. O. H. A. M. M. A. D., & Homae, M. E. H. D. I. (2008). Perceptions of Iranian agricultural extension professionals toward sustainable agriculture concepts. *Journal of agriculture and social sciences*, 4(3), 101-106.
- Apipoonyanon, C., Szabo, S., Tsusaka, T. W., Leeson, K., Gunawan, E., & Kuwornu, J. K. (2021). Socio-economic and environmental barriers to increased agricultural production: New evidence from central Thailand. *Outlook on Agriculture*, 50(2), 178-187. <https://doi.org/10.1177/0030727020967361>.
- Ar, H. 2014. İklim değişikliği risk algısının toplumsal cinsiyet eşitliği açısından incelenmesi: Ankara ili Beypazarı ilçesi araştırması. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Boardman, J., Bateman, S., Seymour, S. 2017. Understanding the influence of farmer motivations on changes to soil erosion risk on sites of former serious erosion in the South Downs National Park, UK. *Land Use Policy*, 60: 298-312.
- Boardman, J., Poesen, J., Evans, R. 2003. Socio-economic factors in soil erosion and conservation. *Environmental Science & Policy*, 6(1): 1-6,
- Bouréma, K., Bandiougou, D., Abdoulaye, N., Moumoune, S., & Oumar, K. A.. (2021). Déterminants de l'adoption des Variétés Améliorées de Maïs dans la Région de Sikasso Mali. *European Scientific Journal ESJ*, 17(9),.
- Byrnes, J. P., Miller, D. C. and Schafer, W. D., 1999. Gender differences in risk taking: A meta-analysis. *Psychological bulletin*, 125(3), 367.
- Cevher, C. 2019. Determination of the main socio-economic factors of the sustainable production of forage crops: Research of Kayseri Province. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(4), 474-480.
- ÇEM, 2015. Uluslararası Erozyon Ve Sel Eğitimi Modeli. <https://cem.csb.gov.tr/erozyon-kontrolu-calismalarimiz-tum-hiziyla-devam-ediyor-haber-266077>

- ÇEM, 2016. Türkiye'nin Su Erozyon Haritası Güncellendi. <https://www.tarimorman.gov.tr/Haber/4759/Turkiyenin-Su-Erozyon-Haritasi-Guncellendi>
- ÇEM, 2017. Türkiye Çölleşme Modeli ve Hassasiyet Haritası. <https://cem.csb.gov.tr/turkiye-collesme-modeli-ve-hassasiyet-haritasi-i-103686>
- ÇMUSEP, 2019. Çölleşmeyle Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı 2019-2030. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Çuhadar, M. 2021. Çiftçilerin Tarımsal Kuraklık Hakkında Bilgi Düzeyleri ve Düşünceleri: Ceyhan Havzası Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 8(4): 1151–1159, 2021.
- Demircan M, Arabacı H, Coşkun M, Türkoğlu N, Çiçek, İ. 2016. Sıcaklıkların Aylık Dağılım Desenleri, TUCAUM 2016 Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, 13-14 Ekim 2016, Ankara.
- Düger, Y. ve Yaman, M. 2023. *İklim Değişikliği ve Çatışma, Kent Akademisi Dergisi* 16.
- Ganesh Kawadia & Era Tiwari (2017) Farmers 'perception of climate change in Madhya Pradesh, Area Development and Policy, 2:2, 192-207.
- Ganesh Kawadia & Era Tiwari (2017) Farmers 'perception of climate change in Madhya Pradesh, Area Development and Policy, 2:2, 192-207.
- Grau, J.B., Anton, J.M., Tarquis A.M., Colombo, F., Rios, L., Cisneros, J.M. (2010). An application of mathematical models to select the optimal alternative for an integral plan to desertification and erosion control (Chaco Area – Salta Province – Argentina), *Biogeosciences*. 7, 3421-3433
- Gustafson, E.J. 1997. Kon, Risk Och Olyckor: En Forskningsoversikt. Research Report, 97(9). University of Karlstad.
- Hermans, K. and McLeman, R., 2021. Climate change, drought, land degradation and migration: exploring the linkages. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 50:236-244.
- İbrahim Turé, Patrice Savadogo, Jules Bayala, Eşetu Yirdaw, Adama Diakite. 2020, Land degradation along a climatic gradient in Mali: Farmers' perceptions of causes and impacts. *Land Degradation & Development*, 31(18): 2804-2818.
- Jamala, G. Y, Mada, D. A., Abraham, P and Joel, L., 2013, Socio-Economic Impact of Desertification on Rural Livelihood in Ganye Southeastern Adamawa State, Nigeria. *IOSR Journal Of Environmental Science, Toxicology And Food Technology*, 7(3), 26-31.

- Karmaoui, A., El Jaafari, S., Chaachouay, H. *et al.* 2022, The socio-ecological system of the pre-Sahara zone of Morocco: a conceptual framework to analyse the impact of drought and desertification. *GeoJournal* 87, 4961–4974.
- Köksal, Ö., 2009, Organik zeytin yetiştiriciliğine karar verme davranışı üzerine etkili olan faktörlerin analizi. Doktora Tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Mandacı, C., Özkan, U. Y., & Mandacı, E. (2023). Collect Earth Yöntemi Kullanılarak Yukarı Sakarya Havzası'nda Arazi Örtüsü/Kullanım Değişimlerinin Belirlenmesi (2000–2020). *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 25(2), 547–564.
- Mandacı, C., Özkan, U. Y., & Mandacı, E. (2025). Assessment of climate change impacts and land cover dynamics in the Upper Sakarya Basin, Türkiye using the Collect Earth approach. *Environmental Earth Sciences*. 73: 4831-4848.
- Meena, D.C., Dubey, R.K., Pal, R., Dubey S.K., Bishnoi, R. 2022, Assessment of Farmer's Attitude and Social Vulnerability to Climate Change in the Semi-arid Region. *Indian Journal of Extension Education*, 58(3):46-50.
- Mogaka, B.O. Bett, H.K., Stanley Karanja Ng'ang'a, S.K. 2021, Socioeconomic factors influencing the choice of climate-smart soil practices among farmers in western Kenya. *Journal of Agriculture and Food Research*, 5: 100168.
- Mugi-Ngenga, E.W., Mucheru-Muna, M.W. Mugwe, J.N. Ngetich, F.K., Mairura F.S., Mugendi, D.N., 2016, Household's socio-economic factors influencing the level of adaptation to climate variability in the dry zones of Eastern Kenya. *Journal of Rural Studies*, 43: 49-60.
- ÖİK, 2017. Çölleşme ile Mücadele Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Ankara: Kalkınma Bakanlığı Yayınları.
- Özdemir M.A. ve Bahadır, M., 2009, Çölleşme Sürecinde Acıgöl (1970-2008), İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, Sayı 18, Sayfa 1-20, Basılı Nüsha ISSN No: 1302-7212 Elektronik Nüsha ISSN No: 1305-2128, İstanbul
- Qasim, S., Shrestha, R.P., Shivakoti, G.P., Tripathi, N.K., 2011, Socio-economic determinants of land degradation in Pishin sub-basin, Pakistan, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 18:1, 48-54.
- Rogers, E.M. 1983. Diffusion of innovation. The Free Press, Newyork.
- Sahal, MM., 2022. İklim Değişikliğinin Doğu Afrika Üzerindeki Etkileri: Mücadeleye Yönelik Politika Seçenekleri. T.C. Selçuk Üniversitesi Sosyal

- Bilimler Enstitüsü Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Anabilim Dalı Kamu Yönetimi Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Konya.
- Sjögersten, S., Atkin, C., Clarke, ML., Mooney, SJ., Wu, B., West, HM, 2013, Responses to climate change and farming policies by rural communities in northern China: A report on field observation and farmers' perception in dryland north Shaanxi and Ningxia. Land Use Policy, V. 32.
- Schwilch, G., Liniger, H.P. & Hurni, H., 2014, Sustainable Land Management (SLM) Practices in Drylands: How Do They Address Desertification Threats?. Environmental Management 54, 983–1004.
- Storstad, O and Bjorkhavg, H. 2003, Foundations of production and consumption of organic food in Norway: Communit attitudes among farmers and consumers. Agriculture and Human Values. Kluwer Academic Publishers, Vol 20; pp. 151-163, Norway.
- SYGM, 2019, Sakarya Havzası Taşkın Yönetim Planı, Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- SYGM, 2021, Sakarya Havzası Nehir Havza Yönetim Planı Hazırlanması Projesi Stratejik Çevresel Değerlendirme Kapsam Belirleme Raporu, Tarım Ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- SYGM, 2023, Sakarya Havzası Kuraklık Yönetim Planı Stratejik Çevresel Değerlendirme Nihai Raporu, Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şahin, G. 2016. Türkiye'de Gübre Kullanım Durumu ve Gübreleme Konusunda Yaşanan Problemler. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22-1.
- Tatlıdil, H. ve Taluğ., C. 1993. Tarımsal yayım ve haberleşme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, Yayın No: 143, Ankara.
- UN, 2023, Desertification, Land degradation and Drought, <https://sdgs.un.org/topics/desertification-land-degradation-and-drought>, [Ziyaret Tarihi: 21.03.2023].
- UNCCD-SPI, 1992 Technical Series No. 06, SPI Report UNCCD Publication, SPI Objective 1 Technical Report.
- UNCCD (2015). Decision 3/COP.12: Integration of the Sustainable Development Goals and targets into the implementation of the United Nations Convention to Combat Desertification. Ankara: COP 12.
- UNCCD. (2016). Scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality. Bonn, Germany: UNCCD Secretariat.
- UNCCD (2018). ICCD/COP(13)/L.18 – The UNCCD 2018–2030 Strategic Framework. Ordos, China: COP 13.
- UNCCD, 2023, UNCCD Convention, <https://www.unccd.int/convention/overview>, [Ziyaret Tarihi: 16.03.2023].

- UNCOD, 1977, A/CONF.74/36, Report of the United Nations Conference on Desertification, Nairobi, 29 August - 9 September 1977.
- Uzun, S. 2021. Üniversite Öğrencilerinin İklim Değişikliği Konusunda Farkındalıklarının Belirlenmesi: Düzce Üniversitesi İlgili Grupları Örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 2, 161-175.
- Xiujun Tai, Liguang Lu, Quanbao Jiang, Dongni Chang.,2020, The perception of desertification, its social impact and the adaptive strategies of ecological migrants in the desertification area, China. *Chinese Journal of Population, Resources and Environment*, 18(4): 324-330.
- Yahaya, O.Y. and Malik, N.A., 2021, Factors influencing households ' vulnerability to desertification in rural communities of Northern Katsina, Nigeria. *Ghana Journal of Geography*, 13 (3).
- Zhao, H., Wei, Y., Ding,M., Zhao, Y., Zhang, Z. 2020, Farmers 'perceptions of water use for social equality, economic development and environmental protection in a water-stressed region, *International Journal of River Basin Management*, 18:4, 407-414, DOI: 10.1080/15715124.2019.1566237.

5. Bölüm

Gelenekten Geleceğe Kuşburnu: Kuşburnu Toplama ve İşleme Pratikleri ve Ekonomik Katkısı Üzerine Bir Araştırma (Karaman/Sarıveliler Örneği)

Ebru Hatice TIĞLI KAYTANLIOĞLU^{1*}, Aslı KİRAZ²

1. Giriş

Kuşburnu (*Rosa spp.*), özellikle *Rosa canina*, Türkiye florasında geniş bir yayılım gösteren ve odun dışı orman ürünleri arasında ekonomik ve kültürel öneme sahip bir bitkidir. Bu meyve, yüksek C vitamini içeriği, fenolik bileşikler ve güçlü antioksidan aktivitesiyle dikkat çekmektedir (Roman vd., 2013). Geleneksel olarak gıda hazırlamada (marmelat, pekmez, çay) ve halk hekimliğinde kullanılan kuşburnu, günümüzde fonksiyonel gıda, kozmetik ve fitoterapi endüstrilerinde de artan bir talep görmektedir (Ertaş, 2023). Türkiye genelinde yapılan bilimsel çalışmalar, kuşburnunun hem biyoaktif profili hem de halk sağlığı ve ormancılık yönetimi açısından taşıdığı öneme vurgu yapmaktadır.

Yerel halk için kuşburnu, sadece doğal bir gıda kaynağı olmanın ötesinde, mevsimlik gelir sağlayan ve hane ekonomisini destekleyen köklü bir kültürel pratik olarak da değerlendirilmektedir. Gümüşhane gibi kuşburnu üretiminin yoğun olduğu bölgelerde, meyvenin doğadan toplanması, ev ölçeğinde işlenmesi ve yerel pazarlarda satışa sunulması yaygın bir döngü oluşturmaktadır. Bu süreç, yöresel ürün markalaşmasını ve küçük ölçekli işletmelerin gelişimini teşvik ederek yerel ekonomiye somut katkılar sağlamaktadır. Ayhan ve Altınkaynak (2022) ile Akyürek ve Zeybek (2023) gibi araştırmalar, kuşburnunun tarımsal hasıla içindeki yerini, ihracat potansiyelini ve özellikle tohum yağı gibi yan ürünlerin katma değer yaratma kapasitesini ortaya koymaktadır.

Kuşburnunun nihai kalitesi ve biyoaktif bileşen içeriği, toplama ve işleme pratiklerine bağlı olarak büyük farklılıklar gösterebilir. Hasat zamanlaması,

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ORCID ID: 0000-0002-9165-6675. *sorumlu yazar

² Yüksek Lisans Öğrencisi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, ORCID ID: 0009-0008-3633-3049

meyve olgunluk seviyesi ve geleneksel işlemler (kurutma, kaynatma, süzme) vitamin ve fenolik bileşik profilleri üzerinde belirleyici etkilere sahiptir. Turkben vd. (2010) ve Demir vd. (2014) tarafından Bursa ve Gümüşhane örneklerinde yapılan çalışmalar, geleneksel işleme yöntemlerinin bileşen düzeylerinde önemli değişikliklere yol açtığını ve bu durumun standardizasyon ihtiyacını gündeme getirdiğini göstermektedir. Bu bulgular, hem tüketici tercihleri hem de yerel üreticilerin fiyatlandırma ve pazarlama stratejileri açısından kritik bir rol oynamaktadır. Ülkemizde doğal bitki kaynaklarından verimli bir şekilde yararlanabilmek için hem bu bitkilerin iyi tanınması hem de tüketici davranışlarının doğru şekilde belirlenmesi önemli bir adım olarak değerlendirilirken, orman varlığının insanlığa sunduğu ekonomik, ekolojik ve sosyo-kültürel hizmetler ile bu hizmetlerin boyutu göz önüne alındığında, sürdürülebilirliğinin devam etmesinin sağlanması da ayrı bir önem kazanmaktadır (Hakverdi ve Yiğit, 2017; Hakverdi, 2020).

Türkiye genelinde kuşburnu tüketim alışkanlıkları çeşitlenmekte, ev içi kullanımların yanı sıra paketlenmiş ürünlere ve dış pazarlara yönelik talep artmaktadır. Kocaman ve Sormaz (2023) tarafından yürütülen güncel tüketim araştırmaları, kuşburnunun "fonksiyonel bir besin" olarak algılandığını ve çay, marmelat ve pekmez gibi çeşitli formlarda düzenli olarak tüketildiğini ortaya koymaktadır. Bu eğilim, yerel halkın kuşburnu hakkındaki geleneksel bilgi birikiminin, sürdürülebilir toplama politikaları ve kırsal kalkınma stratejileri ile birleştirildiğinde hem biyolojik kaynağın korunmasına hem de hane gelirlerinin istikrarına katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir. Bu bağlamda, bu çalışma Karaman'ın Sarıveliler ilçesindeki yerel halkın kuşburnu ile olan ilişkisini toplama alışkanlıkları, kullanım biçimleri ve ekonomik katkısı eksenlerinde bütüncül bir yaklaşımla incelemeyi hedeflemektedir. Araştırma, saha temelli verilerle desteklenecek bir analizle; (i) yerel toplama takvimleri ve yöntemlerini, (ii) evsel ve küçük ölçekli işleme pratiklerini, (iii) kuşburnunun hane ve yerel pazara sağladığı ekonomik katkısı ve (iv) sürdürülebilirlik ile standardizasyon gereksinimlerini tek bir çerçevede ele alacaktır. Elde edilen bulgular, "yerel bilgi, pazar talebi ve biyolojik sürdürülebilirlik" üçgenine dayalı, uygulanabilir politika önerilerinin ve müdahale alanlarının belirlenmesine katkı sunacaktır.

2. Materyal ve Metot

Örneklem Seçimi

Çalışmanın hedef kitlesi, Karaman'ın Sarıveliler ilçesinde kuşburnu toplayan yerel halktan oluşmaktadır (Şekil 1). Anket çalışması için uygulanacak örneklem büyüklüğü, Baş (2005) tarafından önerilen oran tahminine dayalı örneklem büyüklüğü formülü kullanılarak hesaplanmıştır:

$$n = d^2 \times (N - 1) + t^2 \times p \times q \times N \div t^2 \times p \times q$$

n: Örneklem sayısı

- N: Ana kütle büyüklüğü (N = 676)
- t: Güven katsayısı (t = %95 güven düzeyi için 1.96)
- p: Ölçülmek istenen özelliğin ana kütlede bulunma olasılığı (p = 0.5)
- q: Ölçülmek istenen özelliğin ana kütlede bulunmama olasılığı (q = 0.5)
- d: Kabul edilen örnekleme hatası (d = %10)

Bu formül ve belirtilen parametreler kullanılarak, anket uygulanması gereken örneklem sayısı 73 olarak belirlenmiştir.

Veri Toplama ve Analiz

Anketler, Haziran-Ekim 2024 tarihleri arasında, Sarıveliler yöresinde belirlenen 73 katılımcıya uygulanmıştır. Araştırma anketi, katılımcıların sosyo-demografik özelliklerini, kuşburnu bitkisinin toplanması, tüketimi ve ticaretine ilişkin çoktan seçmeli sorulardan oluşan toplam 25 sorudan meydana gelmiştir.

Elde edilen verilerin analizi için SPSS 25.0 (Statistical Package for Social Science) yazılımı kullanılmıştır. Veri analizinde, her bir anket sorusu ve cevabı sıra istatistiğine göre sayısallaştırılmış ve soruların özelliklerine göre frekans ve yüzde dağılımları hesaplanarak sonuçlar yorumlanmıştır.



Şekil 1 Sarıveliler yöresinde yerel halkın kuşburnu toplama faaliyeti

3. Bulgular

Anket çalışmasına katılan aktarların sosyo-demografik özelliklerine ilişkin bulgular Çizelge 1'de sunulmuştur. Araştırma örnekleminin %71,2'sini kadın katılımcılar, %28,8'ini ise erkek katılımcılar oluşturmaktadır. Yaş grupları incelendiğinde, aktarların en büyük payını (%50,7) 31-40 yaş aralığındaki bireylerin oluşturduğu görülmüştür. Eğitim düzeyi açısından ise, katılımcıların önemli bir bölümünün (%79,1) ilköğretim mezunu olması dikkat çekicidir. Bu durum, lisansüstü düzeyde eğitime sahip hiçbir katılımcının bulunmaması nedeniyle dört eğitim düzeyi üzerinden analiz edilmiştir. Gelir durumları değerlendirildiğinde ise katılımcıların %58,9'unun gelirinin asgari ücret seviyesinin altında kaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 1. Katılımcıların bazı sosyo-demografik özellikleri

Özellikler	Gruplar	f	(%)
Cinsiyet	Kadın	52	71,2
	Erkek	21	28,8
Yaş	18-30	10	14,1
	31-40	36	50,7
	41-50	17	23,9
	51-60	5	7
	60+	3	4,2
Medeni durum	Evli	59	80,8
	Bekar	14	19,2
Eğitim	İlköğretim	57	78,1
	Ortaöğretim	11	15,1
	Lise	4	5,5
	Üniversite	1	1,4
	Lisansüstü	0	0
Aylık Gelir	0-10000	19	26
	10001-20000	58,9	58,9
	20001-30000	10	13,7
	30001+	1	1,4

Araştırmaya katılan 73 kişi üzerinden elde edilen bulgular, kuşburnu bitkisinin bölgedeki kullanım ve ticari potansiyelini ortaya koymaktadır. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%98,6) tıbbi ve aromatik bitkilerle ilgili herhangi bir formal eğitim almamıştır. Kuşburnu meyvesini muhafaza etme yöntemleri incelendiğinde, neredeyse tüm katılımcıların (%98,6) kurutma yöntemini tercih ettiği belirlenmiştir.

Kuşburnu toplayan az sayıda katılımcı, bitkinin sağlıklı olmasına (%57,5) ve doğru mevsimde hasat edilmesine (%39,7) özen gösterdiklerini belirtmiştir. Bitki toplama faaliyeti yapmayan katılımcılar ise kuşburnu ihtiyacını en sık yöre

halkından temin etmektedir (%53,4). Tüketim sıklığına bakıldığında, katılımcıların büyük bir kısmı kuşburnunu aylık (%63) düzeyde tüketmektedir. Kuşburnunun kullanım amacı ise ticari satışta yoğunlaşmaktadır (%74), bunu çay olarak tüketim (%20,5) takip etmektedir. Katılımcıların tamamı, kuşburnu kullanımıyla ilişkili herhangi bir yan etki ile karşılaşmadığını ifade etmiştir.

Satış yapan katılımcıların oranı %97,3'tür ve bu satışların büyük çoğunluğu (%91,8) ticari firmalara yöneliktir. Yıllık satış miktarı genellikle 0-20 kg (%68,5) veya 21-30 kg (%31,5) aralığında değişmektedir. En yoğun satış dönemi Kasım ayı (%82,2) olarak belirtilmiştir. Elde edilen gelirler çoğunlukla 500-6000 TL aralığında olup, bu gelirin hane bütçesine ek katkı sağladığı görülmüştür (%97,3). Bulguların ayrıntılı dağılımı Çizelge 2'de sunulmaktadır.

Çizelge 2. Katılımcılar ile yapılan anket formlarına ait bulgular

Sorular	Yanıtlar	Frekans	%
Tıbbi ve aromatik bitkilerle ilgili herhangi bir eğitim aldınız mı?	Evet	1	1,4
	Hayır	72	98,6
Kuşburnu bitkisini doğadan topluyor musunuz?	Evet	1	1,4
	Hayır	72	98,6
Kuşburnu bitkisinden yıllık kaç kg topluyorsunuz?	0-20	50	68,49
	21-30	23	31,51
Kuşburnu bitkisini doğadan toplarken nelere dikkat ediyorsunuz?	Bitkinin toplandığı alanın temiz ve hijyenik olmasına	2	2,7
	Bitkinin sağlıklı olmasına	42	57,5
	Mevsiminde toplamaya	29	39,7
	Bitkinin tüm organlarının tam olmasına	0	0
Kuşburnu bitkisini nasıl saklarsınız veya tüketirsiniz?	Kurularak	72	98,6
	Dondurarak	1	1,4
	Taze olarak	0	0
	Sos, marmelat vb.	0	0
Kuşburnu bitkisini doğadan toplamıyorsanız bitkiyi nasıl temin ediyorsunuz?	Pazardan	6	8,2
	Aktarlardan	19	26
	Marketlerden	9	12,3
	Yöre halkından	39	53,4
Kuşburnu bitkisini ne kadar sıklıkla kullanıyorsunuz?	Günlük	12	16,4
	Haftalık	3	4,1
	Aylık	46	63
	Yıllık	12	16,4
Kuşburnu bitkisini ne kadar sıklıkla kullanıyorsunuz?	Sağlık ve tedavi için	3	4,1
	Ticari amaçlı satıyoruz	54	74
	Kozmetik ve estetik amaçlar için	0	0
	Gıda/Yemek/Baharat	1	1,4
	Çay olarak içiyoruz	15	20,5

Kullanmakta olduğunuz kuşburnu bitkisinin herhangi bir yan etkisini gördünüz mü veya yan etkisi olabileceğini duydunuz mu?	Evet yan etkisini gördüm	0	0
	Hayır görmedim	73	100
	Duydum ama bir yan etki görmedim	0	0
Kuşburnu satışı yapıyor musunuz?	Evet	71	97,3
	Hayır	2	2,7
Topladığınız kuşburnu bitkisini kime satışını yapıyorsunuz?	Aktarlara	6	8,2
	Ticari firmalara	67	91,8
Kuşburnu bitkisinden yıllık kaç kg satıyorsunuz?	0-20	50	68,49
	21-30	23	31,51
Kuşburnu bitkisi en çok hangi aylarında topluyorsunuz?	Eylül	66	90,4
	Ekim	7	9,6
Yaklaşık kaç yıldır kuşburnu satışı yapıyor?	0-5	7	9,6
	6-15	55	75,3
	16-25	9	12,3
	25-30	2	2,8
Kuşburnu bitkisi satışları yılın en çok hangi aylarında yapılmaktadır?	Eylül	5	6,8
	Ekim	7	9,6
	Kasım	60	82,2
	Aralık	1	1,4
Kuşburnu bitkisini ne şekilde satıyorsunuz?	Yaş halde	0	0
	Kuru halde	72	98,6
	Marmelat olarak	1	1,4
	Diğer	0	0
Kuşburnu bitkisi aile üyelerine ek gelir sağlıyor mu?	Evet	71	97,3
	Hayır	2	2,7
Eğer ticari amaçlı satıyorsanız yıllık ortalama geliriniz ne kadardır?	Yaş halde 3500-4000 TL	0	0
	Kuru halde 500-6000 TL	72	98,6
	Marmelat olarak	1	1,4

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada elde edilen bulgular, Karaman'ın Sarıveliler ilçesinde kuşburnunun yerel halk için önemli bir ekonomik ürün olduğunu ve bu faaliyetin büyük ölçüde deneyime dayalı, formal eğitim eksikliği bulunan üreticiler tarafından yürütüldüğünü göstermektedir. Katılımcıların neredeyse tamamının (%98,6) tıbbi ve aromatik bitkiler konusunda herhangi bir eğitim almamış olması ve kuşburnunu yaygın olarak kurutarak pazara sunması (%98,6), Türkiye'deki kırsal topluluklarda etnobotanik bilginin sıklıkla sözlü ve geleneksel yollarla aktarıldığını ortaya koyan literatürle örtüşmektedir. Bu durum, modern eğitim ve teknik bilginin yerel pratiklerle bütünleşmesi konusunda önemli bir eksiklik olduğunu işaret etmektedir.

Araştırma bulguları, katılımcıların büyük bölümünün kuşburnunu ticari amaçlarla toplayıp sattığını ve bu faaliyetin aile bütçesine düzenli bir ek katkı sağladığını ortaya koymuştur. Bu sonuç, kuşburnunun bölgesel ekonomideki değerini ve yerel halkın tedarik zincirindeki kritik rolünü destekleyen daha önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir. Özellikle Gümüşhane gibi bölgelerdeki benzer çalışmalar, kuşburnunun hane gelirleri üzerindeki olumlu etkisini ve yerel ekonomiye katkısını vurgulamaktadır (Akyürek ve Zeybek, 2023; Köksal ve Tuğlu, 2025). Bu bulgular, çalışmamızın saha odaklı yaklaşımının, kuşburnunun biyokimyasal ve genetik potansiyelini inceleyen araştırmaları sosyoekonomik boyutla tamamlayıcı nitelikte olduğunu göstermektedir.

Literatürde kuşburnunun yüksek antioksidan ve C vitamini içeriği ile besin ve ilaç/kozmetik endüstrileri için taşıdığı potansiyel sıkça vurgulanmaktadır. Çalışmamızdaki satış ve kullanım kalıpları, yerel düzeyde bu endüstriyel talebin varlığını ve ürünün ticari potansiyelini yansıtmaktadır. Ancak, saha bulgularımızdaki düşük eğitim düzeyi ve geleneksel yöntemlere bağımlılık, ürün kalitesinin standardizasyonu, sürdürülebilir toplama prosedürlerinin benimsenmesi ve üreticilerin katma değeri yüksek ürünlere yönlendirilmesi için acil müdahale ve eğitim programlarının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Türkben ve ark. (2010) gibi çalışmaların geleneksel işleme yöntemlerinin kalite kayıplarına yol açtığı yönündeki bulguları, bu ihtiyacı daha da belirgin kılmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma, yerel halkın kuşburnuyla olan ilişkisini toplama alışkanlıkları, kullanım biçimleri ve ekonomik katkısı ekseninde detaylı bir şekilde inceleyerek literatüre özgün bir katkı sunmaktadır. Elde edilen veriler, kuşburnu değer zincirinin yerel bilgi, pazar talebi ve biyolojik sürdürülebilirlik ilkeleri üzerine yeniden yapılandırılması gerektiğini göstermektedir. Bu bağlamda, kuşburnu toplayıcılarına yönelik uygulamalı eğitimlerin planlanması, geleneksel bilginin bilimsel verilerle birleştirilerek katma değerli ürünlerin geliştirilmesi ve kooperatifleşme gibi yapılarla pazarlama kanallarının güçlendirilmesi, hem yöre halkının refahını artıracak hem de doğal kaynağın sürdürülebilirliğini sağlayacaktır. Gelecekte yapılacak çalışmaların, bu bulgular ışığında kuşburnu toplama ve işleme faaliyetlerinin çevresel etkilerini ve yerel ekosistem üzerindeki baskısını incelemesi önerilmektedir.

Kaynaklar

- Akyürek, S., & Zeybek, H. İ. (2023). Gümüşhane İlinde Gastronomik Bir Değer Olarak Kuşburnu Üzerine Bir Değerlendirme. *Çatalhöyük Uluslararası Turizm ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (10), 42-59.
- Ayhan, F., & Altınkaynak, D. (2022). Kuşburnu Fizibilite Raporu ve Yatırımcı Rehberi. *Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı Eğitim ve Yayın Dairesi Başkanlığı Yayını*.
- Demir, N., Yıldız, O., Alpaslan, M., & Hayaloğlu, A. A. (2014). *Evaluation of volatiles, phenolic compounds and antioxidant activities of rose hip (Rosa L.) fruits in Turkey*. LWT, Food Science and Technology, 57(1), 126–133. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.038>
- Ercisli, S., & Güleriyüz, M. (2005). Rose hip utilization in Turkey. *Acta Horticulturae*, 690, 77–82.
- Ercisli, S., & Güleriyüz, M. (2006). Fruit properties of promising rose hips (*Rosa* spp.) from the North-eastern Anatolia Region of Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 18(1), 239–242.
- Ertaş, T. B. (2023). Odun dışı orman ürünü: Kuşburnu (*Rosa canina* L.). *Theoretical and Applied Forestry*, 3(1), 9-13.
- Hakverdi, A. E., & Yiğit, N. (2017). Yozgat-Akdağmadeni yöresinde bulunan bazı tıbbi ve aromatik bitkiler. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2), 82-87.
- Hakverdi, A. E. (2020). Türkiye’de sürdürülebilir orman yönetimi kriter ve göstergelerinin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 21(3), 332-343.
- Kocaman, E. M., & Sormaz, Ü. (2023). Fonksiyonel bir besin olan kuşburnu meyvesinin Türkiye’de tüketimi. *Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 435-453.
- Köksal, F., & Tuğlu, A. M. (2025). Atık kuşburnu çekirdeğinin kullanımı, ekonomik değeri ve insan sağlığı üzerine bir araştırma. *Multidisipliner Yaklaşımlarla Coğrafya Dergisi*, 3(2), 95–112.
- Roman, I., Stănilă, A., & Stănilă, S. (2013). Bioactive compounds and antioxidant activity of *Rosa canina* L. biotypes from spontaneous flora of Transylvania. *Chemistry central journal*, 7(1), 73.
- Sagbaş, H. İ., & Bozdoğan, N. (2023). Investigation of fruit quality and biochemical traits of rosehip (*R. canina*) ecotypes in the Aegean Region of Türkiye. *Horticulturae*, 9(12), 1292. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9121292>
- Turkben, C., Uylaser, V., & Incedayi, B. (2010). Influence of traditional processing on some compounds of rose hip (*Rosa canina* L.) fruits

collected from habitat in Bursa, Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 22(3), 2309.

Türkben, C., Uylaşer, V., & İncedayı, B. (2010). Influence of traditional processing on some compounds of rose hip (*Rosa canina* L.) fruits collected from habitat in Bursa, Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 22(3), 2309–2318.

6. Bölüm

Sürdürülebilir Orman Yönetiminde Likenlerin Rolü: Biyoindikatörlerle Ekosistem Sağlığının İzlenmesi

Esra Özge AYGÜL^{1*}, Ayşe Esra HAKVERDİ²

1. Giriş

1.1. Orman Ekosistemlerinin Küresel Ölçekteki Önemi

Orman ekosistemleri, dünyamızın temel bileşenlerinden birisidir. Sadece ağaçların bir araya geldiği doğal yaşam alanları değil, insanlar için hayati öneme sahip ekosistemlerdir (Doğru ve Özdemir, 2025). Biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi, iklim düzenlenmesi, su döngüsünün dengelenmesi, karbon tutumu ve toprak dengesini koruması gibi çok yönlü hizmet sunmaktadırlar (Titus vd., 2021). Ormanlar ve çevresindeki doğal alanlar rekreasyonel ekosistem hizmetleriyle de toplumla güçlü bir etkileşim içindedir. Bu alanları oluşturmak yerel yönetimlerin büyük görevidir. (Akyol ve Hakverdi, 2022). Bu hizmetlerin sürdürülebilirliği, ormanların ekolojik bütünlüğünün korunması ile doğrudan ilişkilidir. Özellikle iklim değişikliği ve orman ekosistemleri arasında iki yönlü ilişki mevcuttur. İklim değişikliğinin olumsuz etkileri, ekosistem hizmetlerine zarar verirken, ekosistem hizmetlerinin doğru kullanılmaması da iklim değişikliğinin hızını ve etkilerini değiştirebilir (Zeydanlı vd., 2011; Sarkım, 2022)

Ormanlar sadece biyotik unsurların bir araya geldiği sistemler değil; aynı zamanda insan etkisi gibi birçok faktörle sürekli olarak dönüşen dinamik ekosistemlerdir. Küresel olarak incelendiğinde ormansızlaşma, arazi kullanımlarında değişiklikler, hava kirliliği gibi unsurlar, orman ekosistemlerinin dengesini tehdit etmektedir (Stanton vd., 2023). Bu bağlamda, sürdürülebilir orman yönetimi; yalnızca üretim odaklı değil, çok fonksiyonlu bir yaklaşımla, ekolojik, sosyal ve ekonomik boyutları bütüncül şekilde gözetilen bir uygulama alanı hâline gelmiştir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, esraozgeaygul@bozok.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-1274-8249, *sorumlu yazar

² Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, a.esra.hakverdi@bozok.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-1783-6475

1.2. Sürdürülebilir Orman Yönetimi: Kavramsal Çerçeve

Sürdürülebilir orman yönetimi (SOY), ormanların sürdürülebilirliğini ölçmek için kullanılan önemli araçlardan biridir (Tolunay ve Akyol, 2015). Bu yaklaşım; 1992 Rio Zirvesi'nde uluslararası süreçlerle kurumsallaşmıştır. Sürdürülebilirliğin üç temel boyutu ekolojik koruma, ekonomik fayda ve sosyal adalet, orman yönetiminin stratejik temelini oluşturmaktadır (Titus vd., 2021).

Türkiye'de yapılan çalışmalar, ormancılık uygulamalarında sosyo-ekonomik fonksiyonların sahadaki uygulama ve algısını da ortaya koymaktadır (Hakverdi vd., 2024).

Bu bağlamda, orman yönetimi planlanırken, yalnızca hacimsel artım, odun üretimi gibi teknik parametreler üzerinden değil; aynı zamanda ekosistem bütünlüğünü gözeten izleme sistemleriyle desteklenmelidir. Türkiye'de SOY Kriter ve Göstergeleri 1999'dan beri geliştirilmekte, 2018 setiyle biyolojik çeşitlilik, iklim değişikliği ve hava kirliliği odaklı göstergeler güçlendirilmiştir (OGM, 2006; Hakverdi, 2020). Ancak, ekolojik bütünlüğün korunabilmesi için, özellikle biyolojik göstergelerden elde edilen verilere dayalı daha kararlı mekanizmalar geliştirilmelidir. Orman ekosistemlerinde yapısal çeşitlilik ve Shannon entropisi gibi ölçütlerin kullanımı, sürdürülebilir yönetim göstergelerinin bilimsel temellere dayandırılmasına katkı sağlamaktadır (Özkan vd., 2025).

1.3. Ekosistem Sağlığının İzlenmesinde Yeni Yaklaşımlar

Ormanları izleme programlarında biyoindikatörlerin kullanımı kaçınılmaz hâle gelmiştir. Ekosistem sağlığının izlenmesinde kullanılabilecek en uygun araçlardan biri, belirli çevresel değişkenlere duyarlı olan organizmaların izlenmesidir. Bu bağlamda, likenler; özellikle hava kalitesi, iklimsel değişim, habitat sürekliliği ve toprak özellikleri gibi çevresel faktörlere duyarlı tepkiler vermeleri nedeniyle güçlü birer biyoindikatör olarak öne çıkmaktadır (Çobanoğlu, 2015; Stanton vd., 2023).

1.4. Likenlerin İzleme Aracı Olarak Değeri

Likenler, mantar ve alg simbiyoz birlikteliği ile oluşan, çevresel koşullardaki değişimlere karşı son derece hassas organizmalardır (Çobanoğlu, 2015). Su ve besin gereksinimlerini büyük ölçüde atmosferden karşıladıkları için, çevresel kirleticilerin ve stres faktörlerinin doğrudan etkisine maruz kalırlar (Yiğit ve Halıcı, 2024). Özellikle epifitik türler, orman içi mikroklimatik koşullara ve habitat sürekliliğine bağımlı olduklarından, orman sağlığının göstergesi olarak etkin bir biçimde kullanılabilirler (Nash, 2008; Işık ve Yıldız, 2021; Gustafsson vd., 2025).

Yapılan alışmalar, yaşlı orman alanlarında epifitik liken çeşitliliğinin yüksek olduğunu, buna karşılık kesintiye uğramış ormanlarda tür zenginliğinin ve örtüşme oranlarının azaldığını göstermektedir (Gustafsson vd., 2025). Bu durum, ormanların srekliлик düzeyinin biyoçeşitlilik üzerinde ne denli etkili olduğunu ortaya koymakta; sürdürülebilir orman yönetimi açısından da önemli bir gösterge işlevi görmektedir (Jansone vd., 2025).

1.5. Türkiye Ormanlarının Güncel Durumu ve İzleme İhtiyacı

Türkiye,  fitocoğrafik bölgenin keşişim noktasında bulunduğu için oldukça zengin bir bitkisel biyoçeşitliliğe sahiptir (Erat ve Balık, 2022). Ancak özellikle son yıllarda artan insan faaliyetleri, kontrolsüz yapılaşma, madencilik, orman yangınları ve iklimsel ekstrem olaylar, ormanların ekolojik bütünlüğünü tehdit etmektedir. Mevcut ormancılık politikaları çoğunlukla üretim hedefli olup, ekosistem temelli izleme sistemleri sınırlı düzeydedir.

Türkiye'deki ormancılık uygulamalarının daha sürdürülebilir bir yapıya kavuşabilmesi için, likenler gibi biyoindikatörlerin entegre edildiği izleme ve değerlendirme sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Türkiye'de bitki tür çeşitliliği ve çevresel değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koyan alışmalar (Negiz ve Aygl, 2019; Negiz ve Aygl, 2020; Negiz ve Erfidan, 2024), ekosistem temelli izleme ihtiyacını destekler niteliktedir. Bu tür bir yaklaşım; yalnızca mevcut durumu belirlemekle kalmayacak, aynı zamanda uzun vadeli yönetim politikalarının bilimsel verilerle desteklenmesini sağlayacaktır.

2. Likenlerin Orman Ekosistemlerindeki Ekolojik İşlevleri

Likenler, sadece simbiyotik bir birliktelik rneği sunmalarıyla değil, aynı zamanda orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliği açısından sahip oldukları çok yönlü ekolojik işlevlerle de dikkat çeken organizmalardır. Mantar (fungus) ile alg veya siyanobakteri arasındaki mutualistik ilişkiyle oluşan bu kompleks organizmalar, uzun yaşam süreleri, çevresel streslere karşı duyarlılıkları ve yaşadıkları substrata bağlılıkları nedeniyle orman yapılarının önemli bir bileşenini oluşturmaktadır (Stanton vd., 2023; Gustafsson vd., 2025).

2.1. Orman Besin Dnglerine Katkı: Azot Fiksasyonu ve Mineral Denge

Bazı liken türleri, özellikle siyanobakteri içeren türler, atmosferik azotu biyolojik olarak bağlayarak ekosistemin azot döngüsüne katkı sunar. Bu durum, azot açısından fakir topraklarda likenlerin doğal gübre işlevi görmesini sağlar (Nash, 2008).

Ek olarak, epifitik likenler, atmosferik depozitlerden gelen mineralleri (özellikle kükürt, kalsiyum, magnezyum, ağır metaller) yüzeylerinde biriktirerek bir filtre görevi görür. Böylece bu elementlerin yavaş ve kontrollü bir biçimde orman sistemine geçmesine aracılık ederler (Fрати vd., 2023).

2.2. Mikroyapıların Gelişimi ve Mikroklimatik Düzenleme

Epifitik likenler, ağaç gövdeleri ve dalları üzerinde oluşturdıkları biyolojik örtüyle yüzeylerin su tutma kapasitesini artırır, buharlaşmayı yavaşlatır ve nemli mikrohabitatların korunmasına katkı sağlar (Stanton vd., 2023). Tallus yapıları ışık ve sıcaklık dalgalanmalarını yumuşatarak mikroorganizmalar için daha istikrarlı bir ortam oluşturur, kabuk pH'ını ve mikrohabitat karmaşıklığını değiştirir.

Ayrıca çalışmalar, epifitik liken çeşitliliğinin yükseltti, kapalılık, eğim, bakı ve sıcaklık ile yağış mevsimselliği, kabuk pH'ı, kalınlığı, dokusu, ağaç çapı ve yaşı ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu özellikler, likenleri hem mikroklimayı düzenleyen hem de mikroklimatik koşulların biyolojik göstergesi olan önemli organizmalar haline getirmektedir (Aygül, 2023).

2.3. Habitat Sağlayıcılığı ve Biyolojik Çeşitliliğe Katkı

Likenler, birçok omurgasız türü için hem yaşam alanı hem de besin kaynağıdır (Yiğit ve Halıcı, 2024). Özellikle örümcekler, akarlar, kabuklu böcekler ve bazı kelebek larvaları liken dokusu içinde barınır veya gelişimlerini burada tamamlar. Ayrıca kuşlar, likenleri yuva yapımında sıkça kullanmakta, bazı memeliler ise likenlerle kaplı alanlarda daha yoğun şekilde beslenmektedir (Löhmus ve Löhmus, 2019).

Likenler ayrıca taş, ağaç ve toprak gibi farklı yapılarda yer alarak çeşitliliğe katkıda bulunurlar. Bu durum, habitat heterojenliğini artırarak orman ekosistemlerindeki gama ve beta çeşitliliğin güçlenmesini sağlar (Giordani vd., 2018).

2.4. Ölü Odun ve Yaşlı Ağaçlarla Olan İlişkisi

Likenlerin büyük çoğunluğu, yaşlı ağaçlar ve ölü odunlar gibi özel mikrohabitatlara bağımlıdır. Örneğin, *Cladonia* ve *Lobaria* gibi türler, yalnızca uzun yıllar boyunca bozulmamış ağaçların gövdelerinde veya çürümüş odunlarda görülebilmektedir. Bu türler, ormanların sürekliliği açısından göstergedir ve yönetim planlarında korunmaları gerekir (Gustafsson vd., 2025).

Kalıntı ormanlar, geçmişten günümüze kesintisiz olarak orman ekosistemi niteliğini sürdüren, ancak çevresi tarımsal ya da kentsel kullanımlarla parçalanmış küçük orman alanlarıdır (Gökmen vd., 2018). Bu habitatlar, uzun

sürekli orman varlığına bağımlı liken, mantar ve diğer hassas türler için sığınak niteliği taşır. Özellikle epifitik liken çeşitliliğinin devamlılığı açısından kritik öneme sahip olan kalıntı ormanlar, orman parçalanmasının olumsuz etkilerine karşı dirençli liken popülasyonlarını barındırır ve orman içi genetik akışın sürdürülmesine katkı sağlar (Gustafsson vd., 2025).

2.5. Yangın, Kuraklık ve İklimsel Değişimlere Karşı Rolü

Bazı liken türleri, yangın sonrası ekosistem iyileşmesinde öncü tür olarak görev yapar (Skutch, 1929). Likenler ve bryofitler, çevresel değişimlere oldukça duyarlı olmaları yanında, orman ekosistemlerinin işleyişinde önemli roller üstlenirler; su döngüsüne ve besin ağlarına katkıda bulunur, gölgelik alanların yağış ve besin elementlerini tutma kapasitesini artırır. Bu özellikleri sayesinde, hava kirliliği, iklim değişikliği ve diğer stres etmenlerine karşı orman ekosistemlerinde erken uyarı göstergesi olarak kullanılabilirler. Aynı zamanda belirli epifitik türler, orman heterojenliğinin sürdürülmesine ve rejenerasyon için kritik mikrohabitatların korunmasına katkı sağlayabilir (Fрати vd., 2023). Ayrıca yangına dirençli türler, orman rejenerasyonu açısından kritik mikrohabitatları koruyabilir (Fрати vd., 2023).

Kuraklığa dayanıklı liken türleri ise, giderek artan iklim değişikliği etkileri altında ormanlarda yaşamını sürdürebilen organizmalar olarak dikkat çeker. Bu bağlamda, likenlerin fizyolojik toleransları, orman ekosistemlerinin iklimsel esnekliğini yansıtan bir gösterge olarak da değerlendirilebilir (Stanton vd., 2023).

3. Likenlerin Biyoindikatör Olarak Kullanımı: Hava Kalitesi, İklim Değişikliği ve Habitat Bozulması

3.1. Biyoindikatör Kavramı ve Likenlerin Yeri

Biyoindikatör organizmalar, bulundukları ortamdaki fiziksel, kimyasal veya biyolojik değişimlere hassas tepki veren, bu sayede çevresel koşullardaki bozulmaları veya iyileşmeleri ortaya koyan canlılardır (Holt ve Miller, 2011). Biyolojik izleme sistemlerinde bitkiler, omurgasızlar ve mikroorganizmalar arasında yer alan likenler, sahip oldukları fizyolojik ve morfolojik özellikleriyle öne çıkar. Özellikle kök sisteminden yoksun olmaları, besin ve suyu doğrudan atmosferden almaları, metabolizmalarının oldukça yavaş seyretmesi ve belirli çevresel stres faktörlerine karşı hassas olmaları, onları ekosistem izleme açısından vazgeçilmez kılmaktadır (Fрати vd., 2023).

Likenlerin hava kalitesi, iklimsel stres ve habitat bozulmalarını belirleme konusundaki işlevi, yalnızca tür düzeyinde değil, topluluk ve ekosistem düzeyinde de değerlendirilebilmektedir. Bu bağlamda, orman ekosistemlerinin sağlığına dair çok katmanlı ve uzun erimli veriler sunabilmektedirler. Nitekim

pek çok ÷lkede, liken tabanlı izleme programları çevresel planlamalarda destekleyici araç olarak kullanılmaktadır (Will-Wolf vd., 2015; Tudoran, 2024).

3.2. Hava Kalitesinin İzlenmesinde Likenler

Hava kirliliği, liken fizyolojisi üzerinde doğrudan etkiler yaratmaktadır (Häffner vd., 2001). Ayrıca likenlerin biyokütle kapasitesini ve tür çeşitliliğini doğrudan etkilemektedir (Gries, 1996). Likenlerin çevredeki bu kirleticileri dokularında biriktirme özellikleri, onları pasif biyoizleme çalışmalarında önemli bir araç haline getirmiştir (Çobanoğlu, 2015; Lawal ve Ochei, 2024).

Likenler, atmosferdeki kirleticilere karşı oldukça duyarlı organizmalar olarak hava kalitesinin izlenmesinde yaygın biçimde kullanılmaktadır. Yapılarında kök sistemi bulunmadığından besin ve suyu doğrudan havadan alır; bu özellikleri, çevredeki kirlilik yükünü doğrudan dokularına yansıtmalarını sağlar. Ariyaratna ve arkadaşları (2025), Sri Lanka'da yaptıkları çalışmada, farklı kirlilik düzeylerine sahip alanlarda liken çeşitliliği ve bolluğunun hava kalitesine göre belirgin biçimde değiştiğini göstermiştir. Çalışma, bazı liken cinslerinin kirleticilere karşı hassas, bazı cinslerin ise daha dayanıklı olduğunu ortaya koyarak, liken temelli izleme yaklaşımlarının düşük maliyetli ve ekolojik açıdan güvenilir bir yöntem sunduğunu vurgulamaktadır (Ariyaratna vd., 2025).

Özellikle endüstriyel bölgeler, yol kenarları ve büyük şehir merkezlerinde yapılan çalışmalarda, tür sayısında ve örtüşen türlerin hassasiyet derecelerinde belirgin düşüşler rapor edilmiştir (Gries, 1996; Nimis ve Wolseley, 2002).

Birçok çalışmada nitrofil liken türlerinin (örn. *Xanthoria parietina*) artışı, azot girdilerinin yükseldiğine işaret ederken, asidofilik türlerin azalması, kükürt bazlı kirlenmenin hâkim olduğunu göstermektedir (Hawksworth ve Rose, 1970; Tudoran, 2024). Bu tür biyoindikatörlerin saha uygulamalarında kullanımı, yalnızca akademik amaçlarla sınırlı kalmayıp çevre politikalarının şekillendirilmesinde de katkı sağlamaktadır.

Türkiye'de yapılan çalışmalar da *Cladonia* türlerinin ağır metal birikimi yoluyla hava kirliliğini izleme potansiyelini ortaya koymuştur (Köprü, vd., 2022).

3.3. İklim Değişikliği Göstergesi Olarak Likenler

İklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri, son yıllarda ekofizyolojik düzlemde daha detaylı incelenmeye başlamıştır (Matos vd., 2017). Likenler, gerek sıcaklık ve nem değişimlerine duyarlılıkları, gerekse UV radyasyon ve kuraklık gibi iklimsel stres faktörlerine karşı verdikleri hızlı tepkilerle, bu değişimi gösterebilecek önemli biyoindikatörler arasında yer almaktadır (Stanton vd., 2023).

Sıcaklık artışı, özellikle kuzey enlemlerinde veya yüksek rakımlarda dağılım gösteren liken türlerinin dağılımlarının daralmasına veya üst yükseltilere kaymasına yol açmaktadır. Bu durum, alpin ve boreal likenlerin korunma stratejileri açısından risk teşkil etmektedir (Titus vd., 2021).

Likenlerin bu bağlamda kullanımı, uzun süreli izleme ağlarının geliştirilmesi açısından da avantaj sunmaktadır. İklimsel değişimlerin etkileri çoğu zaman yavaş geliştiğinden, yavaş büyüyen organizmalar olan likenler, bu değişimlere uzun dönemli adaptasyon süreçlerini belgelemek açısından eşsiz biyolojik arşivler sunmaktadır (Stanton vd., 2023).

Türkiye’de yapılan modelleme çalışmaları, iklim değişikliğine bağlı olarak bazı orman bitkilerinin potansiyel dağılım alanlarının kayabileceğini ortaya koymuştur (Mert vd., 2016; Gülsoy vd., 2022; Acarer, 2024; Şentürk vd., 2024; Acarer, 2025; Tıgılı ve Fakir, 2025). Bu çalışmalar bitkisel türlerin gelecekteki yayılışlarının iklim senaryolarına bağlı olarak önemli ölçüde değişebileceğini göstermektedir.

3.4. Habitat Bozulmasının ve Arazi Kullanımı Değişikliklerinin Göstergesi Olarak Likenler

Likenler yalnızca atmosferdeki değişimlere değil, habitat düzeyindeki bozulmalara da duyarlıdır. Özellikle epifitik likenler, yaşlı ağaçların, sürekli orman örtüsünün ve mikroklimatik stabilitenin devamına bağlıdır. Bu nedenle, ormansızlaşma, parça parça habitat kayıpları ve yapılaşma gibi baskılar, liken tür kompozisyonunda geri dönüşü zor olan değişimlere neden olmaktadır (Gustafsson vd., 2025).

Tarımsal faaliyetler, yangın ve aşırı otlatma gibi insan kaynaklı baskılar, toprak yüzeyindeki likenlerin sürekliliğini ciddi biçimde tehdit etmektedir. Özellikle mineral gübreler ve tarımsal ilaçlar, nitrofil türlerin artmasına ve duyarlı oligotrof türlerin hızla kaybolmasına neden olmaktadır. Bu durum, liken topluluklarının işlevsel özelliklerini değiştirerek ekosistemlerin su tutma kapasitesini, tohum çimlenme potansiyelini ve habitat kalitesini olumsuz etkileyebilir. Dolayısıyla, terrikol likenlerin varlığı ve kompozisyonundaki değişimler, arazi kullanımının yoğunluğu ve ekosistem sağlığı hakkında erken uyarı sağlayan ekolojik göstergeler olarak değerlendirilebilir (Zarabska-Bożejewicz ve Kujawa, 2018).

4. Türkiye Ormanlarında Liken Temelli İzleme Çalışmaları

Türkiye, sahip olduğu zengin orman ekosistemleriyle liken biyolojik çeşitliliği açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak bu çeşitliliğin sistematik olarak izlenmesi ve sürdürülebilir ormancılık politikalarıyla entegrasyonu henüz

istenilen düzeye ulaşmamıştır. Son yıllarda artan çevresel baskılar, hava kirliliği, ormansızlaşma ve iklim değışikliği gibi faktörler, epifitik likenlerin izleme çalışmaları kapsamında kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Likenlerin biyoizleme çalışmalarındaki bu rolü, özellikle epifitik türlerin hava kalitesi ve habitat sürekliliğiyle olan duyarlı ilişkileri sayesinde giderek önem kazanmaktadır (Çobanoğlu, 2015; Aygöl, 2023; Gustafsson vd., 2025).

Türkiye'de liken temelli izleme çalışmaları, çoğunlukla lokal düzeyde yürütölmekte ve belirli örnek lokalitelere odaklanmaktadır (Işık, 2021; Aygöl, 2023). Bunun sebebi ise Türkiye'de flora çalışmalarının tamamlanmamış olmasıdır (Çobanoğlu, 2015). Son yıllarda çok sayıda yeni liken ve likenikol mantar kaydı yayımlanmıştır; bu durum ulusal bir izleme ağının aciliyetini göstermektedir (John ve Türk, 2017; Kocakaya vd., 2018a; Kocakaya vd., 2018b; Barak vd., 2022; John vd., 2023; Kocakaya vd., 2023). Liken çalışmalarının tamamlanmasından sonra liken türleri belirlenen bölgelerde likenle biyoizleme yöntemlerinin daha etkin olarak uygulanabilecektir (Çobanoğlu, 2015).

Habitat sürekliliği ve doğal orman yapılarının korunması, epifitik likenlerin tür zenginliği üzerinde belirleyici rol oynamaktadır (Gustafsson vd., 2025). Türkiye ormanlarında bu tür uzun süreli habitatların azlığı, izleme çalışmalarının önemini daha da artırmaktadır.

Ancak Türkiye'de halen ulusal düzeyde sistematik ve periyodik olarak yürütölen bir liken temelli izleme programı bulunmamaktadır. Avrupa'da ise ICP Forests kapsamında epifitik likenler, biyogösterge olarak orman sağlığı izleme programlarına dâhil edilmekte ve bu veriler ormancılık politikalarına entegre edilmektedir (Gandois vd., 2014; ICP Forests, 2023). Türkiye'nin de benzer biçimde likenleri kapsayan bir uzun dönemli izleme ağı kurması, sadece biyolojik çeşitlilik açısından değil, aynı zamanda sürdürülebilir ormancılık ilkeleri doğrultusunda ekosistem sağlığının değerlendirilmesi açısından da büyük önem arz etmektedir.

Likenler hem lokal çevresel stres faktörlerine hem de küresel ölçekteki iklim değışikliklerine karşı hassasiyetleri sayesinde, orman ekosistemlerinin izlenmesinde vazgeçilmez biyolojik göstergeler arasında yer almaktadır. Hava kalitesinin değerlendirilmesinde sağladıkları veriler, arazi kullanım planlamalarında karar destek aracı olarak kullanılabilirken; habitat bozulmaları ve iklim değışikliği gibi daha geniş ölçekli çevresel tehditlerin tespitinde de stratejik bilgi üretmektedirler.

Sürdürülebilir orman yönetimi perspektifinde liken temelli izleme sistemlerinin yaygınlaştırılması, yalnızca çevresel riskleri erken fark etmekle kalmayacak, aynı zamanda doğa temelli çözümler geliştirilmesinde de etkili bir rehberlik sağlayacaktır.

5. Sürdürülebilir Orman Yönetiminde Liken Verilerinin Kullanımı

Türkiye’de sürdürülebilir orman yönetimi kriter ve göstergeleri son yıllarda güncellenmiş; özellikle biyolojik çeşitliliğin izlenmesi, iklim değişikliği ve hava kirliliği etkilerinin değerlendirilmesi gibi yeni göstergeler eklenerek ekosistem temelli planlama anlayışı güçlendirilmiştir (Hakverdi, 2020). Sürdürülebilir Orman Yönetimi (SOY), ekosistem bütünlüğünü koruyarak doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılmasını hedeflerken, karar alma süreçlerinde bilimsel ve güvenilir göstergelere ihtiyaç duymaktadır. Bu noktada, özellikle çevresel değişimlere duyarlı tepkiler veren likenlerin biyogösterge olarak kullanımı, orman ekosistemlerinin sağlığının izlenmesi ve yönetsel kararların şekillendirilmesi açısından stratejik bir önem taşır (Hocaoğlu, 2011; Giordani vd., 2012; Aygül, 2023). Epifitik likenler, mikroklimatik koşullardaki değişimlere ve atmosferik kirleticilere karşı hassasiyetleri sayesinde sürdürülebilir ormancılık politikalarında güçlü biyoidikatörler olarak değerlendirilebilir.

Likenlerin biyoizleme çalışmalarında etkin şekilde kullanılabilmesi için bazı temel noktalar dikkate alınmalıdır. Türlerin doğru tanımlanması çoğu zaman mikroskopik incelemeleri, kimyasal testleri ve moleküler analizleri gerektirir. Ayrıca, sahadaki mikroklimatik değişkenlerin kontrol edilememesi, tür dağılımındaki farklılıkların yalnızca kirlilik ya da iklim değişikliği ile ilişkilendirilmesini zorlaştırabilir. Bu nedenle, liken temelli izleme çok katmanlı bir yaklaşımla yürütülmeli ve çevresel değişkenler eş zamanlı olarak kaydedilmelidir (Fratı vd., 2023; Tudoran, 2024).

Likenlerden elde edilen veriler, özellikle hava kalitesinin izlenmesi, habitat sürekliliğinin değerlendirilmesi ve mikroklimatik koşulların belirlenmesi gibi başlıklarda ormancılık politikalarının geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Türkiye’de yapılan güncel epifitik liken çalışmaları, tür kompozisyonlarının orman yapısı, bakı yönü, nem durumu ve insan kaynaklı baskılarla yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (Aygül, 2023). Bu bulgular, likenlerin yalnızca biyoçeşitlilik unsurları olarak değil; aynı zamanda yönetsel karar süreçlerini destekleyen ekolojik göstergeler olarak dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Uluslararası literatürde likenlerin ormancılık politikalarına entegrasyonu genellikle hava kalitesi indeksleri, korunan alan sınırlarının belirlenmesi, yaşlı ormanların tespiti ve habitat sürekliliğinin izlenmesi gibi temalar çerçevesinde ele alınmaktadır (Gustafsson vd., 2025). Türkiye’de ise bu yönde henüz sistematik ve ulusal ölçekte bir uygulama bulunmamaktadır; ancak yerel düzeyde yürütülen çalışmalar, karar vericilere önemli veri sağlamaktadır. Bu veriler,

ormancılık uygulamalarının sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyumunu değerlendirmede temel bir kaynak olabilir.

Sürdürülebilir ormancılık yalnızca biyoçeşitliliğin korunmasını değil, aynı zamanda yönetim süreçlerine ekolojik verilerin entegrasyonunu da gerektirir. Bu bağlamda, liken temelli izleme verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile entegre edilerek haritalanması; alan bazlı planlama, risk analizi ve karar destek sistemlerinin geliştirilmesine olanak tanır. Yönetimsel kararların başarısı, ormancılık meslek gruplarının iş doyumu ve katılım motivasyonu ile ilişkilidir (Hakverdi vd., 2024; Akyol vd., 2022).

Benzer şekilde, koruma alanlarının nadirlik ve beta çeşitliliğe göre önceliklendirilmesi de sürdürülebilir orman yönetiminde önemli bir karar destek aracıdır (Özkan vd., 2024).

Likenlerin mekânsal dağılımı, orman sağlığı açısından zayıf alanların belirlenmesinde ve müdahale önceliklerinin tanımlanmasında kullanılabilir. Bu durum; koruma zonlarının oluşturulması, restorasyon stratejilerinin geliştirilmesi ve yönetim hassasiyeti yüksek alanların belirlenmesinde bilimsel temelli bir yaklaşım sunar (Löhmus ve Löhmus, 2019; Aygöl, 2023). Dünya genelinde yapılan çalışmalar, özellikle nadir ve yönetim duyarlılığı yüksek liken türlerinin varlığının, orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimi için önemli bir gösterge olduğunu ortaya koymaktadır (Löhmus ve Löhmus, 2019).

Kaynaklar

- Acarer, A. (2024). Role of climate change on Oriental spruce (*Picea orientalis* L.): Modeling and mapping. *BioResources*, 19(2), 3845.
- Acarer, A. (2025). The Extinction Trajectory of the Crimean Juniper (*Juniperus excelsa*) Species in Central Anatolia Under Global Climate Change. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 21(1), 646-672.
- Akyol, A., & Hakverdi, A. E. (2022). Burdur Gölü'nün rekreatif kullanımı ve kullanıcı değerlendirmeleri. *Theoretical and Applied Forestry*, 2(1), 1-7.
- Akyol, A., Hakverdi, A. E., & Türkoğlu, T. (2022). Orman mühendislerinin iş doyumunu etkileyen faktörler. *Turkish Journal of Forest Science*, 6(1), 310-326.
- Ariyaratna, T. D. S., Disanayaka, R. M. S. H., & Dayananda, N. R. (2025). Assessment of air pollution using lichen-based bioindicator to ensure sustainable environments and crop production. *Simpur Journal of Agricultural Sciences*, 1(1), 8–21.
- Aygül, E. Ö. (2023). *Çayıralan (Yozgat) yöresinde epifitik liken çeşitliliği ve çevresel faktörlerle ilişkileri* (Doktora tezi). Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi.
- Barak, M. Ü., Kocakaya, M., & Kocakaya, Z. (2022). Ramalina digitellata, A New Lichen Record for Türkiye. *Türler ve Habitatlar*, 3(1), 17-22.
- Çobanoğlu, G. (2015). The use of lichens for biomonitoring of atmospheric pollution. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 33(4), 591–613.
- Doğru, F., & Özdemir, C. (Eds.). (2025). *Orman ekosistemine disiplinlerarası yaklaşımlar*. Efe Akademi Yayınları.
- Erat, K., & Balık, H. İ. (2022). Bitkisel biyoçeşitlilik ve genetik kaynaklar. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 3(2), 117–125.
- Frati, L., & Brunialti, G. (2023). Recent trends and future challenges for lichen biomonitoring in forests. *Forests*, 14(3), 647.
- Gandois, L., Agnan, Y., Leblond, S., Séjalon-Delmas, N., Le Roux, G., & Probst, A. (2014). Use of geochemical signatures, including rare earth elements, in mosses and lichens to assess spatial integration and the influence of forest environment. *Atmospheric Environment*, 95, 96–104.
- Giordani, P., Brunialti, G., Bacaro, G., & Nascimbene, J. (2012). Functional traits of epiphytic lichens as potential indicators of environmental conditions in forest ecosystems. *Ecological Indicators*, 18, 413–420.
- Giordani, P., Brunialti, G., Calderisi, M., Malaspina, P., & Frati, L. (2018). Beta diversity and similarity of lichen communities as a sign of the times. *The Lichenologist*, 50(3), 371–383.

- Gökmen, M., Demirtaş, A., Açıkgöz, A., Avcıoğlu, B., Çokçalışkan, B. A., Özkan, B., ... & Tekin, Y. (2018). Orman kalıntısı mı, kalıntı orman mı? *Avrasya Terim Dergisi*, 6(1), 1–7.
- Gries, C. (1996). Lichens as indicators of air pollution. In T. H. Nash III (Ed.), *Lichen biology* (pp. 240–258). Cambridge University Press.
- Gustafsson, L., Andersson, J., Jonsson, F., Jönsson, M., Jonsson, M., Nordin, U., Strengbom, J., & Johansson, V. (2025). Remnant continuity forests are essential for sustaining epiphytic biodiversity in boreal production forest landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 62, 1929–1938.
- Gülsoy, S., Negiz, M. G., Özdemir, S., Yalçınkaya, B., & Ulasan, M. D. (2022). Impacts of climate change on living organisms. *Forest and agricultural studies from different perspectives*, 73–112.
- Häffner, E., Lomský, B., Hynek, V., Hällgren, J. E., Batič, F., & Pfanz, H. (2001). Air pollution and lichen physiology: Physiological responses of different lichens in a transplant experiment following an SO₂ gradient. *Water, Air, and Soil Pollution*, 131(1), 185–201.
- Hakverdi, A. E. (2020). Türkiye’de sürdürülebilir orman yönetimi kriter ve göstergelerinin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 21(3), 332–343.
- Hakverdi, A. E., Akyol, A., & Tolunay, A. (2024). Batı Akdeniz Bölgesinde uygulanan sürdürülebilir orman yönetimi sosyo-ekonomik fonksiyonlar ölçütüne ilişkin orman mühendislerinin görüşleri. *Turkish Journal of Forestry*, 25(1), 1–11.
- Hawksworth, D. L., & Rose, F. (1970). Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature*, 227(5254), 145–148.
- Hocaoğlu, N. (2011). *Uludağ’da (Bursa) yayılış gösteren titrek kavak (Populus tremula L.) üzerindeki epifitik liken çeşitliliğinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Holt, E. A., & Miller, S. W. (2011). Bioindicators: Using organisms to measure. *Nature*, 3, 8–13.
- ICP Forests. (2023). *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. Thünen Institute of Forest Ecosystems.
- Işık, V. (2021). *Xanthoria parietina (L.) Th. Fr. likeni kullanılarak Ankara ili’nde yapılan ağır metal biyoizleme (= biyomonitöring) çalışması* (Yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi.

- Işık, V., & Yıldız, A. (2021). *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. likeni kullanılarak yapılan biyoizleme (= biyoizleme) çalışmaları. *MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, 31, 87–99.
- Jansone, D., Liepiņa, A. A., Barone, I., Elferts, D., Lībiete, Z., & Matisons, R. (2025). The older, the richer? A comparative study of tree-related microhabitats and epiphytes on champion and planted mature oaks. *Diversity*, 17(7), 484.
- John, V., & Türk, A. (2017). *Türkiye likenleri listesi*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayını.
- John, V., Güvenç, Ş., & Türk, A. (2023). Additions to the checklist and bibliography of the lichens and lichenicolous fungi of Turkey II. *Archive for Lichenology*, 34, 1-47.
- Kocakaya, M., Barak, M. Ü. & Kocakaya, Z. (2023). New records of lichenicolous and lichenized fungi from Üzümdere Nature Park, Türkiye. *Mycotaxon*, 137(4), 943-951.
- Kocakaya, M., Halıcı, M. G., Ahtı, T., & Kocakaya, Z. (2018a). New or otherwise interesting records of *Cladonia* species from Turkey. *Herzogia*, 31(1), 327-331.
- Kocakaya, M., Kocakaya, Z., Kaya, D., & Barak, M. Ü. (2018b). A New Lichenicolous Fungus Record from the Turkey, *Tremella macrobasidiata* (Basidiomycota, Tremellales). *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(1), 95-97.
- Köprü, S., Dokan, F., Kocakaya, Z., Per, S., Çadır, M., & Kocakaya, M. (2022). Determination of Trace Elements of Some *Cladonia* Species from Turkey by ICP-MS. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 22(2), 135-146.
- Lawal, O., & Ochei, L. C. (2024). Lichen-air quality association rule mining for urban environments in the tropics. *International Journal of Environmental Health Research*, 34(3), 1713-1724.
- Löhmus, P., & Löhmus, A. (2019). The potential of production forests for sustaining lichen diversity: A perspective on sustainable forest management. *Forests*, 10(12), 1063.
- Matos, P., Geiser, L., Hardman, A., Glavich, D., Pinho, P., Nunes, A., Soares, A. M. V. M., & Branquinho, C. (2017). Tracking global change using lichen diversity: Towards a global-scale ecological indicator. *Methods in Ecology and Evolution*, 8, 788–798.
- Mert, A., Özkan, K., Şentürk, Ö., & Negiz, M. G. (2016). Changing the potential distribution of Turkey Oak (*Quercus cerris* L.) under climate change in Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(4), 1633-1638.

- Nash, T. H. III. (2008). *Lichen biology* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Negiz, M. G., & Aygöl, E. Ö. (2020). Relationships between alpha plant species diversity and environmental variables in Dedegöl (Yenişarbademli) Mountain area. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(1), 173–183.
- Negiz, M. G., & Aygöl, T. İ. (2019). Kurucuova Yöresi'nde odunsu tür zenginliğinin yetiştirme ortamı faktörlerine göre dağılımı. *Turkish Journal of Forestry*, 20(2), 123-132.
- Negiz, M. G., & Erfidan, O. (2024). Vegetation-environment relationships in the Akdağ (Burdur) region. *Šumarski list*, 148(11-12), 565-576.
- Nimis, P. L., & Wolseley, P. A. (Eds.). (2002). *Monitoring with lichens—Monitoring lichens* (Vol. 7). Springer Science & Business Media.
- OGM. (2006). *Sürdürülebilir orman yönetimi kriter ve göstergeler 2006 yılı raporu*. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/SurdurulebilirOrmanYonetimi/2006%20SOYKG%20Raporu.pdf>, Erişim tarihi: 25.09.2025.
- Özkan, K., Negiz, M. G., & Özdemir, İ. (2025). Structural Diversity Analysis Using Shannon's Entropy and Information Measures.
- Özkan, K., Şentürk, Ö., Arslan, M., & Negiz, M. G. (2024). Prioritizing conservation areas based on contributions to rarity and beta diversity in Mediterranean forest ecosystems in Türkiye. *Annals of Forest Research*, 67(2), 67-85.
- Sarkım, M. (2022). Küresel iklim değişikliği, orman yangınları ve turizmin sürdürülebilirliği. In N. Sarıgözel (Ed.), *Sosyal, beşerî ve idari bilimler alanında uluslararası araştırmalar XIX* (pp. 347–364). Eğitim Yayınevi. ISBN: 978-625-6382-74-9
- Skutch, A. F. (1929). Early stages of plant succession following forest fires. *Ecology*, 10(2), 177–205.
- Stanton, D. E., Ormond, A., Koch, N. M., & Colesie, C. (2023). Lichen ecophysiology in a changing climate. *American Journal of Botany*, 110(2), e16131.
- Şentürk, Ö., Gülsoy, S., Negiz, M. G., & Karakaya, F. (2024). Determination of model maps for the potential distribution of Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arnold.) in natural forest areas in the Central Black Sea region. *Biological Diversity and Conservation*, 17(2), 112-120.
- Tıgılı Kaytanlıoğlu, E. H. , & Fakir, H. (2025). Potential distribution mapping of *Orchis anatolica* (Boiss.) naturally distributed in Isparta province. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 11(1), 92-99.

- Titus, B. D., Brown, K., Helmisaari, H.-S., Vanguelova, E., Stupak, I., Evans, A., Clarke, N., Guidi, C., Bruckman, V. J., Varnagirytė-Kabasinskiene, I., Armolaitis, K., de Vries, W., Hirai, K., Kaarakka, L., Hogg, K., & Reece, P. (2021). Sustainable forest biomass: A review of current residue harvesting guidelines. *Energy, Sustainability and Society*, 11, 10.
- Tolunay, A., & Akyol, A. (2015). Identification of appropriate biodiversity indicators for ecologically sustainable forest management at national level. *Sains Malaysiana*, 44(2), 159–166.
- Tudoran, G. M. (2024). Composition of natural forest types—Long-term goals for sustainable forest management. *Forests*, 15(7), 1196.
- Will-Wolf, S., Jovan, S., Neitlich, P., Peck, J. E., & Rosentreter, R. (2015). Lichen-based indices to quantify responses to climate and air pollution across northeastern USA. *The Bryologist*, 118(1), 59–82.
- Yiğit, M., & Halıcı, M. G. (2024). Likenleşmiş mantarlar (likenler). İçinde F. G. Koçancı & E. Bölükbaşı (Ed.), *Biyoloji* (ss. 55-69). Afyonkarahisar: YAZ Yayınları. E-ISBN 978-625-6104-44-0.
- Zarabska-Bożejewicz, D., & Kujawa, K. (2018). The effect of land use on taxonomical and functional diversity of lichens in an agricultural landscape. *Fungal Ecology*, 33, 72–79.
- Zeydanlı, U. S., Bilgin, C., Kınıkoğlu, Y., Yalçın, S & Doğan, H. (2011). İklim değişikliği ve ormancılık: modellerden uygulamaya.

Chapter 7

Bridging Urban Climate Mitigation and Adaptation: A Local Governance Framework for Water Resilience

Senem GÜNEŞ ŞEN¹

Climate change presents an escalating and multifaceted threat to urban areas, necessitating urgent and coordinated responses across all levels of governance. Among these, local governments are uniquely positioned to lead transformative action, given their proximity to communities and authority over key urban systems (Aall, 2012; Şen, 2025). This chapter explores the strategic role of local administrations in integrating mitigation and adaptation strategies to foster sustainable and climate-resilient cities. Among various urban vulnerabilities, water systems present a critical focal point where mitigation and adaptation pathways intersect most acutely.

Urban areas are both major contributors to global greenhouse gas (GHG) emissions and hotspots of climate vulnerability. They are responsible for approximately 70% of global GHG emissions and consume more than two-thirds of the world's energy (UN-Habitat, 2022). Simultaneously, they are increasingly affected by rising temperatures, erratic precipitation, water scarcity, and extreme flooding—especially in densely populated and poorly planned urban settlements. These interrelated challenges demand integrated strategies that can simultaneously reduce emissions and enhance urban resilience.

Local governments hold significant regulatory and institutional leverage. Through urban planning instruments, building codes, land-use regulation, and transportation policies, they can mainstream climate objectives into the core of city governance. Early experiences in countries such as Norway reveal that local adaptation efforts have followed different trajectories compared to broader environmental policy initiatives like Local Agenda 21, emphasizing the need for tailor-made and locally grounded strategies. Furthermore, their closeness to local communities allows for the development of inclusive, participatory, and context-specific solutions.

¹ Kastamonu University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Kastamonu/TÜRKİYE
sgunes@kastamonu.edu.tr
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5566-6676>
Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=ou35EMsAAAAJ&hl=tr>

European-wide assessments have also shown that many municipalities are actively engaging in adaptation planning, despite facing diverse institutional contexts and challenges. They also serve as critical facilitators of cross-sectoral collaboration, engaging civil society, academia, and private actors to mobilize financial, technical, and human resources.

However, local administrations often face institutional and financial constraints, including limited budgetary autonomy, fragmented governance structures, and insufficient technical expertise. To address these gaps, this study proposes an integrated framework that bridges mitigation and adaptation pathways, with a particular focus on urban water resilience. The framework combines emissions reductions—through energy-efficient infrastructure and low-carbon mobility—with resilience-building measures such as decentralized water systems, nature-based solutions, and green infrastructure (Aguiar et al., 2018; Aközlü & Şen, 2023).

Drawing on empirical case studies from diverse urban contexts, this chapter offers actionable recommendations to guide local policymakers in implementing dual-purpose climate strategies. The central research question is: How can local governments design and implement policies that simultaneously reduce emissions and enhance urban resilience, particularly in the domain of water resource management? By answering this question, the study contributes to the evolving discourse on climate-resilient urban governance and the practical integration of mitigation and adaptation measures at the city scale. To situate local governance strategies within the broader climate discourse, it is first necessary to outline the fundamental mechanisms and urban-specific vulnerabilities associated with climate change.

Fundamentals of Climate Change

Climate change describes long-term shifts in global temperatures and weather patterns, driven in recent decades largely by human activity. Although climatic variations have always occurred through natural processes, the rapid changes now being observed are primarily the result of anthropogenic greenhouse gas (GHG) emissions—most notably from fossil fuel use, deforestation, and intensive agricultural practices (Biesbroek & Delaney, 2020; IPCC, 2021; Güngör & Şen, 2024).

The greenhouse effect, a natural process that helps maintain Earth's habitable climate, has been amplified by rising concentrations of carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), and nitrous oxide (N₂O) in the atmosphere (Amundsen et al., 2010; Aall, 2012). This intensification has driven global warming, visible in shrinking ice sheets, rising sea levels, and an increase in the frequency and severity of extreme weather events such as droughts, floods, and heatwaves (Bauer et al., 2012; NASA, 2022).

Cities face heightened risks because of the urban heat island (UHI) effect, where built surfaces like asphalt and concrete trap more heat than vegetated areas (Brink & Wamsler, 2018; Yılmaz & Öztürk, 2024a, 2024b). This localized warming—often 1–3°C higher than surrounding rural zones—intensifies health threats, particularly for vulnerable groups such as low-income residents and the elderly (Berkhout et al., 2015; Campos et al., 2017; Bausch & Koziol, 2020; Şen, 2024). Adding to these challenges, many cities struggle with aging infrastructure and unsustainable land-use patterns, which further increase their exposure to climate-related hazards.

Understanding these fundamentals is crucial for shaping effective climate responses. Cities are not only major emitters and climate victims; they are also key arenas for innovative solutions. Effective urban climate governance must therefore pursue a dual agenda—mitigating emissions and adapting to unavoidable changes—within an integrated policy framework. To ground this discussion in measurable urban metrics, Table 1 summarizes key data linking emissions, energy use, and resilience benefits. As illustrated in Table 1, urban green infrastructure contributes significantly to both mitigation and adaptation outcomes.

Table 1. Summary of Urban Climate Indicators and Associated Resilience Outcomes

Category	Statistic	Source
Greenhouse Gas Emissions	Cities contribute ~70% of global GHG emissions	UN-Habitat (2022)
Energy Use in Buildings	Buildings account for ~40% of global energy use and 33% of GHG emissions	IEA (2023)
Urban Heat Island (UHI) Effect	Urban centers are 1–3°C warmer than surrounding rural areas	EEA (2022)
Green Infrastructure Benefits	Can reduce flood risk by 20–25% and surface temperatures by 2–3°C	IPCC (2022); EEA (2022)
Growth of Urban Renewables	Share increased from 27% to 35% (2018–2023)	REN21 (2023)
Building Energy Efficiency	Efficiency measures can reduce urban energy demand by 20–50%	UNEP (2022)

Urban Climate Vulnerabilities and Governance Gaps

Urban areas are increasingly situated at the frontline of climate change—both as significant contributors and highly exposed systems. Their high population density, infrastructural complexity, and intensive resource consumption amplify their vulnerability to climate risks such as heatwaves, flooding, water stress, and drought. These challenges are further intensified by the urban heat island (UHI) effect, which results in localized temperature increases of 1–3°C compared to surrounding rural regions (Campos vd., 2017; Şen & Güngör, 2019; EEA, 2022).

Additionally, the increasing frequency of extreme weather events—such as torrential rains and prolonged dry spells—has exposed the limitations of traditional urban infrastructure, much of which was not designed to cope with modern climate realities. Impervious surfaces, aging drainage systems, and inadequate green spaces heighten the risk of urban flooding and limit cities' ability to regulate heat and absorb stormwater (Carlsson *et al.*, 2024).

Urban areas face increasing challenges related to deteriorating air and water quality, mainly from transportation and industrial activities dependent on fossil fuels. These environmental stresses often affect vulnerable populations, particularly low-income households, elderly residents, and climate migrants, who often have limited access to healthcare, cooling facilities, or safe housing (Bulkeley & Betsill, 2013). Addressing these social issues requires adaptation strategies that are technically effective, fair, and inclusive.

However, turning climate awareness into concrete local action is rarely straightforward. Cities encounter a variety of institutional, technical, and financial barriers, such as:

- **Restricted financial capacity:** Many municipalities lack both direct access to climate financing and the flexibility to reallocate budgets toward long-term resilience measures.
- **Institutional fragmentation:** Overlapping responsibilities between departments and different levels of government can slow down or even prevent coordinated action.
- **Data and expertise limitations:** In the Global South, cities may lack the reliable local climate data or in-house technical expertise required for risk assessments and developing context-specific solutions.
- **Regulatory inertia:** Urban planning systems frequently fail to integrate climate considerations, and in some cases, may even perpetuate unsustainable practices.

While a few cities have taken ambitious, forward-looking steps towards climate action, many remain constrained by short-term planning horizons and reactive policy responses, particularly in developing countries. Overcoming these constraints demands more than mere technical upgrades; it also requires a strong political commitment to embed climate resilience as a core principle of urban governance. In this context, developing integrated strategies that encompass mitigation and adaptation objectives has become a priority for urban leaders and policymakers.

Integrated Urban Climate Strategies: Mitigation and Adaptation Synergies

As climate-related threats intensify, the effectiveness of fragmented or isolated measures is increasingly in doubt. To tackle the challenges posed by climate change, cities need integrated approaches that combine both mitigation and adaptation objectives. It's crucial to understand that mitigation strategies—such as reducing greenhouse gas (GHG) emissions and improving energy efficiency—are essential for limiting long-term global warming. Yet these actions must be complemented by adaptation measures that enhance a city's ability to cope with both current and future climate impacts. Combining these two dimensions ensures that urban development advances in a way that is environmentally sustainable while also fostering social resilience.

- ***Energy transition and renewable integration***

Cities are central to global climate action, as they account for over 70% of energy-related GHG emissions (IEA, 2023). A key mitigation pathway involves transitioning from fossil fuels to renewable energy sources, including solar, wind, geothermal, and small-scale Hydro (Cattino & Reckien, 2024). Rooftop solar installations, district heating systems, and community energy cooperatives are examples of locally deployable solutions that reduce dependence on carbon-intensive grids.

However, the variability of renewables requires parallel investments in energy storage technologies and smart grid systems. Lithium-ion batteries, demand-response technologies, and distributed generation networks enable more stable and efficient energy distribution (Goosen vd., 2014; Baykalı & Şen, 2024). Cities such as Copenhagen, Vancouver, and Freiburg have demonstrated the feasibility of achieving high shares of renewables within urban energy mixes, supported by strong policy frameworks and stakeholder engagement (REN21, 2023).

- ***Low-carbon and resilient urban form***

Urban planning plays a pivotal role in shaping both mitigation and adaptation outcomes. Compact, mixed-use urban development reduces the need for long commutes, encourages walking and cycling, and enables efficient public transport systems (Keskitalo, 2010; Huang-Lachmann & Lovett, 2016). Transit-oriented development (TOD) has been shown to significantly reduce transport emissions while enhancing accessibility and social inclusion (UN-Habitat, 2022).

At the same time, adaptive design features—such as green corridors, permeable pavements, and elevated infrastructure—enhance resilience to flooding and extreme heat. By embedding green and blue infrastructure into the urban fabric, cities can simultaneously manage stormwater, improve microclimates, and sequester carbon.

- ***Sustainable mobility transitions***

Transportation is one of the fastest-growing sources of urban emissions, contributing approximately 25% of GHGs in cities (UNEP, 2022). Mitigation strategies include:

1. Expanding electrified public transit systems: can drastically reduce per capita emissions while improving urban connectivity.
2. Encouraging non-motorized transport through bike lanes and pedestrian zones: promotes active mobility and reduces air pollution.
3. Offering fiscal incentives for electric vehicle (EV) adoption and installing charging infrastructure

These actions not only reduce emissions but also yield significant co-benefits, such as improved air quality, reduced noise pollution, and better public health outcomes (Huang-Lachmann & Lovett, 2016). Simultaneously, adaptive mobility strategies—such as real-time flood mapping for transport routes—enhance system reliability under extreme weather conditions.

- ***Sustainable and climate-resilient buildings***

In many cities, building stock remains energy-inefficient and highly vulnerable to climate extremes such as heatwaves and flooding. Buildings represent roughly 40% of global energy use and one-third of GHG emissions (IEA, 2023). Integrated urban climate strategies emphasize (Rauken vd., 2015):

1. Green building codes and energy performance standards
2. The use of passive design principles for natural lighting and ventilation
3. Installation of solar panels, green roofs, and efficient insulation systems

Green roofs, for example, not only improve thermal performance and reduce energy demand but also absorb rainwater, mitigate UHI effects, and enhance biodiversity. Moreover, adaptive building designs can incorporate rainwater harvesting systems, elevated foundations in flood-prone zones, and materials that withstand climate extremes.

By combining mitigation and adaptation into a unified urban climate strategy, cities can leverage synergies that enhance effectiveness, reduce costs, and generate long-term social, economic, and environmental returns. This integrated approach calls for mainstreaming climate objectives into urban policies, aligning institutional mandates, and ensuring that all interventions are guided by equity, evidence, and long-term resilience goals.

Urban Climate Adaptation Strategies: From Infrastructure to Governance

As climate risks intensify, cities must transition from fragmented and reactive measures to comprehensive strategies that integrate both mitigation and adaptation goals. While mitigation—such as reducing greenhouse gas (GHG) emissions and improving energy efficiency—is critical for addressing the root causes of climate change, it must be complemented by adaptation measures that strengthen urban resilience to current and anticipated climate impacts. Integrating these two approaches ensures that urban development is both environmentally sustainable and socially inclusive (Mees, 2014). Yet adaptation also demands new forms of governance that align institutions, regulations, and risk management systems with emerging climate realities.

- *Climate-resilient urban infrastructure and water management*

In the context of escalating climate-related hazards, contemporary urban systems are under mounting pressure, jeopardising their structural integrity and the uninterrupted provision of essential services. Various extreme weather events, including powerful storms, prolonged heat waves, droughts, and floods, have exposed weaknesses in existing infrastructure and highlighted the need for urban planning to incorporate resilience measures. Meeting this challenge necessitates a holistic approach that addresses the built environment and the management of critical resources such as water, enabling cities to withstand, adapt to, and recover from climate shocks.

Enhancing the resilience of infrastructure to climate change can be initiated by strategically upgrading or retrofitting critical infrastructure elements, such as buildings, transportation networks, and utility services. This approach aims to ensure that these systems can withstand the anticipated adverse effects of climate change, including extreme weather events. Several practical measures have been identified as effective in reducing the impact of flooding, including the elevation of structures in areas susceptible to flooding, the utilisation of reflective and heat-resistant materials, and the expansion of drainage systems to accommodate increased precipitation (ADB, 2020). In the context of critical facilities, the imperative for design and adaptation is twofold. Firstly, such facilities – including water supply networks, electricity grids, hospitals, and major transportation corridors – should be designed or adapted with redundancy, flexibility, and modularity to ensure continued operation during crises. Incorporating risk assessments and climate scenario modelling into the initial planning stages is imperative to avert maladaptive investments and ensure infrastructure maintains functionality under future climate conditions (World Bank, 2021).

Water systems, which are fundamental to the resilience of urban areas, are confronted with the dual challenge of ensuring a reliable supply while reducing the risk of flooding. Integrated Water Resources Management (IWRM) provides a framework for balancing these objectives by coordinating the use of water, land, and related resources in ways that protect surrounding ecosystems (Pietrapertosa et al., 2018; GWP, 2021). In the contemporary context, effective flood management entails a shift from conventional 'hard' defensive measures, such as levees and seawalls, towards hybrid strategies that integrate engineered solutions with nature-based measures. Urban wetlands, restored floodplains, and permeable surfaces slow runoff, replenish groundwater, and maintain natural hydrological cycles.

The successful implementation of these measures increasingly depends on digital innovations. Tools such as real-time flood modelling, remote sensing, and GIS-based risk mapping help identify vulnerable areas, guide priority interventions, and improve early warning and evacuation planning. By integrating resilient infrastructure with adaptive water governance, cities can reduce their exposure to climate hazards, protect essential resources, and lay the groundwork for sustainable and secure urban futures.

- Green infrastructure as a dual strategy

Green infrastructure serves as a key adaptation measure while delivering significant co-benefits. Urban forests, green roofs, and bioswales reduce ambient temperatures, support stormwater infiltration, and improve air quality (Swart & Raes, 2015; Şen et. al., 2018). These nature-based systems also contribute to mental and physical well-being, enhance biodiversity, and create recreational opportunities in dense cityscapes (EEA, 2022; WHO, 2017).

By integrating green infrastructure into zoning and building codes, cities can reduce the urban heat island effect and adapt to prolonged dry periods or sudden storms without relying solely on conventional gray infrastructure. The synergy between ecological and engineered systems represents a cost-effective, long-term strategy for climate resilience. Such ecological–engineered synergies enable cities to adapt more naturally to climate variability while achieving broader sustainability goals.

- Institutional preparedness and urban risk governance

Adaptation is not just a technical challenge but a governance issue. Effective adaptation strategies require institutional coordination across sectors, policy domains, and governance levels. Local governments must incorporate climate resilience into urban master plans, land-use policies, and infrastructure investment frameworks.

Moreover, emergency preparedness must be systematized through robust early warning systems, risk communication protocols, and community-based disaster response initiatives (Reckien vd., 2019). Tailoring risk communication for vulnerable populations—such as the elderly, migrants, or informal settlers—is essential to avoid climate-related social inequality (IPCC, 2022). Embedding adaptation into legal mandates and institutional budgets can help mainstream long-term resilience across departments. Ultimately, without institutional integration and legal commitment, even the most advanced technical measures may fall short in delivering equitable urban resilience.

Nature-Based Solutions and Food Security: Green Spaces and Urban Agriculture

Urban green spaces and food-producing landscapes are increasingly recognized not only as environmental amenities but also as strategic assets for building resilience in cities (Lorenz vd., 2017). Amidst rising temperatures, frequent heatwaves, and intensified rainfall events, nature-based solutions (NBS)—including green roofs, urban parks, street trees, wetlands, and community gardens—serve as multifunctional systems that provide ecological, social, and economic co-benefits (Simonet & Leseur, 2019).

- *Urban green spaces as climate buffers*

Green spaces play a central role in mitigating the urban heat island effect by providing shade and facilitating evapotranspiration. Parks, forests, and green corridors can reduce local surface temperatures by up to 3°C, thereby lowering energy demand for cooling and enhancing thermal comfort, particularly in densely built environments (WHO, 2017; EEA, 2022).

These spaces also serve as natural infrastructure for stormwater management. Rain gardens, vegetated swales, and permeable surfaces help reduce runoff, replenish aquifers, and protect cities from flood risk. Additionally, green areas contribute to biodiversity conservation, carbon sequestration, and air quality improvement—supporting both climate mitigation and adaptation goals simultaneously (IPCC, 2022).

From a public health perspective, green spaces provide psychological relief, support physical activity, and create inclusive areas for social interaction. Such benefits are significant in socioeconomically vulnerable urban communities. Incorporating green spaces into urban planning is an environmental responsibility and a matter of social equity. Ensuring the fair distribution and protection of green infrastructure represents an issue of urban justice, rather than simply one of aesthetics.

- *Urban agriculture and policy frameworks for climate-resilient cities*

Urban agriculture has become an important component of broader green space strategies, integrating food production into the heart of urban environments. Community gardens, rooftop farms, vertical hydroponic systems, and edible landscapes have been demonstrated to enhance local food security whilst concomitantly reducing carbon emissions associated with the long-distance transportation of food (FAO, 2022). Urban agriculture offers a decentralized production model in urban areas susceptible to climate-related disruptions, such as droughts or supply chain interruptions. This model can deliver fresh, affordable, nutritious food while strengthening community self-reliance. These systems also support circular urban economies through composting, rainwater harvesting, and the reuse of locally available resources (Juhola, 2016; Şen & Güngör, 2018; Ledda et al., 2024).

Urban farming has been shown to revitalize underutilized spaces when integrated into existing neighborhoods, fostering a sense of community ownership and identity. Beyond its environmental and social value, it has been demonstrated to generate employment opportunities in the green sector, stimulate local economies, and raise environmental awareness. Educational initiatives, whether community-driven or school-based, have the potential to promote ecological literacy further, thereby encouraging a culture of sustainability that transcends generations (UN-Habitat, 2022).

In order to unlock the full potential of resilience offered by urban agriculture and green spaces, city governments and urban planners must embed these practices within urban policy and planning frameworks. The necessary measures include establishing minimum green space requirements for redevelopment projects, providing incentives for green roofs and urban farming initiatives, and protecting ecologically valuable land from degradation or conversion. Public–private partnerships can contribute to the financing and maintenance of these spaces, while community-led stewardship models can help ensure their long-term success.

Equity remains a pivotal consideration in this context: it is imperative that access to green and food-producing spaces is inclusive to prevent the exacerbation of social inequalities. Integrating nature-based adaptation strategies with localized food systems offers cities a multifaceted approach to advancing multiple Sustainable Development Goals (SDGs), particularly climate action, biodiversity, public health, equity, and sustainable urban growth. Consequently, nature is no longer merely a passive backdrop to urban life but an active partner in creating inclusive and climate-resilient cities.

Multi-Level Climate Governance: Integrating Mitigation, Adaptation, and Collaboration

Tackling the climate crisis in urban areas necessitates more than mere technical solutions; it demands a radical transformation in the modus operandi of governance. Climate governance can be defined as the systems, institutions, and policy frameworks that enable different stakeholders to collaborate in reducing greenhouse gas emissions and adapting to climate impacts. Cities are both significant contributors to emissions and highly vulnerable to climate risks; therefore, it is vital to embed mitigation and adaptation within governance structures at multiple levels and across different sectors. Integrating these elements is imperative for maintaining urban development as coherent, resilient, and sustainable in the long term..

- *Integrating adaptation and mitigation in urban planning*

Historically, urban climate policies have tended to treat mitigation—such as reducing carbon emissions—and adaptation—such as preparing for the impacts of extreme weather—as separate priorities. In reality, however, many actions can address both goals. For example, expanding urban forest areas absorbs atmospheric carbon, provides shade, mitigates heat stress, and reduces flood risks. These outcomes deliver benefits for both mitigation and adaptation, as highlighted by the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC, 2022).

Integrating these two approaches requires planners and policymakers to incorporate climate considerations into all aspects of urban planning, including land-use zoning, transportation systems, and building regulations. By doing so, they can ensure that new infrastructure and urban expansion do not unintentionally increase vulnerability to climate hazards. This integration also helps avoid maladaptation, improve resource efficiency, and align climate objectives across different parts of the urban system..

Crucially, integrated planning should be guided by long-term commitments, such as the Paris Agreement and the Sustainable Development Goals (SDGs), to ensure that short-term urban development decisions do not undermine future climate resilience and sustainability.

- *Multi-level and cross-sectoral coordination*

Urban climate governance is inherently multi-scalar. While local governments are closest to implementation, they operate within national policy frameworks and are increasingly influenced by international networks (e.g., C40 Cities, ICLEI). Effective coordination between municipal, regional, and national

authorities ensures policy alignment and avoids jurisdictional fragmentation (OECD, 2021).

Furthermore, integrating climate action across policy sectors—such as energy, transport, housing, water, health, and environment—prevents siloed interventions. For example, decarbonizing transport requires coordination between planning departments (land-use), public works (infrastructure), and energy providers (charging networks).

Collaboration with civil society, academia, and the private sector can enhance legitimacy, local knowledge, and innovation. Participatory governance models—such as community advisory boards and climate task forces—support more inclusive and context-sensitive adaptation pathways (Massey & Huitema, 2016). These models enhance democratic legitimacy and have been successfully piloted in cities like Barcelona and Portland through neighborhood-level climate councils.

- Legal and regulatory instruments for climate-resilient cities

A robust legal framework is critical for operationalizing climate commitments. Local governments need clear mandates and enforcement mechanisms to implement climate policies effectively. Key regulatory instruments include:

- Emissions reduction targets integrated into municipal climate action plans,
- Green building codes and performance standards for energy and water efficiency,
- Climate-sensitive zoning laws that restrict development in high-risk flood zones or preserve urban green spaces,
- Carbon pricing mechanisms, tax incentives, and green subsidies to stimulate private sector participation (IRENA, 2022).

These instruments must exhibit dynamism and iteration, empowering cities to adapt to emerging scientific evidence and technological advancements. It is incumbent upon legislators and policymakers to devise legal frameworks that uphold social equity and protect marginalised groups from the risks posed by climate change. Furthermore, governments and local authorities must uphold the principle of climate justice by guaranteeing fair access to adaptation resources.

- Enabling governance capacities

Numerous local governments encounter obstacles, including budgetary limitations, inadequate technical capability, and institutional fragmentation. In order to overcome these challenges, national and international actors must

provide financial transfers, capacity-building programmes, and data-sharing platforms. International cooperation is crucial for exchanging knowledge and accessing global climate finance instruments (for example, the Green Climate Fund and the Global Environment Facility).

Digital tools also enhance governance capacity. Planners and policymakers can use Geographic Information Systems (GIS), climate risk models, and urban digital twins to facilitate evidence-based planning and real-time decision-making. Online platforms promote stakeholder engagement and increase transparency in climate-related investments and policies (Gupta et al., 2007; Şen & Güngör, 2018). Such platforms can also serve as accountability instruments, enabling citizens to monitor climate spending and project outcomes in real time.

In sum, integrated climate governance enables cities to navigate complexity, align short- and long-term goals, and foster collaboration across administrative, disciplinary, and sectoral boundaries (Juhola et al., 2012). Such governance is not just supportive of climate action—it is foundational to its success.

Financing the Urban Climate Agenda: Mechanisms and Mobilization

Implementing integrated climate adaptation and mitigation strategies in urban areas requires substantial and sustained financial resources. However, most cities—particularly in developing regions—face critical funding gaps, limited fiscal autonomy, and a lack of access to capital markets. Mobilizing financial resources for climate-resilient urban development thus demands a diversified, innovative, and multi-scalar approach, involving both public and private actors.

- Public finance and budgetary reforms

Local governments often rely on national transfers and fixed municipal revenues, which are insufficient to cover the scale of investments required for climate infrastructure, green transition technologies, and adaptation measures. Mainstreaming climate considerations into municipal budgeting frameworks—through climate budgeting, performance-based grants, or climate expenditure tagging—can help align public resources with climate priorities (UNDP, 2020).

Decentralized fiscal frameworks that allow cities to raise local revenues—via land value capture, climate fees, or congestion pricing—can enhance local autonomy and accountability. Policy coherence across government levels is essential to ensure that public funds support long-term, resilient infrastructure rather than short-term or maladaptive investments. Without such coherence, well-intentioned local climate efforts may be undermined by contradictory or short-term national funding priorities.

- Private sector engagement and risk sharing

Given the capital-intensive nature of many climate projects, public funds alone are insufficient. Cities must therefore catalyze private investment by reducing perceived risks and improving bankability. Instruments such as:

- Green public procurement,
- Credit enhancement guarantees,
- Viability gap funding,
- Regulatory risk mitigation tools (e.g., feed-in tariffs, carbon pricing) can improve investor confidence in urban climate projects (IRENA, 2022).

Alongside financial de-risking instruments, structural partnerships with the private sector can play a transformative role. Public-private partnerships (PPPs) offer another mechanism for leveraging private capital. When structured effectively, PPPs allow cities to share investment risks, access technical expertise, and accelerate project delivery. Transparent governance and long-term performance monitoring are critical to ensuring that PPPs deliver both environmental and social returns.

- Climate bonds and innovative instruments

Cities are increasingly turning to green bonds and climate bonds to raise capital for infrastructure projects with measurable climate benefits. These instruments connect cities to international capital markets, attract sustainability-focused investors, and provide long-term, low-cost finance. The global green bond market exceeded USD 500 billion in issuances in 2023, with a growing share allocated to urban initiatives (Climate Bonds Initiative, 2023).

Other innovative tools include:

- Sustainability-linked loans, which tie interest rates to performance on climate metrics;
- Blended finance, which combines concessional and commercial funds;
- Revolving climate funds, which reinvest repayments from earlier projects.

Such mechanisms not only diversify funding sources but also enable cities to align investment flows with climate goals in a transparent and accountable manner.

- Accessing global climate funds

International climate finance—channeled through mechanisms such as the Green Climate Fund (GCF), Global Environment Facility (GEF), and Adaptation

Fund—offers vital support for cities, particularly in the Global South. However, accessing these funds often requires complex application procedures, multi-stakeholder coordination, and capacity to monitor and evaluate results (GCF, 2022; GEF, 2023).

Cities can improve eligibility by developing robust climate finance readiness programs, which include:

- Project pipeline development,
- Transparent governance systems,
- Environmental and social safeguard frameworks.

National governments play a key enabling role by accrediting subnational entities and supporting programmatic access to multilateral funds. This highlights the critical role of vertical integration between national and subnational actors in climate finance governance.

5. Community-Based and Localized Finance

While large-scale infrastructure demands macro-finance, grassroots initiatives are equally vital for building inclusive and place-based climate resilience. Locally-driven financing models can complement top-down instruments by engaging communities directly in resource mobilization. Examples include:

- Participatory budgeting for climate adaptation projects;
- Crowdfunding platforms for small-scale renewable energy and green infrastructure;
- Cooperative ownership models for decentralized energy or urban agriculture initiatives.

These approaches not only mobilize resources but also foster local ownership, increase transparency, and align investments with community needs and values (Goosen vd., 2013).

By combining public and private, local and global, conventional and innovative financial mechanisms, cities can secure the necessary resources to implement climate-resilient urban development. Effective finance strategies must go hand in hand with enabling governance frameworks, institutional capacity-building, and long-term visioning.

Community Engagement for Climate Resilience: Awareness, Education, and Participation

Building climate-resilient cities is not solely a technical or institutional endeavor—it is fundamentally a societal process. The active participation of citizens and civil society is essential to ensure the legitimacy, sustainability, and equity of climate action. Community engagement enables bottom-up innovation, enhances adaptive capacity, and fosters shared responsibility in confronting climate risks.

- *Raising awareness and climate literacy*

Raising public awareness is the cornerstone of meaningful climate engagement. Without a clear understanding of climate change causes, impacts, and solutions, individuals and communities are less likely to support or participate in climate policies. Effective awareness campaigns must go beyond disseminating information—they must motivate behavior change, build trust, and connect global challenges to local realities.

To be effective, awareness strategies must be locally grounded and culturally relevant. Multi-channel communication strategies, including traditional media, social platforms, mobile apps, and street campaigns, can broaden reach and tailor messaging to different segments of the population. The use of storytelling, local testimonies, and visual tools enhances emotional resonance and relatability (UNESCO, 2021). Trusted messengers—such as educators, community leaders, or religious figures—can play a crucial role in bridging the gap between science and social acceptance.

- *Environmental education and capacity development*

Embedding climate and environmental education into formal and informal learning systems cultivates long-term behavioral change. School-based programs, university curricula, vocational training, and youth-led initiatives promote climate literacy and nurture a generation of environmentally responsible citizens (Hoff & Strobel, 2013).

Community workshops, eco-clubs, and citizen science projects offer accessible platforms for lifelong learning and hands-on engagement. Involving marginalized groups—including women, youth, elderly, and low-income populations—in these programs ensures that no one is left behind in the climate transition.

- Beyond conceptual understanding, communities also require practical skills to adapt effectively. Educational efforts should also include capacity development for community-based adaptation, such as:

- Emergency preparedness and first response training,
- Sustainable agriculture and water management techniques,
- Energy conservation and waste reduction practices.

These practical skills enhance household resilience and increase collective adaptive capacity at the neighborhood scale.

- **Participatory governance and social mobilization**

Climate action is more effective and just when communities are involved in decision-making. Participatory planning processes—such as town hall meetings, co-design workshops, and climate councils—allow citizens to voice their needs, contribute local knowledge, and hold decision-makers accountable (ICLEI, 2023).

Tools like participatory mapping, budgeting, and feedback platforms foster transparency and shared ownership of climate initiatives. Such approaches increase public acceptance of policy measures and reduce social resistance to potentially disruptive actions (e.g., zoning changes, carbon taxes).

Historically, civic mobilization has been a driving force behind major environmental reforms. Social mobilization also plays a critical role in shaping political will and sustaining momentum. Grassroots campaigns, climate marches, and community-driven projects (e.g., tree planting, clean-up drives) translate awareness into tangible action. Moreover, collaboration with NGOs, faith-based groups, and community organizations extends the reach and impact of engagement strategies (Damsø vd., 2016; Şen & Güngör, 2018).

- ***Equity and inclusiveness in engagement***

Inclusive climate engagement means ensuring that all segments of society—especially those most vulnerable to climate impacts—have a voice and role in climate decision-making. Gender-responsive, culturally appropriate, and disability-inclusive strategies are essential to achieving climate justice.

Governments and institutions must actively remove participation barriers by providing accessible formats, translation services, and financial support for community-based organizations. Equity-based indicators should be incorporated into climate action monitoring to assess how benefits and burdens are distributed across populations. Tracking equity outcomes is essential to ensure that engagement is not merely symbolic but substantively inclusive.

By empowering communities through awareness, education, and participatory processes, cities can foster a culture of co-responsibility in climate governance. Public engagement is not merely a supplementary activity but a fundamental

cornerstone for the construction of resilient, inclusive, and future-ready urban environments.

Conclusion

Urban areas are at a critical crossroads where climate risks and opportunities converge. As significant contributors to greenhouse gas emissions and highly vulnerable to the impacts of climate change, cities have a dual responsibility—supported by their institutional capacity—to lead transformative climate action. This dual role places cities at the centre of building more sustainable and resilient futures.

In urban contexts, effective climate governance hinges on integrating adaptation and mitigation into planning and policy frameworks. Adaptation measures strengthen a city's ability to cope with increasingly frequent and severe hazards. These include constructing climate-resilient infrastructure, adopting water-sensitive urban design, and integrating climate risk assessments into planning processes. Meanwhile, mitigation measures—such as expanding renewable energy sources, improving energy efficiency, and increasing green spaces—help reduce emissions and support global decarbonisation goals. Together, these approaches reinforce one another, enabling cities to address immediate challenges while safeguarding long-term sustainability.

The findings emphasise the importance of multi-level, cross-sector governance, with policymakers supporting it through clear legislative frameworks, coordinated institutional mandates, and alignment across administrative boundaries. Such structures help maintain policy coherence, consistency, and long-term impact.

Financing mechanisms play an equally important role by enabling the implementation of climate strategies. Municipalities and national governments can use green bonds, blended finance models, and participatory funding approaches to mobilise critical resources while maintaining transparency, accountability, and inclusivity. These financing options are especially valuable for municipalities with limited budgets that must respond to growing adaptation needs.

Community engagement is another cornerstone of long-lasting urban climate resilience. Generating collective action, increasing policy acceptance, and promoting equitable outcomes requires building public awareness, fostering climate literacy, and ensuring inclusive participation. Such involvement also strengthens trust, social cohesion, and local ownership — key factors for sustaining climate initiatives in the long term.

Integrating adaptation and mitigation into urban development demands a socio-political transformation, not merely a technical adjustment. Achieving this transformation requires visionary leadership, evidence-based and equitable decision-making, inclusive governance, and sustained investment. As the climate crisis worsens, cities must act as centres of innovation and resilience, translating global climate goals into locally grounded solutions that safeguard the planet's health and the well-being of future generations.

REFERENCES

- Aall, C. (2012). The early experiences of local climate change adaptation in Norwegian compared with that of local environmental policy, Local Agenda 21 and local climate change mitigation. *Local Environment*, 17(6-7), 579-595.
- Aguiar, F. C., Bentz, J., Silva, J. M., Fonseca, A. L., Swart, R., Santos, F. D., & Penha-Lopes, G. (2018). Adaptation to climate change at local level in Europe: An overview. *Environmental Science & Policy*, 86, 38-63.
- Amundsen, H., Berglund, F., & Westskog, H. (2010). Overcoming barriers to climate change adaptation—a question of multilevel governance?. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 28(2), 276-289.
- Asian Development Bank. (2020). Future-proofing infrastructure for climate resilience. <https://www.adb.org/publications>
- Aközlü, 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.
- Baykalı, B., & Şen, G. (2024). Determining Urban and Rural Perceptions of Forest Ecosystem Services. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 26(3), 1-1.
- Bauer, A., Feichtinger, J., & Steurer, R. (2012). The governance of climate change adaptation in 10 OECD countries: challenges and approaches. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 14(3), 279-304.
- Bausch, T., & Koziol, K. (2020). New policy approaches for increasing response to climate change in small rural municipalities. *Sustainability*, 12(5), 1894.
- Biesbroek, R., & Delaney, A. (2020). Mapping the evidence of climate change adaptation policy instruments in Europe. *Environmental Research Letters*, 15(8), 083005.
- Brink, E., & Wamsler, C. (2018). Collaborative governance for climate change adaptation: mapping citizen–municipality interactions. *Environmental Policy and Governance*, 28(2), 82-97.
- Berkhout, F., Bouwer, L. M., Bayer, J., Bouzid, M., Cabeza, M., Hanger, S., ... & van Teeffelen, A. (2015). European policy responses to climate change: progress on mainstreaming emissions reduction and adaptation. *Regional Environmental Change*, 15(6), 949-959.
- Bulkeley, H., & Betsill, M. M. (2013). Revisiting the urban politics of climate change. *Environmental Politics*, 22(1), 136–154. <https://doi.org/10.1080/09644016.2013.755797>
- Campos, I., Guerra, J., Gomes, J. F., Schmidt, L., Alves, F., Vizinho, A., & Lopes, G. P. (2017). Understanding climate change policy and action in Portuguese municipalities: A survey. *Land use policy*, 62, 68-78.

- Carlsson-Kanyama, A., Carlsen, H., & Dreborg, K. H. (2013). Barriers in municipal climate change adaptation: Results from case studies using backcasting. *Futures*, 49, 9-21.
- Cattino, M., & Reckien, D. (2021). Does public participation lead to more ambitious and transformative local climate change planning?. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 52, 100-110.
- Climate Bonds Initiative. (2023). Green bonds market summary Q4 2023. <https://www.climatebonds.net>
- Damsø, T., Kjær, T., & Christensen, T. B. (2016). Local climate action plans in climate change mitigation—examining the case of Denmark. *Energy Policy*, 89, 74-83.
- Ergül, H. A., & Kuşçu, İ. S. K. (2025). Variations in Cu, Co, Cr, Cd, and Pb Concentrations Based on Soil Depth, Plant Species, and Plant Organs at Copper Mining Sites. *BioResources*, 20(3), 6116-6134.
- European Environment Agency. (2022). Urban adaptation in Europe: How cities and towns respond to climate change. <https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-in-europe>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). Urban agriculture for resilient food systems. <https://www.fao.org>
- Global Environment Facility. (2022). Financing sustainable urban development. <https://www.thegef.org>
- Global Water Partnership. (2021). Integrated water resources management in cities. <https://www.gwp.org>
- Green Climate Fund. (2022). Accessing climate finance: A guide for sub-national entities. <https://www.greenclimate.fund>
- Goosen, H., de Groot-Reichwein, MAM, Masselink, L., Koekoek, A., Swart, R., Bessembinder, J., ... & Immerzeel, W. (2014). Hollanda için İklim Uyum Hizmetleri: mekansal uyum planlamasını desteklemeye yönelik operasyonel bir yaklaşım. Bölgesel çevresel değişim , 14 (3), 1035-1048.
- Gupta, J., Lasage, R., & Stam, T. (2007). National efforts to enhance local climate policy in the Netherlands. *Environmental Sciences*, 4(3), 171-182.
- Güngör, E., & Şen, G. (2024). Sustainable Afforestation Strategies: Hybrid Multi-Criteria Decision-Making Model in Post-Mining Rehabilitation. *Forests*, 15(5), 783.
- Huang-Lachmann, J. T., & Lovett, J. C. (2016). How cities prepare for climate change: Comparing Hamburg and Rotterdam. *Cities*, 54, 36-44.
- Hoff, J., & Strobel, B. W. (2013). A municipal'climate revolution'? the shaping of municipal climate change policies. *The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies*, 12(1), 3.

- ICLEI – Local Governments for Sustainability. (2023). Empowering communities for climate resilience. <https://iclei.org>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. <https://www.ipcc.ch/ar6/wg2>
- International Energy Agency. (2023). Energy efficiency 2023. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2023>
- International Renewable Energy Agency. (2022). Financing the energy transition in cities. <https://www.irena.org>
- Juhola, S. (2016). Barriers to the implementation of climate change adaptation in land use planning: a multi-level governance problem?. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 8(3), 338-355.
- Juhola, S., Haanpää, S., & Peltonen, L. (2012). Regional challenges of climate change adaptation in Finland: examining the ability to adapt in the absence of national level steering. *Local Environment*, 17(6-7), 629-639.
- Keskitalo, E. C. H. (Ed.). (2010). Developing adaptation policy and practice in Europe: multi-level governance of climate change (pp. 1-38). Dordrecht: Springer.
- Kravkaz Kuşçu, İ. S., Kılıç Bayraktar, M., & Tunçer, B. (2022). Determination of heavy metal (Cr, Co, and Ni) accumulation in selected vegetables depending on traffic density. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(6), 224.
- Ledda, A., Di Cesare, E. A., Satta, G., Cocco, G., Calia, G., Arras, F., ... & De Montis, A. (2020). Adaptation to climate change and regional planning: A scrutiny of sectoral instruments. *Sustainability*, 12(9), 3804.
- Lorenz, S., Dessai, S., Forster, PM ve Paavola, J. (2017). İngiltere ve Almanya'daki yerel yönetimlerde uyum planlaması ve iklim değişikliği projeksiyonlarının kullanımı. *Bölgesel Çevresel Değişim*, 17 (2), 425-435.
- Massey, E., & Huitema, D. (2016). The emergence of climate change adaptation as a new field of public policy in Europe. *Regional Environmental Change*, 16(2), 553-564.
- Mees, H. (2014). Responsible climate change adaptation: Exploring, analysing and evaluating public and private responsibilities for urban adaptation to climate change.
- NASA. (2022). Global climate change: Vital signs of the planet. <https://climate.nasa.gov> Organisation for Economic Co-operation and

- Development. (2021). Cross-sectoral approaches to climate resilience. <https://www.oecd.org>
- Ölmez, Z. R. D., & Kuşçu, İ. S. K. (2024). Ankara’da Yerleşim Alanlarına Yakın Tarım Topraklarında Kobalt Kirlilik Düzeylerinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(11), 1894-1899.
- REN21. (2023). Renewables 2023 global status report. <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>
- Pietrapertosa, F., Khokhlov, V., Salvia, M., & Cosmi, C. (2018). Climate change adaptation policies and plans: A survey in 11 South East European countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 3041-3050.
- Rauken, T., Mydske, P. K., & Winsvold, M. (2015). Mainstreaming climate change adaptation at the local level. *Local Environment*, 20(4), 408-423.
- Reckien, D., Salvia, M., Pietrapertosa, F., Simoes, S. G., Olazabal, M., Hurtado, S. D. G., ... & Heidrich, O. (2019). Dedicated versus mainstreaming approaches in local climate plans in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 112, 948-959.
- Simonet, G., & Leseur, A. (2019). Barriers and drivers to adaptation to climate change—a field study of ten French local authorities. *Climatic Change*, 155(4), 621-637.
- Swart, R. O. B., & Raes, F. (2015). Making integration of adaptation and mitigation work: mainstreaming into sustainable development policies?. In *Integrating climate change actions into local development* (pp. 288-303). Routledge.
- 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.
- Şen, G. (2024). Determining population movement-land use interactions for sustainable land management: case of Türkiye. *Memba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 10(1), 38-58.
- Şen, G., & Güngör, E. (2019). Local perceptions of forest certification in state-based forest enterprises. *Small-scale Forestry*, 18(1), 1-19.
- Şen, G., & Güngör, E. (2018). Determination of the seasonal effect on the auction prices of timbers and prediction of future prices. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(2), 266-277.
- Şen, G., Güngör, E. (2018). Analysis of land use/land cover changes following population movements and agricultural activities: a case study in northern Turkey. *Applied Ecology And Environmental Research*. 16 (2).
- Şen, G., & Güngör, E. (2018). Endüstriyel ağaçlandırmalar için en uygun tür seçiminde analitik hiyerarşi süreci yönteminin kullanılması: Kastamonu İli örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 19(1), 63-75.

- Şen, G., Güngör, E., & Şevik, H. (2018). Defining the effects of urban expansion on land use/cover change: a case study in Kastamonu, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 190(8), 454.
- UN-Habitat. (2022). *World cities report 2022: Envisioning the future of cities*. <https://unhabitat.org>
- United Nations Development Programme. (2020). *Climate budget tagging: A review of international practices*. <https://www.undp.org>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2021). *Education for sustainable development: A roadmap*. <https://www.unesco.org>
- United Nations Environment Programme. (2022). *Engaging people in climate action: Best practices and tools*. <https://www.unep.org>
- United Nations Environment Programme. (2022). *State of the climate 2022*. <https://www.unep.org/resources/state-climate-2022>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2022). *Synergies between mitigation and adaptation in cities*. <https://unfccc.int>
- World Bank. (2021). *Building resilient cities: A guide for urban policymakers*. <https://www.worldbank.org/resilientcities>
- World Health Organization. (2017). *Urban green spaces and health: A review of evidence*. <https://www.euro.who.int>
- Yardımcı, M., & Yiğit, N. (2024). Farklı Yetiştirme Koşullarında Yetişen Bazı Odunsu Türlerde Yaprak Mikromorfolojik Karakterlerinin Değişimi. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 10(2), 78-84.
- Yılmaz, D., & Ozturk, S. (2024a). Urban Heat Island From A 3d Modeling Perspective—A Review. *Environmental Modeling & Assessment*, 29(6), 1111-1129.
- Yılmaz, D., & Ozturk, S. (2024b). Evaluation of Urban Land Cover Indices Affecting Urban Heat Island Formation Using Advanced Geo-Spatial Techniques.
- Yiğit, N. (2025). Variation Of Ge Concentration In Some Coniferous Species Over Long Years. *Memba Su Bilimleri Dergisi*, 11(1), 24-33.
- Yiğit, N. (2024). Determination of sixteen woody species' ability to sequester Sr, Mo, and Sn pollutants. *BioResources*, 19(4), 784.

8. Bölüm

Sürdürülebilir Orman Yönetimi Bağlamında Orman Banyosu (Shinrin-yoku) ve Terapi Ormanları: Türkiye’den Bazı Uygulama Örnekleri ve Politika Çıkarımları

Ayşe Esra HAKVERDİ¹

Özet

Bu çalışma, orman banyosu (shinrin-yoku) ve terapi ormanı uygulamalarını sürdürülebilir orman yönetimi (SOY) ilkeleri bağlamında inceleyen betimsel bir sentez sunmaktadır. Türkiye’den Yenice Ormanları (Karabük), Günlüklü Koyu Sığla Ormanı (Muğla) ve Kafkasör Kent Ormanı (Artvin) örnekleri; koruma-kullanma dengesi, katılımcı yönetim ve izleme-değerlendirme boyutları açısından analiz edilmiştir. Bulgular, orman banyosu uygulamalarının negatif duyguları azalttığını, pozitif duyguları artırdığını, endemik ve hassas habitatlarda yaya-odaklı ziyaretçi yönetiminin sürdürülebilirliği güçlendirdiğini ve terapi ormanı yaklaşımının yerel paydaş katılımıyla somutlaşabildiğini göstermektedir. Uluslararası kanıtlar, kan basıncı ve stres hormonlarında azalma, parasempatik aktivitede artış ve ruh hâli ile uyku kalitesinde iyileşme gibi etkileri belgelemektedir. Bulgular, SOY’un sosyal faydalar ve toplum sağlığı boyutlarına kanıta dayalı bir katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir orman yönetimi, ekosistem hizmetleri, orman banyosu, terapi ormanı, toplum sağlığı, ziyaretçi yönetimi.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, a.esra.hakverdi@bozok.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-1783-6475

1. Giriş

Ülkemiz farklı ekolojik ve iklim koşulları ile farklı yeryüzü şekillerine sahip olması nedeniyle zengin bitki tür çeşitliliğini içermektedir (Negiz vd., 2017). Biyolojik çeşitliliği korumak ve devamını sağlamak adına ormancılık çalışmalarının planlanması ve uygulanması önem arz etmektedir (Kurt & Negiz 2018; Negiz vd., 2019). Sürdürülebilir orman yönetimi (SOY), orman ekosistemlerinin ekolojik bütünlüğünü korurken ekonomik ve sosyal işlevlerin dengeli biçimde sürdürülmesini amaçlayan bir çerçevedir. Kent ormanları ve rekreasyon alanlarında ekosistem hizmetlerinin (düzenleyici, destekleyici, kaynak sağlayan ve kültürel) görünür kılınması, SOY'un çok-işlevlilik ilkesini somutlaştırır. Bu bağlamda, shinrin-yoku ve terapi ormanı uygulamaları, koruyucu sağlık ve esenlik çıktıları üzerinden SOY ile güçlü bir kesişim sergiler. Literatür, orman banyosunun duyu durum göstergelerinde iyileşme sağladığını (Karaşah, 2022), endemik habitatlarda yaya-odaklı kullanımın ve sessizlik/duyusal deneyim yönetiminin koruma-kullanma dengesini güçlendirdiğini (Ardahanlıoğlu, 2023) ve terapi ormanı yaklaşımının yerel rehberlik, gönüllülük ve erişilebilir parkur ağıyla mümkün olduğunu ortaya koymaktadır (Deniz, 2024). Ancak, orman kaynakları farklı amaçlar için kullanılsalar bile özellikleri gereği koruma ve çevresel fonksiyonlarını yerine getirmektedirler (Akyol ve Tolunay, 2006).

Pan-Avrupa ve Montréal Process çerçevelerinde geliştirilen kriter-gösterge setleri, SOY'un ölçme-değerlendirme altyapısını sağlar (Montréal Process Working Group, 2015). Bu zemin, kültürel ekosistem hizmetleriyle ilişkili sağlık/esenlik çıktılarının da (ör. ziyaretçi yönetimi, erişilebilirlik, sessizlik zonları) kurumsal raporlamaya bağlanmasına imkân verir (FAO, 2025). Bu bağlamda orman kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı konusundaki karar alma süreçlerinde SOY ölçüt ve göstergelerin benimsenmesinin ve uygulanmasının gerekliliği konusundaki genel ortak bir görüşü yansıtmaktadır (Hakverdi vd., 2024).

Bu çerçevede orman banyosu (shinrin-yoku) ve terapi ormanları, 1980'lerden beri Japonya'da gelişen, yavaş yürüyüş-nefes-duyusal odaklı duraklar ile orman atmosferine kasıtlı maruziyet yaratan uygulamalardır (Park vd., 2010; Li, 2025). Çok merkezli saha deneyleri ve derlemeler, otonom sinir sistemi dengesinde parasempatik yönelim (HRV gücünde artış vb.), kan basıncı ve nabızda düşüş ve stres biyobelirteçlerinde (kortizol) azalma gibi etkileri tutarlı biçimde bildirmektedir (Park vd., 2010; Ideno vd., 2017; Antonelli vd., 2019; Yau & Loke, 2020;). Bu bulgular, orman temelli deneyimlerin önleyici sağlık potansiyelini ve SOY'un sosyal sütununa (sağlık/esenlik) ölçülebilir katkısını göstermektedir (Li, 2025).

Psikolojik iyi oluş boyutunda, kısa süreli orman maruziyetlerinin duygu durumunda iyileşme (ör. PANAS (Pozitif ve Negatif Etki Çizelgesi)) ve uyku kalitesinde ilerleme bildirdiği; belirli gruplarda (örn. depresif eğilimli kadınlar) serotonin, oksitosin, IGF-1 gibi biyobelirteçlerde olumlu değişimlerin eşlik ettiği gösterilmiştir (Li vd., 2025). Bu mekanizma sinyalleri, orman terapisinin yalnızca “keyif verici” bir rekreasyon değil, önleyici halk sağlığı aracı olabileceğine işaret eder (Li, 2025; Li vd., 2025).

Türkiye’de SOY’un koruma-kullanma dengesini zorlayan baskılar (kentleşme, kitle turizmi, iklim krizi) altında alan ölçekli uygulamalar öne çıkmaktadır. Günlüklü Koyu Sığla Ormanı (Muğla) endemik *Liquidambar orientalis* topluluklarıyla hassas bir habitat olup; motorlu araç baskısını azaltan yaya-odaklı kullanım, sessizlik ve duysal durak temelli ziyaretçi yönetimi yaklaşımı önerilmektedir (Ardahanlıoğlu, 2023). Bu öneri, tür/habitat bütünlüğünü korurken deneyim kalitesini artırmayı hedefleyerek SOY ilkelerini sahaya indirir. Bununla birlikte, özellikle yerel halka ve kullanım hakkı bulunanlara sosyal, kültürel ve ekonomik faaliyetlerini yürütebilmelerine olanak sağlamak ve mutlak koruma alanlarındaki baskıyı azaltmak gerekir (Akyol ve Karakaya, 2019).

Kafkasör Kent Ormanı (Artvin) ölçeğinde ise rehberli rota ve duysal duraklar eşliğinde gerçekleştirilen pilot uygulama, PANAS ile ölçülen duygu durumu iyileşmelerini rapor eder; kent ormanlarının kültürel ekosistem hizmetlerini ölçülebilir sağlık yararlarına çevirdiğine dair yerel bir kanıt sunar (Karaşah, 2022). Bu, yerel yönetimler ve orman idaresi için izleme-değerlendirme modüllerinin (psikometrik + fizyolojik) planlara yerleştirilebileceğini de gösterir.

Yenice Ormanları (Karabük) için önerilen terapi ormanı modeli, yerel rehberlik, gönüllülük, erişilebilir parkur ağları ve destinasyon yönetimi bileşenleriyle yönetişimin kurumsallaştırılmasını hedefler; bu yönüyle SOY’un paydaş katılımı ve adil fayda paylaşımı ilkeleriyle örtüşür (Deniz, 2024). Çalışma ayrıca alan gereksinimleri ve tesis/işaretleme önerileriyle uygulanabilir bir çerçeve sunar.

Son olarak, SOY göstergeleri (Pan-Avrupa/Montréal Process) ile orman banyosu/terapi ormanı uygulamalarının kurumsal izleme-değerlendirmeye entegrasyonu mümkündür: yönetim girdileri (ziyaretçi akışı-taşıma kapasitesi, sessizlik zonları, erişilebilirlik) psikometrik (PANAS, uyku ölçekleri) ve fizyolojik (kan basıncı, nabız; uygun durumlarda kortizol) çıktılarla eşleştirilerek raporlanabilir (Forest Europe, 1993; Montréal Process Working Group, 2015). Böylece doğa temelli sağlık uygulamaları SOY raporlamasında görünür hâle gelir.

2. Kuramsal Çerçeve ve Literatür

2.1. Kuramsal temeller: dikkat yenilenmesi ve stres azaltımı

Doğa deneyiminin iyileştirici etkileri iki ana çizgide açıklanır. Dikkat Yenilenmesi Kuramı (ART), doğal ortamların yumuşak çekiciliği ve serbest çağrışımı destekleyen uyarıcıları sayesinde “yönlendirilmiş dikkat” yorgunluğunu azalttığını savunur (Kaplan, 1995; Kaplan & Kaplan, 1989). Stres Azaltımı yaklaşımı ise doğanın fizyolojik uyarılmayı düşürüp otonom sinir sisteminde dengeyi yeniden kurduğuna işaret eder; sonraki deneysel literatür bu görüşün fizyolojik göstergelerini ayrıntılandırmıştır (Park vd., 2010). Bu iki çerçeve, orman banyosu/terapi ormanlarının bilişsel-duygusal düzenleme potansiyelini açıklamada tamamlayıcıdır (Kaplan, 1995; Park vd., 2010).

2.2. Fizyolojik mekanizmalar: otonom sinir sistemi, kardiyovasküler ve endokrin göstergeler

Japonya’da 24 farklı ormanda yürütülen çok merkezli saha deneyleri, orman maruziyetinin nabız ve kan basıncını düşürdüğünü, sempatik aktiviteyi azalttığını ve parasempatik etkinliği artırdığını göstermiştir (Park vd., 2010). Bu erken kanıtlar, daha sonra sistematik derleme ve meta-analizlerle güçlenmiştir: kan basıncı için Ideno vd. (2017) ve Yau & Loke (2020) orman banyosunun SBP/DBP’de anlamlı azalma sağladığını; stres biyobelirteci kortizol için Antonelli vd. (2019) kısa süreli maruziyetlerde düşüş bulunduğunu raporlar. Mekanizma düzeyinde, NK (doğal öldürücü) hücre aktivitesi ve sayısı orman gezileri sonrası artmakta; bu artış 7 güne kadar sürebilmektedir (Li vd., 2007; 2008). Orman hava kimyasındaki fitonsitler (örn. α/β -pinene) hem NK aktivitesini hem de perforin/granülizin/granzim ekspresyonunu artırarak bağışıklık üzerine olumlu etki yapabilir (Li vd., 2009); fitonsit uygulamaları üzerine yeni derlemeler de benzer sonuçlar bildirmektedir (Lew & Fleming, 2024). Bu fizyolojik örüntü, orman banyosunun kardiyovasküler riskleri azaltmaya mekanistik bir yolla katkı sunabileceğini öne süren son dönem bir derlemenin vardığı sonuçlarla da uyumludur (Li, 2025).

2.3. Psikolojik iyi oluş: duygu durumu, anksiyete ve uyku

Kısa süreli orman maruziyetleri, duygu durumunda (ör. PANAS, POMS) iyileşmeler ve anksiyete belirtilerinde azalmayla ilişkilendirilmiştir (Park vd., 2010; Yau & Loke, 2020). Klinik açıdan kırılgan gruplarda da sinyaller tutarlıdır: depresif eğilimli kadın katılımcılarla yürütülen son bir çalışma, depresyon skorları (SDS) ve uyku kalitesinde iyileşmeye eşlik eden serotonin, oksitosin ve IGF-1 düzey değişimlerini göstermiştir (Li vd., 2025). Türkiye’de kent ormanı bağlamında yapılan Kafkasör çalışması, rehberli rota ve duyusal duraklarla

PANAS üzerinde negatif duygu azalması/pozitif duygu artışı rapor ederek, psikolojik çıktıları yerel ölçekte doğrulamaktadır (Karaşah, 2022).

2.4. Terapötik tasarım ve “orman atmosferi”: duysal duraklar, erişilebilirlik ve fitonsitler

Terapi ormanı uygulamaları, yavaş yürüyüş, sessizlik ve duysal duraklar, erişilebilir patikalar ve güvenlik-acil durum protokolleri gibi tasarım bileşenlerini içerir. Türkiye’den Günlüklü Koyu Sığla Ormanı için önerilen yaya-odaklı ve sessizlik temelli ziyaretçi yönetimi, endemik *Liquidambar orientalis* habitatında koruma-kullanma dengesini sahaya taşır (Ardahanlıoğlu, 2023). Yenice Ormanları önerisi ise yerel rehberlik, gönüllülük, yönlendirme-işaretleme ve destinasyon entegrasyonu gibi yönetim araçları ile modeli kurumsallaştırır (Deniz, 2024). Orman atmosferindeki uçucu organikler (NVOC/fitonsitler) yalnız davranışsal “rahatlama” ile sınırlı olmayıp, bağışıklık ve uyku gibi biyolojik işlevlere de temas eder (Li vd., 2009; Walker vd., 2023). Bu nedenle tasarımın, sessizlik zonları ve yoğun koku profilli yapraklı-iğne yapraklı karışımları gibi atmosfer kalitesini güçlendiren peyzaj tercihlerine dikkat etmesi önerilir.

2.5. Sürdürülebilir Orman Yönetimi (SOY) ile eklemlenme

Yukarıdaki mekanizmalar, orman banyosunun SOY’un sosyal sütunu (sağlık/esenlik) ile ölçülebilir bağ kurmasını sağlar. Pan-Avrupa/Forest Europe göstergeleri ve Montréal Process çerçevesi, ziyaretçi akışı/taşıma kapasitesi, erişilebilirlik, sessizlik zonları gibi yönetim girdileri ile psikometrik ve fizyolojik çıktıları eşleştirerek kurumsal izleme planlarına entegre edilebilir. Böylece terapi ormanı uygulamaları, koruma-kullanma dengesi ve paydaş katılımı ilkeleriyle uyumlu, kanıta dayalı bir izleme-değerlendirme döngüsüne oturur (Forest Europe 1993; Montréal Process Working Group, 2015). Türkiye örneklerinde raporlanan rota/tasarım önerileri, bu göstergelerin yerel bağlama nasıl tercüme edileceğine dair pratik ipuçları sunmaktadır (Karaşah, 2022; Ardahanlıoğlu, 2023; Deniz, 2024).

2.6. Kanıt sentezi ve boşluklar

Toplamda literatür, akut maruziyetlerde dahi kardiyovasküler, endokrin ve psikolojik göstergelerde iyileşme sinyallerinin tutarlı olduğunu; bağışıklık bileşenleri (özellikle NK aktivitesi) açısından biyolojik plauzibilite bulunduğunu göstermektedir (Park vd., 2010; Antonelli vd., 2019; Li vd., 2007; Li vd., 2009; Yau & Loke, 2020). Bununla birlikte uzunlamasına, rastgeleştirilmiş ve karşılaştırmalı çalışmaların sayısı hâlâ sınırlıdır; nüfus alt grupları (yaş, cinsiyet,

eşlik eden hastalıklar) ve doz-yanıt ilişkisi (maruziyet süresi/sıklığı) daha iyi tanımlanmalıdır (Li, 2025). Türkiye özelinde, Kafkasör-Günlüklü-Yenice çizgisindeki uygulamaların standardize ölçüm (PANAS, POMS, HRV, KB; gerekirse kortizol) ve erişilebilirlik metrikleriyle izlemesi, SOY raporlamasına sağlık göstergeleri eklemeyi mümkün kılar (Karaşah, 2022; Deniz, 2024).

3. Yöntem

Bu çalışma, SOY ilkeleriyle eklenmiş bir kanıt sentezi ve belge-temelli çoklu vaka analizi olarak tasarlanmıştır. Türkiye’den Kafkasör (Karaşah, 2022), Günlüklü (Ardahanlıoğlu, 2023) ve Yenice (Deniz, 2024) örnekleri “alan-ölçekli uygulama” vakaları; Li (2025) ve Li vd (2025) ise fizyolojik/psikolojik mekanizma kanıtı için “uluslararası dayanak” kümesi olarak ele alınmıştır. SOY vurgusu, FAO’nun SOY tanımı ve Forest Europe (Helsinki) ile Montréal Process ölçüt-gösterge çerçeveleri üzerinden kurumsal bileşenlere bağlanmıştır (FAO, 2025.; Forest Europe, 1993; Montréal Process Working Group, 2015). Bu sayede terapi ormanı/orman banyosu çıktılarının SOY raporlamasına entegrasyonu metodolojik olarak izlenebilir kılınmıştır (FAO, 2025.; Montréal Process Working Group, 2015).

4. Bulgular

Bu bölüm üç Türkiye vakasından (Kafkasör, Günlüklü, Yenice) çıkarılan bulguları özetler ve uluslararası kanıtlarla karşılaştırır. Bulgular, yönetim girdileri (ör. yaya-odaklı rota, sessizlik/duyusal duraklar, erişilebilirlik), SOY kriterleri (koruma-kullanma, biyolojik çeşitlilik, sosyal-ekonomik işlevler, yönetim) ve izleme çıktıları (psikometrik ve/veya fizyolojik göstergeler) arasındaki ilişkiyi gösterir.

4.1. Kafkasör Kent Ormanı (Artvin): kültürel hizmet → ölçülebilir sosyal fayda

Uygulama ve izleme: Kafkasör’de önerilen orman banyosu rotası, yavaş yürüyüş ve duyusal duraklar (koku, ses, manzara ve dinlenme) etrafında kurgulanmış; kısa süreli maruziyetin ardından PANAS ile negatif duyguda azalma ve pozitif duyguda artış gözlenmiştir (Karaşah, 2022). Bu sonuç, kent ormanlarının kültürel ekosistem hizmetlerinin (rekreasyon/esenlik) ölçülebilir bir SOY-sosyal sütun çıktısına dönüştürülebileceğini gösterir (Karaşah, 2022). Bulgular, belediye-orman idaresi planlarında izleme-değerlendirme modüllerinin (psikometrik ve uygun olduğunda fizyolojik göstergeler) yerleşebileceğine işaret eder (Karaşah, 2022).

SOY ile eklemlenme: (i) Koruma-kullanma: yaya-odaklı tasarım gürültü ve toprak sıkışması risklerini azaltır; (ii) Sosyal-ekonomik: kent sakinleri için erişilebilir, düşük maliyetli esenlik aracı; (iii) İzleme-değerlendirme: PANAS gibi ölçeklerin kurumsal raporlamaya bağlanması önerilir (Karaşah, 2022).

4.2. Günlüklü Koyu Sığla Ormanı (Muğla): endemik habitatta koruma-kullanma dengesi

Uygulama ve yönetim önerisi: Endemik *Liquidambar orientalis* (sığla) topluluklarının baskın olduğu hassas bir alan olan Günlüklü’de çalışma, motorlu araç baskısını azaltan yaya-odaklı güzergâhları, sessizlik/duyusal durakları ve taşıma kapasitesi yaklaşımını önerir (Ardahanlıoğlu, 2023). Bu öneriler, habitat bütünlüğünü korurken ziyaretçi deneyimini artıran alan-ölçekli SOY araçlarına karşılık gelir (Ardahanlıoğlu, 2023).

SOY ile eklemlenme: (i) Biyolojik çeşitlilik ve ekosistem sağlığı: sessizlik zonları ve yaya-odaklı kullanım, tür/habitat üzerindeki baskıları azaltır; (ii) Koruyucu işlevler: patika yönetimi ve erozyon/yoğunluk kontrolü; (iii) Yönetişim: ziyaretçi eğitimi ve işaretleme; (iv) İzleme: ziyaretçi yoğunluğu, ses peyzajı ihlal oranı ve şikâyet/olay kayıtlarının raporlanması önerilir (Ardahanlıoğlu, 2023).

4.3. Yenice Ormanları (Karabük): yönetim, erişilebilirlik ve destinasyon entegrasyonu

Uygulama çerçevesi: Yenice için önerilen terapi ormanı modeli, yerel rehberlik, gönüllülük, erişilebilir parkur ağları, işaretleme-yönlendirme, tesis-altyapı ve destinasyon yönetimi bileşenlerini içerir (Deniz, 2024). Bu model, çok paydaşlı yapısıyla SOY’un sosyal-ekonomik işlevleri ve katılımcı yönetim ilkeleriyle uyumludur; erişilebilirlik vurgusu, kapsayıcılığı artırır (Deniz, 2024).

SOY ile eklemlenme: (i) Paydaş katılımı/adil fayda paylaşımı: yerel rehberlik ve gönüllülükle toplumsal meşruiyet; (ii) Sosyo-ekonomik işlevler: sağlık turizmi ve esenlik odaklı hizmetler; (iii) Kurumsal izleme: ziyaretçi memnuniyeti ve erişilebilirlik sınıfları gibi göstergelerin düzenli raporlanması (Deniz, 2024).

4.4. Uluslararası kanıtların sentezi: mekanizma ve dış geçerlik

Fizyolojik/psikolojik çıktılar: Çok merkezli saha deneyleri, orman maruziyetinin kan basıncı ve nabız üzerinde düşürücü; otonom sinir sistemi üzerinde parasempatik artış/semptomatik azalma yönünde etkiler gösterdiğini bildirmiştir (Park vd., 2010). Sistemik derlemeler ve meta-analizler bu sinyalleri destekler: kan basıncı (Ideno vd., 2017; Yau & Loke, 2020) ve kortizol (Antonelli vd., 2019) düşüşleri sıklıkla rapor edilir. Son dönem bir derleme orman

banyosunun kardiyovasküler risk üzerinde önleyici katkı potansiyelini mekanizmalarla ilişkilendirir (Li, 2025). Klinik açıdan kırılğan bir grupta (depresif eğilimli kadınlar) depresyon skorları ve uyku üzerinde iyileşmeye eşlik eden serotonin/oksitosin/IGF-1 değişimleri gözlenmiştir (Li vd., 2025). Bu örüntü, Türkiye vakalarında önerilen SOY-uyumlu uygulamaların dış geçerlik temelini güçlendirir (Park vd., 2010; Ideno vd., 2017; Antonelli vd., 2019; Yau & Loke, 2020; Li, 2025; Li vd., 2025).

4.5. SOY göstergeleri ile bulguların eşleştirilmesi (özet)

- Kafkasör → SOY-Sosyal sütun: PANAS temelli duygu durum iyileşmesi = “sağlık/esenlik” çıktısının somutlaştırılması; belediye-orman idaresi planlarına izleme modülü (psikometrik ± fizyolojik) eklenebilir (Karaşah, 2022).
- Günlüklü → Koruma-kullanma ve biyolojik çeşitlilik: Yaya odaklı güzergâh, sessizlik ve taşıma kapasitesi = hassas habitat üzerinde baskının azaltılması; ziyaretçi yoğunluğu ve ses peyzajı göstergeleriyle izlenebilir (Ardahanlıoğlu, 2023).
- Yenice → Yönetişim ve sosyo-ekonomik işlevler: Yerel rehberlik/gönüllülük, erişilebilirlik, tesis-altyapı ve destinasyon entegrasyonu = paydaş katılımı ve adil fayda paylaşımı; erişilebilirlik sınıfı, memnuniyet ve güvenlik göstergeleriyle raporlanabilir (Deniz, 2024).
- Uluslararası kanıt → Mekanizma uyumu: Kan basıncı, kortizol ve otonom denge sinyalleri = yerel uygulamaların sağlık etkisi için biyolojik plauzibilite (Park vd., 2010; Ideno vd., 2017; Antonelli vd., 2019; Yau & Loke, 2020; Li, 2025; Li vd., 2025).

5. Tartışma: SOY İlkeleriyle Eklemlenme

Ekolojik bütünlük ve koruma-kullanma dengesi: Günlüklü Koyu’nda kitle turizminden shinrin-yokuya geçiş ve Kafkasör’de sessizlik/duyusal deneyimi önceleyen rota tasarımı, habitat bütünlüğü ve ziyaretçi deneyiminin birlikte yönetilebileceğini göstermektedir (Ardahanlıoğlu, 2023; Karaşah, 2022).

Sosyal faydalar ve toplum sağlığı: PANAS bulguları ve fizyolojik göstergelerdeki iyileşmeler, ormanların sağlık ve esenliğe katkısını kanıtlar niteliktedir (Karaşah, 2022; Li, 2025; Li vd., 2025).

Paydaş katılımı ve yönetim: Yenice’de önerilen yerel rehberlik, gönüllülük ve erişilebilir parkur ağı, yerel sahiplenmeyi artırarak uygulamaların sürdürülebilirliğini güçlendirmektedir (Deniz, 2024).

İzleme-değerlendirme: Uygulamaların kent/orman yönetimine entegrasyonu için psikometrik (ör. PANAS, uyku indeksleri) ve fizyolojik (kan basıncı, nabız, kortizol/katekolaminler) göstergelerin birlikte izlenmesi; gerektiğinde NK hücre aktivitesi gibi ileri biyobelirteçlerin protokole eklenmesi önerilir (Li, 2025; Li vd., 2025).

Sürdürülebilir destinasyon yaklaşımı: Bibliyometrik eğilimler, terapi ormanı ve orman banyosunun sağlık turizmi ve sürdürülebilir destinasyon stratejileriyle bütünleştiğini, yerel refah etkisi yaratma potansiyeli taşıdığını göstermektedir (Kutlu, 2025).

5.1. SOY ilkeleriyle doğa temelli sağlık uygulamalarının buluşma noktaları

Türkiye örneklerinde (Kafkasör, Günlüklü, Yenice) ortaya konan yaya odaklı rota, sessizlik/duyusal duraklar, erişilebilirlik ve taşıma kapasitesi yaklaşımları; SOY'un Pan-Avrupa (Forest Europe/Helsinki) ve Montréal Process kriter-gösterge mantığıyla örtüşmektedir. Helsinki H1, çok işlevli ormancılıkta biyolojik çeşitliliğin korunmasıyla birlikte sosyal-ekonomik yararın sürdürülmesini politik düzeyde güvence altına alır. Montréal Process ise biyoçeşitlilik, üretim kapasitesi, sağlık-canlılık, toprak-su, karbon döngüsü ve sosyo-ekonomik fonksiyonlar ekseninde izleme dilini netleştirir (Forest Europe, 1993; Montréal Process Working Group, 2015). Bu çerçeveler; terapi ormanı/orman banyosu uygulamalarının yönetim girdilerini (sessizlik zonları, yönlendirme-işaretleme, erişilebilir patikalar) doğrudan izleme çıktılarıyla (PANAS/POMS, nabız/KB, gerektiğinde kortizol) eşlemeyi mümkün kılar (FAO, 2020). Böylece kültürel ekosistem hizmetleri kurumsal raporlamaya girer ve SOY'un sosyal sütunu sayısallaşır (FAO, 2020; Forest Europe, 1993; Montréal Process Working Group, 2015).

5.2. Koruma-kullanma dengesi: hassas habitatlarda ziyaretçi yönetimi

Günlüklü Koyu'nda *Liquidambar orientalis* habitatı için önerilen motorlu erişimin azaltılması, yaya-odaklı dolaşım, sessizlik ve duyusal duraklar ile taşıma kapasitesi; SOY'un biyoçeşitlilik ve ekosistem sağlığı (Helsinki/Montréal K1–K3) ve toprak-su koruma (K4) kriterlerini sahaya indirger (Ardahanlıoğlu, 2023). Bu tür odaklı duyarlılık, patika drenajı/erozyon kontrolü ve ses peyzajı izleme göstergeleriyle desteklenince, alanın koruyucu işlevleri güçlenir. Kafkasör'de kent ormanı koşulunda PANAS ile duygu durum iyileşmeleri saptanmış olması, aynı zamanda kullanımın sosyal faydasını belgelendirir; ancak bu sosyal faydanın biyofiziksel taşıma kapasitesi sınırları içinde tutulması gerekir (Karaşah, 2022; Ardahanlıoğlu, 2023). Bu denge, SOY izleme raporlarına hem biyofiziksel

(ziyaretçi yoğunluğu/izi, toprak sıkışması, gürültü) hem sosyal (iyilik hâli skorları, memnuniyet) göstergelerin birlikte girmesini gerektirir.

5.3. Yönetişim ve paydaş katılımı: yerel meşruiyet ve adil fayda

Yenice Ormanları için önerilen yerel rehberlik, gönüllülük, erişilebilir parkur ağı ve destinasyon yönetimi bileşenleri, SOY'un katılımcı yönetim ve sosyo-ekonomik işlevler eksenleriyle uyumludur (Deniz, 2024). Sertifikasyon sistemleri de benzer vurgular yapar: FSC İlkeler ve Kriterler toplumsal haklar, işçi sağlığı-güvenliği ve yerel toplulukların haklarına ilişkin zorunluluklar getirir; PEFC ST 1003 ise etkilenen paydaşların ihtiyaçlarının sistematik şekilde belirlenmesi ve sürekli iyileştirme döngüsü ile izlenmesini şart koşar (FSC, 2015; PEFC, 2018). Bu nedenle terapi ormanı girişimlerinin yerel idare-halk-STK-özel sektör eşgüdümünde, sertifikasyonla uyumlu bir yönetim şemasına oturtulması, hem meşruiyeti hem de kalıcılığı artırır.

5.4. Kanıt tabanı ve SOY göstergelerine entegrasyon

Uluslararası literatür, kısa süreli orman maruziyetlerinin kan basıncı ve nabızda azalma; otonom dengede parasempatik artış/semptomatik azalma; kortizolde düşüş ve bazı çalışmalarda NK hücre aktivitesinde artış gibi etkiler ürettiğini gösterir (Li vd., 2009; Park vd., 2010; Ideno vd., 2017; Antonelli vd., 2019). 2025 tarihli çalışmalar, depresif eğilimli kadınlarda serotonin-oksitosin-IGF-1 değişimleri ile depresyon skorlarında iyileşmeyi rapor ederek klinik açıdan kırılgan gruplar için de umut verici sinyaller sunar (Li vd., 2025). Bu sonuçlar, SOY izleme planlarına psikometrik (PANAS/POMS, uyku) ve fizyolojik (KB, nabız; uygun olduğunda kortizol) göstergelerin dahil edilmesini bilimsel olarak meşrulaştırır. Ancak metodolojik heterojenlik ve kısa izlem süreleri sebebiyle, uzunlamasına ve randomize çalışmalarla doz-yanıt ilişkilerinin netleştirilmesi gereklidir (Ideno vd., 2017; Antonelli vd., 2019).

5.5. Sertifikasyon, politika ve düzenleme: EUDR uyumu ve fırsatlar

SOY'un uygulama ayağında, PEFC ST 1003 (2018) küresel ölçekli bir karşılaştırma iken 2024 revizyonu AB Ormansızlaşmayı Önleme Tüzüğü (EUDR) ile uyum için yeni gereklilikler getirir (ör. risk-fırsat değerlendirmesi, izlenebilirlik, paydaş beklentileri) (PEFC, 2018). Terapi ormanı/rekreasyon odaklı sahalarda bu çerçeve, ziyaretçi yönetimi kararlarının (erişim rejimi, sessizlik zonları, mevsimsellik) açık standartlara bağlanmasını ve şeffaf raporlama yapılmasını teşvik eder. FSC P&C tarafında da sosyal ve çevresel etkilerin düzenli izlenmesi-raporlanması vurgulanır; belediye-orman idaresi-işletmeci üçgeninde SOY/sertifikasyon uyumlu yönetim planları hazırlanması, yerel meşruiyeti güçlendirir (FSC, 2015; PEFC, 2018).

5.6. Uygulanabilir gösterge paketi ve izleme tasarımı

Vaka bulgularına ve SOY çerçevelerine dayanarak, (i) yönetim girdileri, (ii) kullanım baskısı, (iii) biyofiziksel, (iv) sosyal/sağlık ve (v) yönetim başlıklarında bir çekirdek gösterge paketi öneriyoruz: (i) rota kalitesi, sessizlik zonu alanı, işaretleme bütünlüğü; (ii) ziyaretçi yoğunluğu (kişi/saat), sessizlik ihlal oranı, olay/güvenlik kayıtları; (iii) toprak sıkışması/erozyon noktaları, mikro-habitat bozulma uyarıları; (iv) PANAS/POMS, uyku kalitesi; nabız/KB (gerekirse kortizol); (v) paydaş toplantısı sıklığı, erişilebilirlik sınıfı, şikâyet-tavsiye çözüm oranı. Bu paket, Montréal Process ve PEFC ST 1003'ün izleme ve sürekli iyileştirme vurgularıyla uyumlu, ölçeklenebilir ve raporlanabilir bir çatı sunar (Montréal Process Working Group, 2015; PEFC, 2018).

5.7. Türkiye bağlamı: ekonomik-sosyal faydanın adil paylaşımı ve yerelleştirme

Yenice örneğinde sağlık turizmi çerçevesindeki öneriler, yerel rehberlik ve gönüllülük üzerinden gelir çeşitlendirmesi yaratırken, erişilebilirlik vurgusu toplumsal kapsayıcılığı artırır (Deniz, 2024). Kafkasör ve Günlüklü örneklerinde gösterildiği gibi düşük maliyetli esenlik çıktıları, yerel destinasyon yönetimi ile desteklendiğinde, SOY'un ekonomik-sosyal sütunu güçlenir; ancak taşıma kapasitesi ve hassas habitat kuralları tavizsiz uygulanmalıdır (Karaşah, 2022; Ardahanlıoğlu, 2023). Bu yaklaşım, sertifikasyon-uyumlu izleme ile birleştiğinde, sürdürülebilir finansman (kullanıcı-ücreti, bağış, sponsorluk) ve paydaşlar arasında adil fayda paylaşımı mekanizmalarını besler.

5.8. Sınırlılıklar ve gelecek çalışmalar

Kanıt gövdesi akut etkilere güçlü işaret verse de, uzunlamasına-randomize tasarımlar ve doz-yanıt (maruziyet süresi/sıklığı, mevsim, orman tipi) ilişkilerinin netleştirilmesi gerekmektedir. Esenlik çıktılarının SOY göstergelerine kalıcı entegrasyonu için, standartlaştırılmış protokoller (ölçek setleri, ölçüm zamanlaması, veri gizliliği/etik) ve çok paydaşlı veri altyapısı oluşturulmalıdır (Ideno vd., 2017; Antonelli vd., 2019; PEFC, 2018). Ayrıca EUDR ile uyumlu izlenebilirlik gereksinimleri, rekreasyon-turizm baskısının mekânsal-zamansal izini de (ziyaretçi akışı, gürültü) içerecek biçimde uyarlanabilir.

6. Politika ve Yönetim Önerileri (SOY ile Uyumlu)

1. Zonlama ve Taşıma Kapasitesi: Sessizlik/şifa zonları; motorlu araç baskısının azaltılması; yaya-odaklı parkur standardizasyonu (Karaşah, 2022; Ardahanlıoğlu, 2023).

2. Biyolojik Koruma: Endemik türler (örn. *Liquidambar orientalis*) için hassas dönemlerde erişim kısıtları, bilgilendirme ve izleme (Ardahanlıoğlu, 2023).
3. Katılımcı Yönetişim: Yerel rehberlik sertifikasyonu, gönüllülük programları ve adil fayda paylaşımı (Deniz, 2024).
4. İzleme- Değerlendirme Çerçevesi: PANAS, uyku, nabız/kan basıncı, kortizol/katekolamin ve katılım metrikleriyle dönemsel izleme (Li, 2025; Li vd., 2025).
5. Destinasyon Entegrasyonu: Terapi ormanı ürünlerinin belediye ve turizm paydaşları ile destinasyon yönetim planlarına dâhili (Deniz, 2024; Kutlu, 2025).
6. Risk Yönetimi ve Mevsimsellik: Sessizlik ve habitat üzerindeki baskı için mevsimsel planlama, ziyaretçi yoğunluğu yönetimi (Ardahanlıoğlu, 2023).

7. Sonuç

Türkiye’den Kafkasör, Günlüklü ve Yenice örnekleri, orman banyosu/terapi ormanı uygulamalarının SOY’un temel ilkeleriyle uyumlu olduğunu ve sağlık, esenlik ile yerel kalkınma açısından somut faydalar üretebildiğini ortaya koymaktadır. Kanıta dayalı protokoller ve düzenli izleme sayesinde, bu uygulamalar ulusal ormancılık ve turizm politikalarına entegre edilerek ekolojik bütünlük korunabilir ve toplum sağlığına katkı sistemi kurumsallaştırılabilir.

Kaynakça

- Akyol, A., & Karakaya, S. (2019). Korunan alanlarda tampon zon belirlemede ve yönetiminde etkili faktörler. *Turkish Journal of Forestry*, 20(4), 381-390.
- Akyol, A., & Tolunay, A. (2006). Türkiye’de sürdürülebilir orman kaynakları yönetimi, ilkeleri, göstergeleri ve uygulamaları. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(2), 221-234.
- Antonelli, M., Barbieri, G., & Donelli, D. (2019). Effects of forest bathing (shinrin-yoku) on levels of cortisol as a stress biomarker: a systematic review and meta-analysis. *International journal of biometeorology*, 63(8), 1117-1134.
- Ardahanlıoğlu, Z. R. (2023). Shinrin-Yoku (Orman Banyosu) Uygulaması İçin Bir Alan Önerisi: Günlüklü Koyu Sığla Ormanı. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(4), 993-1000.
- Buckler, S., & Woodward, A. (2020). Development and validation of a plateau experience psychometric to investigate the effect of shinrin-yoku on depression. *Transpersonal Psychology Review*, 22(2), 66–84.
- Deniz, T. (2024). Sağlık turizmi kapsamında bir terapi ormanı önerisi: yenice ormanları. *Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 399-418.
- FAO. (2020). *FAO’s role in sustainable forest management*. https://www.fao.org/forestry-fao/sfm/en/?utm_source
- FAO. (2025). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Sustainable forest management. https://www.fao.org/forestry/sfm/en?utm_source,
- Forest Europe. (1993). *Resolution H1: General Guidelines for the Sustainable Management of Forests in Europe*. https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2022/01/MC_helsinki_resolutionH1.pdf?utm_source
- FSC. (2015). *FSC-STD-01-001 V5-2 EN: Principles and Criteria for Forest Stewardship*. https://fsc.org/sites/default/files/2019-05/FSC-STD-01-001%20V5-2%20EN.pdf?utm_source
- Hakverdi, A. E., Akyol, A., & Tolunay, A. (2024). Batı Akdeniz Bölgesinde uygulanan sürdürülebilir orman yönetimi sosyo-ekonomik fonksiyonlar ölçütüne ilişkin orman mühendislerinin görüşleri. *Turkish Journal of Forestry*, 25(1), 1-11.
- Ideno, Y., Hayashi, K., Abe, Y., Ueda, K., Iso, H., Noda, M., ... & Suzuki, S. (2017). Blood pressure-lowering effect of Shinrin-yoku (Forest bathing): A systematic review and meta-analysis. *BMC complementary and alternative medicine*, 17(1), 409.
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. Cambridge university press.

- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of environmental psychology*, 15(3), 169-182.
- Karaşah, B. (2022). Yeni bir doğa-temelli turizm: Orman banyosu (shinrin-yoku) ve bir rota önerisi. *Turkish Journal of Forest Science*, 6(2), 553-565.
- Kurt, E. Ö., & Negiz, M. G. (2018). Orman Ekolojisinde Odunsu Vejetasyonun Sınıflandırmasına Yönelik Bir Çalışma (Isparta-Yenişarbademli Örneği). *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2(1), 98-109.
- Kutlu, D. (2025). Sağlık Turizmi Ürünleri Orman Banyosu Ve Orman Terapisi: Wos Veritabanının Bibliyometrik Analizi. *Uluslararası Akademik Birikim Dergisi*, 8(3).
- Lew, T., & Fleming, K. J. (2024). Phytoncides and immunity from forest to facility: A systematic review and meta-analysis. *Pharmacological Research-Natural Products*, 4, 100061.
- Li, Q. (2025). Preventive Effects of Forest Bathing/Shinrin-Yoku on Cardiovascular Diseases: A Review of Mechanistic Evidence. *Forests*, 16(2), 310. <https://doi.org/10.3390/f16020310>
- Li, Q., Kobayashi, M., Wakayama, Y., Inagaki, H., Katsumata, M., Hirata, Y., ... & Miyazaki, Y. (2009). Effect of phytoncide from trees on human natural killer cell function. *International journal of immunopathology and pharmacology*, 22(4), 951-959.
- Li, Q., Morimoto, K., Kobayashi, M., Inagaki, H., Katsumata, M., Hirata, Y., ... & Krensky, A. M. (2008). Visiting a forest, but not a city, increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins. *International journal of immunopathology and pharmacology*, 21(1), 117-127.
- Li, Q., Morimoto, K., Nakadai, A., Inagaki, H., Katsumata, M., Shimizu, T., ... & Kawada, T. (2007). Forest bathing enhances human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins. *International journal of immunopathology and pharmacology*, 20(2_suppl), 3-8.
- Li, Q., Takayama, N., Katsumata, M., Takayama, H., Kimura, Y., Kumeda, S., Miura, T., Ichimiya, T., Tan, R., Shimomura, H., Tateno, A., Kitagawa, T., Aoyagi, Y., & Imai, M. (2025). Impacts of Forest Bathing (Shinrin-Yoku) in Female Participants with Depression/Depressive Tendencies. *Diseases*, 13(4), 100. <https://doi.org/10.3390/diseases13040100>
- Montréal Process Working Group. (2015). *Criteria and Indicators for the Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forests*. <https://montreal->

process.org/documents/publications/techreports/MontrealProcessSeptember2015.pdf?utm_source

- Negiz, M. G., Kurt, E. Ö., & Şentürk, Ö. (2017). A case study on the account of species-centered medicinal and aromatic plant species richness in Isparta-Yenişarbademli Region woodlands. *Turkish Journal of Forestry*, 18(4), 282-288.
- Negiz, M. G., Çınar, K., & Aygöl, E. Ö. (2019). Karaçam (Pinus nigra) türünün verimlilik ve dağılım özellikleri üzerine ekolojik değerlendirmeler: Isparta-Yenişarbademli Örneği. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 3(2), 189-200.
- Park, B. J., Tsunetsugu, Y., Kasetani, T., Kagawa, T., & Miyazaki, Y. (2010). The physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the forest atmosphere or forest bathing): evidence from field experiments in 24 forests across Japan. *Environmental health and preventive medicine*, 15(1), 18-26.
- PEFC (2018). *PEFC ST 1003 Sustainable Forest Management* https://standards.pefc.org/the-standards/sustainable-forest-management?utm_source
- Piretti, L. (2025). Shinrin-Yoku: Striving to Alleviate Stress in High School-Aged Students.
- Walker, H., Jena, A., McEwan, K., Evans, G., & Campbell, S. (2023). Natural volatile organic compounds (NVOCs) are greater and more diverse in UK forests compared with a public garden. *Forests*, 14(1), 92.
- Yau, K. K. Y., & Loke, A. Y. (2020). Effects of forest bathing on pre-hypertensive and hypertensive adults: a review of the literature. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 25(1), 23.

9. Bölüm

Türkiye’de Orman Yangınları Sorunu ve Ormanların Yangından Korunmasına Yönelik Önlemler

Çağdan UYAR^{1*}, Ali KÜÇÜKOSMANOĞLU²

Özet

Dünyadaki tüm canlıların yaşamlarını etkileyen ve çeşitli yararlar sağlayan ormanlar, doğanın çok önemli bir parçasını meydana getirir. Ormanlar öncelikle ekolojik dengeyi sağlamaları, karbon tüketim ve oksijen üretim alanı oluşturmaları ile biyolojik çeşitliliğe ev sahipliği yapmaları nedeniyle doğal çevrenin en önemli bileşenlerinden biridir. Türkiye’de 2024 yılı itibariyle ormanlık alanlar yaklaşık 23.2 milyon hektar olup, ülke yüzölçümünün %29.8’ini kapsamaktadır. Dünyanın her ülkesinde olduğu gibi Türkiye’de de çıkan orman yangınlarının ana nedenleri insan ve yıldırımdır. Ülkemizde çıkan orman yangınlarının %10’u doğal nedenlerle, geri kalan %90’nı insan unsurundan kaynaklanmaktadır. İnsanlar tarafından çıkarılan orman yangınlarının başlıca nedenleri; dikkatsizlik ve ihmâl, kasıt, kaza ile nedeni bilinmeyen yangınlardır. Yangından önce (zarar azaltma ve hazırlıklı olma), yangın anı (olaya müdahale) ve yangından sonra (üretim, ağaçlandırma, koruma) süreçlerinin bütüncül bir yaklaşımla yönetilmesi, orman yangınlarının zararının en aza indirilmesi için kritik bir öneme sahiptir. Türkiye ormanlarının yangından korunmasına ilişkin yasal düzenlemeler hem Osmanlı İmparatorluğu hem de Cumhuriyet döneminde çıkarılan yasalarda yer almıştır. Türkiye Cumhuriyeti dönemi ormanların değerinin anlaşıldığı ve onu etkileyen çeşitli zararlı faktörlere karşı gerekli teknik ve yasal düzenlemelerin yapıldığı bir dönemdir. Bu çalışma ile Türkiye’deki orman yangınları sorunu güncel haliyle değerlendirilmiş ve orman yangınlarının önlenmesine yönelik tedbirler üzerinde durulmuştur.

Anahtar kelimeler: Orman yangını, ekosistem, orman koruma, sürdürülebilirlik, yangınla mücadele

¹ Öğr. Gör. Dr. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Bahçeköy Merkez, Ormancılık Meslek Yüksekokulu, 34473 Sarıyer/İstanbul. *cagdanuyar@iuc.edu.tr *sorumlu yazar

² Doç. Dr. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Bahçeköy Merkez, Orman Fakültesi, 34473 Sarıyer/İstanbul.

1. GİRİŞ

Canlılar için yaşamsal önemde olup yararlar sunan ormanlar, doğal çevrenin çok önemli bir parçasıdır. Orman ekosistemleri yaprak döken ağaçlar ve iğne yapraklı ağaçların oluşturduğu ormanlar ile yağmur ormanları, tundraları kapsamaktadır. Ülkelerin ekonomik ve sosyal yaşamları bakımından büyük öneme sahip olan ormanların, beklenen maddi ve manevi fonksiyonları sağlayabilmesi ancak iyi bir şekilde korunmasıyla mümkündür.

Türkiye yapılan istatistiklerin incelenmesinden anlaşılabacağı üzere ormanlık alanlar 23.2 milyon hektardır ve ülke yüzölçümünün %29.8'ini içermektedir (Ünlü, 2025). Ormanlar coğrafi bölgelerin iklim, ekolojik ve topografik özellikleri doğrultusunda farklı yoğunluklarda dağılış göstermektedir. Bu dağılışı ekolojik şartlar ile iklimdeki bölgesel değişikliklerin yanı sıra, insanların ormanlar üzerindeki olumsuz baskılar da etkili olmuştur. Karadeniz bölgesi %24.40, Akdeniz bölgesi %19.60, Ege bölgesi %15.90, Marmara bölgesi %12.80, Doğu Anadolu bölgesi %8.30, iç Anadolu bölgesi %13.80 ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde %5.20 şeklinde coğrafi bölgelere dağılış göstermektedir (Uyar ve ark., 2024).

Canlı bir varlık olan ormanların açıkta bulunması sebebiyle canlı ve cansız faktörlerin oluşturduğu tehlike ve zararlara maruz bulunmaktadır. Bu zararlı etkenleri kısaca ifade etmek gerekirse; canlı (insan, hayvan, bitki) orijinli zararlar ile cansız (iklim rüzgâr, fırtına, kar, don, dolu, yüksek sıcaklık, buz, yıldırım, ışık, yağmur) ve toprak (su, besin maddesi yetmezliği, besin maddesi fazlalığı, toprak zehirlenmesi, uçucu kumlar, deprem) orijinli zararları dikkate almak suretiyle ormanların korunması sağlanmalıdır (Ünlü, 2025).

Ülkemiz ormanları için en tehlikeli canlı insandır denebilir. Çünkü ülkemizde insanların ormana yaptığı zararlar arasında hayvanlarını ormanda otlatması, orman yangınları, kaçakçılık, açmacılık, çevre kirliliği vb. hususlar söz konusudur (Küçükosmanoğlu, 2020).

Orman yangını; ormandaki yanıcı maddeleri (kütük, çalı, ot, dikili kuru, ince ve kalın kuru dal, yaprak) ile belirli bir oranda canlı ağaçları yakan ve çevresinin açık olması sebebiyle serbest yayılma eğiliminde olan yangındır. Orman yangınına etkileyen ana faktörler ormanı yanıcı maddeleri, hava halleri ve arazi yapısıdır. Ormana hasar veren faktörlerin arasında yer alan yangın, Türkiye'de ormanların sürdürülebilirliğini tehlikeye sokan etkenlerin en önemlilerinden biridir (Ünlü, 2025). Ülkemizin büyük bir bölümü özellikle orman yangınlarının çıkması ve büyümesi için en uygun koşullara sahip olan Akdeniz ikliminin etkisi altında olduğu için bu afetin sürekli olarak etkisi altındadır. Bu itibarıyla yangın sezonlarında hemen hemen tüm coğrafi bölgelerde yangın çıkmasına karşın, Akdeniz, Ege ve Marmara bölgeleri uzun bir yangın sezonuna (5-8 ay) sahip olup,

yangınların gerek adet gerekse alan olarak en çok görüldüğü coğrafi bölgelerdir. Bu coğrafi bölgeler içerisinde yer alan Antalya, İzmir, Muğla, Adana, Mersin, Kahramanmaraş, Eskişehir, Balıkesir, Çanakkale, Bursa ve İstanbul orman bölge müdürlükleri ormanların yangın riski bakımından büyük tehlike arz etmektedir (Tarım Orman Şurası, 2019).

Orman yangınlarının çıkış nedenlerini tespit etmek oldukça zordur. Türkiye'de çıkan orman yangınlarının %1-10 yıldırım kaynaklı olup, geri kalan %90'ının çıkmasına (dikkatsizlik ve ihmâl, kasıt, kaza, nedeni bilinmeyen) ise insanlar neden olmaktadır (Küçükosmanoğlu, 2020).

Ülkemizde ormanların işletilmesi, korunması ve alanlarının genişletilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması devlete ait bir görev olarak benimsenmiştir. Ormanların yangından korunmasında alınması gerekli ve öncelikli olan tedbirler; yangınlar çıkmadan önce, yangın esnasında ve yangınlar söndürüldükten sonra gerçekleştirilen faaliyetleri kapsamaktadır. Ülkemiz ormanlarının yangından korunmasına ilişkin düzenlemeler hem Osmanlı imparatorluğu hem de Cumhuriyet döneminde uygulanmıştır ve uygulanmaya devam edilmektedir. Türkiye'deki yangın koruma ve savaş organizasyonu Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı olan Orman Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Yangınlara sahne olan ülkelerin ormancılarını uğraştıran ana sorun hiç kuşkusuz orman yangınlarıdır. Bu önemli konu Türkiye ormanları ve ormancıları için daima önemini korumakta ve korumaya devam etmektedir. Bu bakımdan ormancılıkta sürdürülebilirlik tanımlarında olduğu gibi amaç; bugünün gereksinimlerinin yanında gelecek kuşakların gereksinimlerinin tehlike altına sokulmaksızın sağlanmasıdır. Bunun da yapılması için, öncelikle orman ekosistemlerinin canlı ve cansız orjinli zararlılardan korunması ile mümkün olacaktır.

2. ORMANIN FONKSİYONLARI

Ülkelerin hem sosyal hem de ekonomik yaşamları adına büyük öneme sahip ormanların, beklenen maddi ve manevi yararları sağlayabilmesi ancak onun iyi biçimde korunmasıyla mümkündür. Ormanın göreceği fonksiyonlar (işlevler) olarak adlandırılan ormanın yararlarını aşağıdaki şekilde açıklamak mümkündür (Özdönmez ve ark., 1996; Uyar, 2022; Yıldırım ve ark., 2024):

2.1. Odun ve diğer orman ürünlerinin kaynağı

Orman ürünleri asli ve yan ürünler olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Ormanlardan elde edilen ana ürün odun ham maddesidir, yapacak ve yakacak olarak iki kısma ayrılmaktadır. Orman yan ürünleri de hayvansal, bitkisel ve mineral özellikteki ürünlerdir.

2.2. Hidrolojik fonksiyonu

Ormanlar, öncelikle içme suyu sağlama fonksiyonu olmak üzere ziraat ve sanayinin ihtiyaç duyduğu suyu sağlamaktadır. Orman toprağının üzerinde biriken yaprak, dal artıkları, sürgün toprağın geçirgenliğini arttırmak suretiyle çıplak toprağa kıyasla daha çok suyu tutar. Böylece su toprağı geçtikten sonra yeraltı suyu durumunu alır, kaynakları meydana getirir, yüzeysel hızlı ve zararlı akış haline gelerek kaybolmaz.

2.3. Antierozyonal fonksiyon

Ormanlar, rüzgârların hızını düşürmek, akarsuların ve yağışların toprakların koparma ve sürüklenme kuvvetini azaltarak, toprağa erozyona ve su taşkınlarına karşı korur. Orman örtüsü yalnızca suyun absorbe etme kapasitesini arttırmaz, bununla birlikte su taşkınlarının debisini ve onun zararlı etkisini çoğaltan suyun birlikte taşıdığı materyallerin ve toprağın önemli bir miktarını da azaltmış olur.

2.4. Klimatik fonksiyon

Ormanlar, yıllık, mevsimlik ve günlük yüksek sıcaklıkları düzenlemede etkilidirler. Ormanın tepe çatısı ve toprak örtüsü radyasyonu engellediğı için orman toprağı çıplak alanlara oranla daha az ısınır. Bununla birlikte orman toprağı sıcaklığın atmosfere geçişini önler. Bu sebeple ormanın havası açık alanların havasına göre yazın daha serin, kışın ise daha sıcaktır.

2.5. Toplum Sağlığı Fonksiyonu

Ormanların sağlık üzerinde birçok olumlu etkileri söz konusudur. Ormanın insan sağlığına etkisi temiz havası, suyu, dinlendirici kokusu ve rengi ile ilaç vb. yapımında ihtiyaç duyulan çeşitli ürünleri ile ilgilidir. Özellikle ormanlar oksijen üretme fonksiyonunun yanı sıra, çeşitli kaynakların ortaya çıkardığı kirleticilere karşı doğal bir filtreleme tesisi olarak çevre kirliliğini azaltmada da etkilidir.

2.6. Rekreasyon Fonksiyonu

Günümüzde büyükşehirlerdeki çarpık kentleşme, nüfus yoğunluğu, sanayileşme ve yaşam standartlarının artması sebebiyle artan boş zaman, şehirlerde ve kapalı mekanlarda yaşamını sürdüren ve çalışan insanların eğlenme, dinlenme ve boş zamanlarını değerlendirme eylemleri için kırsal bölgelere ve özellikle ormanlara yöneldikleri bilinmektedir. Ormanların sağladığı bu yararlar dikkate alınarak, orman içi ve civarı dinlenme yerleri, ulusal parklar, tabiat anıtları vb. kurularak halkın ekoturizm ve rekreasyonel kullanımına sunulmaktadır.

2.7. İş Alanı ve Geçim Kaynağı Sağlaması

Ormanlar, içinde veya çevresinde yaşayan insanlara çeşitli istihdam olanakları sağlar, işsizliği önlemede ve geçim kaynağı bulmada etkili bir işleve sahiptir. Ormanın iş alanı sağlama bakımından fonksiyonu, orman alanlarında çoğalan iş gücünün şehirlere göçün durdurularak, tarım ve hayvancılık sektörlerinde artan zamanın değerlendirilmesi yönünden önemlidir.

2.8. Ulusal Savunma Fonksiyonu

Ormanların vatan savunması ve güvenliği yönünden faydalı işlevleri savaş ekonomisi ve tekniği ile ilgilidir. Ormanın savaş ekonomisi bakımından yararları, savaş tesisleri ile araç, gereç ve silah yapım ve onarımında odun hammaddesinin kullanılmasından dolayıdır. Bununla birlikte ormanlardan elde edilen yan ürünler ile gerek askeri birliklerin gerekse savaş tesisleri ve araç-gereçleri saklanması büyük öneme sahiptir.

2.9 Bilimsel Fonksiyonu

Vahşi doğada henüz keşfedilmemiş birçok bitki ve hayvan olabilir. Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan ilaçların yüzde 50'si, aslen mikrobiyal organizmalar, bitkiler ve hayvanlardan geliştirilmiştir (Uyar, 2022).

Orman ekosisteminde yer alan hayvansal, bitkisel ve mineral kaynaklı unsurlar ile tüm canlı ve cansız varlıkların; ormancılık bilimleri ve teknikleri başta olmak üzere mineraloji, doğa tarihi, botanik, jeoloji, zooloji, jeomorfoloji ve arkeoloji gibi disiplinler açısından gözlemlenmesi, incelenmesi, deney ve araştırmalara konu edilmesi ile teknik gezilerde değerlendirilmesi amacıyla *doğa laboratuvarı* işlevi görmesi ormanların bilimsel işlevidir (Muloin, 1998; Tapper, 2006; Kırış, 2020; UNWTO, 2022)

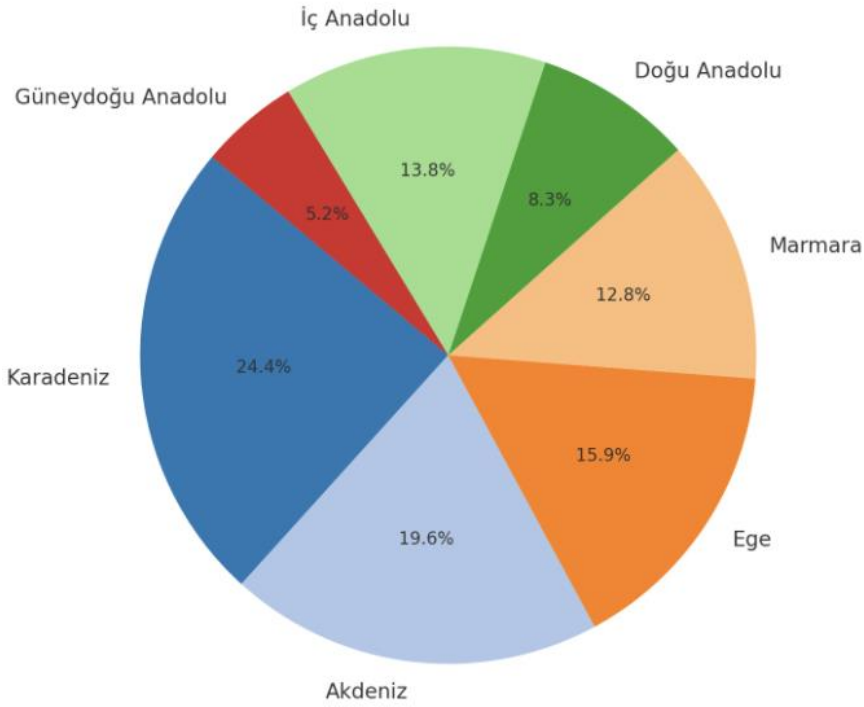
3. TÜRKİYE ORMAN VARLIĞI, COĞRAFİ BÖLGELERE GÖRE DAĞILIMI VE MÜLKİYETİ

3.1. Türkiye Orman Varlığı

Ülkemiz orman varlığı Tarım ve Orman Bakanlığı resmi kaynaklarına göre 2020 yılında 22.9 milyon hektar ile yüzölçümünün yaklaşık %29'unu kaplamaktadır. 2022 yılından itibaren Türkiye'nin toplam orman alanı 23.2 milyon hektar olmuştur. Bu orman alanı oranı ülkenin genel alanının %29,8'ine tekabül etmektedir. Fakat bu alanın da %59'u normal kapalı ve %41'i boşluklu kapalıdır (CSB, 2023).

3.2. Coğrafi bölgelere dağılımı, ağaç türleri ve mülkiyeti

Ülkemizde ormanların coğrafi bölgelere göre dağılışı düzensizdir. Bu dağılışıta ekolojik koşullar ile iklimdeki bölgesel farklılıkların yanı sıra, insanların ormanlar üzerindeki olumsuz baskıları da etkilidir. Karadeniz bölgesi %24.40, Akdeniz bölgesi %19.60, Ege bölgesi %15.90, Marmara bölgesi %12.80, Doğu Anadolu bölgesi %8.30, İç Anadolu bölgesi %13.80 ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde %5.20 şeklinde coğrafi bölgelere dağılışı göstermektedir (Uyar ve ark. 2024) (Şekil 1).



Şekil 1. Türkiye Ormanlarının Coğrafi Bölgelere Göre Dağılımı.

Ormanların ağaç türü çeşitliliğine sahip olması biyoçeşitlilik için olumlu bir durum göstergesidir. Ülkemizin 2022 yılından itibaren toplam orman alanlarının %29,4'ünü meşe, %22,85'ini kızılçam, %17,54'ünü karaçam oluşturmaktadır (2023 yılı ormancılık istatistikleri). Türkiye'de ibrelili orman alanları %47, yapraklı orman alanları %32, ibrelili yapraklı karışık ormanlar ise %21'lik alanda yayılışı göstermektedir. Bu ormanların %57'si normal kuru, %2'si normal baltalıktır. %38'i boşluklu kapalı kuru, %3'ü boşluklu kapalı baltalıktır (TOB, 2025).

Hala yürürlükte olan 1956 yılında çıkarılan ve 6831 sayılı Orman Kanunu ormanları mülkiyet bakımından Devlet ormanları, Hükmi şahsiyeti haiz amme müesseselerine ait (köy, belediye, il özel idareleri, vakıflar) ormanlar ve özel (dernekler, şirketler, kooperatifler) ormanlar olarak üçe ayrılmıştır. Söz konusu orman kanunu her üç orman mülkiyetinin yönetim ve işletilmesine ait olarak ayrı hükümler getirmiştir. Bununla birlikte, bu kanunla bütün orman mülkiyetlerini ilgilendiren ortak hükümlere de yer verilmiştir (Özdönmez ve ark., 1996).

4. ORMANA ZARAR VEREN ETKENLER

Organik maddelerden meydana gelen ve canlı bir varlık olan orman, açık alanda bulunması sebebiyle, kesim çağına ulaşıncaya kadar, biyotik (canlı) ve abiyotik (cansız) orijinli birçok etkenin oluşturduğu çeşitli tehlikelerle karşı karşıyadır. Ormanların korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması ancak, bu zararlı etkenlerin zararsız bir hale getirilmesiyle mümkündür (Çanakçıoğlu, 1993; Ünlü, 2025).

4.1. Biyotik (canlı) Orijinli Zararlılar

Ormanlarda zarar yapan biyotik orijinli etkenleri insanların, hayvanların ve bitkilerin neden olduğu zararlar şeklinde gruplandırmak mümkündür. Bunlardan insanların yaptığı zararlar (orman yangınları, kaçakçılık, otlatma, açmacılık, orman sınırlarının korunması, ortam kirlenmesi, insanların başkaca zararları) ve hayvanların yaptığı zararlar (kuşlar, memeliler) ile bitkilerin yaptığı zararlar (zararlı bitkiler) şeklinde sınıflandırmak mümkündür. Adı geçen canlılara karşı alınabilecek önlemler; ormanı bu zararlıların saldırısına karşı donatmak ve bu zararlıların ormanda yaşama ve gelişmeleri için gerekli şartları ortadan kaldırmak suretiyle ormanın korunmasını sağlamaktır (SOY, 2020; Küçükosmanoğlu, 2020).

4.2. Abiyotik (cansız) Orijinli Zararlılar

Ormanın gelişmesi ve insanlara çeşitli yararları devamlı olarak sağlayabilmesi için, ormanda iklim ve toprak faktörlerinin düzenli bir uyum içinde olması gereklidir. Bu iki esas faktörün ormana olan etkisi anormal bir hal alırsa, ormanda önemli zararlar ortaya çıkar.

Abiyotik etkenleri iklim faktörlerinin (rüzgâr, fırtına, kar, don, dolu, yüksek, buz, yıldırım, ışık, yağmur) zararları ile toprak faktörlerinin (besin maddesi yetmezliği, besin maddesi fazlalığı, toprak zehirlenmesi, uçucu kumlar, su, deprem) zararları şeklinde gruplandırabiliriz. Zararın derecesini ve şiddetini, iklim ve toprak faktörlerinin anormal derecelerinin sık veya seyrek oluşu da az veya çok olarak ortaya çıkan zararı etkiler. Bu faktörlerin anormal durumları ormanda ender olarak görülse bile, büyümeleri ve gelişmeleri uzun bir zamana

ihtiyaç gösteren orman ağaçlarının bu süreçte tehlikeli olaylarla karşılaşma olasılıkları vardır (SOY, 2020; Küçükosmanoğlu, 2020).

5. ORMAN YANGINLARINA İLİŞKİN TEMEL BİLGİLER

Orman yangınları Türkiye’de ve diğer birçok ülkede ormanların sürekliliğini tehlikeye sokan etkenlerin başındadır. Orman yangınlarının çıkması ve gelişmesinde en uygun şartlara sahip Akdeniz ikliminin etkisi altında olduğu önemli bir kısmında, yangın sezonlarında insanla orman ilişkilerinin etkisi sonucunda yangınlar çıkmaktadır. Yangın afetinin en az zararla atlatılabilmesi, alınacak esaslı önlemler ve bununla beraber dinamik bir yangın koruma ve savaş organizasyonu ile mümkündür (Küçükosmanoğlu, 2020).

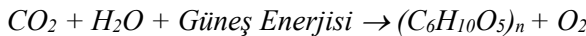
5.1. Yanma ve Yangın Kavramı

Yanma olayı, kimyasal bir oksidasyondur. Yüksek sıcaklık derecelerinde meydana gelir ve fotosentez ile depo edilmiş ısı enerjisini açığa çıkarır. Yanmanın kimyasal reaksiyonu selüloz (odun) için aşağıdaki Şekil 2’deki gibidir.



Şekil 2. Yangın Üçgeni.

Fotosentez olayı;



Yanma olayı;



Kontrolsüz veya kontrolümüz dışında meydana gelen yanma olayına yangın denir. Yanmanın meydana geldiği ortamları dikkate alınarak yangınlar aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir (Küçükosmanoğlu ve Şeker, 1987; Küçükosmanoğlu, 2020):

- Ormanlarda Yangın
- Binalarda Yangın
- Limanlarda ve Gemilerde Yangın
- Akaryakıt Tankları ve Yakıt Depolarında Meydana Gelen Yangınlar
- Trenler ve Devlet Demiryolları Tesislerinde Meydana Gelen Yangınlar

5.2. Orman Yangını Tanımı ve Türleri

Orman yangını; çevresi açık olması sebebiyle serbest yayılım göstermeye müsait olan ve ormandaki yanıcı maddeleri örneğin kütük, dikili kuru, ince ve kalın kuru dal, ot, çalı, yaprak ve belirli miktarda canlı ağaçları yakan bir yangındır (Şekil 3). Orman yangının ana karakteri, etrafının yayılmaya elverişli ve açık olmasıdır.



Şekil 3. Orman Yangını Söndürme Mücadelesi (Aykut İnce, OGM).

Orman yangınları genellikle ağaçların tepeleri ile mineral toprak tabakası arasındaki kısımlar dikkate alınarak çeşitli türlere ayrılırlar (Tarım Orman Şurası, 2019; Ünlü, 2025).

Toprak yangını: ormanda mineral toprak tabakası üstünde mevcut kalın organik madde tabakasının yanmasıyla oluşur ve toprak altında ilerler, bazen de toprak üzerine çıkarak örtü yangınına neden olur. Türkiye ormanlarında kalın ham humus ve turbalıkların az oluşu nedeniyle bu tür yangınlar ülkemiz ormanlarında görülmemektedir.

Örtü yangını: toprağı örten ölü ve diri örtüyü (yosun, funda, ot, çayır, fidan, yaprak, fide, kütük, kesim artıkları, ham humus, kuru dal vb.) yakan yangındır. Orman yangınlarının hemen hemen tamamı örtü yangını ile başlar ve onunla birlikte sürer.

Tepe yangını: örtü yangından az veya çok ayrılmış ya da onunla birlikte devam eden, ağaç ve ağaççıkların tepelerini de yakarak ilerleyen yangındır. Tepe yangını, yangın türleri arasında en tehlikeli ve zararlısı olup çok hızlı devam ederek yayılan bir yangındır (Şekil 4).



Şekil 4. Orman Yangın Türleri (Aykut İnce, OGM).

Şekildeki resimler için OGM ile İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa arasında bir proje kapsamında çekilen resimler Orman Entomolojisi ve Koruma Anabilim Dalı'nda kullanılmaktadır. Üstteki resim 2017 yılından tepe yangını örneği olup Aykut İnce tarafından çekilmiştir. Alttaki resim ise Muğla Yılanlı'da çıkan orman yangınından alınan bir kareidir.

5.3. Orman Yangınına Etkileyen Ana Faktörler

Bir yangınla savaşta başarı ya da başarısız olma durumu büyük ölçüde yangını etkileyen ana faktörlere bağlıdır. Yangının davranışı, çıkan bir yangının bütün faktörlerin bileşkesi altında nasıl bir seyir göstereceğini ifade eder. Çıkan bir orman yangınında etkili olan faktörler; orman yanıcı maddeleri (yakıt), hava halleri ve arazi yapısı (topografya) şeklinde üç grup altında toplanabilir. Görselleştirme ChatGPT açık sürümü kullanılarak yapay zeka ile oluşturulmuş olup Şekil 5'teki gibidir.



Şekil 5. Orman Yangınına Etkileyen Ana Faktörler.

Orman yanıcı maddeleri: bir yangının çıkması ve çıkan yangınların da gelişebilmesi ve büyümesi en çok yanıcı maddelerin miktar ve çeşidine bağlıdır. Ormanın esas canlı varlıkları otlar, alçak boylu süceyrat ve odunsu bitkilerdir. Benzer topografya ve hava şartları altında devam eden bir yangında, yanıcı maddelerin yangının büyümesi üzerine etkileri; yanıcı maddenin nem miktarı, ebat ve özellikleri, miktarı ile yanıcı maddenin devamlılığı ve istiflenmesi gibi şartlara bağlıdır (Tarım Orman Şurası, 2019).

Hava halleri: orman yangınlarının çıktığı bölgelerde yangından önce ve yangın esnasında hava halleri (meteorolojik veriler) daima dikkate alınması gereken önemli etkenlerdendir. Yangınların çıkması ve büyümesinde etkili olan meteorolojik veriler; yağış, sıcaklık, nispi hava nemi ve rüzgârdır. Çıkan bir yangında özellikle rüzgâr ve fırtınanın yönü ve şiddetindeki günlük veya saatlik değişimler yangının seyrinde ve kontrol altına alınması üzerinde etkili olmaktadır. Bu sebeple rüzgâr, yangının söndürülmesini ve kontrol altına alınması ile yangınla savaşın düzenli bir biçimde yürütülmesini engelleyen faktörlerin başında gelmektedir (Tarım Orman Şurası, 2019).

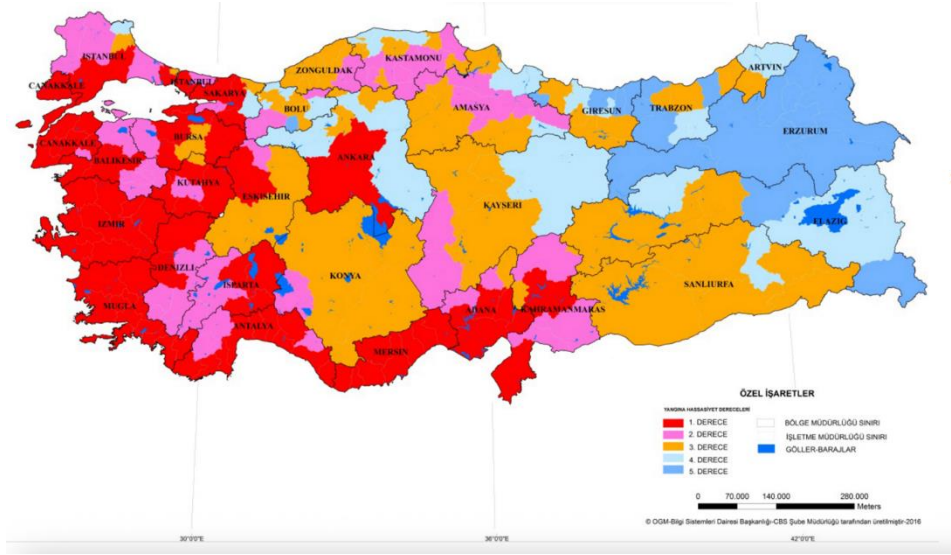
Arazi yapısı (topografya): bir bölgenin arazi yapısı çıkan yangınları değişik şekillerde etkilemektedir. Genel olarak dağlık ve engebeli olan yangın bölgeleri, yangının gelecek gün ve saatlerde nasıl bir seyir göstereceğini etkilemektedir. Genel olarak yörenin baskısı, yüksekliği, eğimi (yamaç dikliği) ve arazinin şekli (dar dereler, geniş vadiler, kuru dereler, sırtlar) yangınların gelişme ve büyümesinde etkili olan faktörlerin en önemlilerindendir. Ülkemiz coğrafi bölgelerinde ormanların dağılışı dikkate alındığında; ormanla örtülü alanların özellikle dağlık ve engebeli alanlarda olduğu görülmektedir. Türkiye'nin ortalama yüksekliği 1141 metre civarındadır, bu yangınla savaşan yer ve hava ekipleri birçok zorlukla karşılaşmaktadır (Elibüyük ve Yılmaz, 2010).

Yangının davranışı ile gelişme ve büyümesinde etkili olan bu ana faktörler yanında; tutuşturucu kaynaklar, haber alma, ulaşım, yangınla savaş personeli, karşı ateş uygulaması, yangınla savaş organizasyonu ile araştırma-eğitim konularında yapılan çalışmalar yangınların çıkma ve gelişmesinde etkili olmaktadır.

5.4. Orman Yangınlarının Türkiye'deki Seyri ve Riskli Bölgeler

Türkiye ormanları ve ormancılığı için orman yangınlarının olumsuz etkileri geçmişte olduğu gibi hem günümüzde hem de gelecekte görülecektir. Orman yangınları yurdumuzda öncelikle coğrafi bölgelere göre değişen ve süresi 2 ile 8 arasında olan yangın sezonlarında hem adet hem de alan olarak daha fazla meydana gelmektedir (Şekil 6). Yangın sezonu ya da yangın mevsimi denildiğinde; yangınların çıktığı, yayıldığı, yangın koruma ve savaş organizasyonuna büyük oranda zarar verdiği yılın bir dönemi veya dönemleri anlaşılmaktadır. Türkiye'nin Akdeniz ve Ege bölgelerindeki iğne yapraklı ormanlarda 5 ile 8 ay arasında devam eden uzun bir yangın sezonu olmakla birlikte, bu süre tüm yıl boyunca da devam edebilir. İklim ve yanıcı maddelerin Türkiye'nin muhtelif bölgelerinde ve yıldan yıla farklılık göstermesi sebebiyle, çeşitli yöreleri içeren bir yangın sezonu listesi yapmak olanaksızdır. Ancak bu konuda kısa (2-3 ay), ilkbahar ve sonbahar, uzun yangın sezonu (5-8 ay) olmak

üzere 3 karakteristik tipi belirtmek yararlı olacaktır. Günümüzde ülkemizde ormancılık faaliyetlerinin yürütülmesinde taşra teşkilatında OGM'ye bağlı 30 orman bölge müdürlüğü vardır. Bu bölge müdürlüklerinden Antalya, İzmir ve Muğla'da hemen her yıl yangın riski taşıyan, yangınların adet ve alan olarak en fazla zararın görüldüğü illerdir. Orman işletme müdürlükleri itibariyle yangın risk haritası Şekil 6'daki gibidir (Tarım Orman Şurası, 2019).



Şekil 6. Orman Yangını Bakımından Riskli Bölgeler.

Orman alanlarımızın 12,6 milyon hektarlık kısmı yangına çok hassas bölgelerde yer almaktadır.

5.5. Orman Yangınlarının Sınıflandırılması

Orman yangınlarından etkilenen hemen hemen bütün ülkelerde yangınların ortaya çıkardığı zararlar hakkında toplu bir fikir edinmek için yangınlar alan olarak sınıflandırılmaktadır. Sınıflandırmanın temel amacı çıkan yangınlarla etkin bir şekilde savaşmak için, alınabilecek tedbirlere destek sağlamak ve yangınlarla savaş örgütünün aksayan yönleriyle etkinliğini ortaya koymaktır (Tablo 1).

Türkiye'de 1959-1983 yılları arasında çıkan orman yangınları üzerinde yapılan incelemeler sonucunda orman yangınları, 7 ana sınıf (A-B-C-D-E-F-G) altında toplanmıştır (Küçükosmanoğlu ve Şeker, 1987). Yangınların sınıflandırılması, yangın sayıları ve yanan alanlar dikkate alınarak yapılmıştır.

Tablo 1. Orman Yangını Sınıfları.

Sınıf A:	1.0 Hektar ve daha küçük alanlar
Sınıf B:	1.1 – 5.0 Hektar arasındaki alanlar
Sınıf C:	5.1 – 20.0 Hektar arasındaki alanlar
Sınıf D:	20.1 – 50.0 Hektar arasındaki alanlar
Sınıf E:	50.1 – 200.0 Hektar arasındaki alanlar
Sınıf F:	200.1 – 500.0 Hektar arasındaki alanlar
Sınıf G:	500.1 Hektar ve daha büyük alanlar

Bu sınıflandırmada 500 hektardan daha geniş alanları yakan orman yangınları (Sınıf G) “Büyük Yangın” olarak adlandırılmaktadır. G sınıfında toplanan yangınlar, ayrıca üç alt sınıfa ayrılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Orman Yangını Alt Sınıfları.

Alt Sınıf G1:	500.1 – 800.0 Hektar arasındaki alanlar
Alt Sınıf G2:	800.1 – 1500.0 Hektar arasındaki alanlar
Alt Sınıf G3:	1500.1 Hektar ve daha büyük alanlar

Adı geçen sınıflandırmaya göre, F ve G grubundaki orman yangınları büyük önem taşımaktadır. Kuşkusuz bir ülkedeki yangın koruma ve savaş organizasyonu ne kadar gelişkin olsa da orman yangınların çıkışına ya da azaltılmasına pek bir etkiye bulunamaz. Ancak çıkan yangınların büyümesini ve afet haline dönüşmesini önler. Yani yanan alanların küçük kalmasını sağlayabilir. Bu konuda başarı sağlandığı takdirde, çıkan yangınların büyük bir bölümü sınıf A, çok az bir kısmı da sınıf G’de toplanacaktır (Küçükosmanoğlu ve Şeker, 1987).

6. ORMAN YANGINLARININ ÇIKIŞ NEDENLERİ

Genel olarak orman yangınlarının çıkış sebeplerini tespit etmek oldukça zordur. Ülkemizdeki orman yangınlarına ilişkin farklı yıllara ait istatistiklerin incelenmesinden yangınların; dikkatsizlik ve ihmal, kasıt, kaza veya doğal nedenlerden meydana geldiği görülmekle birlikte, bu yangınların büyük bir kısmı da nedeni bilinmeyen yangınlar olarak kayıtlara geçmiştir. Ancak her yangının bir nedeni vardır. Orman yangınlarının çıkış nedenini ortaya çıkarmak adına yangın söndürüldükten sonra yangın alanlarında çok detaylı olay yeri inceleme (kroki, tutanak, hasar tespit raporu, yangın sicil fişi vb.) çalışmaları yapılsa bile, her zaman çıkış nedeni bulunmayabilir. Orman yangınlarının çıkış nedenlerinin kesin olarak saptanmamasında, bu alanların çok geniş (en az 10.000 m²) ve yerleşim merkezlerine uzak olmaları, yangına neden olan kişi ya da kişilerin yangın sahasından çok kısa bir zamanda görünmeden ayrılmalrı gibi sebepler

söz konusudur. Türkiye’de çıkan orman yangınlarının yaklaşık %1-10’u yıldırım kaynaklı olup geri kalan %90’ının çıkmasına insanlar neden olmaktadır (Küçükosmanoğlu 2020; SOY, 2020).

6.1. Dikkatsizlik ve ihmâl

Dikkatsizlik ve ihmâl grubunda yer alan yangınların çok çeşitli sebepleri vardır. Bunlar arasında özellikle ormancılık faaliyetlerinde ekoturizm aktiviteleri, rekreasyonel kullanımlar ile orman içi ve civarında yaşayan insanların faaliyetlerinde yangınlar bakımından gerekli önlemleri almamak sayılabilir. Ormanda gerekli önlemleri almadan ateş yakmak, yakılan ateşleri söndürmeden bırakmak, piknik alanlarında, çöplüklerde, avcılık (fişeklerin ağaç gövdesinden kıvılcım atması vb.), arıcılık faaliyetleri sırasında çıkan yangınlar, sönmemiş sigara ve kibrit atılması, ot-çayır ve istenmeyen örtünün yakılması ile orman içi ve bitişigindeki tarlalarda anız yakılması durumları bu gruba dahildir.

6.2 Kasıt

Bilerek (kasıtlı) olarak çıkarılan bu yangınlar; orman içindeki veya bitişigindeki tarla ve otlakları genişletmek (açmak), ormanda yapılan kanunsuz işleri gizlemek, orman idaresine veya personeline kızarak intikam almak, orman içi veya bitişigindeki otlaklarda yaşayan zararlılar (böcekler) yabani hayvanları yok etmek veya uzaklaştırmak, sabotaj ve terör nedeniyle çıkarılan yangınlar olarak çok farklı amaçlar doğrultusunda gerçekleştirmektedir.

6.3. Kaza

Kaza, beklenmeyen bir anda ortaya çıkan ve çeşitli kayıplara neden olan bir olaydır. Kazalar, farklı ortamlarda gerekli bütün önlemler alınsa bile meydana gelebilir. Kazalar ortaya çıkma kökenleri itibari ile insan, doğal ve teknolojik kaynaklı olabilirler. Orman içi veya bitişiginde bulunan çeşitli sanayi kuruluşlarının faaliyetleri, enerji nakil hatları, trafik kazaları, demir yolları, ulaşım araçları (araç yangınları), ateşli silahlar, havai fişekler, ormanda kurulan kireç, katran, tuğla, kiremit, taş ve maden ocakları ile odun hammaddesi işleyen hızar veya kereste fabrikaları, kömür torlukları vb. orman yangınlarına sebep olabilmektedir.

6.4. Nedeni bilinmeyen

Çıkış nedeni saptanamamış olan orman yangınları bu grupta değerlendirilmektedir. Her yangının mutlaka bir sebebi vardır, sebepsiz hiçbir yangın çıkmaz. Orman yangınlarının sebeplerine ait istatistikler incelendiğinde faili meçhul yangınların sayıca yüksek bir oranda (%32) olduğu görülmektedir.

Bu konuda esas amaç, yangın çıkış alanında yapılacak etraflı incelemeler ve araştırmalar ile çıkan yangının nedensiz bırakılmamasıdır. Çıkan orman yangınlarının nedenlerinin bilinmesi, bu konuda alınacak önlemlerin uygulanmasında da etkili olacaktır.

6.5. Doğal Nedenler

Doğal kaynaklı orman yangınlarının ana etmenleri güneş, rüzgârlı havalarda kuru dalların birbirlerine sürmesi, aşırı sıcaklık ve yıldırımlardır. 2020 yılında meydana gelen 1.859 yangının %55'nin nedeni hala bilinmemektedir. Orman yangınlarının 312 adedi yıldırım düşmesi nedeniyle meydana gelmiştir. 607 adet yangın anız yakma, çöplük yangını, çoban ateşi, avcılık, piknik ve sigara gibi ihmalden meydana gelmiş; 30 adedi kundaklama, 4 adedi terör ve 2 adedi de açmacılık amaçlı kasıtlı olarak beşeri nedenlerden dolayı ortaya çıkmıştır (Abay ve ark., 2022; Ünlü, 2025). Nedeni bilinmeyen yangınların %55 gibi bir oranı oluşturması, üzerine araştırmalar yapılması gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Türkiye’de son yıllarda çıkan orman yangınları çıkış nedenleri, adet ve alan olarak Tablo 3’te incelenmiştir (TOB, 2025).

Tablo 3. Türkiye’de 1999-2024 Yılları Arasında Çıkan Orman Yangınlarının, Çıkış Nedenleri, Adet ve Alan Olarak Dağılımı.

Yıl	Yanan alan miktarı	Yangın sayısı	Yangın çıkış nedeni							
			Kasıt		İhmal-Kaza		Doğal		Sebebi Bilinmeyen	
	Hektar	Adet	Adet	Hektar	Adet	Hektar	Adet	Hektar	Adet	Hektar
1999	5 804	2 075	279	1 926	1 151	2 808	203	126	442	944
2000	26 353	2 353	410	4 417	1 384	19 017	132	167	427	2 752
2001	7 394	2 631	251	651	1 629	4 247	188	735	563	1 761
2002	8 514	1 471	218	509	809	7 287	181	261	263	457
2003	6 644	2 177	258	665	1 317	4 520	120	694	482	765
2004	4 876	1 762	242	748	1 033	3 093	128	233	359	802
2005	2 821	1 530	272	402	867	2 084	140	48	251	288
2006	7 762	2 227	166	206	1 315	5 873	330	543	416	1 139
2007	11 664	2 829	292	1 705	1 642	7 994	407	243	488	1 722
2008	29 749	2 135	377	797	1 018	26 283	330	699	410	1 970
2009	4 679	1 793	231	792	884	3 082	333	105	345	700
2010	3 317	1 861	146	526	861	1 851	281	69	573	871
2011	3 612	1 954	153	283	1 067	2 368	130	39	604	922
2012	10 454	2 450	197	1 615	936	5 780	373	334	944	2 725
2013	11 456	3 755	260	1 478	1 419	4 051	258	138	1 818	5 789
2014	3 117	2 149	127	85	801	1 682	328	77	893	1 273
2015	3 219	2 150	138	167	794	1 198	257	95	961	1 759
2016	9 156	3 188	157	240	990	5 222	310	170	1 731	3 524
2017	11 993	2 411	151	619	721	7 146	259	84	1 280	4 144
2018	5 644	2 167	92	148	693	2 216	413	141	969	3 139
2019	11 332	2 688	124	686	883	6 529	372	373	1 309	3 744
2020	20 971	3 399	72	718	1 156	8 285	312	197	1 859	11 771
2021	139 503	2 793	110	46 147	1 001	46 879	353	208	1 329	46 269
2022	12 799	2 160	86	4 722	830	5 428	358	517	886	2 132
2023	15 520	2 579	92	663	1 133	11 259	399	365	955	3 233
2024	27 485	3 797	127	223	1 860	19 906	726	734	1 084	6 622
Toplam	405 838	62 484	5 028	71 138	28 194	216 088	7 621	7 395	21 641	111 217

Buraya kadar yapılan açıklamalardan anlaşılaçağı üzere, Türkiye ormanlarında 1999-2024 yıllarını içeren dönemde toplam 62484 adet yangın çıkmış ve 405838 hektar orman alanı yanmıştır. Yangınlar, adet olarak en fazla 2024 yılında (3797 adet) çıkmış; 2021 yılında ise en çok (139503 hektar) alanın yanmasına sebep olmuştur (Tablo3). Tabloda yangınların çıkış nedenleri incelendiğinde; yangınların adet (28194) ve alan (216088 hektar) olarak en fazla dikkatsizlik ve ihmal ile kaza kaynaklı olduğu görülmektedir.

7. ORMAN YANGINLARININ SÖNDÜRÜLMESİ

Yangınların söndürülmesi; yanma olayını duraklatıp durdurma işlemine denir. Yanmayı meydana getiren unsurlardan en az bir tanesini saf dışı bırakarak söndürme gerçekleştirilir, söndürme kısaca yangın üçgenin bozulmasıdır. Yangın söndürme faaliyetleri; yangın haberinin alınmasından, yangının söndürülmesine kadar süren söndürme ve işçi organizasyon yöntemleri öncelikli olmak üzere her türlü iş ve işlemleri içermektedir. Orman yangınlarının söndürülmesinde başarı; her şeyden önce maddi olanak, eğitim ve organizasyona bağlıdır.

7.1. Organizasyon

Yangınlarla savaş olağanüstü işler karakterinde olup bilinçli hareket, çabukluk ve cesaret isteyen teknik bir çalışmadır. Bu nedenle iyi bir organizasyona ihtiyaç vardır. Günümüzde yangınlarla savaşta gelişmiş ülkelerde uygulanan organizasyon, askeri organizasyonun hemen hemen aynısıdır. Yangın söndürme organizasyonu denildiğinde, genellikle sadece büyük yangınların organizasyonu anlaşılmaktadır. Çünkü, günümüzde çıkan yangınların büyük bir kısmı küçük boyutlarda kalmakta, böylece birkaç kişi ya da birkaç ekip tarafından iyi bir organizasyonla söndürülmektedir. Fakat hangi şekilde olursa olsun her yangının söndürülmesinden sorumlu olan bir yangın amiri söz konusudur. İstatistiklerin incelenmesinden anlaşılabacağı üzere, ormanda çıkan yangınların yaktıkları sahaların çeşitli büyüklüklerde oldukları anlaşılmaktadır. Bu nedenle hepsinde bir yangın amiri olmak koşuluyla yeni çıkmış, küçük, orta ve büyük yangın söndürme organizasyonunda farklı sayıda söndürme (kısım şefi, muntika şefi, ekip başı ve ekip), ikmal ve yardım (kamp şefi, ikmal memuru, ambar memuru, motorlu araçlar ve transport memuru) ve haber alma (santral memuru, kayıt işleri memuru, meteoroloji memuru) görevlileri bulunmaktadır (Çanakçıoğlu, 1993; Tarım Orman Şurası, 2019).

7.2. Yangın söndürme araç ve gereçleri

Söndürme çalışmalarında kısa zamanda başarı kazanmak ve verimli işler yapabilmek için, kullanılan el aletleri ve motorlu araçların yeterli miktarda bulunması yanında bunların standartlara da uygun bir şekilde olması gerekir. Bunlardan bir kısmı sadece yangının söndürülmesinde kullanılmak üzere yapıldığı halde, bir kısmı da yangın söndürmenin yanı sıra farklı işlerde kullanılmaktadır. Çıkan orman yangınlarının en az hasarla atlatılabilmesi için eğitilmiş yangın söndürücüler yanı sıra yangınla savaşta kullanılan söndürme araç ve gereçleri de büyük önem taşımaktadır (Küçükosmanoğlu, 2020).

7.2.1. El aletleri

Orman yangınlarının söndürülmesinde ve kontrol altına alınmasında yaygın görüş modern, motorize ve güçlü araç ve gerecin kullanımı yönünde ise de; arazi şartlarının motorlu araç ve gerecin kullanımını güçleştirdiği durumlarda el aletlerine gereksinim vardır. El aletlerinin kullanımında motorlu araçlara göre daha az bir eğitime ihtiyaç duyulur ve her seviyedeki yangın savaşçıları tarafından kolaylıkla kullanılabilirler. Yangınların söndürülmesinde gelişkin ya da. basit çeşitli el aletleri kullanılır. Bunların başlıcaları; testere, balta, çapa, baltalı kazma, gürebi, kürek, tırmık, tahra, kazma, çapalı kazma, şaplak ve tırmıklı çapadır (Küçükosmanoğlu ve Şeker, 1987).

7.2.2. Motorlu araçlar

Zamanımızda çok sayıda farklı alanlarda kullanılan motorlu araçlar, orman yangınlarıyla savaşta ve yangınların söndürülmesinde büyük yararlar sağlamaktadır. Orman yangınlarının söndürülmesinde kullanılan motorlu araçlar hava ve kara araçları olarak gruplandırılır. Kara araçları; ilk müdahale aracı, arazöz, kamyon, binek araçları, pikap ve motosikletlerdir. Hava araçları ise; yangın söndürme ve keşif uçakları ile helikopterler, İHA'lar ve Drone'lardır. Türkiye'de genel olarak orman yangınlarının söndürülmesi ve kontrol altına alınmasında; yangınlarla yerden ve havadan savaş metotları hedeflenerek buna göre planlanmıştır. Bu yapılanma 1985 yılından itibaren başlatılarak günümüz teknik ve teknolojik gelişmelerine uygun olarak sürdürmektedir. Orman yangınları ile başarılı bir savaş yer ve hava gücünün koordinasyonunu zorunlu hale getirmiştir (Küçükosmanoğlu, 2020).

7.3. Yangın söndürme prensip ve yöntemleri

Orman yangınlarıyla savaşta genel prensip, yangın üçgenin üç ögesine (sıcaklık, oksijen, yanıcı madde) karşı gereken önlemleri almaktır. Özellikle bütün yangınlarla savaşta bu üç öğleden biri olan yanıcı maddeler üzerindeki çalışmalar yoğunluk kazanmaktadır. Orman yangınlarının söndürülmesinde ve kontrol altına alınmasında doğrudan ve dolaylı savaş (müdahale) yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler aşağıda açıklanmıştır (Küçükosmanoğlu ve Şeker, 1987; Küçükosmanoğlu, 2020).

7.3.1. Doğrudan savaş yöntemi

Yeni çıkmış yangına yakın müdahaleye imkân veren örtü yangınlarına el aletleriyle (kürek, tırmık, kazma, şaplak, tahra vb.) doğrudan alevlere müdahale edilerek yanan kısımlara toprak veya su atmak ya da şerit açılarak savaşılır. Yangınlara doğrudan müdahalede birkaç kişi ya da ekipler söz konusudur.

7.3.2. Dolaylı savaş yöntemleri

Yangınlara yakın müdahalenin mümkün olmadığı durumlarda ve yangının büyümesi veya tepe yangınlarına dönüşmesi halinde dolaylı savaş yöntemlerini kullanmak gerekir. Bu yöntemler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

7.3.2.1. Paralel yöntem

Bu söndürme yönteminin esas özelliği insan gücü ve söndürme araç-gereçlerinin güvenli çalışacak şekilde bir uzaklıkta tutulması, yangının kenarına paralel olarak yangın söndürme şeridinin açılmasıdır. Bu metotta, açılacak söndürme şeridinin yangına olan mesafesi yangının türüne, hava şartlarına, yanıcı maddelerin miktarına ve cinsine bağlı olarak değişiklik gösterir.

7.3.2.2. Karşı ateş

Bu yangın söndürme yöntemi mevcut yangının önünde ve uygun bir uzaklıkta ikinci bir yangın çıkarmaktır. Karşı ateş, yangına karşı yangın kullanmaktır. Karşı ateşin amacı, yangının önündeki yanıcı maddelerin azaltılarak yangının ana gidiş doğrultusunu değiştirmektir. Ancak bu yangın söndürme yöntemi yangın amirleri ya da orman yangınları konusunda teorik ve uygulamalı bilgiye sahip kişilerce uygulanmalıdır. Karşı ateş, rüzgâr tahminin doğru yapılamadığı ve yangının ilerlediği yamacın arka yüzünde eğimin %20'den fazla olduğu hallerde uygulanmaz. Karşı ateş basit ve kademeli karşı ateş olmak üzere iki şekilde uygulanabilir.

7.3.2.3 Doğal seyrine bırakmak

Devam etmekte olan yangınlarda yangın ana ucunun veya bazı yangın uçlarının birkaç yüz metre ilerisinde yangının durdurulmasını sağlayabilecek doğal engeller (nehir, dere, ana yol, açıklık, kayalık vb.) mevcutsa, yangınla savaşılmıyorsa onu doğal seyrine bırakmak en doğru seçenektir. Böyle yangınlarda yangının ana yayılma doğrultuları tespit edilerek yangınla savaş, yangını durdurabilecek doğal engellerin dışındaki yerlerde gerçekleştirilir.

8. ORMAN YANGINLARIYLA SAVAŞTA CAN GÜVENLİĞİ

Çalışanların iş koşulları, çalışma ortamlarının farklı olması sebebiyle; doğaya açık, kısmen kapalı veya tamamen kapalı mekanlardan meydana gelmektedir. Orman yangınlarında görev yapan personelin çalışma alanı ve iş objesi olarak tüm iş sistemleri, tamamen doğanın etkisi altındadır. Bu nedenle yangınla mücadele eden personelin öncelikle orman yangını ve yangında can güvenliği konusunda esaslı bir eğitime tabi tutularak, bu eğitimlerin yangın sezonlarından önce periyodik olarak yapılması yararlıdır. Böylece iş kayıplarının önlenmesi

yanında olası kazalar ve ölüm olaylarında da azalmalar sağlanacaktır (Ünlü, 2025).

Orman yangın istatistiklerine göre; geçmişten 2020 yılına kadar çıkan orman yangınlarıyla savaşta Küçükosmanoğlu (2020)'ye göre 151 kişi şehit olmuştur. Bu nedenle yangınlarla savaşta can güvenliği konusunda yangın personelinin eğitiminde kişisel koruyucu donanımlar, güvenlik ve korunmalarına öncelikle yer verilmelidir.

8.1. Kişisel koruyucu donanımlar

Değişik iş ortamlarındaki belirli tehlikelere karşı, iş görenleri korumak için kişisel koruyucu donanımlar (KKD) geliştirilmiştir. Yangınlarla savaşta görev yapan personelin özellikle sıcak, toz ve dumandan kaynaklanan rahatsızlıklara karşı yeterli miktarda koruyucu ekipman ile donatılmaları ve bunların kullanılması teşvik edilmelidir. Bu KKD'leri ayakkabı, ısıya dayanıklı kıyafet, kask ve gözlük, kemer, eldiven, matara, kumanya çantası, duman maskesi ve filtresi vb. şeklinde sıralamak mümkündür (Küçükosmanoğlu, 2020).

8.2. Güvenlik eğitimi

Orman yangınlarıyla savaşta kullanılan farklı iş gücü kaynakları (orman yangın işçileri, askeri birlikler, gönüllüler, merkezi ve yerel yönetim çalışanları vb.) söz konusu olmakla birlikte, bunlardan en etkin olanı kuşkusuz kendi kurum disiplini içinde yetiştirilmiş olan Orman Genel Müdürlüğü'nün yangın personeli'dir. Bu sebeple yangın personelinin güvenlik eğitimi teknik konular, bedensel yeterliliğin kazandırılması, personelin (acemi, yetişkin, uzman ve yönetici) olarak sınıflandırılması ile sağlık, beslenme ve haberleşme konularını içermelidir (Küçükosmanoğlu ve Şeker, 1987).

8.3. Korunma

Devam eden bir orman yangınında, yangınla savaşanlar çevredeki yanıcı maddeler gibi ısıya (radyasyon, konveksiyon, kondüksiyon) maruz kalırlar. İnsanın ısıya direnci zayıf olup, serinleme kapasitesi sınırlıdır. Bu sebeple yüksek sıcaklığa yakın çalışmalarda zorlanmaktadır. Bu itibarla insan vücudunu ısıdan korunmanın en önemli yolu KKD'lerin kullanılmasıdır. Bununla birlikte üzerinde bitki örtüsü bulunmayan ya da yangının geçmiş olduğu sahalara, diğer kısımlara oranla daha güvenli olup bu alanlar yangınlar sırasında iyi bir koruma sağlarlar. Motorlu araçlar ve orman içindeki binalar da yangından korumak için geçici bir süre tercih edilebilir (Sayın ve ark., 2014).

9. ORMAN YANGINLARI SÖNDÜRÜLDÜKTEN SONRA YAPILACAK İŞLER

Orman yangınları kontrol altına alınıp söndürüldükten sonra yangın sahasında yapılacak işleri idari ve teknik olmak üzere iki başlık altında toplamak mümkündür. Özellikle yangından sonra yapılacak idari işlerin ilk aşaması olay yeri inceleme çalışmalarıyla başlamaktadır (Küçükosmanoğlu, 2020).

9.1. İdari işler

Yangından sonra yapılacak başlıca idari işler; kroki, tutanak, hasar tespit raporu, yangın sicil fişi vb. düzenleyerek bunları Cumhuriyet Başsavcılığı'na iletmektir. Bununla birlikte, yangının söndürülmesi sırasında yaralanan ve ölenlerle yangında çalışanların zarar gören eşyalarını saptamak, yangın söndürme araç ve gereçlerini toplamak, yangına ait masrafları ödemek ve yangın kayıplarını kayıt altına almaktır. Bu belgeler hazırlanırken, 1956 yılında yürürlüğe giren 6831 sayılı Orman Kanunu, 1995 yılında 4114 sayılı Kanunla yapılan değişiklikler ile diğer ilgili mevzuat dikkate alınmaktadır. Ayrıca 1995 yılında çıkarılan 285 sayılı *Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları Tebliği*'nden de yararlanılmaktadır (Özdönmez ve Baş, 1989; Tarım Orman Şurası, 2019; Küçükosmanoğlu, 2020).

9.2. Teknik İşler

Bir orman alanında yangından sonra yapılacak teknik işler çok çeşitli olmakla birlikte bunları üretim, ağaçlandırma ve koruma olarak açıklamak mümkündür (Küçükosmanoğlu ve Şeker, 1987).

9.2.1. Üretim (Alanın boşaltılması)

Yangın sahasında önce zarara uğrayan ağaçların üretimi (kesme, işleme, değerlendirme ve ormandan çıkarılması) gerçekleştirilir. Üretim esnasında, nakliyat ve ağaçlandırma işlerini planlamak için zarar miktarı kabaca tahmin edilmelidir (Küçükosmanoğlu, 2020).

9.2.2. Ağaçlandırma

Yangın alanlarında üretim işleri tamamlanıp alan boşaltıldıktan sonra, silvikültürel işlemler ile, ağaçlandırma (suni, doğal) çalışmalarına başlanır. Yanan alanın eski yönetim ve gelişme planlarındaki envanter karnelerinde bulunan ağaç ve alt flora çeşidi de dikkate alınmalıdır (SOY, 2020; Küçükosmanoğlu, 2020).

9.2.3. Koruma

Yangın sahalarında yapılan ağaçlandırma çalışmalarını takiben, meşcerelerin çeşitli biyotik ve abiyotik orjinli faktörlere karşı çok iyi bir şekilde korunması gereklidir. Ormanlardan beklenen maddi ve manevi fonksiyonların sağlanması onun iyi bir şekilde korunması ile mümkün olacaktır (Çanakçıoğlu, 1993; Ünlü, 2025).

10. ORMAN YANGINLARININ ETKİLERİ

Yangınların ormanda çok çeşitli etkileri söz konusudur. Bunlardan ilki ve kuşkusuz en önemlisi, odun hammaddesinin yakıp kül etmesidir. Yangının ikinci önemli etkisi, ortaya çıkan yüksek ısı sebebiyle ormandaki canlı vejetasyon örtüsü ile hayvanları öldürmesi ve orman toprağının özelliklerini değiştirmesidir (Küçükosmanoğlu ve Şeker, 1987).

10.1. Yangının direkt (doğrudan doğruya) etkisi

Yangının doğrudan doğruya etkileri; ormanları, tohumları, gençliği (genç meşcereleri), ölü örtüyü (ince ve küçük dallar, dökülmüş yapraklar, kozalak, kabuk vb.), toprak vejetasyonunu ve yaban hayatını zarara uğratmasıdır (Küçükosmanoğlu, 2020; Bolat, 2023).

10.2. Yangının indirekt (dolaylı) etkisi

Yangının dolaylı etkileri; biyotik (hayvanlar, bitkiler, mantarlar vb.), iklimik (rüzgâr, fırtına, kar, don, dolu, yüksek sıcaklık, buz, yıldırım, ışık, yağmur) ve edafik (su faktörü, kumullar, besin maddesi fazlalığı, besin maddesi yetmezliği, toprak zehirlenmesi, deprem) faktörleri değiştirmesi suretiyle ortaya çıkmaktadır (Küçükosmanoğlu, 2020; Bolat, 2023).

11. ORMAN YANGINLARINA KARŞI ALINMASI GEREKLİ ÖNLEMLER

Ormanın yangından korunmasında alınabilecek önlemler çok çeşitlidir. Bunları kısaca aşağıdaki şekilde açıklamak mümkündür (Çanakçıoğlu 1993).

11.1. Halkın Eğitimi

Türkiye’de orman yangın istatistiklerinin incelenmesi sonucunda, ormanın yangından korunmasında insanoğlu ana sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Yangınların en büyük kısmının (%90) insanlar tarafından çıkarıldığı bilinmektedir. Bundan ötürü, orman yangınlarının adet olarak azaltılmasında halkın eğitimi son derece önemlidir. Halkın eğitimi konusunda alınabilecek önlemlerden ilki halkın çeşitli yollarla uyarılmasıdır. Bunlar; orman sevgisini

geliştirmek amacıyla kitle iletişim araçlarından yararlanmak, ormana yakın alanlara uyarı levhaları koymak, konferanslar vermek, broşürler dağıtmak, gazete ve dergilerde yazılar yayınlamak ve yarışmalar düzenleyerek halkın bu konudaki ilgisini arttırmaktır (Sayın ve ark., 2014; Ünlü, 2025).

İkincisi ise; yöresel orman idaresinin direkt çabaları olup orman idareleri yörelerinde, halkla ilişkiler kurarak konu hakkında eğitici bilgiler vermek, okullarla ilişki kurularak orman yangınları konusunda eğitici konferanslar düzenlemek ve orman sevgisini genç kuşağa aşılama için okullarda ormancılık eğitimine yer vermektir (Küçükosmanoğlu, 2020).

11.2. Halk - orman ilişkilerini düzenleme

İnsanların neden olduğu yangınları önlemek için; halkın yararına yapılabilecek düzenlemeler ile halkın ormandan yararlanmasını düzenlemektir. Bununla birlikte ulusal orman yangını programı ve uygulanması sağlanmalıdır. Bu programın uygulanmasında özellikle orman yangınlarının çıkmaması durumları veya yangınların önlenmesi ve söndürülmesinde başarı gösteren kişi veya kuruluşlar çeşitli şekillerde (takdirname, şilt, plaket vb.) ödüllendirilmelidir.

11.3. Yasal Önlemler

Ülkemiz ormanlarının yangından korunmasına ilişkin yasal düzenlemeler hem Osmanlı İmparatorluğu hem de Cumhuriyet döneminde çıkarılan yasalarda yer almıştır. Türkiye Cumhuriyet dönemi, ormanların değerinin anlaşıldığı ve onu etkileyen çeşitli zararlı faktörlere karşı gerekli teknik ve yasal düzenlemelerin yapıldığı bir dönemdir. Orman yangınları ile ilgili olmak üzere gerek Anayasa'mızda gerekse yasalarda yer alan bu hükümlerin uygulanması ile ormanlarımızın yangınlardan korunması ve sürekliliğinin sağlanması güvence altına alınmaya çalışılmıştır (Özdönmez ve Baş, 1989; Küçükosmanoğlu, 2020).

11.3.1. Anayasa

1982 yılında çıkarılan T.C. Anayasası'nda ormanların korunmasına özel bir önem verilmiştir. Ormanların korunması hakkında Anayasa'nın 169. maddesi aşağıda belirtilen hükümlere yer vermiştir:

“Devlet, ormanların korunması ve sahalarının genişletilmesi için gerekli kanunları koyar ve tedbirleri alır. Yanan ormanların yerinde yeni orman yetiştirilir, bu yerlerde başka çeşit tarım ve hayvancılık yapılamaz. Bütün ormanların gözetimi Devlete aittir. Devlet ormanlarının mülkiyeti devrolunamaz. Devlet ormanları kanuna göre, Devletçe yönetilir ve işletilir. Bu ormanlar zamanaşımı ile mülk edinilemez ve kamu yararı dışında irtifak hakkına konu olamaz. Ormanlara zarar verebilecek hiçbir faaliyet ve eyleme müsaade

edilemez. Ormanların tahrip edilmesine yol açan siyasi propaganda yapılamaz; münhasıran orman suçları için genel ve özel af çıkarılamaz. Ormanları yakmak, ormanı yok etmek veya daraltmak amacıyla işlenen suçlar genel ve özel af kapsamına alınamaz.” (Mevzuat, 2025).

11.3.2. Yasalar

Günümüze dek Orman Kanunu 5 önemli değişiklik geçirerek son haline gelmiştir (Büyükcay, 2016). Türkiye’de ormanlara ilişkin ilk kapsamlı yasal düzenleme, 18 Şubat 1937 tarihinde yürürlüğe giren 3116 sayılı Orman Kanunu ile gerçekleştirilmiştir. Bunu takiben, 13 Temmuz 1945 tarihinde yürürlüğe giren 4785 sayılı Kanun ile üzerinde orman bulunan özel mülkiyete tabi arazilerin devletleştirilmesi esası benimsenmiştir. Daha sonra, kamuoyunda “iade yasası” olarak anılan 5658 sayılı Kanun (Orman Kanununa Bazı Maddeler Eklenmesine ve Bu Kanunun Birinci Maddesinde Değişiklik Yapılmasına Dair Olan Kanuna Ek Kanun) çıkarılmış; bu düzenleme ile belirli koşullar altında bazı özel ormanların eski sahiplerine iadesi öngörülmüştür. 1950 yılında yürürlüğe giren 5653 sayılı Kanun ise 3116 sayılı Kanunda kapsamlı değişiklikler yapmıştır. Nihayetinde, 1956 yılında kabul edilen ve halen yürürlükte olan 6831 sayılı Orman Kanunu, zaman içerisinde çeşitli maddeleri değiştirilmekle birlikte, Türkiye’de orman hukukunun temelini oluşturan kapsamlı mevzuat olma niteliğini sürdürmektedir (SOY, 2020).

Ormanlarla ilgili ilk yasa olan 3116 sayılı Orman Kanunu’nun 88. ile 94. maddeleri arasındaki hükümler orman yangınlarının söndürülmesi ile ilgilidir. Yine aynı Kanun’un 115. ve 116. maddeleri de cezai hükümleri kapsar. 3116 sayılı Kanun’un 57 ve 73. maddelerde ise umumi ve hususi ormanlar eğer yangın gördüyse mutlaka ağaçlandırılmalıdır demektedir. 3116 sayılı Kanun’un yerini alan 1950 yılında çıkarılan 5653 sayılı Orman Kanunu ile bazı maddelerin değiştirilmesi ve bazı maddelerin eklenmesine dair kanuni düzenlemeler yapılmıştır. 1956 yılında çıkarılan ve 6831 sayılı Orman Kanunu’nun 68-76. Maddeleri orman yangınları ile ilgili önlemleri ve 104-107 arasındaki maddeleri ve 110. maddesi ise orman yangınlarına ait cezai hükümleri içermektedir. Bu kanun ile 3116 ve 5653 sayılı kanunlar uygulamadan kaldırılmıştır. Halen yürürlükte olan 6831 sayılı Orman Kanunu’nda 4 Temmuz 1995 tarih ve 4114 sayılı değişiklik Kanunu’yla yapılan güncellemeler ile bu kanuna dayalı olarak 1976 yılında çıkarılmış *Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Görevlilerin Görecekları İşler Hakkında Yönetmelik*³ ile 1 Ocak 1995 tarihli ve 285 sayılı *Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama*

³ 6831 sayılı Orman Kanunu’nun 69 uncu maddesi hükmüne göre düzenlenmiştir.

Esasları tebliğine göre; orman yangınlarına ilişkin yangın çıkmasını önleyici, yangın sırasında ve yangın söndürüldükten sonraki önlemleri ve savaş yöntemlerini içermektedir. Adı geçen yönetmeliğin hükümlerini Milli Savunma, İçişleri, Ulaştırma ve Altyapı ile Tarım ve Orman Bakanlıkları yürütmektedir (Tebliğ, 1995; SOY, 2020; Küçükosmanoğlu, 2020; Mevzuat, 2025).

11.4. Diğer Önlemler

Gerek yangından önce gerekse yangın esnasında ve yangından sonra bazı idari ve teknik önlemler alınmak suretiyle yangınların en az zararla atlatılmasına çalışılmaktadır. Bunlar; yanıcı maddenin azaltılması, silvikültürel önlemler, yangın emniyet yol ve şeritleri, yangınların gözetilmesi, ulaşım, haberleşme, ilk müdahale ve hazır kuvvet ekipleri, su gölet ve havuzlar, yanıcı maddeler, yerden ve havadan savaş, meteorolojik veriler, yangın kule ve kulübeleri, araştırma-eğitim konularını kapsamaktadır (SOY, 2020; Ünlü, 2025).

12. ORMANCILIK-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Günümüzde ormancılıkta sürdürülebilirlik kavramından, ormanın bütün fonksiyonlarının dengeli bir şekilde korunması anlaşılmaktadır. Esas amaç odun servetinin ve hasılatının korunması değil; temiz su ve besin maddeleri temini, toprağın korunması, iş alanı sağlamak, rekreasyon faaliyetlerine olanak sağlamak, yaban hayatı (hayvanlar ve bitkiler) için yaşam alanları oluşturmak, peyzaj çeşitliliği meydana getirmek, karbon maddelerinin depolanması gibi işlevlerin de korunmasını sağlamaktır.

Bu duruma göre ormancılıkta sürdürülebilirlik; bugünün gereksinimlerini gelecek kuşakların gereksinimlerini tehlike altına sokmaksızın karşılayacak bir gelişim şeklinde tanımlanmaktadır (SOY, 2020). Bunun da sağlanabilmesi için öncelikle orman ekosistemlerinin biyotik ve abiyotik orjinli zararlılardan korunması bir zorunluluktur.

KAYNAKÇA

- Abay, E., Sözüay, K., Şahin, Ö. C., Temel, R. E., Tarhan, Y., & Mıhçıokur, S. (2022). Küresel İklim Değişliği ve Orman Yangınları Ülke ve Dünya Etkileri. Sağlık Ve Toplum, 32(3), 3-13.
- Bolat, İ. (2023). Orman Yangını, Orman Yangınının Toprak ve Yüzeysel Akışa Olan Etkileri. Ziraat & Orman, Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler-1, 103-139 pp. Ziraat & Orman, Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler-1. (Editörler: Prof. Dr. İbrahim Cengizler, Prof. Dr. Sibel Tan, Prof. Dr. Ufuk Türker) Aralık.
- Büyükcay, Y. (2016). Öncesi Orman Olmayan Arazilerin Orman (Rejimi) Dışına Çıkarılması Sorunu. Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, 22(3), 525-545.
- CSB, (2023). Ormanlık Alanların Dağılımı (Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 2023 verileri) https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/ormanlik-alanlarin-dagilimi-i-85782#_edn1 (erişim tarihi: 21 Eylül 2025).
- Çanakçıoğlu, H., (1993). Orman koruma. İstanbul Üniversitesi yayın no: 3624, orman fakültesi yayın no: 411, İstanbul.
- Elilibüyük, M., & Yılmaz, E. (2010). Türkiye'nin coğrafi bölge ve bölümlerine göre yükselti basamakları ve eğitim grupları. Coğrafi Bilimler Dergisi, 8(1), 27-56. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000104
- Kırış, R. (2020). Orman Fonksiyonlarının Çevre Açısından Değerlendirilmesi. 5th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENT AND MORALS, 09 - 11 April 2020 YTU Davutpasa Congress and Culture Center, İstanbul.
- Küçükosmanoğlu, A., & Şeker, Z. (1987). Türkiye Ormanlarında Meydana Gelen Yangınların Alan ve Adet Olarak Sınıflandırılması (1959-1985). İÜ Orman Mühendisliği Dergisi, 11.
- Küçükosmanoğlu, A., (2020). Orman yangınları. Yangın ve patlamanın adli bilimlere yönünden değerlendirilmesi. Nobel tıp kitabevleri, ISBN: 978-605-335-542-7, İstanbul.
- Mevzuat, (2025). T.C. Cumhurbaşkanlığı, Mevzuat Bilgi Sistemi <https://www.mevzuat.gov.tr/> (erişim tarihi: 21 Eylül 2025)
- Muloin, S. (1998). Wildlife tourism: The psychological benefits of whale watching. Pacific Tourism Review, 2 (3-4), 199-213.
- Özdönmez, M., Baş, R., (1989). Orman yangınlarını söndürmede yasal düzenlemeler ve yeterlilikleri. Orman yangınlarıyla savaş semineri. Antalya, İncekum.
- Özdönmez, M., İstanbullu, T., Akesen, A., Ekizoğlu, A. (1996). Ormancılık Politikası. İstanbul Üniversitesi, Üniversite Yayın No: 3968, Fakülte Yayın No: 435, İÜ Basımevi, ISBN: 975-404-429-5, İstanbul, 416 p.

- Sayın, S., Güney, C., & Sarı, A. (2014). Orman yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği. *Turkish Journal of Forestry*, 15(2), 168-175.
- Tapper, R. (2006). Wildlife watching and tourism: a study on the benefits and risks of a fast growing tourism activity and its impacts on species. UNEP/Earthprint.
- Tarım Orman Şurası, (2019). Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Yangınlarıyla Mücadelede Yenilikçi Yaklaşımlar Grubu Çalışma Belgesi. Tarım ve Orman Bakanlığı.
<https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetGaleriFile/330/DosyaGaleri/956/20%20Orman%20Yang%C4%B1nlar%C4%B1yla%20M%C3%BCcadele%20Yenilik%C3%A7i%20Yakla%C5%9F%C4%B1mlar%20Grubu%20C3%87al%C4%B1%C5%9Fma%20Belgesi.pdf> (erişim tarihi: 21 Eylül 2025).
- Tebliğ, (1995). 285 sayılı tebliğ. Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları. Ocak, OGM.
[https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/mevzuat-sitesi/Tebliğler/285%20Say%C4%B1%C4%B1%20Tebliğ%C4%9F%20\(Orman%20Yang%C4%B1nlar%C4%B1n%C4%B1n%20C3%96nlenmesi%20Ve%20S%C3%B6nd%C3%BCr%C3%BClmesinde%20Uygulama%20Esaslar%C4%B1\).pdf](https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/mevzuat-sitesi/Tebliğler/285%20Say%C4%B1%C4%B1%20Tebliğ%C4%9F%20(Orman%20Yang%C4%B1nlar%C4%B1n%C4%B1n%20C3%96nlenmesi%20Ve%20S%C3%B6nd%C3%BCr%C3%BClmesinde%20Uygulama%20Esaslar%C4%B1).pdf) (erişim tarihi: 22 Eylül 2025)
- TOB, (2025). Ormancılık İstatistikleri, Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> (erişim tarihi: 21 Eylül 2025).
- UNWTO. (2022). the United Nations World Tourism Organization, official website, <https://www.unwto.org/> (erişim tarihi: 24.09.2025).
- Uyar, Ç. (2022). CITES Convention Impacts on the Tourism in Türkiye. *Humanities studies*, (13), 120-130.
- Uyar, Ç., Küçükosmanoğlu, G. G., Küçükosmanoğlu, A. (2024). Forest Areas and Ecotourism Activities, Doğa, Orman ve Ekoturizm. İstanbul. BIDGE publishing house <https://doi.org/10.70269/BOUJXMQED4PK> , 2024, pp.59-88.
- Ünlü, M. (2025). Orman varlığı ve orman yangınlarının etkisi. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*. 55, 212-229.
<https://doi.org/10.32003/igge.1634171>
- Yıldırım, H. T., Yıldızbaş, N. T., Uyar, Ç., Elvan, O. D., Sousa, H. F. P. E., Dinis, M. A. P., & Perkumienė, D. (2024). Visitors' perceptions towards the sustainable use of forest areas: The case of Istanbul Belgrade Nature Parks. *Forests*, 15(10), 1687.