

TÜSİAD

**TÜRKİYE'DE
İKLİM KRİZİ İLE MÜCADELEDE
ORMAN EKOSİSTEMLERİ VE
YUTAK ALAN YÖNETİMİ**

2023, TÜSİAD

(Yayın No. TÜSİAD-T/2023-5/632)

Meşrutiyet Caddesi, No: 46 34420 Tepebaşı/İstanbul

Telefon: (0 212) 249 07 23 • Telefax: (0 212) 249 13 50

www.tusiad.org

Tüm hakları saklıdır. Bu eserin tamamı ya da bir bölümü, 4110 sayılı Yasa ile değişik 5846 sayılı FSEK uyarınca kullanılmadan önce hak sahibinden 52. maddeye uygun yazılı izin almadıkça, hiçbir şekil ve yöntemle işlenmek, çoğaltılmak, çoğaltılmış nüshaları yayılmak, satılmak, kiralanmak, ödünç verilmek, temsil edilmek, sunulmak, telli/telsiz ya da başka teknik, sayısal ve/veya elektronik yöntemlerle kullanılamaz.

Kaynakça Bilgisi: Zeydanlı, U., Pamukçu Albers, P., (editörler). 2023. Türkiye'de İklim Krizi ile Mücadelede Orman Ekosistemleri ve Yutak Alan Yönetimi. TÜSİAD, İstanbul, 204 sayfa.

Belli bir bölüm için, örnekteki gibi yazarlara göre referans gösteriniz: Pamukçu Albers, P., Zeydanlı, U., Lise, Y. 2023. Sonuç: Yutak Alanların Artırılması ve Yönetilmesi için İmkân ve Kısıtların Değerlendirilmesi ve Öneriler sayfa 198-208. Pamukçu Albers, P., Zeydanlı, U. (ed.). 2023. Türkiye'de İklim Krizi ile Mücadelede Orman Ekosistemleri ve Yutak Alan Yönetimi. TÜSİAD, İstanbul

Editörler ve Yayına Hazırlayanlar: Dr. Uğur Zeydanlı, Dr. Pınar Pamukçu Albers, Dr. Nurşen Numanoğlu, Elif Taşyürek, Özge Ulu, Hazal Baştımur

Bu raporda kullanılan fotoğraflar Doğa Koruma Merkezi'nin arşivinden alınmıştır. Eser sahipleri başta olmak üzere kullanım izni veren Doğa Koruma Merkezi'ne teşekkür ederiz.

Grafik tasarım: Cüngör Genç

TÜRKİYE'DE İKLİM KRİZİ İLE MÜCADELEDE ORMAN EKOSİSTEMLERİ VE YUTAK ALAN YÖNETİMİ

İçindekiler

Tablo Listesi	4
Şekil Listesi	5
Kısaltmalar.....	8
Önsöz ve Teşekkür	12
Yazarlar	14
Yönetici Özeti	17
1. Giriş ve Kapsam	20
2. Türkiye İklimi, İklim Değişikliği ve Gelecekteki Türkiye	23
2.1. İklim Değişikliği, Türkiye İklimi ve Gelecekteki Türkiye.....	24
2.2. Türkiye İkliminin ve İklim Dinamiğinin Ana Çizgileri	27
2.3. Türkiye'nin Kuraklıktan Etkilenebilirliği ve Kuraklık Riski	29
2.4. Küresel İklim Değişikliği ve Etkileri	30
2.5. Yeni IPCC Senaryolarındaki Farklı Salım Düzeylerinin Küresel Isınma Katkıları ve Gelecek İklim Koşulları ..	31
2.6. Türkiye'de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği.....	33
İkinci Bölüm Kaynaklar	42
3. İklim Değişikliği ve Orman Ekosistemleri	45
3.1. İklim Değişikliğinin Orman Ekosistemi Üzerindeki Etkileri.....	46
3.2. Orman Ekosistemleri ve İklim Değişikliğine Uyum	52
3.3. Orman Ekosistemlerinin Karbon Bağlama Fonksiyonu.....	56
3.4. Ormanlarda Karbon Yönetimi.....	64
Üçüncü Bölüm Kaynaklar	78
4. Türkiye Ormanları ve Ekosistem Hizmetleri	82
4.1. Ekosistem Hizmetlerine Genel Bakış	83
4.2. Ekosistem Hizmetlerinin Sınıflandırılması	84
4.3. Türkiye'de Orman Ekosistem Hizmetleri.....	88
4.4. Türkiye'de Orman Ekosistem Hizmetleri Planlama ve Yönetimi	91
Dördüncü Bölüm Kaynaklar	96
5. İklim Krizinin ve Biyolojik Çeşitlilik Krizinin Birlikte Ele Alınması	99
5.1. Tanımlar ve Temeller	100
5.2. Türkiye Orman Ekosistemlerinin Biyolojik Çeşitliliği.....	107
5.3. Türkiye Orman Biyolojik Çeşitliliğinin Korunması için Yapılan Çalışmalar.....	112
5.4. Ağaçlandırma Çalışmalarının Biyolojik Çeşitliliğe Etkilerinin Değerlendirilmesi ve Biyolojik Çeşitlilik Dostu Yutak Alan Oluşturma Çalışmaları İçin Bir Rehber	117
5.5. Ağaçlandırma mı Ekosistem Onarımı mı?.....	130
Beşinci Bölüm Kaynaklar	132
6. İklim Değişikliği Açısından Ormanlık Politikaları ve Mevzuat Değerlendirmesi	133
6.1. Türkiye'de Ulusal Ormanlık Politikasının Temelleri	134
6.2. Türkiye'de Ulusal Ormanlık Politika Belgelerinin İklim Değişikliği ve Ormanların Karbon Depolaması Açısından Değerlendirilmesi.....	136
6.3. Türkiye'de Ormanlıkla İlgili Mevzuatın İklim Değişikliği ve Ormanların Karbon Depolaması Açısından Değerlendirilmesi.....	147
Altıncı Bölüm Kaynaklar	157

7. Arazi Kullanımı ve Ormanlık Sektöründe Karbon Yönetimi	158
7.1. Arazi Kullanımı ve Ormanlık Sektöründe Karbon Tutumunun Artırılmasına Yönelik Stratejiler, Politika ve Önlemler	159
7.2. Arazi Kullanımı Sektöründe Karbon Tutumunun Temeli ve Sertifikasyon Altyapısı	164
7.3. Uluslararası Örnek Mekanizmalar ve İyi Örnekler	169
7.4. Türkiye'ye Özgü Olasılıklar	177
7.5. Karbon Yönetiminde Fayda/Maliyet Analizi ve Şeffaflık Çerçevesi	179
Yedinci Bölüm Kaynaklar	182
8. Sonuç: Yutak Alanların Artırılması ve Yönetilmesi için İmkân ve Kısıtların Değerlendirilmesi ve Öneriler .	184
8.1. İklimsel İmkân ve Kısıtlar	185
8.2. Orman Ekosistemlerinin Durumu ve İhtiyaçları	186
8.3. Ekosistem Hizmetleri: Ormanların Sağladığı Diğer Faydalar	188
8.4. İklim Krizi ve Biyolojik Çeşitlilik Krizi Etkileşimi	189
8.5. Politika, Mevzuat ve Yönetimsel İmkân ve Kısıtlar	190
8.6. Sürdürülebilir Arazi ve Orman Yönetimi Çerçevesinde İmkân ve Kısıtlar	191
Sekizinci Bölüm Kaynaklar	193
EKLER	194
EK 1: IPCC Risk Yaklaşımı, İklim Değişikliğiyle Mücadele ve Uyum	195
EK 2: Sözlük	199

Tablo Listesi

Tablo 2.1. IPCC 6. Değerlendirme Raporu'nda kullanılan "Paylaşılan Sosyoekonomik Yollar (SSP)" senaryoları ve W/m ² ile nitelenen "Temsili Konsantrasyon Yolları (RCP)" karşılıkları, senaryo hikâyeleri ve 2100'e kadar kestirilen ısınma (°C) değerleri.....	32
Tablo 3.1. Türkiye'de ormanların parça büyüklüklerinin değişimi.....	55
Tablo 3.2. Bazı Avrupa ülkelerinin 2020 yılı itibarıyla sera gazları envanterlerinde verilen ormanlardaki tutum (kazanç) ve salım (kayıp) miktarları.....	58
Tablo 3.3. Türkiye'de ormanlardaki ağaç serveti ve artım miktarları.....	60
Tablo 3.4. 2012 yılı itibarıyla ormanlarımızdaki çeşitli ağaç türlerinde birim alanda biyokütledeki karbon stokları ve yıllık brüt karbon birikimi.....	71
Tablo 3.5. Ülkemizde çeşitli arazi kullanım sınıflarındaki toprak organik karbon stokları.....	75
Tablo 3.6. Türkiye ormanlarında birim alandaki ortalama karbon stokları.....	75
Tablo 4.1. Tedarik hizmetlerine örnekler.....	84
Tablo 4.2. Düzenleyici hizmetlere örnekler.....	85
Tablo 4.3. Kültürel hizmetlere örnekler.....	86
Tablo 4.4. Destekleyici hizmetlere örnekler.....	86
Tablo 4.5. Doğanın insanlara katkıları: Düzenleme, maddi ve maddi olmayan katkılar.....	87
Tablo 4.6. Türkiye ormanları tarafından sağlanan ekosistem ürün ve hizmetlerine örnekler.....	89
Tablo 4.7. Bazı sektörlerin orman ekosistemlerinden faydalandığı ekosistem hizmetlerine örnekler.....	90
Tablo 4.8. Ormanlık alanların ana fonksiyonlara dağılımı.....	91
Tablo 4.9. Orman ekosistemleri tedarik hizmetleri ile ilişkili orman fonksiyonları ve işletme amaçları.....	92
Tablo 4.10. Orman ekosistemleri düzenleyici hizmetleri ile ilişkili orman fonksiyonları ve işletme amaçları.....	92
Tablo 4.11. Orman ekosistemleri kültürel hizmetleri ile ilişkili orman fonksiyonları ve işletme amaçları.....	93
Tablo 5.1. Doğa koruma ve sürdürülebilir kullanım konusunda önemli uluslararası sözleşmeler.....	101
Tablo 5.2. Türkiye'de tespit edilmiş tür takson sayısı.....	103
Tablo 5.3. Dünyada tanımlanmış ve tehdit altındaki tür sayıları.....	104
Tablo 5.4. Türkiye'de yapılan geniş ölçekli biyolojik çeşitlilik araştırma projeleri.....	112
Tablo 5.5. Karbon tutumu amaçlı ağaçlandırmaya uygun alanların belirlenmesinde kullanılan katmanlar.....	125
Tablo 5.6. Yapılan modelleme çalışması ve uygunluk için kullanılan kriterlere göre farklı türler için alan hesapları.....	127
Tablo 6.1. İklim değişikliği, çölleşme ve erozyonla etkin mücadele etmek amacı kapsamındaki hedefler ve performans göstergeleri.....	141
Tablo 6.2. OGMSP stratejik amaç ve hedefleri.....	142
Tablo 6.3. Anayasa'daki ormancılıkla ilgili hükümlerin iklim değişikliği ve karbon denkleştirme açısından analizi.....	148
Tablo 6.4. 6831 Sayılı Orman Yasası'nın iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması açısından öne çıkan hükümleri.....	149
Tablo 6.5. 2873 Sayılı Milli Parklar Yasası'nın iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması açısından öne çıkan hükümleri.....	150
Tablo 7.1. Arazi kullanımı sektörüne özel, ülkemizde uygulanması olası proje tipleri.....	170
Tablo 7.2. Türkiye için arazi kullanımı ve ormancılık sektöründe olası proje tiplerinin diğer faydalar da gözetilerek karşılaştırılması.....	180

Şekil Listesi

Şekil 2.1. Küresel yıllık ortalama yüzey sıcaklık ve yıllık ortalama atmosferik karbondioksit değişimleri (1880 – 2021).	27
Şekil 2.2. Köppen iklim sınıflandırma sisteminin birinci, ikinci ve üçüncü harflerine göre, Türkiye'deki iklim tiplerinin coğrafi dağılışı.	28
Şekil 2.3. Yıllık İklimsel Kuraklık İndisi (AI) değerlerinin Türkiye üzerindeki coğrafi dağılışı.	28
Şekil 2.4. Türkiye illeri için hesaplanan SPI Normalin Altında 'Tam Kuraklık Olasılığı' koşullarında, Türkiye Kuraklık 'Afet/Felaket' riski değerlemelerinin en düşükten en yüksek risk değerlerine kadar alansal dağılış desenleri.	29
Şekil 2.5. IPCC 6. Değerlendirme Raporu'nda kullanılan beş ana açıklayıcı senaryo için, iklim değişikliğinin başlıca itici güçlerinin gelecekteki antropojen salımları ve sürücü gruplarıyla bağlantılı küresel ısınma katkıları.....	32
Şekil 2.6. Mann-Kendall (M-K) sıra ilişki katsayısı anlamlılık sınavına göre, Türkiye kış (a) ve ilkbahar (b) mevsimi ortalama hava sıcaklığı dizilerindeki uzun süreli eğilimlerin alansal dağılış desenleri.....	33
Şekil 2.7. M-K sıra ilişki katsayısı anlamlılık sınavına göre, Türkiye yaz (c) ve sonbahar (d) mevsimi ortalama hava sıcaklığı dizilerindeki uzun süreli eğilimlerin alansal dağılış desenleri.....	34
Şekil 2.8. M-K sıra ilişki katsayısı anlamlılık sınavına göre, Türkiye yıllık ortalama hava sıcaklıklarındaki uzun süreli eğilimlerin alansal dağılış desenleri.	34
Şekil 2.9. M-K sıra ilişki katsayısı anlamlılık sınavına göre, Türkiye kış (a) ve ilkbahar mevsimi toplam yağış tutarlarındaki uzun süreli eğilimlerin alansal dağılış desenleri.	35
Şekil 2.10. M-K sıra ilişki katsayısı anlamlılık sınavına göre, Türkiye yaz (c) ve sonbahar (d) mevsimi toplam yağış tutarlarındaki uzun süreli eğilimlerin alansal dağılış desenleri.	36
Şekil 2.11. M-K sıra ilişki katsayısı anlamlılık sınavına göre, Türkiye yıllık toplam yağış tutarlarındaki uzun süreli eğilimlerin alansal dağılış desenleri.	36
Şekil 2.12. 1949/1950-2009/2010 döneminde kaydedilen yıllık donlu gün sayılarındaki uzun süreli doğrusal olmayan eğilimleri saptamak için hesaplanan Mann-Kendall (M-K) sıra ilişki katsayısı tau'nun (τ) Türkiye üzerindeki coğrafi dağılış deseni.	37
Şekil 2.13. 1950-2013 döneminde don gözlenmeyen dönemin (FFP) uzunluğundaki uzun süreli doğrusal olmayan eğilimleri saptamak için hesaplanan Mann-Kendall (M-K) sıra ilişki katsayısı tau'nun (τ) Türkiye üzerindeki coğrafi dağılış deseni.	38
Şekil 2.14. 1950-2014 döneminde Türkiye'deki 81 istasyonda gözlenen rekor maksimum ve rekor minimum hava sıcaklığı olaylarının yıllık sayılarının pentadlara göre değişimi.	38
Şekil 2.15. Küresel iklim modeli HadGEM2 RCP4.5 salım senaryosu çıktıları kullanılarak bölgesel iklim modeli RegCM'in 1970-2000 referans dönemi klimatolojisine göre gelecek 2070-2100 dönemi (a) kış, (b) ilkbahar, (c) yaz ve (d) sonbahar mevsimleri için kestirilen ortalama hava sıcaklıklarındaki değişikliklerin Türkiye ve yakın çevresi üzerindeki coğrafi dağılış desenleri.	40
Şekil 2.16. Küresel iklim modeli HadGEM2 RCP8.5 salım senaryosu çıktıları kullanılarak bölgesel iklim modeli RegCM'in 1970-2000 referans dönemi klimatolojisine göre gelecek 2070-2100 dönemi (a) kış, (b) ilkbahar, (c) yaz ve (d) sonbahar mevsimleri için kestirilen ortalama hava sıcaklıklarındaki değişikliklerin Türkiye ve yakın çevresi üzerindeki coğrafi dağılış desenleri.	40
Şekil 2.17. Küresel iklim modeli HadGEM2 RCP4.5 salım senaryosu çıktıları kullanılarak bölgesel iklim modeli RegCM'in 1970-2000 referans dönemi klimatolojisine göre gelecek 2070-2100 dönemi (a) kış, (b) ilkbahar, (c) yaz ve (d) sonbahar mevsimleri için kestirilen toplam yağış tutarlarındaki değişikliklerin Türkiye ve yakın çevresi üzerindeki coğrafi dağılış desenleri.	41
Şekil 2.18. Küresel iklim modeli HadGEM2 RCP8.5 salım senaryosu çıktıları kullanılarak bölgesel iklim modeli RegCM'in 1970-2000 referans dönemi klimatolojisine göre gelecek 2070-2100 dönemi (a) kış, (b) ilkbahar, (c) yaz ve (d) sonbahar mevsimleri için kestirilen toplam yağış tutarlarındaki değişikliklerin Türkiye ve yakın çevresi üzerindeki coğrafi dağılış desenleri.	41

Şekil 3.1. Türkiye’de 1937-2021 yılları arasında orman yangın sayıları ve yanan orman alanı.	47
Şekil 3.2. Türkiye’de fırtına, kar gibi aşırı hava olayları nedeniyle zarar gören ağaç miktarı (m ³)..	48
Şekil 3.3. Türkiye’de böcek ve mantar zararlılarından etkilenen orman alanı miktarı (ha).	49
Şekil 3.4. Türkiye’de böcek ve mantar zararlıları nedeniyle kesilen odun miktarı (m ³).	49
Şekil 3.5. Ormanlar tarafından atmosferden alınan CO ₂ miktarlarının yıllara göre değişimi.	57
Şekil 3.6. Hasat edilmiş orman ürünleri havuzunda depolanmış CO ₂ miktarlarının yıllara göre değişimi.	57
Şekil 3.7. Türkiye’de ormanlarda birim alandaki ağaç serveti miktarlarının yıllara göre değişimi.	60
Şekil 3.8. Türkiye’de ormanlarda birim alandaki artım miktarlarının yıllara göre değişimi.	61
Şekil 3.9. Ormanlarımızdan yapılan odun üretimi miktarlarının yıllara göre değişimi.	61
Şekil 3.10. Sera gazları ulusal envanter raporuna göre ormanlarımızdaki CO ₂ kazanç ve kayıp miktarları.	62
Şekil 3.11. Türkiye’de 1990-2020 yılları arasındaki kereste ve odun paneli ihracat-ithalatı.	63
Şekil 3.12. Türkiye’de 1990-2020 yılları arasındaki kâğıt ve karton ihracat-ithalat.	63
Şekil 3.13. Kızılçam ağaçlandırmalarında dikim aralığına göre değişen ağaç sayılarının yıllık karbon birikimine etkisi.	65
Şekil 3.14. Çeşitli ağaç türlerinin iyi yetişme ortamlarında birim alanda depolayabildikleri yıllık karbon miktarlarının (t CO ₂ /ha/yıl) yıllara göre değişimi.	66
Şekil 3.15. Sahil çamı ağaçlandırmalarda yetişme ortamı koşullarının yıllık karbon birikimine etkileri (t CO ₂ ha/yıl).	67
Şekil 3.16. Sahil çamı ağaçlandırmalarında aralamaların karbon stoklarına etkisi.	68
Şekil 3.17. Sahil çamı ağaçlandırmalarında tek bir ağacın yıllık olarak biriktirebildiği karbon miktarı (t CO ₂ ağaç/yıl).	68
Şekil 3.18. Doğal ormanlarda tek bir ağacın yıllık olarak biriktirebildiği karbon miktarı.	69
Şekil 3.19. Durusu kumulundaki sahil çamı ağaçlandırmalarında ölü örtü, ölü odun ve toprak organik karbon havuzlarında CBM-CFS3 modeli ile belirlenen yıllık karbon birikimleri.	72
Şekil 3.20. Doğal ormanlarda iyi yetişme ortamlarında birim alanda aralamalarla kesilenler de dâhil depolanabilen karbon miktarlarının (t CO ₂ /ha) yaşa göre değişimi.	73
Şekil 3.21. Doğal ormanlarda iyi yetişme ortamlarında birim alanda depolanabilen yıllık karbon miktarlarının (t CO ₂ /ha/yıl) meşcere yaşına göre değişimi.	73
Şekil 3.22. 2004-2021 yılları arasında orman kanununun 16., 17. ve 18. maddeleriyle verilen izinlerin alanı.	74
Şekil 3.23. Ormanlardan verilen izin ve tahsislerle oluşan karbon kayıpları.	76
Şekil 4.1. Ana orman fonksiyonlarının genel ormanlık alana oranı.	91
Şekil 4.2. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Gazipaşa Orman İşletme Müdürlüğü sel-taşkın riski haritası ve su akışının ve miktarının düzenlenmesi ekosistem hizmeti haritası.	93
Şekil 5.1. Omurgalı tür zenginliği haritası	102
Şekil 5.2. Dünyanın korumada öncelikli ekolojik bölgeleri.	103
Şekil 5.3. Dünyanın sıcak noktaları.	103
Şekil 5.4. Endemik tür haritası.	104
Şekil 5.5. Omurgalı türlerinde 1500 yılından bu yana bilinen soy tükenme oranları.	105
Şekil 5.6. Kaçkar dağlarında göknar ve kayın ağırlıklı bir dağ ormanı.	107
Şekil 5.7. Sedir ormanlarımızın büyük kısmı Akdeniz bölgesinin yüksek kesimlerindedir.	108
Şekil 5.8. Fethiye’de meşe (<i>Quercus coccifera</i> , <i>Q. infectoria</i> , <i>Q. pubescens</i>), ardıç (<i>Juniperus foetidissima</i> , <i>J.</i>	

<i>excelsa</i> , <i>J. oxycedrus</i>), Fransız akçaağacı (<i>Acer monspessulanum</i>), dışbudak (<i>Fraxinus ornus</i>) orman karışımı.....	108
Şekil 5.9. Bozkır ve ağaç(cık)ların bir arada görüldüğü geçiş bölgelerine bir örnek.....	109
Şekil 5.10. Datça hurmasının Bodrum, Datça, Kaş ve Kumluca ilçelerinde parçalı ve dar bir yayılışı vardır.....	110
Şekil 5.11. Aksırtlı Ağaçkakan (<i>Dendrocopos leucotos</i>) ve Yediuçur (<i>Glis glis</i>) ormanlara bağımlı türlerdir.....	110
Şekil 5.12. Son yirmi yılda yayılışını genişleten memeli türlerimizden karaca (<i>Capreolus capreolus</i>).....	111
Şekil 5.13. a) 1960-2000 sıcaklık/yağış ortalaması ve b) 2050 yılı öngörülerine göre Emberger Kuraklık İndisi değerleri.....	113
Şekil 5.14. Bazı canlı türleri erken gelen mevsime üreme fenolojilerini değiştirerek uyum sağlayabilirler. (A) Değişim öncesi durum (B) Besin kaynağı ve üreme ihtiyacı arasında uyumsuzluk (C) Değişim sonrası uyum.....	114
Şekil 5.15. Kızılçam ve Kayın'da öngörülen iklim değişikliği nedeniyle 2050 yılında potansiyel yayılış alanı değişimi.....	115
Şekil 5.16. Seyhan Havzası'nda öngörülen iklim değişikliği nedeniyle Karaçam potansiyel yayılış alanı değişimi.....	116
Şekil 5.17. Türkiye'de beklenen iklim değişim hızı ve değişime duyarlı türlerin kaçabilecekleri sığınaklar.....	116
Şekil 5.18. OGM verilerine göre yıllara göre ağaçlandırılan alan (ha). Bu sayılara suni tensil (yapay gençleştirme) ve özel ağaçlandırmalar dahil değildir.....	117
Şekil 5.19. Terkos (Durusu) kumul tespit ağaçlandırmasının ilk yıllarından bir görünüm.....	118
Şekil 5.20. Fethiye-Kumluova'da yabancı türler kullanılarak yapılmış bir ağaçlandırma.....	118
Şekil 5.21. Konya-Karapınar'da rüzgar erozyonuna karşı yapılan ağaçlandırma.....	119
Şekil 5.22. Güzel nazuğum kelebeği (<i>Euphydryas orientalis</i>).....	120
Şekil 5.23. Kızılçam (<i>Pinus brutia</i>) güncel (pembe) ve 2070 (yeşil) potansiyel yayılışları.....	121
Şekil 5.24. Karaçam (<i>Pinus nigra</i>) güncel (pembe) ve 2070 (yeşil) potansiyel yayılışları.....	122
Şekil 5.25. Sarıçam (<i>Pinus silvestris</i>) güncel (pembe) ve 2070 (yeşil) potansiyel yayılışları.....	123
Şekil 5.26. Sedir (<i>Cedrus libani</i>) güncel (pembe) ve 2070 (yeşil) potansiyel yayılışları. Mevcut meşcereler koyu gri ile gösterilmiştir. Geleneksel ortamı kabul edilen Toroslarda yükseğe kaymanın yanısıra Doğu Anadolu'da yer yer yeni uygun alanların ortaya çıkması muhtemeldir. Sedir türünün kireçtaşı kayalar üzerinde yetişme tercihi modellerde dikkate alınmamıştır.....	124
Şekil 5.27. Ağaçlandırma çalışmasına uygun olmayan korunan alanlar.....	126
Şekil 5.28. Şimdiye kadar yapılan SKP projeleri sınırları ve projelerin sonucunda elde edilen öncelikli koruma alanları.....	126
Şekil 5.29. Önemli Bitki Alanları, Öncelikli Kelebek Alanları ve Önemli Doğa Alanları.....	126
Şekil 5.30. Karbon tutumu amaçlı ağaçlandırmaya uygun alanlar (yeşil)..	128
Şekil 5.31. Karbon tutumu amaçlı ağaçlandırmaya uygun alanlar (yeşil) ve modellenen 4 iğne yapraklı ağaç türünün günümüz potansiyel yayılışları (pembe).....	129
Şekil 7.1. Arazi kullanımı ve ormancılık sektörü bileşenleri, azaltım politikaları ve diğer sektörlerle etkileşim. .	160
Şekil 7.2. Arazi kullanımı ve ormancılık sektörü emisyon ve tutumlarının kategoriler bazında dağılımı ve zamansal değişimi. HWP: Odun ürünleri.....	162
Şekil 7.3. Orman Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen ağaçlandırma ve benzeri faaliyetlerin dönemsel performansı.....	166
Şekil 7.4. Ormanlarda büyüme ile karbon stoku arasındaki ilişkinin zamansal değişimi ile idare süresi artışının karbon stoklarına potansiyel etkisi.....	168

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ABOS	AB Orman Stratejisi
AD	Ormansızlaşmanın Önlenmesi
AFD	Agence française de développement
AFOLU	Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımı
Aİ	İklimsel Kuraklık İndisi
AKAKDO (LULUCF)	Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık
AR	Ormanlaştırma ve Yeniden Ormanlaştırma (Afforestation/Reforestation)
Ar-Ge	Araştırma ve Geliştirme
ARB	Air Resources Board
AR6	IPCC 6. Değerlendirme Raporu
AT	Avrupa Topluluğu
BAU	Referans Senaryo
BCEF	Biyokütle Dönüşüm ve Genişleme Faktörü
BM	Birleşmiş Milletler
BMBÇS	Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi
BMİDÇS (UNFCCC)	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BMOSP	Birleşmiş Milletler Orman Stratejik Planı
BR	Biennial Report
BTC ÇYP	Bakü-Tiflis-Ceyhan Boru Hattı Şirketi Çevresel Yatırım Programı
BTR	Biennial Transparency Report
CA ETS	Kaliforniya Karbon Market (California Carbon Market)
CBM-CFS3	Kanada Orman Sektörü Karbon Bütçe Modeli
CCB	Climate, Community and Biodiversity
CCX	Chicago İklim Borsası
CICES	Ekosistem Hizmetlerinin Ortak Uluslararası Sınıflandırması
CL	Tarım Arazileri
CRF (tabloları)	Ortak Raporlama Formatı (Common Reporting Format tables)
CO ₂	Karbondioksit
COP	BMİDÇS Taraflar Konferansı
ÇEM	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğu
D	Ormansızlaşma
DKM	Doğa Koruma Merkezi
DKMP (DKMPGM)	Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğu
EH	Ekosistem Hizmetleri
ESR	Efor Paylaşımı Düzenlemesi (Effort Sharing Regulation)
ETF	Artırılmış (Gelişmiş) Şeffaflık Çerçevesi
ETG	Birleşik Krallık Emisyon Ticareti Grubu
ETS	Emisyon Ticareti Sistemi
EU ETS	AB Karbon Emisyon Ticaret Sistemi
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FFP	Don Gözlenmeyen Dönem
FL	Orman Alanları
FR	Orman Restorasyonu (Restoration)
GCC	Global Carbon Council
GEF	Küresel Çevre Fonu
GL	Mera Arazileri
GPP	Brüt Primer Üretim

GSMH	Gayrı Safi Milli Hasıla
GZFT Analizi	Güçlü-Zayıf Yönler, Fırsat ve Tehditler (SWOT Analizi)
HDF	Yüksek Yoğunluktaki Lif Levha (High Density Fiberboard)
ICP Ormanları	Hava Kirliliğinin Ormanlar Üzerine Etkilerinin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi Uluslararası İşbirliği Programı
ICTP	International Centre for Theoretical Physics
IFM	Gelişmiş Orman Yönetimi (Improved Forest Management)
IMF	Uluslararası Para Fonu
IP	Endüstriyel Prosesler (Süreçler)
IPBES	Biyçeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Üzerine Hükümetlerarası Bilim-Politika Platformu
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
IUCN	Uluslararası Doğayı Koruma Birliği
KA	Korunan Alan
KAİDTUS	Korunan Alanlar ve İklim Değişikliği Türkiye Ulusal Stratejisi
KP	Kyoto Protokolü
M-K	Mann-Kendall Sıra İlişki Katsayısı Anlamlılık Sınaması
MAEKSY	Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Yasası
MDF	Orta Yoğunluktaki Lif Levha (Medium Density Fiberboard)
MP	Milli Park
MPY	2873 Sayılı Milli Parklar Yasası
MRV	Ölçme, Raporlama ve Doğrulama Sistemi
Mt	Milyon ton
NBP	Net Biyom Üretimi
NDC	Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı (Niyet Edilmiş Ulusal Katkı)
NEP	Net Ekosistem Üretimi
NIR	Ulusal Envanter Raporu
NPP	Net Primer Üretim
NZ ETS	Yeni Zelanda Emisyon Ticareti Sistemi
NZU	Yeni Zelanda Birimi
OAY	Orman Amenajmanı Yönetmeliği
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
OGMSP	OGM Stratejik Planı
OİDUSP	Ormancılıkta İklim Değişikliğine Uyum Stratejik Planı
OL	Diğer Alanlar
ONF	Office National des Forêts
OOÜÇGR	11. KP Ormancılık ve Orman Ürünleri Çalışma Grubu Raporu
OT	Ağaçsız Orman Toprağı
OY	6831 Sayılı Orman Yasası
ÖBA	Önemli Bitki Alanları
ÖDA	Önemli Doğa Alanları
ÖKeA	Öncelikli Kelebek Alanları
PG	Performans Göstergesi
PR	Turbalık Restorasyonu (Peatland restoration)
Qa/Qc	Kalite Kontrol ve Kalite Güvencesi
R	Yeniden Ormanlaştırma
RCP	Temsili Konsantrasyon Yolları (Representative Concentration Pathways)
SGM	Sürdürülebilir Mera Yönetimi (Sustainable Grassland Management)
SKP	Sistemik Koruma Planlaması
SL	Yerleşim Alanları
SOY	Sürdürülebilir Orman Yönetimi
SPI	Standartlaştırılmış Yağış İndisi

SSP	Paylaşılan Sosyoekonomik Yollar (Shared Socioeconomic Pathways)
STK	Sivil Toplum Kuruluşu
TA	Tabiat Anıtı
TACC	Transparency (Şeffaflık), Accuracy (Doğruluk), Completeness (Tamlık), Comparability (Karşılaştırılabilirlik), Consistency (Tutarlılık)
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TEEB	Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Ekonomisi
TEMA	Türkiye Erozyonla Mücadele Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı
TİDUSEP	Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı
TKA	Tabiatı Koruma Alanı
TOB	Tarım ve Orman Bakanlığı
TOBSP	Tarım ve Orman Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Plan
TP	Tabiat Parkı
TR ETS	Türkiye Emisyon Ticaret Sistemi
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UBSEP	Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı
UNCED	Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
WB	Dünya Bankası
WL	Sulak Alanlar
WR	Drene Edilmiş Sulak Alanların Restorasyonu (Wetland rewetting/restoration)
WWF	Dünya Doğal Yaşamı Koruma Vakfı
VCS	Doğrulanmış Karbon Standardı (Verified Carbon Standard)
VOS	Voluntary Offset Standard
11. KP	On Birinci Kalkınma Planı



Önsöz ve Teşekkür

TÜSİAD, özel sektörü temsil eden sanayici ve iş insanları tarafından 1971 yılında Anayasamızın ve Dernekler Kanunu'nun ilgili hükümlerine uygun olarak kurulmuş, kamu yararına çalışan bir dernek olup gönüllü bir sivil toplum örgütüdür.

TÜSİAD, insan hakları evrensel ilkelerinin, düşünce, inanç ve girişim özgürlüklerinin, laik hukuk devletinin, katılımcı demokrasi anlayışının, liberal ekonominin, rekabetçi piyasa ekonomisinin kurum ve kurallarının ve sürdürülebilir çevre dengesinin benimsendiği bir toplumsal düzenin oluşmasına ve gelişmesine katkı sağlamayı amaçlar.

TÜSİAD, Atatürk'ün öngördüğü hedef ve ilkeler doğrultusunda, Türkiye'nin çağdaş uygarlık düzeyini yakalama ve aşma anlayışı içinde, kadın erkek eşitliğini siyaset, ekonomi ve eğitim açısından gözeten iş insanlarının toplumun öncü ve girişimci bir grubu olduğu inancıyla, yukarıda sunulan ana gayenin gerçekleştirilmesini sağlamak amacıyla çalışmalar gerçekleştirir.

TÜSİAD, kamu yararına çalışan Türk iş dünyasının temsil örgütü olarak, girişimcilerin evrensel iş ahlakı ilkelerine uygun faaliyet göstermesi yönünde çaba sarf eder, küreselleşme sürecinde Türk rekabet gücünün ve toplumsal refahın, istihdamın, verimliliğin, yenilikçilik kapasitesinin ve eğitimin kapsam ve kalitesinin sürekli artırılması yoluyla yükseltilmesini esas alır.

TÜSİAD, toplumsal barış ve uzlaşmanın sürdürüldüğü bir ortamda, ülkemizin ekonomik ve sosyal kalkınmasında bölgesel ve sektörel potansiyelleri en iyi şekilde değerlendirerek ulusal ekonomik politikaların oluşturulmasına katkıda bulunur. Türkiye'nin küresel rekabet düzeyinde tanıtımına katkıda bulunur, Avrupa Birliği üyeliği sürecini desteklemek üzere uluslararası siyasal, ekonomik, sosyal ve kültürel ilişki, iletişim, temsil ve işbirliği ağlarının geliştirilmesi için çalışmalar yapar. Uluslararası entegrasyonu ve etkileşimi, bölgesel ve yerel gelişmeyi hızlandırmak için araştırma yapar, görüş oluşturur, projeler geliştirir ve bu kapsamda etkinlikler düzenler.

TÜSİAD, Türk iş dünyası adına bu çerçevede oluşan görüş ve önerilerini Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM)'ne hükümete, diğer devletlere, uluslararası kuruluşlara ve kamuoyuna doğrudan ya da dolaylı olarak basın ve diğer araçlar aracılığı ile ileterek yukarıdaki amaçlar doğrultusunda düşünce ve hareket birliği oluşturmayı hedefler.

TÜSİAD, misyonu doğrultusunda ve faaliyetleri çerçevesinde ülke gündeminde bulunan konularla ilgili görüşlerini bilimsel çalışmalarla destekleyerek kamuoyuna duyurur ve bu görüşlerden hareketle kamuoyunda tartışma platformlarının oluşmasını sağlar.

TÜSİAD sürdürülebilir kalkınma anlayışı üzerine inşa edilmiş bir ekonomi modelini önceliklendirmektedir. Bu anlayışla ele alınan çalışma alanlarından birini iklim krizi ile mücadele oluşturmaktadır.

Türkiye'de İklim Krizi ile Mücadelede Orman Ekosistemleri ve Yutak Alan Yönetimi raporu kapsamında net sıfır emisyon hedefinin gerçekleştirilmesi açısından kritik önemde olan ormanlar ve yutak alanlar tüm boyutları ile ele alınmaktadır. Bu çerçevede, Türkiye'deki ormanların, diğer yutak alanların ve arazi yönetiminin karbon denkleştirme çalışmaları açısından önemini yanı sıra ekosistemlerin bütünlüğü, ekosistem hizmetlerinin yarattığı fırsatlar ve bu alanlardaki kısıtlar Rapor kapsamında değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme; iklim değişikliğinin Türkiye'deki yansımaları, iklim değişikliğinin orman ekosistemi üzerindeki etkileri, iklim krizinin ve biyolojik çeşitlilik krizinin birlikte ele alınması, ormancılık politikaları ve mevzuatın değerlendirilmesi ve orman ekosistem hizmetleri yutak alan işlevi çerçevesinde AKAKDO sektörünün ele alınması yoluyla yapılmıştır.

Rapor TÜSİAD Enerji, Çevre ve İklim Değişikliği Yuvarlak Masası faaliyetleri kapsamında Çevre ve İklim Değişikliği Çalışma Grubu altında oluşturulmuş Ormanların Korunması ve Yutak Alanlar Alt Çalışma Grubu bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Raporun hazırlanması sürecinde destekleri için TÜSİAD Yönetim Kurulu üyesi ve Enerji, Çevre ve İklim Değişikliği Yuvarlak Masası Başkanı Cevdet Alemdar'a, TÜSİAD Çevre ve İklim Değişikliği Çalışma Grubu Başkanı Fatih Özkadı'ya ve Ormanların Korunması ve Yutak Alanlar Alt Çalışma Grubu Başkanı Tamer Soylu'ya müteşekkirimiz.

Raporun gerçekleştirilmesi suresince katkı ve katılım sağlayan Yönlendirme Komitesi yeleri Aylin Erdil Aslan, Begüm Taşçioğlu, Ebru Tzecan, Eray Akdağ, Firuze Alpaydın, Hüseyin Szen, İnci Bozokluoğlu, İrem Taşçioğlu, İzel Levi Coşkun, Murat Turaman, Onur Eren, zge Baykara, Utku Varol ve Yasemin Sıralı'ya teşekkür ederiz.

Raporun hazırlanması suresinde içerik ortağı olarak çalışmanın koordinasyonunu yürüten ve bazı bölümlerin de yazarı olan Doğa Koruma Merkezi yetkilileri Dr. Pınar Pamukçu-Albers, Dr. Uğur Zeydanlı, Yıldırım Lise ile Rapor yazarlarımız değerli bilim insanları Prof. Dr. Can Bilgin, Doç. Dr. Cihan Erdönmez, Prof. Dr. Doğanay Tolunay, Prof. Dr. Murat Türkeş, Doç. Dr. Oğuz Kurdoğlu ve Prof. Dr. Yusuf Serengil'e teşekkür ederiz. Raporun hazırlanmasında Dr. Uğur Zeydanlı ve Dr. Pınar Pamukçu-Albers editör olarak yer almış; yayına hazırlanması suresinde ayrıca Dr. Nurşen Numanoğlu, Elif Taşyürek, zge Ulu ve Hazal Baştimur tarafından katkı sağlanmıştır.

DESTEKLEYENLER*



ve İzel Levi Coşkun'un destekleriyle

*Raporda yer alan görüşler, katkı ve katılım sağlayan tüm kişi ve kuruluşların görüşlerini yansıtmayabilir ve bu itibarla bağlayıcı değerdir.

Yazarlar

Prof. Dr. Murat Türkeş

2. Bölüm: Türkiye İklimi, İklim Değişikliği ve Gelecekteki Türkiye

Boğaziçi Üniversitesi İklim Değişikliği ve Politikaları Uygulama ve Araştırma Merkezi Yönetim Kurulu ve Fizik Bölümü Yarı Zamanlı Öğretim Üyesi. 1981 yılında Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Fiziki Coğrafya ve Jeoloji Kürsüsünden mezun oldu. Yüksek lisansını aynı kürsüde, Doktorasını İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Klimatoloji ve Meteoroloji Bilim Dalında yaptı. Aralık 2007’de Fiziki Coğrafya alanında Profesör unvanını aldı. Aralık 1981 – Mayıs 2004 döneminde Meteoroloji Genel Müdürlüğünde ve Mayıs 2004 – Şubat 2013 döneminde bir üniversitede görev yaptıktan sonra emekli oldu. İklim Değişikliği ve Değişkenliği; Kuraklık, Arazi Bozulumu ve Çölleşme; Küresel Klimatoloji ve İklim Dinamiği; Hidroklimatoloji; Sinoptik Meteoroloji/Klimatoloji ve Uygulamaları; Biyocoğrafya; Biyoklimatoloji; Orman Yangınları Meteorolojisi ve Klimatolojisi; Doğal Afetler ve Afet Risk Yönetimi, Etkilenebilirlik ve Risk Çözümlemeleri; Kuraklık ve Su Yönetimi; Gıda Güvenliği; İklim ve Çevre Diplomasisi, vb. alanlarda yurt içinde ve dışında yayımlanmış makale, bildiri, kitap ve kitap bölümleri vardır. Uzun yıllardan beri, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli’nin (IPCC) Başyazar, Katkı Veren Yazar, Hakem Editörü ve Hakemlerindedir. IPCC çalışmalarına, öncekilere ek olarak, 2019’da tamamlanan İklim Değişikliği ve Arazi Özel Raporu’nun Çölleşme Bölümü’nün başyazarlarından, aynı raporun Teknik Terimler Sözlüğü ve Kuraklık Kutusu’nun yazarlarından; 2021-2022’de tamamlanan 6. Değerlendirme Raporu 1. Çalışma Grubu 12. Bölümünün Hakem Editörlerinden ve 5 ayrı bölümün hakemlerinden biri olarak katkı sağladı. Son olarak, Birleşmiş Milletler Çölleşme Sözleşmesi (UNCCD) Hükümetlerarası Kuraklık Çalışma Gurubuna (IWG) 2022 yılında seçildi. 2024 yılı sonuna kadar çalışacak olan IWG’ye, UNCCD Kuzey Akdeniz Eki’nde yer alan Türkiye’yi temsilen katkı verecektir.

Prof. Dr. Doğanay Tolunay

3. Bölüm: İklim Değişikliği ve Orman Ekosistemleri

İstanbul Üniversitesi Orman Mühendisliği Bölümünden 1990 yılında mezun olmuştur. Aynı bölümün Toprak İlimi ve Ekoloji Yüksek Lisans ve Doktora programları tamamladıktan sonra 2004 yılında doçent, 2011 yılında profesör ünvanı almıştır. 2004 – 2012 yılları arasında İstanbul Teknik Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı ve 2021 yılında İstanbul Medipol Üniversitesi Kentsel Tasarım ve Peyzaj Mimarlığı bölümlerinde Misafir Öğretim Üyesi olarak dersler vermiştir. 2018 yılında İstanbul Üniversitesinin bölünmesi ve Orman Fakültesinin İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa’ya bağlanması ile kadrosu söz konusu üniversiteye aktarılmıştır. Ağırlıklı olarak çevre kirliliği ve iklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki etkileri ve ormanların karbon tutumu üzerine çalışmaktadır. Ekoloji-çevre sorunları, ormancılık ve iklim değişikliği ile ilgili çok sayıda ulusal ve uluslararası bilimsel yayını bulunmaktadır.

Doç. Dr. Oğuz Kurdoğlu

4. Bölüm: Türkiye Ormanları ve Orman Ekosistemleri

İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi’nden mezun oldu. 1988 yılında İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Entomolojisi ve Koruma Yüksek Lisans Programını ve 1994 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programını bitirdi. Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğünde 1989-2004 yılları arasında “Araştırmacı” olarak çalışan Kurdoğlu, 2002 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında doktorasını tamamlamıştır. 2004 – 2010 yılları arasında Artvin Çoruh Üniversitesinde Öğretim Üyesi olarak çalıştı. 2010 yılından bu yana KTÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümünde Öğretim Üyesi olarak görev yapmaktadır. Ormancılık politikası, milli parklar ve korunan alanlar, doğa koruma ve sürdürülebilir kalkınma ile ilgili çalışmalarına devam etmektedir. Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesinde Felsefe Bölümü öğrencisidir.

Yıldırım Lise

4. Bölüm: Türkiye Ormanları ve Ekosistem Hizmetleri

8. Bölüm: Yutak Alanların Artırılması ve Yönetilmesi İçin İmkan ve Kısıtların Değerlendirilmesi ve Öneriler

Ortadoğu Teknik Üniversitesi Biyoloji Bölümünde lisans ve yüksek lisans eğitimini tamamladı. Üniversitedeki asistanlık görevinden sonra 2001 yılından itibaren sırasıyla Doğal Hayatı Koruma Derneği, Doğal Hayatı Koruma Vakfı ve Doğa Derneği gibi sivil toplum kuruluşlarında, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) Türkiye Ofisi ve özel sektörde uluslararası projeler geliştirdi ve yönetti. 2014 yılından beri Doğa Koruma Merkezinde Genel Müdür Yardımcısı olarak görev yapmaktadır. Dünya Doğayı Koruma Birliği (IUCN) Korunan Alanlar Dünya Komisyonu üyesidir ve biyolojik çeşitlik, korunan alanlar, ekoturizm ve sürdürülebilir orman yönetimi konusunda dersler vermekte ve söyleşiler yapmaktadır. Eskişehir Anadolu Lisesi Küçük Prens Kitap Müzesi kurucularından biridir ve resimli çocuk kitaplarıyla ilgilenmektedir.

Prof. Dr. C. Can Bilgin

5. Bölüm: İklim Krizinin ve Biyolojik Çeşitlilik Krizinin Birlikte Ele Alınması

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nde öğrenimini tamamladı. 1994 yılından bu yana aynı bölümde öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Biyoçeşitlilik veritabanları, tehdit altındaki türlerin popülasyon biyolojileri, kuş göçü, uzamsal ekoloji, sistematik koruma planlaması, yaban hayat-insan çatışması, tür komplekslerinin moleküler sistematigi gibi geniş bir yelpazede araştırmalar sürdürdü. Araştırmaları kapsamında 40'ın üzerinde lisansüstü tez yönetti, birçok yeni yöntemi öğrencileriyle birlikte Türkiye'de ilk defa uyguladı. 1980'lerden başlayarak doğa koruma amaçlı STK'larda kurucu veya yönetici olarak yer aldı. Birçok büyük doğa koruma/sürdürülebilir kalkınma projesinde yürütücü veya danışman olarak çalıştı. 2008'den bu yana iklim değişikliğinin biyoçeşitlilik üzerinde etkilerini ortaya çıkaracak modeller ve uzun dönemli izleme programları ile ilgilenmektedir.

Doç. Dr. Cihan Erdönmez

6. Bölüm: İklim Değişikliği Açısından Ormanlık Politikaları ve Mevzuat Değerlendirmesi

Orman Mühendisliği eğitimini İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesinde tamamladıktan sonra Orman Ekonomisi alanında yüksek lisans ve doktora yaptı. Avrupa Orman Enstitüsünde Ormanlık Politikası Analizi eğitimini tamamladı. 2010 yılına kadar İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesinde, 2010 – 2017 yılları arasında değişik vakıf yükseköğretim kurumlarında öğretim üyesi ve yönetici olarak görev yaptıktan sonra 2018 yılında yeniden İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesindeki görevine döndü. Ormanlık politikası, ormanlık politikası analizi, çevre politikası, iklim politikası ve korunan alanlar konularında araştırmalar yapmakta, lisans ve lisansüstü dersler vermektedir. Doğa, ormanlar, korunan alanlar ve bitkiler konularında ulusal televizyon kanallarında yayımlanan belgesel çekimleri de yapan Erdönmez, Türkiye Ormanlıklar Derneği ile Yuvam Dünya Derneğinin bilim kurulu üyesidir.

Prof. Dr. Yusuf Serengil

7. Bölüm: Arazi Kullanımı ve Ormanlık Sektöründe Karbon Yönetimi

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Havza Yönetimi Anabilim Dalında 1995 yılından bugüne, aralıklı olarak öğretim elemanı ve üyesi görevini sürdürmektedir. Bu süreçte, 2005 – 2006 yıllarında Amerika Birleşik Devletleri USDA Hidroloji laboratuvarında, 2021 – 2022 yıllarında ise yine USDA Güney Araştırma İstasyonu İklim Merkezinde (SRS Climate Hub) görev yapmıştır. Ayrıca 2017 – 2019 yılları arasında bir konsorsiyum adına Türkiye'nin Arazi Kullanma Sektörü sera gazı envanteri raporlama sistemini geliştirmek üzere AB tarafından fonlanan LULUCF-TR projesinin takım liderliğini yürütmüştür. 2019 – 2021 döneminde ise FAO Yakın Doğu Ormanlık Komisyon Başkanlığı görevinde bulunmuştur.

Yusuf Serengil, 1995 – 2010 yılları arasında iklim değişikliği konularında bilimsel ve akademik çalışmalarda bulunmuş, 2010 sonrasında ise Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) süreçlerinde özellikle Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşmasının geliştirilmesindeki teknik müzakerelerde bizzat müzakereci olarak ülkemizi temsil etmiştir. Ayrıca Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Sulak Alanlar 2013 Kılavuzu'nda ülkemizi temsilen başyazar olarak görev almıştır. Ülkemizin AKAKDO sektöründeki uluslararası ilk uzmanı olan Serengil, geçen zaman içinde Birleşmiş Milletlerin Sera Gazı Envanter, Ulusal Bildirim ve İki Yıllık Raporlama ve İki Yıllık Güncelleme Rapor uzmanlıklarını almıştır. 2012 yılından beri BMİDÇS tarafından Uzman Gözden Geçirme Heyetlerinde (ERT) görevlendirilmiş ve görevlendirilmektedir. Ülkemizin İklim Değişikliği Birinci Ulusal Eylem Planı 2011 – 2021 ve halen devam eden 2030 Eylem planı ve Uzun Dönemli Stratejisinde AKAKDO sektörü uzmanlığı görevi yapmış ve yapmaktadır. Yusuf Serengil akademisyenlik görevi yanında iklim değişikliği azaltım konularında özellikle sera gazı hesaplamalarında Dünya Bankası, iklim kırılganlık ve risk analizleri konusunda Avrupa Yatırım bankası projelerine destek vermekte ayrıca bazı gönüllü karbon piyasası sertifikasyon şirketlerinin Türkiye danışmanlığını yürütmektedir.

Dr. Pınar Pamukçu Albers

8. Bölüm: Yutak Alanların Artırılması ve Yönetilmesi için İmkan ve Kısıtların Değerlendirilmesi ve Öneriler

Havza yönetimi, peyzaj ekolojisi ve iklim değişikliği üzerine çalışmakta olan Pamukçu Albers, havzada ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılması, haritalanması ve bu hizmetlerin peyzaj strüktürü ile arasındaki istatistiki ve mekânsal ilişkilerin belirlenmesi ile ilgili doktorasını 2015 yılında İstanbul Üniversitesinde tamamladı. Doktorasının bir kısmında Massachusetts Üniversitesi Çevre Koruma Bölümünde misafir araştırmacı olarak çalıştı. 2016 – 2021 yılları arasında Doğa Koruma Merkezinde Orman Koruma Programı Proje Sorumlusu ve danışman olarak görev aldı. Çalıştığı konular arasında orman hidrolojisi, hidrolojik risk modelleri ve analizleri, bütüncül sel yönetimi, ekosistem hizmetleri, sera gazı envanterleri ve iklim değişikliğine adaptasyon için kentsel dirençlilik bulunmaktadır. Ulusal ve uluslararası birçok projede çalışmaya devam etmekte olan Albers'in çok sayıda bilimsel yayını vardır. Albers, Bonn Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nde araştırmacı olarak çalışmalarına ve ders vermeye devam etmektedir. 2014 yılından beri aktif olarak Uluslararası Ormanlık Araştırma Kuruluşları Birliği (IUFRO) Peyzaj Ekolojisi Çalışma Grubunda Avrupa Bölgesi Koordinatörü olarak çalışmaktadır. Ayrıca iki yıllık raporlar ve ulusal bildirimler, iki yıllık güncelleme raporları ve sera gazı envanterleri için BMİDÇS Uzman Gözden Geçirme Heyetlerinde rapor dönemlerinde AKAKDO Sektörü Uzmanı olarak görev almaktadır.

Dr. Uğur Zeydanlı

8. Bölüm: Yutak Alanların Artırılması ve Yönetilmesi için İmkan ve Kısıtların Değerlendirilmesi ve Öneriler

Uğur Zeydanlı Doğa Koruma Merkezi'nin kurucuları arasındadır ve halen Yönetim Kurulu Başkanlığı'nı yapmaktadır. Ayrıca ODTÜ Şehir Bölge Planlama Bölümünde ve Yer Sistem Bilimleri Yüksek Lisans Programında ekoloji ilkelerinin planlamada kullanımı ve doğa koruma konularında ders vermektedir. Doğa koruma, doğal kaynak yönetimi, iklim değişikliğine uyum, sürdürülebilir tarım ve ormanlık alanlarında 30 yıla yakın bir süredir çalışmaktadır. Bu konularla ilgili 150'den fazla projeyi hazırlamış, uygulamış veya koordine etmiştir. 2016 yılında Fulbright bursiyeri olarak Yale Üniversitesi, Ormanlık ve Çevre Bilimleri Fakültesi'nde ekosistem hizmetlerinin bir yönetim aracı olarak kullanılması konusunda çalışmalarda bulunmuştur.

Yönetici Özeti

İklim krizinin dünyamıza ve yaşamlarımıza olumsuz etkileri birçok farklı şekilde deneyimlenmektedir. Kuraklık, sel ve orman yangınları gibi günlük yaşamlarımızda artan sıklıkta hissettiğimiz etkilerin yanı sıra ekosistemlerin bozulması ve sosyal refahın azalması gibi risklerle de karşı karşıya olduğumuz aşıkardır. Akdeniz Havzası iklim, biyolojik çeşitlilik, sosyo-ekonomik yapı, insan ve doğa etkileşiminin özgün örneklerini ortaya koyan sosyo-ekolojik sistemleri ile dünyanın en değerli bölgelerinden biridir. Bununla birlikte, araştırmalar **iklim değişikliğinin Akdeniz Havzası'nda yer alan ülkemiz üzerindeki en önemli etkilerinden birinin kuraklaşma olacağını ortaya koymaktadır**. Kıyı kesimi haricinde ağırlıklı olarak yarı kurak iklime sahip olan ülkemizde kar yağışları başta olmak üzere yağışlarda azalma, mevsimsel kaymalar, sıcaklıklarda artış ve sıcak periyotların daha da uzaması gibi değişimler yaşanmakta; 2021 yılında gerçekleşen mega orman yangınları ve İç Anadolu'daki sulak alanlarda görülen daralma hatta kurumalar kuraklaşmanın en belirgin örnekleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

İklim değişikliğinin etkileri ile kuraklığın şiddetinin ve nüfuz ettiği alan büyüklüğünün artacağı; bunun da iklim krizi ile mücadelede hayati önemde olan orman, bozkır ve sulak alan ekosistemlerini olumsuz yönde etkileyeceği öngörülmektedir. Orman ekosistemlerinin bozulması hidrolojik rejimi ve bölgenin mikroiklimini olumsuz yönde etkileyecek; hidrolojik rejimin bozulması da bir yandan su arzında düzensizliğe diğer yandan da sel-taşkın gibi afetlerin hem sayı hem de şiddet olarak artmasına sebep olacaktır. Mikroiklimde görülecek bozulmalar ise ekstrem hava olaylarının artmasına neden olacak; tarım ve enerji başta olmak üzere birçok sektörün işlerliğine zarar verecektir. Bu değişiklikler **ormanlar ve sulak alanlar başta olmak üzere doğal ekosistemlerimizin yutak kapasitesinin azalmasına neden** olacak ve gerekli tedbirler alınmadığı takdirde **arazi bozulumu gibi süreçleri hızlandırarak karbon salımını artıracaktır**. Daha kurak hale gelen bir iklimde ağaçlandırma ile karbon bağlanması gibi yutak alan artırma çalışmaları da daha verimsiz hale gelecektir.



Tarih boyunca ekosistemlerde benzer zincirleme bozulmalar gözlemlenmiş; bu bozulmaların ekonomik ve sosyal sonucu olarak büyük göçler yaşanmıştır. Ekosistemler herhangi bir altyapı ve işletme masrafı olmadan sundukları hizmetler ile iklim krizinin yıkıcı etkilerini önlemek için güçlü araçlar sağlamaktadır. **İklim krizini önlemek ve etkilerini azaltmak için ekosistemleri ve dolayısıyla sağladıkları faydaları korumak en kritik sorumluluklarımızdan biridir. Bu sorumluluğu toplumun bütün kesimlerinin paylaşması gerektiği bilinci ile hazırlanan “Türkiye’de İklim Krizi ile Mücadelede Orman Ekosistemleri ve Yutak Alan Yönetimi” raporu, özel sektörün iklim krizi ve biyolojik çeşitlilik krizi ile mücadeleyi nasıl ele alması gerektiği ve yapabilecekleri ile ilgili bir yol haritası sunmayı hedeflemektedir.**

Rapor kapsamında yapılan bir modelleme çalışması ile karaçam ağacının ülkemizdeki yaşam ortamı uygunluğunda % 90’dan fazla oranda bir azalma olacağı öngörülmektedir. Bu öngörü, **yutak alanlarımızda daralma, yutak kapasitesinde azalma ve ağaçlandırma ile yeni yutak alan oluşturmanın giderek zorlaşacağına işaret etmektedir.** Rapor orman ekosistemlerinin iklim değişikliğinden olumsuz yönde etkilendiğini ve uyum kapasitesinin artırılması için bazı tedbirler alınması gerektiğini de farklı analiz çalışmalarının sonuçları ile ortaya koymaktadır. **İklim değişikliğine bağlı olarak orman ekosistem dinamiklerinin ve işleyişinin değiştiği göz önüne alınarak orman yönetimi anlayışımızın da değişmesi gerekmektedir. Yeni orman yönetimi anlayışı orman ekosistemlerinin uyum kapasitesinin artırılmasını, ormanların karbon bağlama fonksiyonunun güçlendirilmesi ve ormanlardan odun hammaddesi ihtiyacının karşılanması arasında bir denge kurulmasını gözetmelidir.**

Orman yönetimi anlayışında ormanlar sağladıkları bütün fayda ve fonksiyonlarla beraber değerlendirilmeli; bütüncül olarak ele alınmalıdır. Bu yaklaşımı devreye almak için oldukça güçlü ve nesnel bir teknik altyapı sağlayan ekosistem hizmetlerine odaklanılmalıdır. Ekosistem hizmetlerinin çok sektörlü ve çok ölçekli bir planlama yaklaşımı ile orman yönetim planlarına entegre edilmesi toplumsal refah, kalkınma ve bundan faydalanan farklı sektörlerin devamlılığı için önemlidir. **Ormanlarda tutulan karbon miktarında son yıllarda yaşanan düşüş eğiliminin tersine çevrilmesi için ulusal ormancılık politikalarında kapsamlı değişiklikler yapılmalıdır. Özel sektörün yutak alanların korunması, artırılması ve karbon denkleştirme çalışmalarına katılımı ve bu kapsamda iş birliğinin güçlendirilmesi için politika ve stratejiler geliştirilmeli, bunların uygulanması için mevzuat düzenlemeleri yapılmalıdır.** Bu çerçevede raporda yer verilen öneriler aşağıda sıralanmaktadır:

- İlgili strateji ve eylem planlarında, iklim değişikliğinin orman ekosistemleri üzerindeki etkilerini azaltmaya ve bu etkilere uyum sağlamaya yönelik hedeflerle birlikte ormanların karbon depolaması açısından rolünü açıkça ortaya koyan hedefler yer almalıdır.
- Arazi bozulumu da gözetilerek bütüncül bir ağaçlandırma eylem planı geliştirilmeli ve bu eylem planında güncel arazi kullanım durumu, sosyo-ekonomik koşullar ve ekolojik dengeler dikkate alınarak Türkiye’de ağaçlandırma yoluyla ormanlaştırılmaya elverişli potansiyel alanlar ortaya koyulmalı ve bu alanlarda yürütülecek çalışmalar planlanmalıdır.
- Mevzuat değişiklikleri kapsamında; orman alanı azalmasına doğrudan yol açan yasal düzenlemeler kaldırılmalı, orman alanlarının ormancılık dışı kullanımlara tahsisi konusu gözden geçirilmeli, Orman Yasası ve Milli Parklar Yasası başta olmak üzere ulusal ormancılık mevzuatında iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması konularının yer alması sağlanmalıdır.
- İklim krizi ile mücadele ve net sıfır emisyon hedefi bağlamında karbon fiyatlandırması ve emisyon azaltımı esas olmakla birlikte “biyotik karbon tutumu”nu baz alan projeler de giderek kritik önem taşımaktadır. Bu kapsamda, özel sektör kuruluşlarının katkısını artıracak karbon tutumu amaçlı yatırımları teşvik edecek sistem ve mekanizmalar oluşturulmalıdır. Örneğin, mevcut ağaçlandırma teşvik uygulamalarının geliştirilmesi, AKAKDO uygulamaları ile tutulacak karbonun denkleştirme amacıyla kullanılabilmesi için ETS’ye entegre bir sistemin kurulması, Ulusal bir Ağaçlandırma Sertifikasyon Sistemi kurulması gibi çalışmalar gerçekleştirilebilir. AKAKDO sektörüne yönelik bu sertifikasyon ve ticaret sistem ve mekanizmalarının, çevresel dürüstlük, şeffaflık, katkısallık kriterlerini gözetmesi; global standartlarla uyumlu ve uluslararası geçerliliği olacak şekilde kurulması; uluslararası sertifikasyon sistemlerine entegre edilmesi için gerekli düzenlemelerin yapılması önemlidir.

Ağaçlandırma ile karbon tutumu, iklim krizi ile mücadelede karbon denkleştirmek için gerçekleştirilen en yaygın uygulama olsa da ülkemizin içinde bulunduğu yarı kurak iklim kuşağı bazı zorluklar teşkil etmektedir. Korunan

alanlar, sulak alanlar, tarım arazileri ve biyolojik çeşitlilik açısından öncelikli alanlar gibi ağaçlandırmaya konu edilmemesi gereken alanlar çıkarıldığında, **ülkemizde ağaçlandırma için uygun alan miktarının oldukça az olduğu ve bu alanlar içinde maliyetin uygun ve yerel koşulların elverişli olduğu alanların ise daha da kısıtlı olduğu görülmektedir.** Bu nedenle; **raporda ormanların, diğer yutak alanların ve arazi yönetiminin karbon denkleştirme çalışmaları açısından önemi yanı sıra ekosistemlerin bütünlüğü, ekosistem hizmetlerinin yarattığı fırsatlar ve bu alanlardaki kısıtlar birlikte değerlendirilmiştir. Bu çerçevede, sürdürülebilir arazi ve orman yönetimi kapsamında raporda yer verilen eylemlerden bazıları aşağıda sıralanmaktadır:**

- Korunan alanların genişletilmesi; doğal yaşlı ormanların koruma altına alınması,
- Canlı biyokütle ve toprak verimliliği başta olmak üzere, karbon stoklarını artıracak her türlü eylem (ağaçlandırma, ekosistem onarımı vb.),
- Arazi kullanımını ve yönetimini daha etkin hale getirecek eylemler (orman yönetimi, mera yönetimi, havza yönetimi vb.),
- Ekosistem zararlarını azaltmayı ve afet riskini düşürmeyi sağlayacak doğal ve teknolojik çözümler (örneğin; sel-taşkın önlemede doğa temelli çözümler, heyelan ve kuraklığa yönelik erken uyarı sistemleri),
- Odun endüstrisinde döngüsellliği artırıcı eylemler ve katma değeri yüksek, daha uzun ömürlü teknolojik ürünlerin yaygınlaştırılması,
- İyi tarım uygulamaları (örneğin; azaltılmış sürüm, düşük gübre kullanımı, malçlama, nitrifikasyon inhibitörleri vb.),
- Orman tiplerinin idare sürelerinin bilimsel/teknik olarak gözden geçirilmesi ve mümkün olan durumlarda uzatılması,
- Ormancılığın ve geniş anlamda arazi kullanımının uzun dönemli stratejilerinin ve eylemlerinin iklim değişikliğine uyum, azaltım ve karbon tutumu boyutu da gözetilerek güncellenmesi.

Ülkemizin 2053 Net Sıfır Emisyon hedefine ulaşabilmesi açısından **AKAKDO sektöründe yapılacak çalışmalar ekolojik denge, toplumun sosyo-ekonomik faydası, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirliği ve politika, yönetim ve yönetişimin istikrarlı, birbirini kapsayan ve birbirini denetleyen bir yapıya oturtulması** ile de ilgilidir. Bu nedenle, “Türkiye’de İklim Krizi ile Mücadelede Orman Ekosistemleri ve Yutak Alan Yönetimi” raporunda ele alınan eylemlerden en olumlu sonuçların elde edilmesini temin edecek şekilde değerlendirilmesinde aşağıda sıralanan unsurların **temel ilkeler olarak benimsenmesi önerilmektedir:**

- İklim krizi ve biyolojik çeşitlilik krizinin birlikte ele alınması; yapılacak her çalışmada iki krizle de mücadeleye eş katkının gözetilmesi,
- Orman ekosistemlerinin korunması ve uyum kapasitesinin artırılması,
- Toplumsal uyum kapasitesinin artırılması için, koruma ve kullanma arasındaki dengeyi gözeterek, “Ekosistem Tabanlı Uyum” gibi araçların daha etkin bir şekilde kullanılması,
- Yutak alanlarının genişletilmesi için geleneksel ağaçlandırma yaklaşımları yerine ekosistem onarımı yaklaşımının tercih edilmesi,
- Karbon bağlama çalışmaları için sürdürülebilir arazi yönetimi uygulamaları ve iyileştirilmiş orman yönetimi uygulamalarının öncelikli alternatifler olarak ele alınması,
- Bu uygulamaların hayata geçirilebilmesi amacıyla gerekli teknik, ekonomik, yasal ve yönetsel altyapının geliştirilmesi için kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektör, akademi ve sivil toplum arasında güçlü bir iş birliği kurulması.

1. Giriş ve Kapsam

İklim değışikliği ile mücadele Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) raporlama standardına göre 5 sektör üzerinden ele alınmaktadır: 1) enerji, 2) sanayi, 3) atık, 4) tarım ve 5) arazi kullanımı, arazi kullanım değışikliği ve ormancılık (AKAKDO). AKAKDO sektörü hem ormanlarda tutulan karbon hem de arazilerin ve arazi değışiklerinin planlı ve doğru bir şekilde yönetilmesi sonucunda sera gazı emisyonlarında azalmaya katkısı nedeniyle özel önem arz etmektedir. AKAKDO sektöründe ekosistemlerin sürdürülebilir yönetimi karbon tutumunun derecesinde belirleyici bir faktördür. Karbonu tutan ekosistemlere ve içerdikleri havuzlara yutak adı verilmektedir. Karbonun atmosferden ekosistemler tarafından uzaklaştırılması diğer yakalama ve depolama yöntemlerine kıyasla farklı perspektiflerden fayda sağlamaktadır. Karasal ekosistemlerde en büyük karbon havuzu sulak alanlar olmakla beraber ülkemizde başlıca karbon tutumunu sağlayan ekosistem orman ekosistemleridir.

Ülkemizin 2053 Net Sıfır Emisyon hedefine ulaşmak için AKAKDO sektöründe koruma, restorasyon, iyileştirme (karbon depolama kapasitelerini artırma), yeni yutak alanlar oluşturma ve arazi yönetimi açısından gerçekleştirilecek eylemler ve alınacak önlemler yoluyla karbon emisyonlarının denkleştirilmesi kritik önem taşımaktadır. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar 2053 Net Sıfır Emisyon hedefinin yanı sıra ekolojik denge, toplumun sosyo-ekonomik faydası, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirliği ve politika, yönetim ve yönetişimin istikrarlı, birbirini kapsayan ve birbirini denetleyen bir yapıya oturtulması ile de ilgilidir.

Türkiye'nin yaklaşık % 65'lik bölümünü kapsayan yarı kurak ve kurakça yarı nemli iklim koşulları ve topoğrafik yapısı; ağaç yetiştirmek ve orman kurmak yoluyla karbon denkleştirme çalışmalarının hayata geçirilmesine istenen düzeyde katkı verecek fırsatlar sunmamaktadır. Orman ekosistemlerinin iklim değışikliğiyle mücadelede önemli bir rolü olsa da bu ekosistemler iklim değışikliğinin etkilerinden de olumsuz şekilde etkilenir. Kuraklık başta olmak üzere iklim değışikliğine bağlı sıcaklıklardaki değışim, ağaçların yaşam döngüsünü (fenoloji) etkileyerek ormanlarda yapısal değışiklere neden olur. Sıcaklıklardaki artış nedeniyle orman yangınlarının sıklığı artmakta; hastalıklar ve böcek ve mantar zararlarında artış yaşanmaktadır. İklim değışikliğinin getirdiği bir diğer sorun ise istilacı türlerin yayılabileceği uygun ortamların artmasıdır. Ormanların maruz kaldığı iklim değışikliği kaynaklı baskılar orman ekosistemlerinde habitat kaybı, parçalanması ve bozulmasına neden olmaktadır. Orman ekosistemlerindeki tür çeşitliliğinde ve genetik çeşitlilikte azalış görölmesi olasıdır. İklim değışikliği ile beraber ormanların sağladığı paha biçilemez ekosistem hizmetlerinde de azalma öngörülmektedir. Karbon tutumunun yanı sıra ormanlar su rejimini düzenlemekte, güçlü kök sistemleriyle erozyonu azaltmakta, suyun temizlenmesini sağlamakta, yüzey akışını yavaşlatarak ve suyu depolayarak sel ve taşkını önlemektedir. Görüldüğü gibi ormanların sağladığı karbon depolama dışındaki toplumsal ve ekonomik fonksiyon ve hizmetlerinin de karar süreçlerine entegre edilmesi gerekmektedir.

İklim değışikliği, sadece ormanları ve orman ekosistemlerinin hizmetlerini tehdit etmemekte, insan kaynaklı tehditlerin son yıllarda artması sebebiyle azalan biyolojik çeşitliliği de olumsuz olarak etkilemektedir. İklim krizi ile biyolojik çeşitlilik krizi iki yönlü bir şekilde çalışmaktadır. İklim değışikliği biyolojik çeşitliliğin azalmasının ana nedenlerinden biridir. Öte yandan biyolojik çeşitlilik kaybı toplumun iklim değışikliğinin olumsuz etkilerine karşı uyum kapasitesinin azalmasına sebep olmaktadır. Bu durum ise iklim değışikliğinin biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkilerini ve kırılğanlığını artırmaktadır. Bu sebeple iklim değışikliği ve biyolojik çeşitlilik krizinin birlikte ele alınması çok önemlidir.

Ormancılık politikası, toplum ve ormanların bize sağladığı kaynaklar arasındaki ilişkileri barındıran, bu kapsamda ormancılığın hedeflerini ortaya koyan ve bu hedefler doğrultusunda atılması gereken adımları içeren bir disiplindir. Yol haritası hazırlamada birincil adım, Türkiye'de ormancılık sektörünü ilgilendiren konularda hazırlanmış politika belgeleri, mevzuat ve stratejilerin değerlendirilmesi ve boşlukların ortaya konmasıdır. Buna ek olarak Avrupa Birliği başta olmak üzere küresel ölçekte ormancılık politikalarının değerlendirilmesi gerekir. Teknik ve sosyo-ekonomik değerlendirme sonuçlarının nasıl hayata geçirilebileceği ile ilgili yasal ve politik çerçevenin de net bir şekilde ortaya konması kritik öneme sahiptir.

Bu raporda Türkiye'deki ormanların, diğer yutak alanların ve arazi yönetiminin karbon denkleştirme çalışmaları açısından önemini yanı sıra ekosistemlerin bütünlüğü, ekosistem hizmetlerinin yarattığı fırsatlar ve bu alanlardaki kısıtların değerlendirilmesi de ele alınmıştır. Bu değerlendirme; iklim değışikliğinin Türkiye'deki yansımaları, iklim değışikliğinin orman ekosistemi üzerindeki etkileri, iklim krizinin ve biyolojik çeşitlilik krizinin birlikte ele alınması, ormancılık politikaları ve mevzuatın değerlendirilmesi ve AKAKDO sektöründe karbon yönetiminin ele alınması

başlıkları altında yapılmıştır. Raporun bölümleri de bu çerçevede oluşturulmuştur:

Raporun birinci bölümünde, raporun kapsamı hakkında genel bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde, iklim ve iklim değişikliğine ilişkin temel kavramlar ile Türkiye ikliminin ve iklim dinamiğinin ana çizgileri anlatılmıştır. Türkiye'nin kuraklıktan etkilenebilirliği ve kuraklık riski bölgesel ve iller düzeyinde açıklanmıştır. Ayrıca küresel iklim değişikliği ve iklim değişikliğinin mevcut ve olası etkileri hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Uluslararası raporlara dayanan açıklayıcı salım senaryoları ile iklim modeli projeksiyonları yine bu bölümde kısaca ele alınmıştır. Bölüm Türkiye`de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği konusu ile devam etmekte; daha sonra hava sıcaklıkları, yağış toplamları, bazı sayılı günler ve ekstremelerde gözlenen değişimler ve eğilimler açıklanmaktadır. Aynı zamanda Türkiye ve bölgesi için iklim değişikliği modellerine dayalı kestirimler verilmiştir.

Raporun üçüncü bölümünde, iklim değişikliğinin orman ekosistemleri üzerindeki orman yangını riskindeki artış, biyotik ve abiyotik zararlarda artış, ağaç türlerinin dağılım alanlarının değişimi, istilacı yabancı türlerin girişinde artış ve diğer etkileri hakkında bilgi verilmiş; orman ekosistemlerinin iklim değişikliğine uyumu konusunda özellikle orman ekosistemlerinde yapılabilecekler sıralanmıştır. Orman ekosistemlerinin karbon tutumu ile ilgili bilgi verildikten sonra ormanlardaki karbon tutumunu etkileyen faktörlere yer verilmiştir. Yine bu bölümde, ormanlardaki karbon yönetimi için artırma, korunma ve kaçınmayı göz önünde bulunduran, üç ayaklı, birbirini tamamlayan bir yaklaşım önerilmiştir.

Dördüncü bölümde, ekosistem hizmetleri ve ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılması hakkında bilgi verilmiştir. Türkiye ormanlarının ekosistem hizmetleri ve bu ekosistem hizmetlerinin ormanlar dahilinde planlama ve yönetimi anlatılmıştır.

Beşinci bölümde, iklim krizi ve biyolojik çeşitlilik krizinin etkileşimi ele alınmıştır. Önemli tanımlar ve temeller verilmiş; başta Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi olmak üzere doğa koruma ve sürdürülebilir kullanım konusunda önemli uluslararası süreçler değerlendirilmiştir. Türkiye'nin ve Türkiye ormanlarının biyolojik çeşitliliğinin korunması için yapılan çalışmaların içeriği hakkında bilgi verilmiştir. Ağaçlandırma çalışmalarının biyolojik çeşitliliğe etkileri değerlendirilmiş ve biyolojik çeşitlilik dostu yutak alan oluşturma çalışmaları için bir rehber hazırlanmıştır. Gelecekte beklenen iklim değişikliği etkisi de dikkate alınarak ağaçlandırmaların uygun olmadığı alanlar ve karbon tutumu amaçlı ağaçlandırmaya uygun alanlar modellenmiş ve haritalandırılmıştır. Ağaçlandırma ve ekosistem onarımı perspektifinden iklim ve biyolojik çeşitlilik krizlerinin nasıl alınması gerektiği tartışılmıştır.

Altıncı bölümde, iklim değişikliği açısından ormancılık politikaları ve mevzuatı değerlendirilmiştir. Ulusal ormancılık politikası ve ormancılık mevzuatı ve ilgili belgeler, iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması açısından değerlendirilmiştir. Her iki konuda da Avrupa Birliği'nin yaklaşımları da göz önünde bulundurulmuş ve küresel gelişmelerle karşılaştırılmıştır.

Yedinci bölümde, AKAKDO sektöründe karbon tutumunun artırılmasına yönelik stratejiler, politika ve önlemler verilmiştir. Uluslararası örnek mekanizmalar ve iyi örnekler yine bu bölümde ele alınmıştır. Aynı zamanda Türkiye'ye özgü olasılıklar "Türkiye'deki orman yönetim sisteminin değiştirilmesi ve dönüştürülmesi suretiyle ormanların daha fazla karbon tutması sağlanabilir mi?" sorusu önceliğinde tartışılmış, karbon yönetiminde fayda/maliyet analizi yapılmış ve şeffaflık çerçevesi çizilmiştir.

Raporun sekizinci bölümünde ise iklim krizi ile mücadele için yutak alanların artırılmasına yönelik imkânlar ve kısıtlar değerlendirilmiş ve her bir başlık ile ilgili bulgular özetlenmiştir.

2. Türkiye İklimi, İklim Değişikliği ve Gelecekteki Türkiye

Prof. Dr. Murat Türkeş

2.1. İklim Değişikliği, Türkiye İklimi ve Gelecekteki Türkiye

İnsan kaynaklı iklim değişikliğiyle savaşım yoluyla iklim değişikliğini önleme ve etkilerini en aza indirmeye yönelik olarak, “sera gazı salımlarını belirli bir yıl düzeyinde tutma ya da belirlenen bir yıla kadar istenen oranda azaltma” girişimlerinin en önemlisi, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’dir (BMİDÇS). Haziran 1992’de Rio’da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda (UNCED) ülkeler tarafından kabul edilen BMİDÇS’yi, Haziran 1993’e kadar 166 ülke ve Avrupa Topluluğu (AT) imzalamış ve Sözleşme 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

BMİDÇS’nin nihai amacı, “Atmosferdeki sera gazı birikimlerini, insanın iklim sistemi üstündeki tehlikeli etkilerini önleyecek bir düzeyde durdurmayı başarmaktır”. Sözleşme’nin kalbini oluşturan sera gazı salımlarıyla ilgili yükümlülükler ise “gelişmiş ülkelerin antropojen sera gazı salımlarını 2000 yılına kadar 1990 yılı düzeyinde tutmaları” şeklinde yer almıştır (Türkeş, 2001). Sözleşme’nin Yükümlülükler maddesinde, ülkelerin ortak fakat farklı sorumlulukları, ulusal ve bölgesel kalkınma öncelikleri, amaçları ve özel koşulları göz önünde bulundurularak, tüm Tarafalara insan kaynaklı sera gazı salımlarının ve iklim değişikliğinin durdurulması ve etkilerinin azaltılması gibi konularda ortak yükümlülükler verilmiştir. İnsan kaynaklı sera gazı salımlarının küresel düzeyde azaltmasını sağlayabilecek en önemli hükümetlerarası çaba iklim diplomasisi yoludur (Türkeş, 1995ab, 2021abc). BMİDÇS, küresel iklimi korumaya ve sera gazı salımlarını azaltmaya yönelik genel ilkeleri, eylem stratejilerini ve yükümlülükleri düzenler. BMİDÇS’ye göre, Taraf ülkelerden her biri, insan kaynaklı sera gazı salımlarını sınırlandırarak ve sera gazı yutak ve haznelerini koruyarak iklim değişikliğini azaltmak için ulusal politikalar benimseyecek ve uygun önlemler alacaktır. Sözleşmenin amacına uygun olarak, gelişmiş ülkeler insan kaynaklı salımların uzun süreli eğilimlerini değiştirmede öncü rol oynayacaklarını gösterecek ve Montreal Protokolü ile denetlenmeyen insan kaynaklı sera gazı salımlarının daha önceki düzeylerine çekilmeleri gibi değişikliklere katkıda bulunacaktır (UNCCD, 1995; Türkeş, 2001).



BMİDÇS Paris Anlaşması, 30 Kasım-13 Aralık 2015 tarihlerinde Paris'te gerçekleştirilen BMİDÇS 21. Taraflar Konferansı'nda, 2020 yılı sonrasına ilişkin yükümlülükleri güvence altına alabilecek küresel bir anlaşmanın hazırlanmasına yönelik olarak yaklaşık 20 yıllık dönemde yapılan onlarca zorlu toplantının ardından toplantıya katılan ülkelerin çok büyük bir bölümünce imzalanarak kabul edilmiştir. 12 Aralık 2015'te 196 Taraf ülke kabul edilen BMİDÇS Paris Anlaşması, çok kısa sürede gerekli onay belgelerinin Birleşmiş Milletlere (BM) sunulması sonucunda 4 Kasım 2016'da yürürlüğe girmiştir. Paris Anlaşması, 187 ülkenin 2020 yılından başlayarak, küresel iklim sistemini koruma, iklim değişikliğiyle savaşım ve sınırlandırmaya yönelik salım azaltım yükümlülüklerini daha doğrusu 'niyetlerini' kapsayan yasal olarak bağlayıcı ve 'sürekli' (kendisini yenileyen ve/ya da yineleyen) küresel anlaşma olarak kabul görmüştür.

Türkiye Cumhuriyeti, 10 Kasım 2021 tarihinde BMİDÇS Paris Anlaşması'na resmi olarak taraf oldu.

6-18(20) Kasım 2022 günlerinde Mısır'ın Sharm El-Sheikh şehrinde gerçekleşen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 27. Taraflar Konferansı'nın (BMİDÇS COP27) başlıca sonuçlarına ilişkin bilimsel bir bakış (Türkeş, 2022d) aşağıdaki satırlarda bulunabilir:

1. 1,5 °C hedefindeki yetersizlikler ve başarısızlıklar ciddi derecede tehlikeli olmayı sürdürüyor

İklim değişikliğinden çok daha şiddetli düzeyde etkilenecek olan gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler, Hindistan, Avrupa Birliği ve ABD'nin girişimlerine rağmen, Şarm El-Şeyh Anlaşması, salımları azaltma konusundaki ulusal katkıları ve yükümlülükleri daha azimkar yapamadı. Bu, dünyanın 2015 Paris Anlaşması'nda belirtilen 1,5 °C'lik küresel ısınma hedefini "bir kez daha" kaçırdığı anlamına geliyor.

Petrol ve kömür dâhil tüm fosil yakıtların kullanımını aşamalı olarak ortadan kaldırma ve küresel salımları 2025 yılına kadar (Uluslararası Enerji Ajansı'na göre zaten gerçekleşmesi muhtemel olan) zirveye çıkarma çağrıları, petrol ihraç eden birçok ülke tarafından reddedildi. Tüm fosil yakıtların aşamalı olarak azaltılması nihai metne yansımamış olmakla birlikte, zirveden önce masada çok fazla yer almayan bu düşünce çevresindeki ivmenin arttığı söylenebilir.

2. Kayıp ve hasar için yeni bir fon oluşturulması kabul edildi

BMİDÇS COP27, iklim afetlerine en açık (iklimsel etkilenebilirlikleri yüksek olan) ülkeler için "kayıp ve hasar" finansmanı sağlamaya yönelik çığır açan bir anlaşmayla gecikmeli olarak sona erdi.

Hükümetler, gelişmekte olan ülkelere kayıp ve hasarı karşılamak ve gidermek ya da yanıtlamaya yardımcı olmak için yeni finansman düzenlemelerinin yanı sıra özel bir fon oluşturmayı hedefleyen önemli bir karar aldı. Hükümetler, COP28'de hem yeni finansman düzenlemelerinin hem de fonun nasıl işleyeceğine ilişkin önerilerde bulunmak üzere bir "geçiş komitesi" kurmayı kabul etti.

Taraflar ayrıca, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı özellikle etkilenebilir gelişmekte olan ülkelere teknik yardımı yönlendirmek için Santiago Kayıp ve Hasar Ağı'nı etkinleştirecek kurumsal düzenlemeler üzerinde de anlaşıldılar.

Şarm El-Şeyh'te fonda toplanacak olan paraya ilişkin hiçbir tutar konusunda söz verilmedi ve fonun nasıl çalışacağına ilişkin kurallar Birleşik Arap Emirlikleri'nde yapılacak COP28'de belirlenmeye bırakıldı.

3. Uluslararası çok taraflı borç veren kuruluşlara ilişkin istemler ve olası değişiklikler

İlk kez bir COP toplantısında, iklim hedefleriyle daha iyi uyum sağlaması için küresel finansal mimaride reform yapılması çağrısı yer aldı. Bu düşünce, temiz ve/ya da yeşil enerji geçiş projelerine ve ısınan bir gezegene uyum sağlama çabalarına daha fazla finansman akışı yönlendirmek için Dünya Bankası (WB) gibi çok taraflı kalkınma bankalarının ve Uluslararası Para Fonu (IMF) gibi uluslararası finans kurumlarının yetkilerini değiştirmektir.



4. İklim değişikliği savaşımının geleceği hala belirsizlik taşıyor

Şarm El-Şeyh'te, diğerlerinin yanı sıra, görüşmeleri geciktiren ve COP27'yi en uzun ikinci BM iklim zirvesi yapan konu, "azaltım ve ilişkili konular çalışma programı" idi. Bu programın amacı, ülkelerin iklim hedeflerini karşılama hızında sera gazı salımlarını azaltmak için net hedefler, planlar ve ölçümler belirlemesini sağlamaktır. Şimdiye kadar, yükümlülükler aynı standardı izlemedi. Öte yansan Taraflar hedefleri için farklı kriterler ve temel değerler kullanmaktadır. Ortak bir sistem olmadan, bu yükümlülükler gerçek salım azaltımlarına dönüşmeyebilir.

İleri iklim ülkeler, önerilen programı 2030'a kadar yürütmek istediler. Ancak geri kalanların muhalefeti, programı uzatma şansı ile birlikte 2026'ya kadar yürütme konusunda uzlaşmaya yol açtı. Program başarılı olursa, ülkelerin tüm fosil yakıt kullanımını aşamalı olarak ortadan kaldırmaya yönelik siyasi açıklamaları kabul etmesinden daha güçlü sonuçları olabilir.

5. Uyum

COP27, uyum konusunda görece önemli bir ilerleme kaydetti ve hükümetler, COP28'de sona erecek ve ilk Küresel Durum Değerlendirmesini bilgilendirerek etkiye en açık olanlar arasında direngenliği iyileştirecek olan Uyumla ilgili Küresel Hedef konusunda ilerleme yolunda anlaşmaya vardı. COP27'de Uyum Fonu'na toplam 230 milyon ABD dolarını aşan yeni sözler verildi. Bu yeni yükümlülükler, etkilenebilirliği daha yüksek olan birçok ülkenin ve toplulukların somut uyum çözümleri yoluyla iklim değişikliğine uyum sağlamasına yardımcı olabilecektir.

6. Şarm El-Şeyh Uygulama Planı

Şarm El-Şeyh Uygulama Planı olarak bilinen çerçeve kararı, düşük karbonlu yeşil bir ekonomi için küresel dönüşümün yılda en az 4-6 trilyon ABD doları yatırım gerektireceğini vurguluyor. Bu tür fonların sağlanması, finansal sistem yapılarının ve süreçlerinin hızlı ve kapsamlı bir dönüşümünü, hükümetlerin, merkez bankalarının, ticari bankaların, kurumsal yatırımcıların ve diğer finansal aktörlerin katılımını gerektirecektir.

Öte yandan, Konferansta, gelişmiş ülke Taraflarının 2020 yılına kadar ortaklaşa yılda 100 milyar ABD doları seferber etme hedefinin, gelişmiş ülkelerin bu hedefe ulaşmaya teşvik edilmesi ve çok taraflı kalkınma bankaları ile uluslararası finans kuruluşlarının iklim finansmanını harekete geçirmeye çağırılması ile henüz karşılanmadığına dair ciddi endişeler de dile getirildi.

Özetle, zorlu bir jeopolitik zeminde geçen COP27, ülkelerin küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi düzeylerinin 1,5-2 °C üzerinde sınırlama yükümlülüğünü yeniden teyit eden bir karar paketi sunmasıyla sonuçlandı. Paket aynı zamanda ülkelerin sera gazı salımlarını azaltma ve iklim değişikliğinin kaçınılmaz etkilerine uyum sağlama eylemlerini güçlendirmenin yanı sıra gelişmekte olan ülkelerin gereksinim duyduğu finans, teknoloji ve kapasite geliştirme desteğini artırdı.

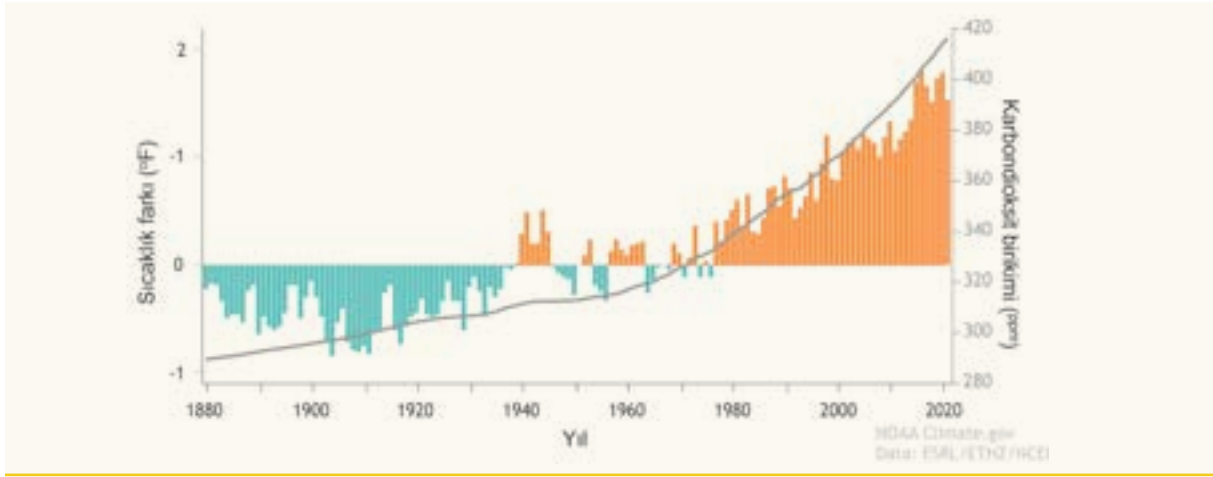
Kayıp ve hasar için özel bir fon oluşturulması, konunun resmi gündeme eklenmesi ve ilk kez COP27'de kabul edilmesiyle önemli bir ilerleme noktası oldu.

2.2. Türkiye İkliminin ve İklim Dinamiğinin Ana Çizgileri

Bu bölüme konuyla ilgili olan ve birbirleriyle karıştırılmaması gereken iklim ve iklim değişikliğine ilişkin temel kavramları tanımlayarak başlamak faydalı olacaktır.

Bunlardan birincisi olan **hava**, “herhangi bir yerde ve zamandaki atmosfer koşullarının kısa süreli durumudur”. **İklim** ise, genel olarak “herhangi bir yerdeki ortalama hava koşulları” biçiminde tanımlanabilir (Türkeş, 2022c). Ancak, daha kapsamlı bir tanımla **iklim**, “belirli bir alandaki hava koşullarının, atmosfer öğelerinin değişkenlikleri ve ortalama değerleri gibi uzun süreli (geleneksel olarak 30 yıl ve daha fazla) istatistikleri ile tanımlanan bireşim”dir (Türkeş, 2022c). Bu yeni tanımda geçen “bireşim” terimi, ortalama teriminden daha fazlasını içerir.

İklim değişikliği, “iklimin ortalama durumunda ya da onun değişkenliğinde onlarca ya da daha uzun yıllar boyunca süren istatistiksel olarak anlamlı değişimler” olarak tanımlanabilir. Dördüncü önemli kavram durumundaki **iklimsel değişkenlik** ise, “tüm zaman ve alan ölçeklerinde iklimin ortalama durumunda ve standart sapmalar ile uç olayların gerçekleşme sıklık ve olasılıkları gibi öteki istatistiklerinde ortaya çıkan değişimler” şeklinde tanımlanabilir (Türkeş, 2022c). Şekil 2.1’de 20. yüzyılın ortalamasından farkları gösteren küresel yıllık ortalama yüzey sıcaklık anomalileri ve küresel ortalama atmosferik karbondioksit birikimi (konsantrasyon, ppm – milyon hacimde bir birim) karşılaştırılmalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Küresel yıllık ortalama yüzey sıcaklık ve yıllık ortalama atmosferik karbondioksit değişimleri (1880 – 2021)¹.

İklimsel kuraklık (aridity), “yeryüzünün herhangi bir yerinde egemen olan fiziki coğrafya denetçilerinin ve uzun süreli atmosfer dolaşımı düzeneklerinin oluşturduğu sürekli yağış ve nem açığı koşullarıdır” (Türkeş, 2012, 2017a). Bu koşulların yıl boyunca ya da yılın çok büyük bir bölümünde egemen olduğu alanlarda, iklimsel kuraklıktan bahsedilebilir veya bu alanlara **arid bölge** adı verilir. Bu tanımda, iklimsel dalgalanma ve değişikliklerin olasılığı göz ardı edilmektedir.

Kuraklık (drought), hidrolojik, tarımsal ve meteorolojik kuraklık gibi bir ayrıma gidilmeksizin; “yeryüzündeki çeşitli sistemlerce kullanılan doğal su varlığının, belirli bir zaman süresince ve bölgesel ölçekte uzun süreli ortalamasının ya da normalin altında gerçekleşmesi sonucunda, temel olarak şiddet, süre ve coğrafi yayılış bileşenleri ile nitelendirilebilen üç boyutlu bir doğa olayı biçiminde etkili olan su açığı ve yetersizliğidir” (Türkeş, 2017b, 2022c). Kuraklık temel olarak şiddet/büyükölçüm, oluşum sıklığı/süre ve coğrafi yayılış bileşenleri ile nitelendirilebilen üç boyutlu bir doğa olayıdır. İklimsel değişimlerin neden olduğu geçici bir olay olan kuraklık, kurak ve yarı kurak bölgelerin yanı sıra, orta enlemlerin nemli-denizel iklimleri gibi öteki iklim bölgelerinde de oluşabilir.

Arazi bozulumu (land degradation) ya da çoraklaşma, “tarım alanlarının yanı sıra, bozkır, mera, maki/fundalık, ağaçlık ya da ormanlık alanlarda toprağın su ve rüzgâr erozyonuyla kaybedilmesi başta olmak üzere, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin bozulması, bitki örtüsünün uzun süreli kaybı ve bunların sonucunda arazinin ekolojik ve ekonomik verimliliğinin azalması veya kaybıdır” (UNCCD, 1995; Türkeş, 2012).

Türkiye’deki egemen iklim tipi, birçok farklı bölgesel alt iklim ve yağış rejimi tipleri bulunmasına karşın, subtropikal okyanusların doğu bölümlerinde, temel olarak subtropikal yüksek basınçlar ile polar cepheye bağlı orta enlem siklonlarının karşılıklı etkileşimleriyle gelişmiş olan yazı kurak ve sıcak/çok sıcak subtropikal Akdeniz iklimidir (Türkeş, 2020) (Şekil 2.2). Atlantik kaynaklı nemli hava akımlarıyla taşınan cephesel orta enlem ve Akdeniz depresyonları, yaz mevsimi dışında yılın önemli bir bölümünde Türkiye’ye kolaylıkla ulaşır. Bu uygun koşullar, yazın polar jet akımının ortalama koşullarda yaklaşık 60° kuzey enlemlerindeki polar cephe kuşağına ve ötesine

1- National Oceanic and Atmospheric Administration. “Climate.gov” <https://www.climate.gov/media/13840>

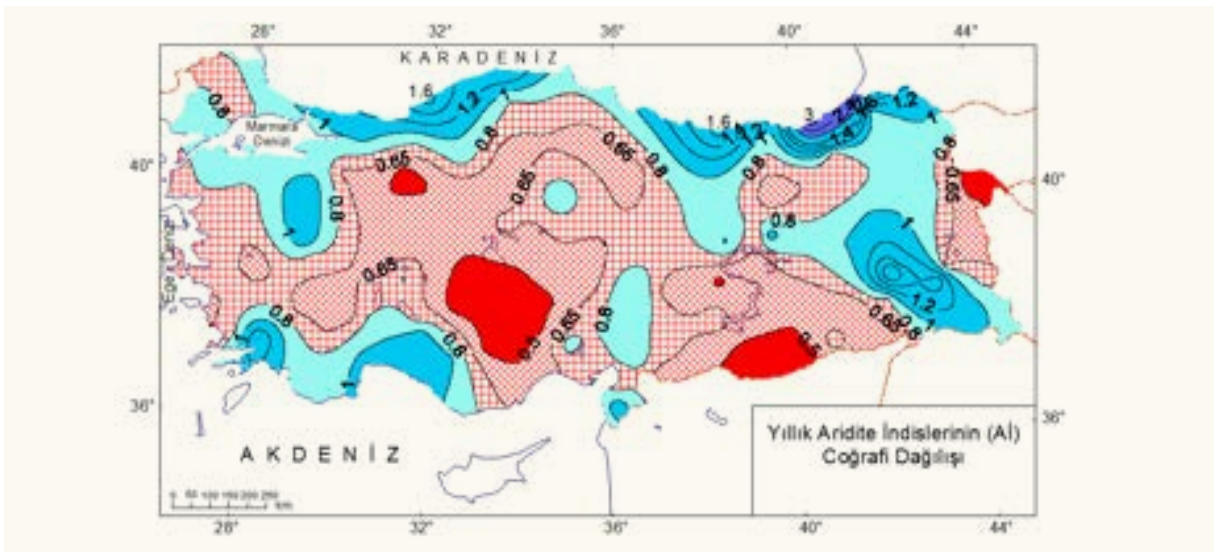
göçü sonucunda ortadan kalkar. Genel atmosfer dolaşımındaki bu değişiklik, Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi ve Kuzeydoğu Anadolu Bölümü dışında kalan yerlerinde, yaz boyunca genellikle uzun süreli kuru ve sıcak iklim koşullarının (yaz kuraklığı) oluşmasına neden olur (Türkeş, 2022c).



Şekil 2.2. Köppen iklim sınıflandırma sisteminin birinci, ikinci ve üçüncü harflerine göre, Türkiye'deki iklim tiplerinin coğrafi dağılışı (Türkeş, 2013). Haritadaki beyazlıklar, orman alanlarını gösterir.

Köppen iklim sınıflandırma sisteminin birinci ve ikinci harfleri dikkate alındığında, İç Anadolu Bölgesi'nin orta bölümü ve Doğu Anadolu'nun en doğusunda Van-İğdir bölümü orta enlem yarı kurak bozkır (BSk), Marmara kıyı bölümü dışında Karadeniz kıyı kuşağı nemli orta enlem (ılıman) iklimlerin kurak mevsimi olmayan yazı sıcak ve çok sıcak nemli subtropikal (Cfb, Cfa) ve Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri ile İç Anadolu'nun batı ve güney bölümleri yazı kurak sıcak ve çok sıcak subtropikal Akdeniz (Csb, Csa) iklim sınıfına girer (Şekil 2.2). Öte yandan, iç ve Doğu Anadolu bölgelerinin genel olarak orta-kuzey bölümlerinde uzanan geniş bir kuşak yazı kurak nemli karasal (soğuk) (Ds), kuzeydoğu Anadolu'nun (Erzurum-Kars Bölümü) ve İç Anadolu'nun kuzeyindeki görece dar bir alan ise kurak mevsimi olmayan nemli karasal (soğuk) (Df) iklim sınıfında yer alır.

Şekil 2.3'te verilen iklimsel kuraklık (aridite) haritasına göre, İç Anadolu Bölgesi'nde Konya Ovası ve Nallıhan Yöresi; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Siverek, Şanlıurfa ve Ceylanpınar ile Türkiye-Suriye sınır arasında kalan ve Suriye Çölü'nün Türkiye'ye doğru kuzey uzantısını oluşturan bölümü; Doğu Anadolu'da İğdir Yöresi Türkiye'nin en kurak yerleridir.



Şekil 2.3. Yıllık İklimsel Kuraklık İndisi (AI) değerlerinin Türkiye üzerindeki coğrafi dağılışı (Türkeş, 2013). Haritada, (i) tam kırmızı dolu (yarıkurak), (ii) çapraz tarama (kurakça-yarınemli) ve (iii) kare tarama (nemlice-yarınemli) ile gösterilen tüm alanlar, Türkiye'nin klimatolojik olarak yıllık su açığı bulunan, kuraklık ve çölleşmeye eğilimli bölgelerine karşılık gelirken; (iv) mavinin tonlarında renklendirilen ancak taranmamış yerlerde, indisi değerleri 0,80-1,0 arasında kalan alanlar yarınemli, (v) 1,0-2,0 arasında kalan alanlar nemli/çok nemli ve (vi) 2,0'den yüksek olan alanlar ise çok fazla (aşırı) nemli bölgeleri gösterir.

2.3. Türkiye'nin Kuraklıktan Etkilenebilirliği ve Kuraklık Riski

Aylık Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI) hesaplanarak elde edilen Tam Kurak Olma Olasılığı kullanılarak risk hesaplandığında, Türkiye'nin Kuraklık 'Afet/Felaket' Riski görece en yüksek ve görece en düşük olan bölgeleri ve illeri (Şekil 2.4) aşağıdaki gibi özetlenebilir (Türkeş, 2017b):

"Tam Kurak Olma Olasılığı" koşullarında Türkiye'nin Kuraklık 'Afet/Felaket' Riski görece yüksek olan bölgeleri ve illeri; Ege Bölgesi'nde, İzmir (en yüksek), Manisa, Aydın ve Muğla (yüksek olanlar); Akdeniz Bölgesi'nde, Antalya, Mersin, Adana, Osmaniye ve Kahramanmaraş (yüksek olanlar); Güneydoğu Anadolu'da, Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin (en yüksek olanlar) ile Kilis, Gaziantep, Adıyaman, Siirt ve Batman (yüksek olanlar); Doğu Anadolu'da, Şırnak (en yüksek), Siirt, Hakkâri, Van ve Muş (yüksek olanlar); İç Anadolu'da, Ankara, Eskişehir, Konya, Aksaray, Karaman, Niğde ve Kayseri (orta yüksek), Marmara Bölgesi'nde, İstanbul, Çanakkale ve Balıkesir'dir (orta yüksek) (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Türkiye illeri için hesaplanan SPI Normalin Altında "Tam Kuraklık Olasılığı" koşullarında, Türkiye Kuraklık 'Afet/Felaket' riski değerlemelerinin en düşüğe kadar alansal dağılım desenleri (Türkeş, 2017b).

"Tam Kurak Olma Olasılığı" koşullarında Türkiye'nin Kuraklık 'Afet/Felaket' Riski görece düşük olan bölgeleri ve illeri; Marmara Bölgesi Batı Trakya'da, Edirne (en düşük) ve Kırklareli (düşük), Doğu Marmara'da Bilecik (düşük); Karadeniz Bölgesi'nde, Çorum, Samsun, Giresun ve Gümüşhane (düşük) ve Amasya, Tokat, Ordu (orta düşük) dışında kalan Sakarya'dan Rize ve Artvin'e kadar tüm iller (en düşük), İç Anadolu'da Nevşehir (en düşük), Kırıkkale ve Çorum (düşük); Doğu Anadolu'da, Ardahan (en düşük), Kars ve Erzurum'u (düşük) içerir (Şekil 2.4).



2.4. Küresel İklim Değişikliği ve Etkileri

Küresel iklim yaklaşık 4,6 milyar yıl yaşındaki yerkürenin oluşumundan günümüze değin, tüm alan ve zaman ölçeklerinde önemli değişiklikler ve değişimler göstermiştir. Bu değişiklikler sırasında Dünya'nın ve oluşmaya başladığı ilk zamanlardan beri Anadolu'nun fiziki coğrafyasında da çok önemli ve geniş ölçekli değişimler gerçekleşmiştir.

Küresel iklim sistemi üstündeki çoğu olumsuz ve giderilmesi ya da eski durumuna döndürülmesi bazıları olanaksız bazılarıysa kısmen ve çok uzun zamanlarda gerçekleştirilebilecek olan (tümüyle önlenilecek olmayan) insan etkileri, 20. yüzyılın ortalarından bu yana gözlemlenen ısınmanın ve buna bağlı iklim değişikliğinin ve değişkenliğin baskın itici güçleri olmuştur. 1850–1900 döneminden 2010–2019 dönemine kadar insan kaynaklı küresel yüzey sıcaklığı artışının en iyi kestirme değeri yaklaşık 1,1 °C'dir (IPCC, 2021ab). Bu dönemde küresel nüfusun % 20-40'ı en az bir sezonda 1,5 °C'nin üzerinde ısınma yaşamıştır (IPCC, 2018). Bugüne kadar gözlenen sıcaklık artışı (küresel ısınma), kuraklık, sel ve taşkın, deniz seviyesi yükselmesi, biyolojik çeşitlilik kaybı ve diğer bazı aşırı hava olaylarındaki artışlar dâhil olmak üzere insan ve doğal sistemlerde köklü değişikliklere neden olmuştur.

Sera gazlarının (CO₂, CH₄, N₂O) sanayi devriminden beri hızla artması yerkürenin enerji dengesi üzerinde ek bir pozitif ısınım sal zorlama oluşturarak, dünya ikliminin daha sıcak ve daha değişken olmasını sağlamıştır. Öte yandan, ister küresel isterse bölgesel ölçekte olsun, iklim değişikliği, aşırı hava ve iklim olaylarının sıklığında, şiddetinde, alansal dağılışında, uzunluğunda ve zamanlamasında da önemli değişikliklerin gerçekleşmesine neden olmaktadır. Örneğin, alansal ve zamansal olarak yüksek bir değişkenlikle nitelenen yağışlarda, 20. yüzyılın ortalarından günümüze değin Dünya'nın çeşitli bölgelerinde önemli azalış ve artış eğilimleri gözlenmiştir. Ayrıca, dünyanın birçok bölgesinde ve Türkiye'deki şiddetli yağış olaylarında da artışlar gözlenmiş; bazı ekstremelerde de önemli değişiklikler ortaya çıkmıştır.

Ayrıca, insan kaynaklı (antropojenik) iklim değişikliği ve buna bağlı olarak doğal iklim değişkenliğinde oluşan değişiklikler, toplumların geçim kaynakları ve gıda güvenliğinin sürdürülebilirliği açısından önemli bir tehdit oluşturmakta ve jeopolitik sonuçlar doğurmaktadır. Bu yüzden, uyum ve etkilenebilirlik konularında hızlandırılmış çabalar gerekmektedir. Örneğin, iklim değişikliği birçok ülkede şiddetli hava ve iklim olaylarının ve afetlerin artan şiddeti ve sıklığı yoluyla geçim kaynaklarını tehdit etmektedir (Challinor ve ark., 2010; Porter ve ark., 2014; Türkeş, 2014, 2020b; An ve ark., 2020). Bununla beraber, tüm ülkelerdeki düşük ve orta gelirli toplumsal sınıflar, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler küresel olarak iklim değişikliğine karşı direnci en düşük kesimlerdir. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine en çok maruz kalacak olan bu kesim, dünya nüfusunun büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Bu ülkelerden bazıları, kısmen artan göç ve yoksullukla bağlantılı olan gıda güvenliğinde bir düşüşle karşı karşıya kalmaktadır (IPCC, 2012, 2013, 2018).

İklim değişikliğinin etkileri gelecek yıllarda güvenlik ve huzurumuzu artan bir biçimde yeniden şekillendirecektir. Mevcut sosyal ve fiziki coğrafya koşullarımız ve çevremiz günümüzde bir geçiş evresindedir ve toplumların gelecekteki fonksiyonlarının nasıl olacağına ilişkin önemli göstergeler sergilemektedir (Türkeş, 2022d). Bu geçiş sürecinin tüm bölgeler üzerinde ciddi sosyal, ekonomik ve politik etkileri olacağı öngörülebilir. Çeşitli adaptasyon (uyum) kapasitelerine sahip olan ülkeler, etkileri farklı yollarla ele alabilirken, etkin, deneyimli, kararlı ve iklim direngen kurumları ve sosyoekonomik sektörleri olmayan birçok gelişmekte olan ülke ve kırılgan devletler (küçük ada devletleri, alçak kıyı ve kurak iklim ülkeleri, vb.), iklim değişikliğinden daha fazla etkilenmektedir. Bu durum gelecekte yüksek olasılıkla daha da kuvvetlenecektir.

2.5. Yeni IPCC Senaryolarındaki Farklı Salım Düzeylerinin Küresel Isınma Katkıları ve Gelecek İklim Koşulları

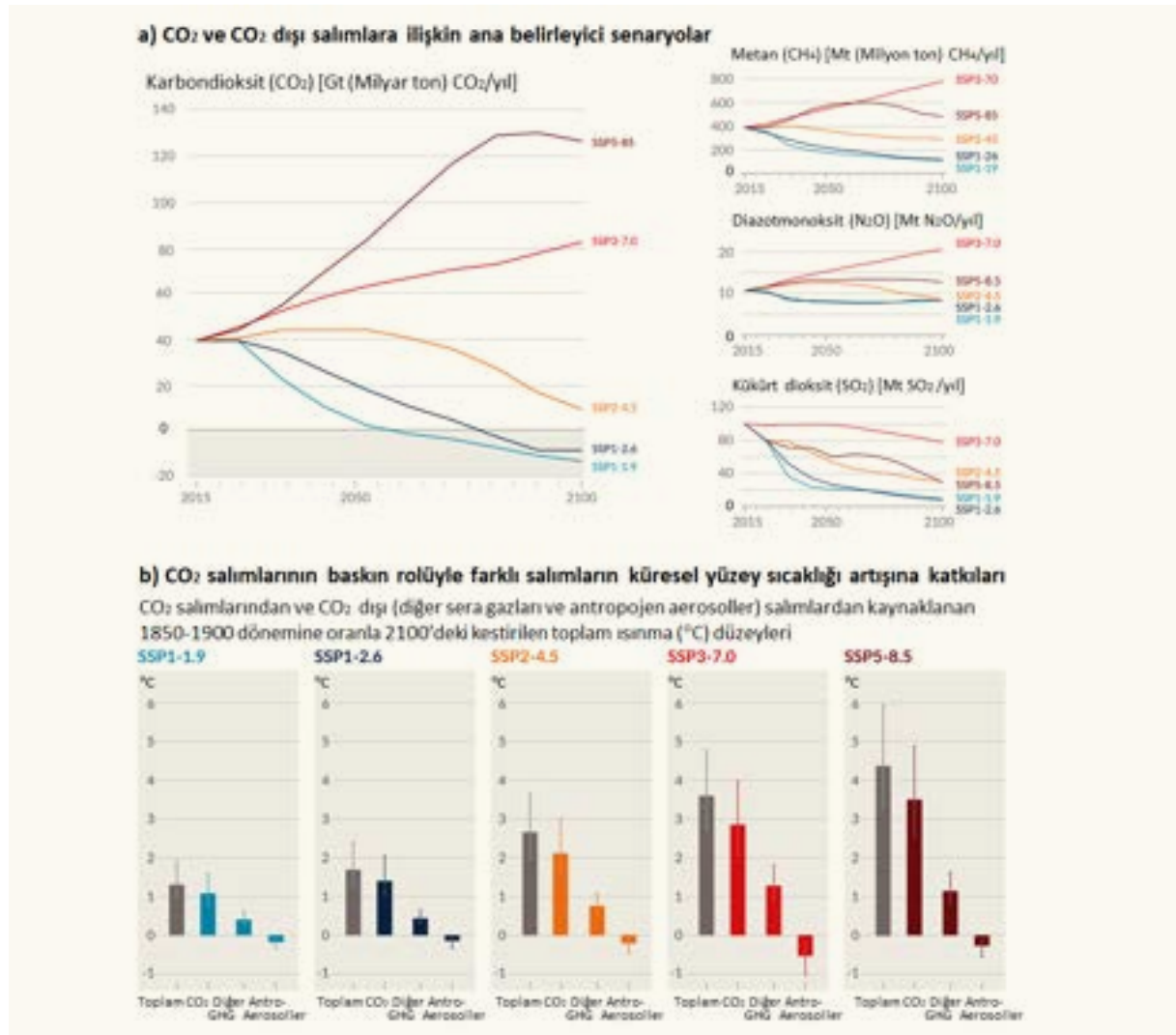
Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 6. Değerlendirme Raporu'nda (AR6) beş yeni açıklayıcı salım senaryosu dizisi geliştirilmiştir (Tablo 2.1). Bu yeni senaryo seti, iklim sistemindeki değişikliklerin iklim modeli projeksiyonlarını yönlendirir. Bu projeksiyonlar, Güneş çıktısını denetleyen aktivitenin (Güneş lekeleri ve patlamaları gibi Güneş üstündeki tüm değişkenler ve kısa süreli karışıklıklar, vb.) ve yanardağların olası etkisini açıklar. 21. yüzyıla ilişkin sonuçlar, 1850–1900'a göre kısa (2021–2040), orta (2041–2060) ve uzun (2081–2100) süreli dönemler için verilmektedir. Senaryoların hikâyesi Tablo 2.1 ve Şekil 2.5'te açıklanmıştır. Senaryolarda dikkate alınan salımlar, sosyo-ekonomik varsayımlara, iklim değişikliği savaşımı düzeylerine, aerosoller ve metan olmayan ozon öncüleri için hava kirliliği kontrollerine bağlı olarak değişiklik gösterir. Alternatif varsayımlar, benzer salımlara ve iklim tepkilerine neden olabilir; ancak sosyo-ekonomik varsayımlar ve bireysel senaryoların gerçekleşme durumu ya da olasılığı bu değerlendirmenin bir parçası değildir (Şekil 2.5).

Ne yazık ki BMİDÇS'nin Glasgow'da yapılan 26. Taraflar Konferansı toplantısından sonra, daha iyimser temele dayanan SSP 1-1,9 ve SSP 1-2,6 senaryolarının gerçekleşme olasılığı geçerliliğini yitirmiş durumdadır (IEA, 2021; Türkeş, 2021bc, 2022d).



Tablo 2.1. IPCC 6. Değerlendirme Raporu'nda kullanılan "Paylaşılan Sosyoekonomik Yollar (SSP)" senaryoları ve W/m² ile nitelenen "Temsili Konsantrasyon Yolları (RCP)" karşılıkları, senaryo hikâyeleri ve 2100'e kadar kestirilen ısınma (°C) değerleri (Türkeş 2022d; IPCC 2021ab'ye göre hazırlandı).

SSP-RCP (W/m ²)	Senaryo hikâyesi	2100'e kadar kestirilen küresel ısınma (°C) düzeyi
SSP1-1.9	Küresel CO ₂ ve CO ₂ dışı salımlar 2050 dolayında net sıfırda kesilecek	1,4 °C'ye düşmeden önce 1,5 °C doruğu
SSP1-2.6	Küresel CO ₂ ve CO ₂ dışı salımlar 2050 sonrasında net sıfırda kesilecek	1,8 °C
SSP2-4.5	CO ₂ ve CO ₂ dışı salımlar 2050 dolayında düşüşe geçmeden önce bugünkü düzeylerinde olacak, ancak 2100'e kadar net sıfıra ulaşmayacak	2,7 °C
SSP3-7.0	CO ₂ ve CO ₂ dışı salımlar 2100'e kadar bugünkü düzeylerinin iki katına sürgüt durumunda yükselecek	3,6 °C
SSP5-8.5	CO ₂ ve CO ₂ dışı salımlar 2050'ye kadar katlanacak	4,4 °C



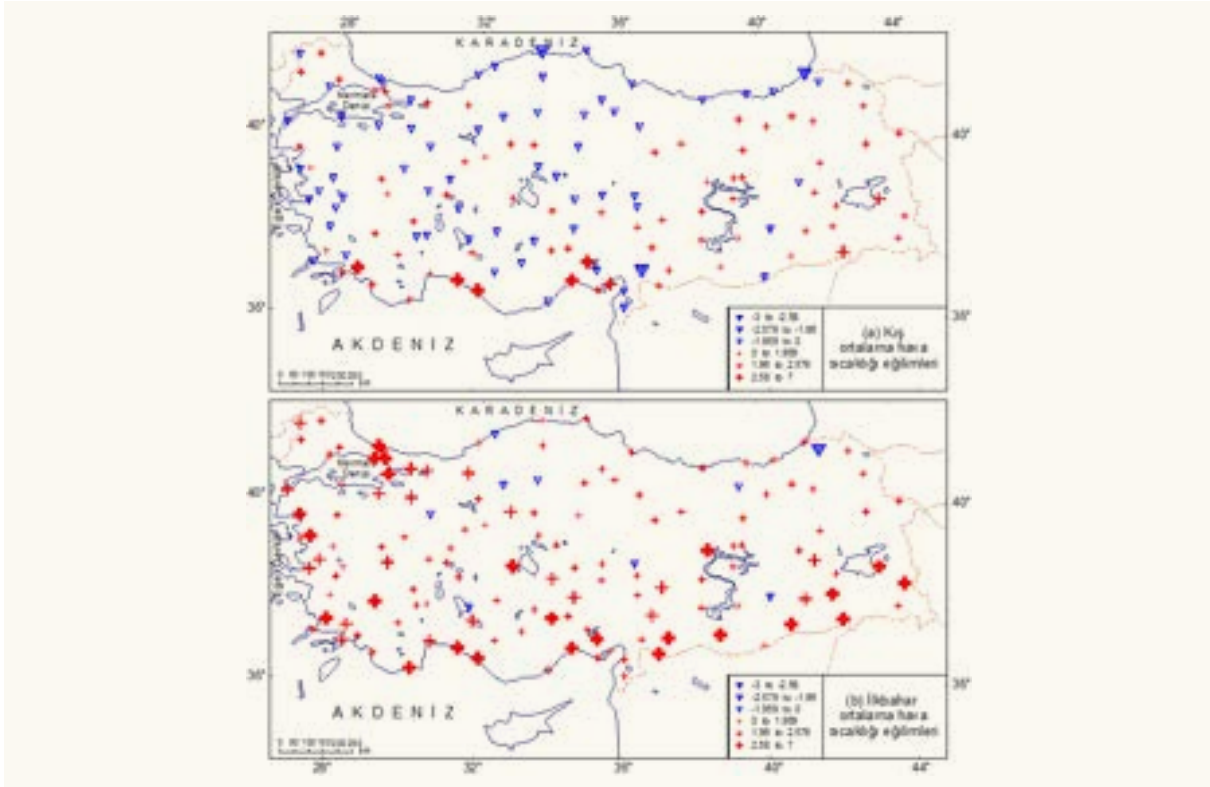
Şekil 2.5. IPCC 6. Değerlendirme Raporu'nda kullanılan beş ana açıklayıcı senaryo için, iklim değişikliğinin başlıca itici güçlerinin gelecekteki antropojen salımları ve sürücü gruplarıyla bağlantılı küresel ısınma katkıları (Türkeş, 2022d; IPCC 2021ab'ye göre kısmen değiştirilerek Türkçeleştirildi ve yeniden düzenlendi).

2.6. Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği

Bu bölümde Türkiye’de gözlenen ve model benzeştirmesi gelecek iklim kestirimleri kısaca incelenmiştir. Yağış, küresel ölçekte yaklaşık son 100 yıllık dönemde alansal ve zamansal olarak yüksek bir değişkenlik göstermiş; yağış tutarlarında bazı bölgelerde kuraklaşma ve bazı bölgelerdeyse artış eğilimleri gözlenmiştir. Kuzey ve Güney Amerika’nın doğu bölümleri, Kuzey Avrupa ve Asya’nın orta bölgeleri ile kuzeyinde kaydedilen yağış tutarlarında önemli artış eğilimleri gözlenirken, önemli kuraklaşma ya da azalış eğilimleri ise özellikle Sahel, Türkiye’yi de içeren Akdeniz havzası, Güney Asya’nın bir bölümü ile Afrika’nın güneyinde etkili olmuştur (IPCC, 2013, 2021b; Türkeş, 2020a). Ayrıca, dünyanın birçok bölgesinde ve Türkiye’deki ekstrem yağış olaylarında (aşırı yüksek ve aşırı düşük yağışlar, kuraklık olayları, vb.), ortalama hava sıcaklıklarında, rekor yüksek hava sıcaklıklarında ve sıcak hava dalgalarının sıklık, süre, şiddet ve büyüklüğünde de önemli artışlar gözlenmiştir (IPCC, 2012, 2013, 2021ab; Türkeş ve Erlat, 2017, 2018; Türkeş, 2020a; Erlat ve ark., 2021).

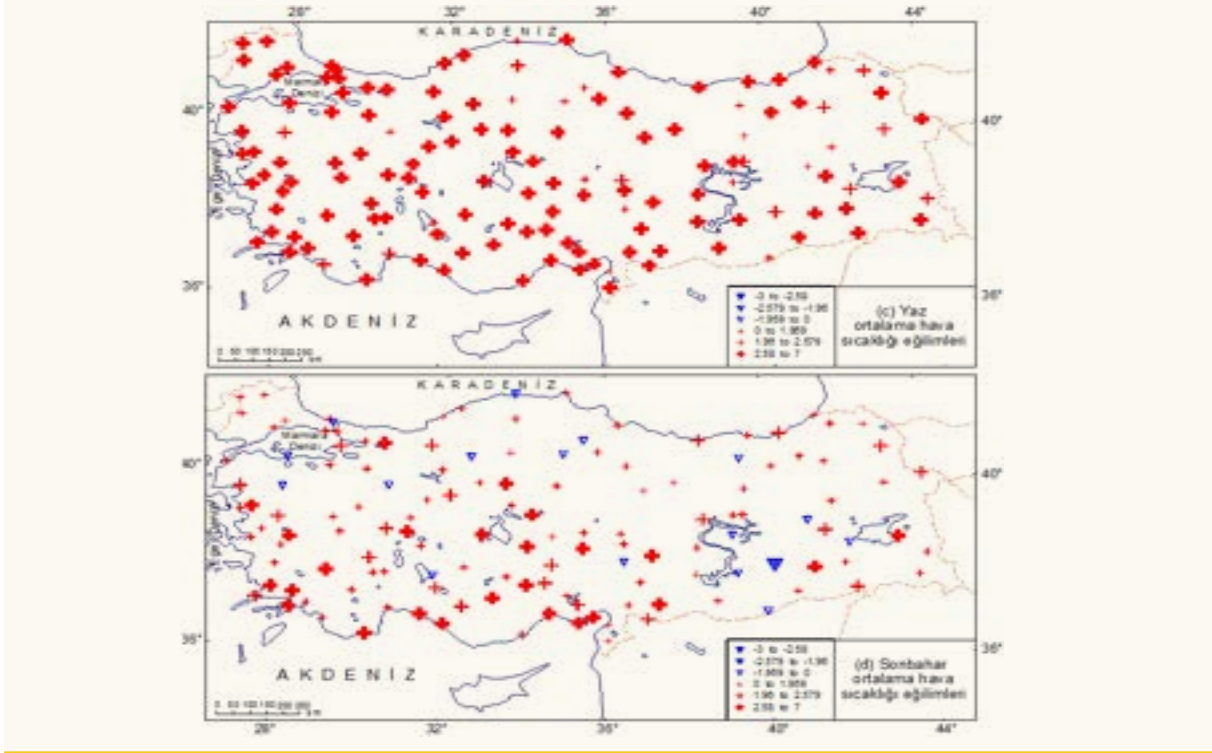
Hava Sıcaklıklarında Gözlenen Değişimler ve Eğilimler

Türkiye’nin mevsimlik ortalama hava sıcaklıklarındaki uzun süreli eğilimler incelendiğinde, kış mevsiminde bir bölümü istatistiksel açıdan anlamlı olan hem artış hem de azalış eğilimleri görülür (Şekil 2.6). Mann-Kendall sınavasının sonuçlarına göre, istatistiksel açıdan anlamlı (önemli) ısınma eğilimleri genel olarak Akdeniz Bölgesi’nde egemendir. Çok azı istatistiksel açıdan anlamlı olmak üzere, soğuma eğilimleri Karadeniz Bölgesi ile iç ve batı bölgelerinde görülür. İlkbahar ortalama hava sıcaklıkları, birkaç istasyon dışında, Türkiye’nin çok büyük bölümünde artma eğilimi gösterir (Şekil 2.6). Özellikle Marmara, Ege, Akdeniz, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde gözlenen ısınma eğilimleri, istatistiksel açıdan önemlidir. Isınma eğilimleri, kentleşmenin hızlı ve yaygın, buna bağlı kentsel ısı adası etkilerinin kuvvetli olduğu İstanbul yöresinde, Ege ve Akdeniz bölgelerinin kıyı istasyonlarında ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlı bir düzeydedir ve klimatolojik olarak dikkat çekicidir (Şekil 2.6). Kalın ‘+’ işaretinin olduğu bu alanların büyük kısmı şehirlere ya da yapılaşmanın yoğun olduğu kentsel alanlara karşılık gelmektedir.



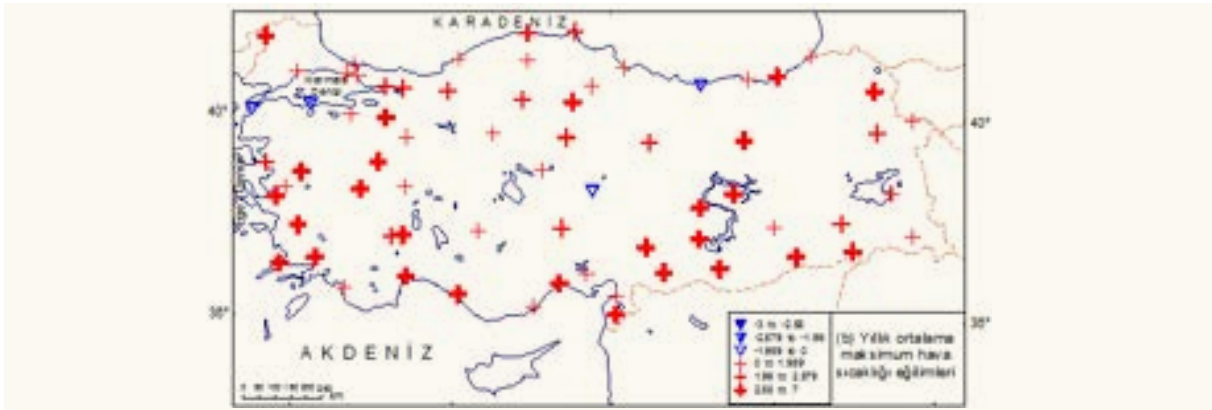
Şekil 2.6. Mann-Kendall (M-K) sıra ilişki katsayısı anlamlılık sınavına göre, Türkiye kış (a) ve ilkbahar (b) mevsimi ortalama hava sıcaklığı dizilerindeki uzun süreli eğilimlerin alansal dağılım desenleri (Türkeş, 2016). Ters üçgen simgeler (mavi), hava sıcaklığı dizilerindeki azalış eğilimlerini gösterirken, artı simgeleri (kırmızı) dizilerdeki artış eğilimlerini gösterir. İçi noktalı ve dolu daha iri üçgen simgeler (görece kalın ve daha kalın artı simgeler), M-K $u(t)$ sınavı örneklem değerlerine karşılık gelen harita simgelerini içeren lejanta göre, sırasıyla dizilerdeki % 5 ve % 1 anlamlılık düzeyindeki azalma (artma) eğilimlerini gösterir.

Burada sonuçları verilen çalışmaya göre en dikkat çekici sonuç yaz sıcaklıklarındaki artıştır (Şekil 2.7). Bu durum bölgesel iklim değişikliği sinyallerinin kuvvetlenmesi açısından önemli ve üzerinde durulması gereken bir sonuçtur. Zaman dizisi çözümlerine göre, gözlenen ısınma eğilimi, kentleşme düzeyi ne olursa olsun neredeyse tüm istasyonlarda 1980’li yıllarla birlikte hızlanmış ve önemli bir sıçramayla birlikte yaklaşık son 20 yılda önemli bir sıcak döneme dönüşmüştür. Uzun süreli ortalamaya göre daha sıcak koşulların egemen olduğu bir döneme geçiş (iklim değişikliği sinyali), bazı istasyonlarda 1980’li yılların ortasında, bazılarında ise 1990’ların başında gerçekleşmiştir. Sonbahar ortalama hava sıcaklıkları da çoğunlukla ısınma eğilimi gösterir (Şekil 2.7). Birkaç istasyonda gözlenen soğuma eğilimi yalnız bir istasyonda istatistiksel açıdan önemliken, gözlenen ısınma eğilimleri Ege, Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir düzeydedir.



Şekil 2.7. M-K sıra ilişki katsayısı anlamlılık sinamasına göre, Türkiye yaz (c) ve sonbahar (d) mevsimi ortalama hava sıcaklığı dizilerindeki uzun süreli eğilimlerin alansal dağılım desenleri (Türkeş, 2016). Harita açıklaması Şekil 2.6'daki ile aynıdır.

Yıllık ortalama hava sıcaklıklarında da mevsimlik hava sıcaklıklarında belirlendiği gibi ısınmanın giderek daha da kuvvetlendiği görülür (Şekil 2.8). Zayıf ısınma ve soğuma eğilimleri, genel olarak Karadeniz Bölgesi ile İç ve Doğu Anadolu bölgelerinin kuzey bölümlerine dağılmış durumdadır. İstatistiksel açıdan anlamlı ısınma sinyalleri ise, çok belirgin bir alansal tutarlılık deseni gösterir. Tüm bu sonuçlar, ötekilerin yanı sıra insan kaynaklı küresel iklim değişikliğinin en belirgin ve görece kolay belirlenen sonuçlarından birisi olan küresel ısınmanın Türkiye’de etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

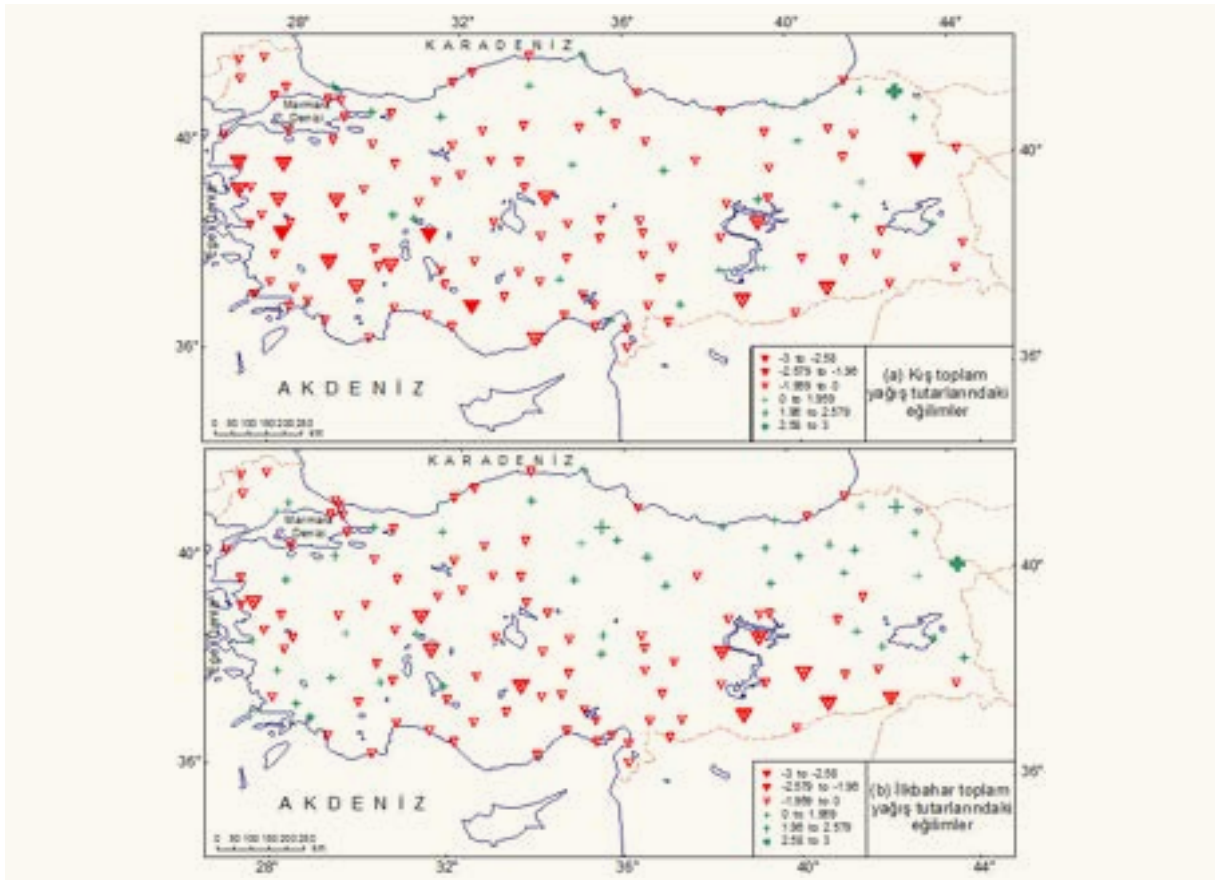


Şekil 2.8. M-K sıra ilişki katsayısı anlamlılık sinamasına göre, Türkiye yıllık ortalama hava sıcaklıklarındaki uzun süreli eğilimlerin alansal dağılım desenleri (Türkeş, 2016). Harita açıklaması Şekil 2.6'daki ile aynıdır.

Yağış Toplamlarında Gözlenen Değişimler ve Eğilimler

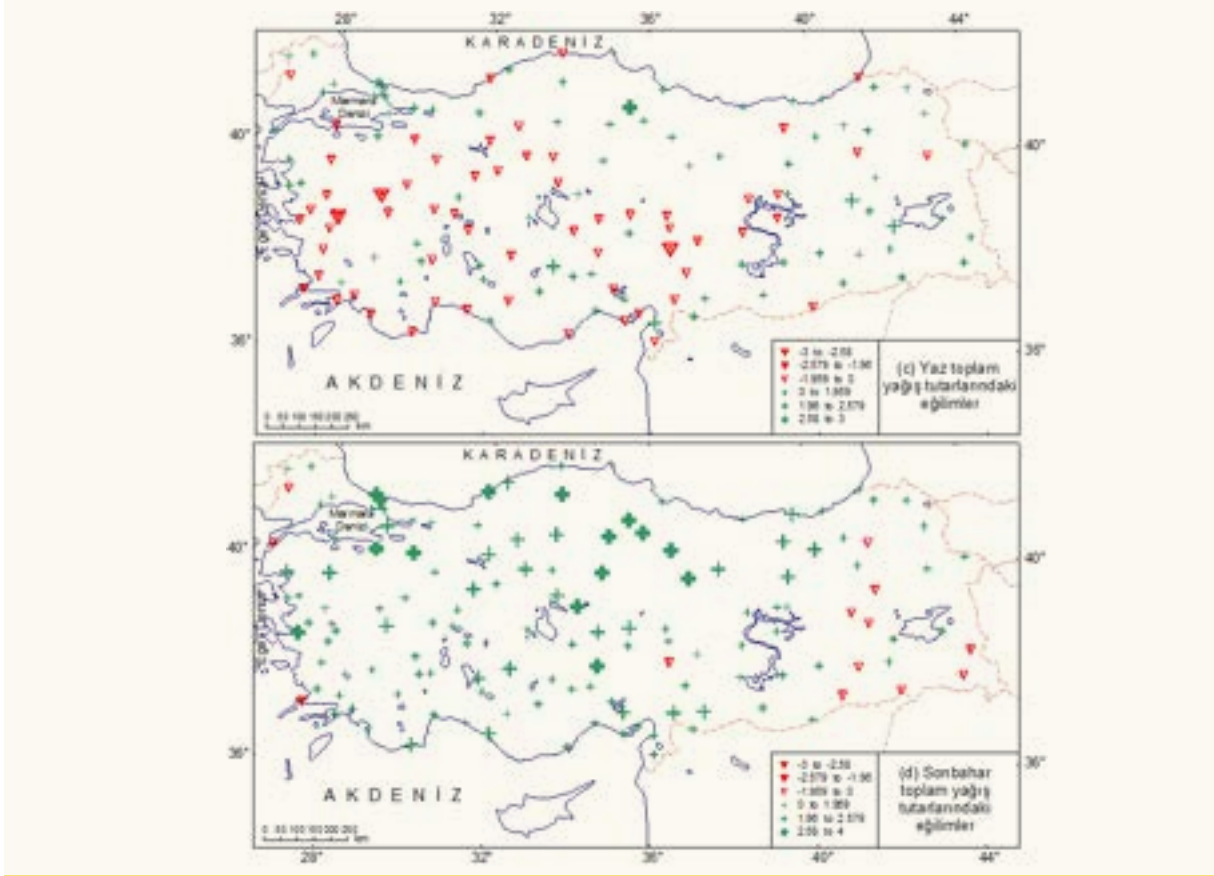
Türkiye’de gözlenen mevsimlik ve yıllık yağış eğilimlerinin (Şekil 2.9), hava sıcaklıklarında gözlenen eğilimler kadar kuvvetli olmadığı görülür. Dünyanın birçok bölgesinde olduğu gibi, yağışlardaki değişimler uzun süreli eğilimlerden çok, çeşitli değişim ve dalgalanma biçimleriyle birlikte kurak ve nemli dönemlerin sıklıklarında ve büyüklüklerinde belirlenen önemli değişiklikler biçiminde olmaktadır (Türkeş, 2016, 2020a). Yağış değişmelerinin alansal değişkenliği de kuvvetlidir. Sözü edilen bu kuraklaşma eğiliminden Türkiye’de en fazla, Ege, Akdeniz, Marmara, İç ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri etkilenmiştir.

Türkiye yağışlarındaki uzun süreli eğilimler ve değişimler incelendiğinde, genel olarak kış ve ilkbahar yağış toplamalarında Türkiye’nin Akdeniz yağış rejiminin egemen olduğu Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri ile İç ve Doğu Anadolu bölgelerinin iç ve güney bölümlerinde belirgin bir azalma eğiliminin olduğu görülür (Şekil 2.9). Kış mevsiminde Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde gözlenen kuraklaşma eğilimlerinin bazıları istatistiksel olarak önemlidir (Şekil 2.9).



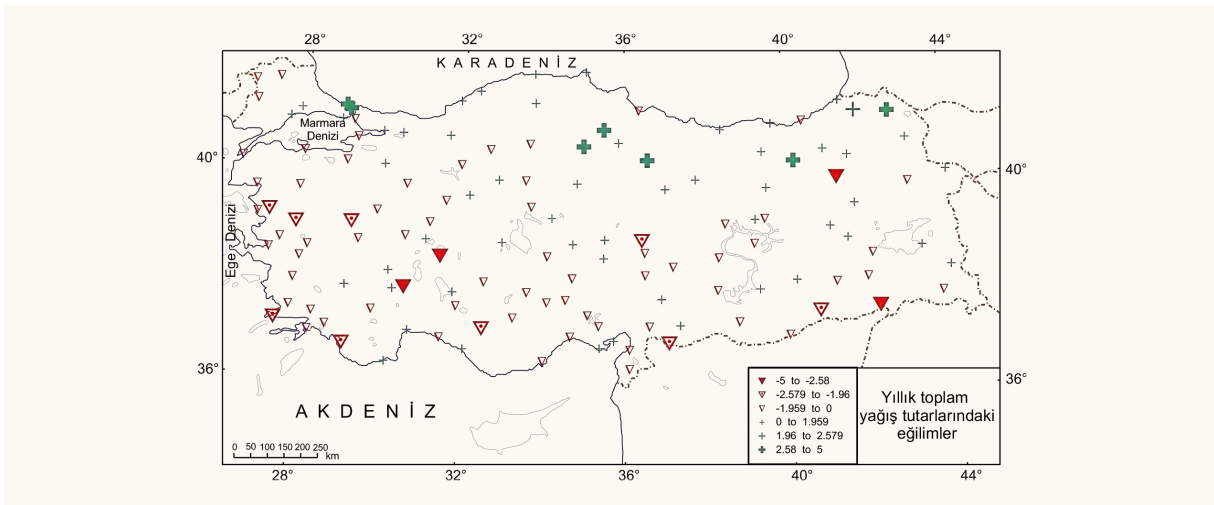
Şekil 2.9. M-K sıra ilişkisi katsayısı anlamlılık sınamasına göre, Türkiye kış (a) ve ilkbahar mevsimi toplam yağış tutarlarındaki uzun süreli eğilimlerin alansal dağılım desenleri (Türkeş, 2016). Ters üçgen simgeleri (kırmızı), toplam yağış dizilerindeki azalma ya da kuraklaşma eğilimlerini gösterirken, artı simgeleri (yeşil) toplam yağış dizilerindeki artma ya da daha yağışlı (nemli) olma eğilimlerini gösterir. İçi noktalı ve dolu daha iri üçgen simgeler (görece kalın ve daha kalın artı simgeler), M-K $u(t)$ sınama örneklem değerlerine karşılık gelen harita simgelerini içeren lejanta göre, sırasıyla dizilerdeki % 5 ve % 1 anlamlılık düzeyindeki azalma (artma) eğilimlerini gösterir.

Yazın birkaçı istatistiksel olarak önemli olmak üzere hem artış hem de azalış eğilimleri egemendir (Şekil 2.10). Sonbaharda Türkiye’nin güneydoğu köşesini kaplayan bir alan dışında yağışlarda artış egemendir (Şekil 2.10).



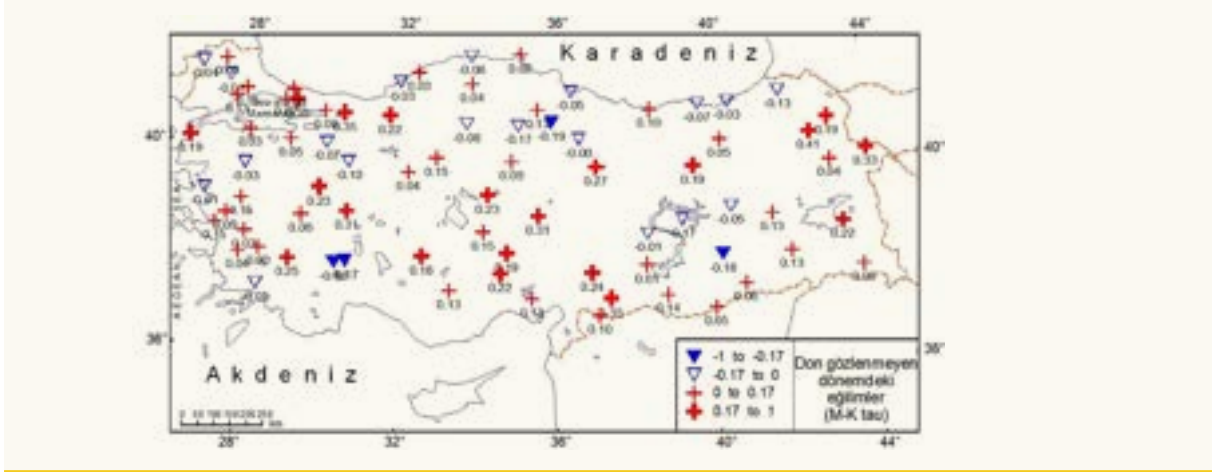
Şekil 2.10. M-K sıra ilişki katsayısı anlamlılık sınavına göre, Türkiye yaz (c) ve sonbahar (d) mevsimi toplam yağış tutarlarındaki uzun süreli eğilimlerin alansal dağılış desenleri (Türkeş, 2016). Harita açıklaması Şekil 2.9'dakinin aynısıdır.

Türkiye'deki yıllık toplam yağışlarda ise temel olarak kış ve sonbahar yağışlarındaki eğilim ve değişimlerin beklenen bir yansıması olarak, Türkiye'nin Akdeniz yağış rejiminin egemen olduğu batı ve güney bölgelerinde bir azalma eğilimi görülür (Şekil 2.11). Öte yandan, Trakya'nın Tekirdağ ve İstanbul yöreleri ve Karadeniz Bölgesi ile İç ve Doğu Anadolu bölgelerinin kuzey ve doğu bölümlerinde yıllık toplam yağışlarda bir artma eğilimi egemendir. Gözlenen artış ve azalış eğilimlerinin ancak birkaçı istatistiksel olarak önemlidir.



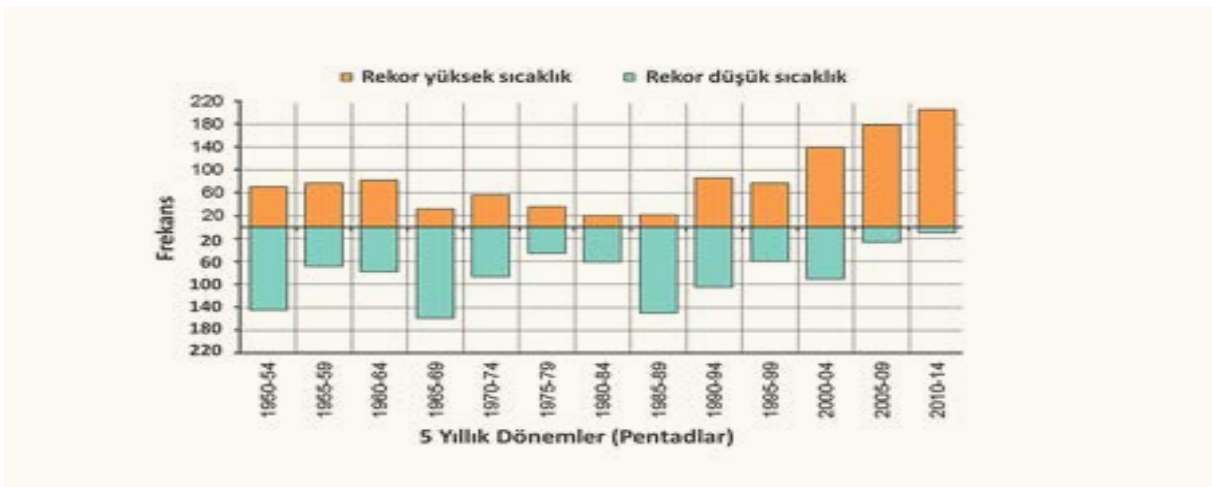
Şekil 2.11. M-K sıra ilişki katsayısı anlamlılık sınavına göre, Türkiye yıllık toplam yağış tutarlarındaki uzun süreli eğilimlerin alansal dağılış desenleri (Türkeş, 2016). Harita açıklaması Şekil 2.9'dakinin aynısıdır.

Türkiye’de 20. yüzyılın ikinci yarısıyla birlikte, don olaylarının başlama ve sona erme tarihlerinde de önemli bir değişim gözlenmektedir. 1950-2013 döneminde sonbaharın ilk don olayları 0,71 gün/on yıl olmak üzere daha ileri bir tarihe kayarken ilkbaharın son don olayları her on yıl için 0,64 gün olmak üzere daha erken bir tarihte son bulma eğilimi göstermiştir (Erlat ve Türkeş, 2016). Söz konusu belirgin değişikliklerin doğal bir sonucu olarak, Türkiye’nin büyük bir bölümünde don olaylarının gerçekleşmediği dönemin (FFP) uzunluğunda da istatistiksel açıdan anlamlı bir artış gerçekleşmiştir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. 1950-2013 döneminde don gözlenmeyen dönemin (FFP) uzunluğundaki uzun süreli doğrusal olmayan eğilimleri saptamak için hesaplanan Mann-Kendall (M-K) sıra ilişki katsayısı tau’nun (τ) Türkiye üzerindeki coğrafi dağılışı deseni (Erlat ve Türkeş, 2012). Burada ters üçgenler negatif (azalma) ve artı simgeleri pozitif (artış) eğilimlerini gösterir. İçi dolu üçgenler ve kalın artı işaretleri ise, %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı eğilimlere karşılık gelir.

Türkiye’de 1950-2014 döneminde kaydedilen rekor maksimum ve minimum hava sıcaklıklarının yıllık sayılarındaki zamansal değişimler incelendiğinde, rekor minimum hava sıcaklığı frekansının 1950’li yıllardan günümüze doğru azaldığı görülmektedir. Buna karşın özellikle 2000’li yıllarla birlikte rekor maksimum hava sıcaklığı frekansında ise bir artış eğilimi olup, 1950 yılından bu yana rekor maksimum sıcaklık olaylarının yarısı 2000-2014 döneminde kaydedilmiştir (Şekil 2.14). Çalışmada kullanılan 81 istasyonda en yüksek sıcaklık değerleri 2000 yılında, en düşük sıcak değerleri ise 1950 yılında kaydedilmiştir (Erlat ve Türkeş, 2015). Rekor maksimum hava sıcaklıklarının frekansının arttığı son yıllarda, çoğunlukla kuvvetlenmiş ve uzun dönemli güney sektörlü yüzey ve atmosfer sınır katmanı rüzgârları ile asıl olarak 850 hPa standart basınç düzeyinde gelişen güney sektörlü sıcak hava adveksiyonları gözlenmektedir (Türkeş ve Erlat, 2018).



Şekil 2.14. 1950-2014 döneminde Türkiye’deki 81 istasyonda gözlenen rekor maksimum ve rekor minimum hava sıcaklığı olaylarının yıllık sayılarının pentadlara göre değişimi (Türkeş ve Erlat, 2018).

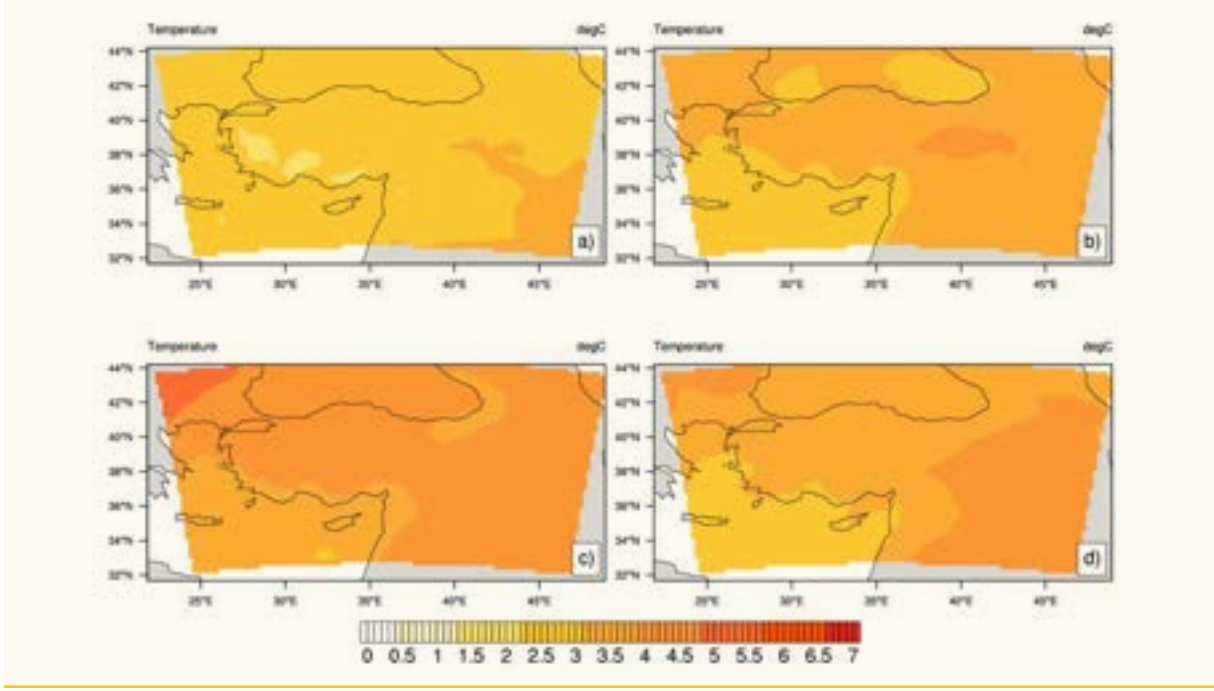


Türkiye ve Bölgesi İçin İklim Değişikliği Kestirimleri

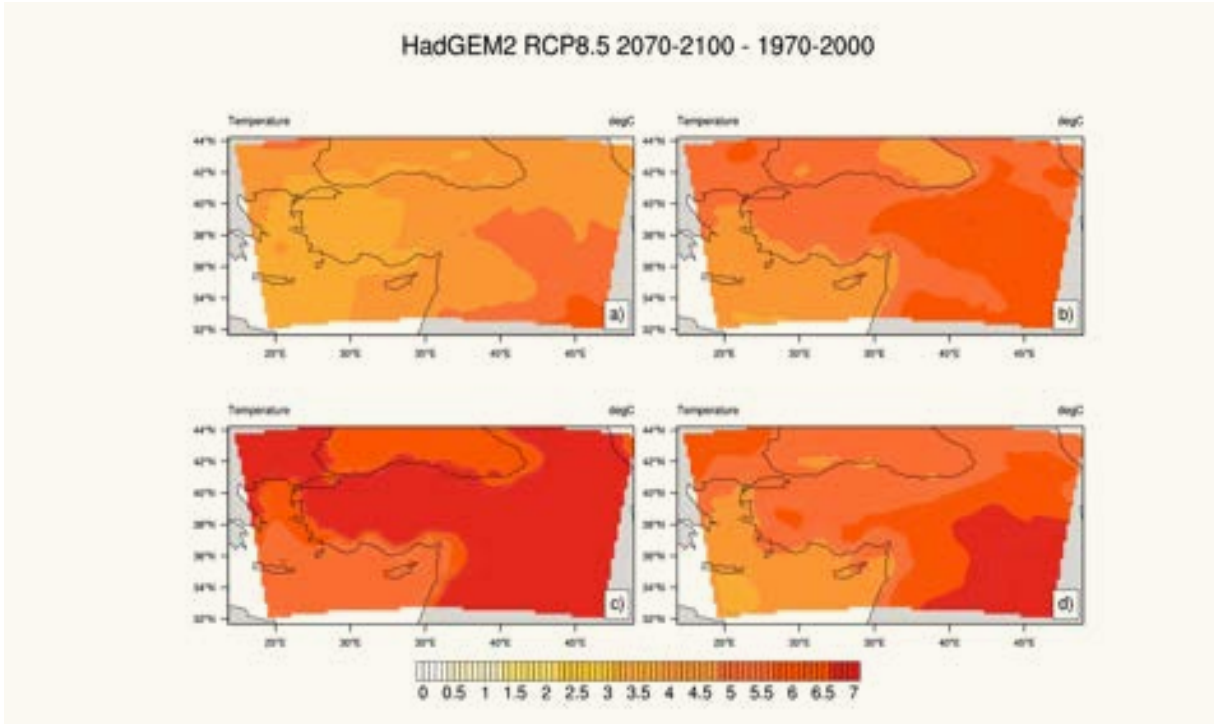
Türkiye’de ve onu çevreleyen bölgelerde (genel olarak Balkanlar ve Orta Doğu bölgesini içeren Doğu Akdeniz Havzası) gözlenen iklim değişikliği ve değişkenliğine ilişkin çalışmalar Akdeniz havzasındaki birçok ülkeyle birlikte gelecekte Türkiye’nin de iklim değişikliğinden olumsuz etkileneceğini göstermektedir. Tüm bu nedenlerle, iklim değişikliğinin etkilerini önlemek ya da en azından azaltabilmek ve ona uyum açısından Türkiye’nin gelecekteki ikliminin öngörülmesi yaşamsal bir önem taşımaktadır. Önal ve Semazzi (2009), Türkeş ve ark. (2011), Altınsoy ve ark. (2012), Sen ve ark. (2012), Öztürk ve ark. (2012, 2014, 2015, 2017, 2018), Önal ve Unal (2014), Turp ve ark. (2014, 2015a, 2015b), An ve ark. (2020) ve Turkes ve ark. (2020)’nin çalışmaları Türkiye’nin gelecek iklimini ve iklimsel değişkenliklerini ortaya koymaya yönelik bölgesel iklim modeli çalışmalarına örnek olarak verilebilir.

Bu bölüm, Öztürk ve ark. (2014)’nin günümüz iklimine (1970-2000) göre gelecek 2070-2100 dönemi için Türkiye’nin ortalama hava sıcaklığı ve yağış klimatolojilerindeki değişimlerin bölgesel iklim modeli simülasyonları (benzetim) kullanılarak öngörüler geliştirildiği çalışmadan yararlanarak hazırlandı. Günümüz ve gelecek iklim koşullarının model kestirimlerinin yapılması için, International Centre for Theoretical Physics (ICTP) bölgesel iklim modeli RegCM4.3.5 kullanıldı. Met Office Hadley Merkezi’nin HadGEM2 küresel iklim modeli, Türkiye ve çevresi için alt ölçeklendirme yöntemi ile çalışıldı. Gelecekte Türkiye’nin iklim değişkenlerinde oluşacak değişimleri incelemek için, küresel iklim modelinin RCP4.5 ve RCP8.5 salım senaryoları çıktıları kullanıldı.

Kullanılan HadGEM2 iklim modeli ve RCP4.5 salım senaryosuna göre, Türkiye’de 2070-2100 yılları arasında yaz mevsimi hava sıcaklıklarının 1970-2000 klimatolojisine göre 4-6,5 °C arasında artması beklenmektedir. Ortalama hava sıcaklıklarındaki artışlar, kış mevsimi için 3,5 °C dolaylarında seyrederken, ilkbahar ve sonbahar mevsiminde bu artışlar 4-4,5 °C’ye kadar çıkmaktadır (Şekil 2.15). HadGEM2 iklim modeli ve RCP8.5 salım senaryosuna göreyse, Türkiye’de 2070-2100 yılları arasında yaz mevsiminde kestirimi yapılan hava sıcaklıklarının 1970-2000 klimatolojisine göre 5,5-7 °C arasında değişen bir değerde artması beklenmektedir. Kış mevsimi için, ortalama hava sıcaklıklarındaki artışının 4,5 °C dolayında olduğu, ilkbahar ve sonbahar mevsimleri için ise doğuya gidildikçe artarak 5-7 °C arasında olduğu görülmektedir (Şekil 2.16).



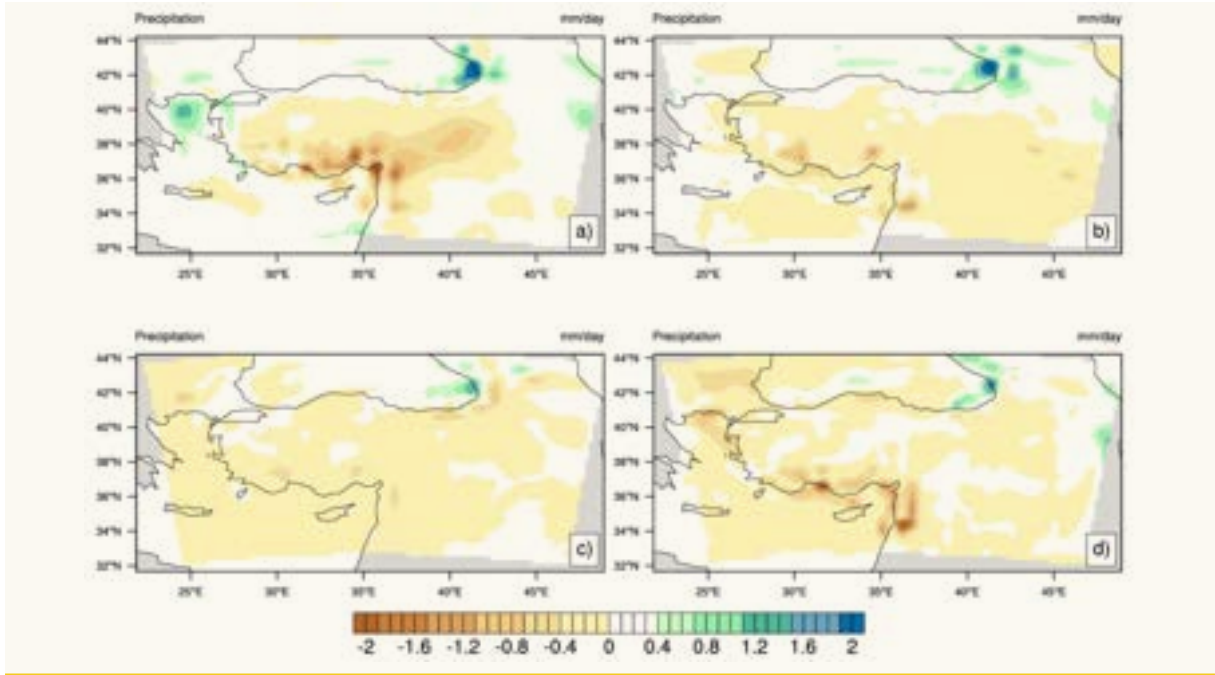
Şekil 2.15. Küresel iklim modeli HadGEM2 RCP4.5 salım senaryosu çıktıları kullanılarak bölgesel iklim modeli RegCM'in 1970-2000 referans dönemi klimatolojisine göre gelecek 2070-2100 dönemi (a) kış, (b) ilkbahar, (c) yaz ve (d) sonbahar mevsimleri için kestirilen ortalama hava sıcaklıklarındaki değişikliklerin Türkiye ve yakın çevresi üzerindeki coğrafi dağılış desenleri (Öztürk ve ark., 2014).



Şekil 2.16. Küresel iklim modeli HadGEM2 RCP8.5 salım senaryosu çıktıları kullanılarak bölgesel iklim modeli RegCM'in 1970-2000 referans dönemi klimatolojisine göre gelecek 2070-2100 dönemi (a) kış, (b) ilkbahar, (c) yaz ve (d) sonbahar mevsimleri için kestirilen ortalama hava sıcaklıklarındaki değişikliklerin Türkiye ve yakın çevresi üzerindeki coğrafi dağılış desenleri (Öztürk ve ark., 2014).

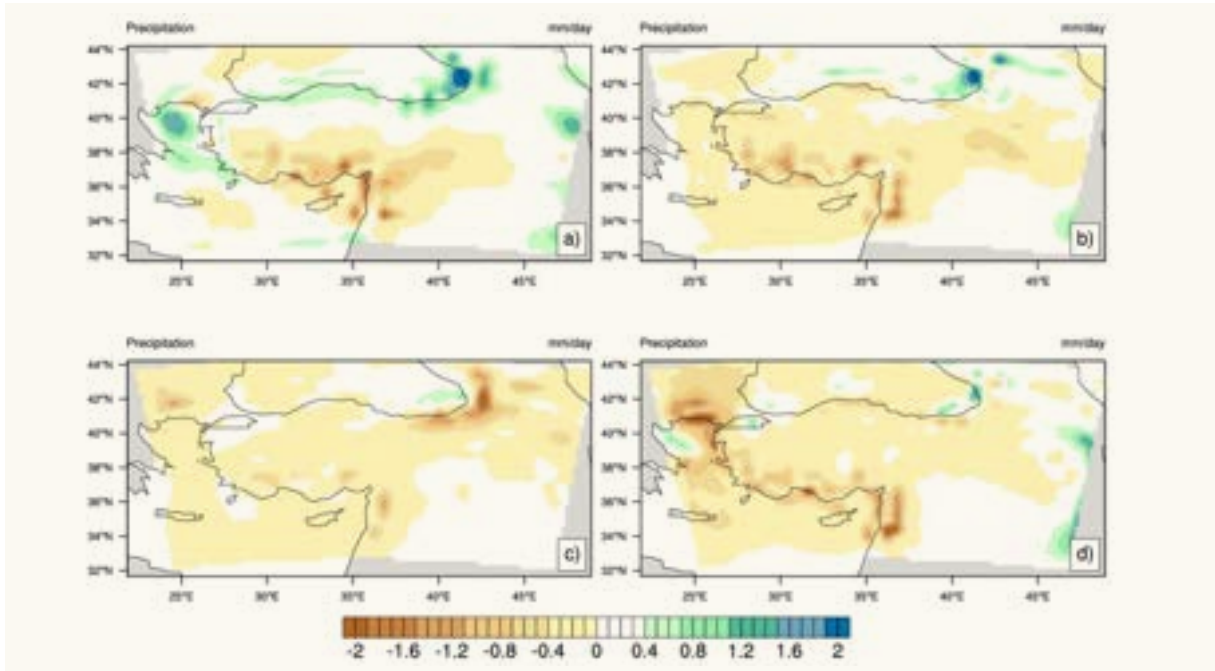
Toplam yağış kestirimleri incelendiğinde, HadGEM2 iklim modeli ve RCP4.5 salım senaryosu kullanılarak yapılan benzeşirmede, Türkiye'de 2070-2100 yılları arasında 1970-2000 dönemi klimatolojisine göre yağış değişiminin kış mevsimi için ülkenin güneyinde 2 mm/gün kadar azalmasının (negatif sapma), kuzeydoğusunda ise 1,6 mm/

gün artmasının (pozitif sapma) beklendiği görülür. Buna karşın, yaz mevsiminde yağışların negatif yönde çok az değişeceği, ilkbahar ve sonbaharda ise kış mevsimindeki eğilimin daha zayıf süreceği görülür (Şekil 2.17).



Şekil 2.17. Küresel iklim modeli HadGEM2 RCP4.5 salım senaryosu çıktıları kullanılarak bölgesel iklim modeli RegCM'in 1970-2000 referans dönemi klimatolojisine göre gelecek 2070-2100 dönemi (a) kış, (b) ilkbahar, (c) yaz ve (d) sonbahar mevsimleri için kestirilen toplam yağış tutarlarındaki değişikliklerin Türkiye ve yakın çevresi üzerindeki coğrafi dağılış desenleri (Öztürk ve ark., 2014).

HadGEM2 iklim modeli ve RCP8.5 salım senaryosu kullanılarak yapılan benzeştirmeye dayalı gelecek kestirimleri, RCP4.5 salım senaryosu çıktılarındaki eğilimin hemen aynısını gösterir. Öte yandan, bölgenin güneyinde toplam yağışlarda azalma beklenirken, kuzeydoğusunda yağışların artması beklenir (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. Küresel iklim modeli HadGEM2 RCP8.5 salım senaryosu çıktıları kullanılarak bölgesel iklim modeli RegCM'in 1970-2000 referans dönemi klimatolojisine göre gelecek 2070-2100 dönemi (a) kış, (b) ilkbahar, (c) yaz ve (d) sonbahar mevsimleri için kestirilen toplam yağış tutarlarındaki değişikliklerin Türkiye ve yakın çevresi üzerindeki coğrafi dağılış desenleri (Öztürk ve ark., 2014).

İkinci Bölüm Kaynaklar

- An, N., Turp, M. T., Türkeş, M., Kurnaz, M.L. 2020. Climate change effects on agricultural production: A Short Review. *Curr Inves Agri Curr Res* 8(3)- 2020. CIACR.MS.ID.000288. DOI: 10.32474/CIACR.2020.08.000288.
- Altınsoy, H., Öztürk, T., Türkeş, M. and Kurnaz M. L. 2012. Simulating the climatology of extreme events for the central Asia domain using the RegCM 4.0 regional climate model. In: In: C.G. Helmig and P. Nastos (eds.), *Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics*, pp. 365-370. Springer Atmospheric Sciences, Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-29172-2_51
- Cadez, S., Czerny, A. 2016. Climate change mitigation strategies in carbon-intensive firms. *Journal of Cleaner Production*, 112: 4132-4143.
- Challinor, A.J., Simelton, E.S., Fraser, E.G., Hemming, D. 2010. Increased crop failure due to climate change: assessing adaptation options using models and socio-economic data for wheat in China. *Environmental Research Letters*, 5(3), 034012.
- Erlat, E., Türkeş, M. 2012. Analysis of observed variability and trends in numbers of frost days in Turkey for the period 1950–2010. *International Journal of Climatology*, 32: 1889–1898.
- Erlat, E., Türkeş, M. 2015. Türkiye rekor maksimum ve minimum hava sıcaklıklarının frekanslarında 1950-2014 döneminde gözlenen değişimler ve atmosfer koşullarıyla bağlantıları. *Ege Coğrafya Dergisi* 24(2): 29-55.
- Erlat, E., Türkeş, M. 2016. Dates of frost onset, frost end and the frost-free season in Turkey: trends, variability and links to the North Atlantic and Arctic Oscillation indices, 1950–2013. *Climate Research* 69: 155–176. doi: 10.3354/cr01397
- Erlat, E., Türkeş, M., Aydın, F. 2021. Observed changes and trends in heatwave characteristics in Turkey since 1950. *Theoretical and Applied Climatology*, 145:137–157. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03620-1>
- IEA. 2021. *World Energy Outlook (WEO) 2021*. Revised version. International Energy Agency (IEA), Paris.
- IPCC. 2012. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). [Field, C.B., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 582 pp.
- IPCC. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T.F., et al. (eds.): Cambridge University Press, Cambridge and New York.
- IPCC. 2018. *Global Warming of 1.5°C*. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. et al. (eds.)]. In Press.
- IPCC. 2021a. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., et al., (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- IPCC. 2021b. *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., et al., (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- IPCC. 2022a. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Draft.
- IPCC. 2022b. *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Draft.
- Önol, B., Semazzi, F.H.M. 2009. Regionalization of climate change simulations over the Eastern Mediterranean. *Journal of Climate*, 22: 1944-1960.
- Önol, B., Unal, Y. 2014. Assessment of climate change simulations over climate zones of Turkey. *Regional Environmental Change*, 14(5): 1921-1935.

- Öztürk, T., Altınsoy, H., Türkeş, M., Kurnaz M.L. 2012. Simulation of temperature and precipitation climatology for central Asia CORDEX domain by using RegCM 4.0. *Climate Research*, 52: 63–76.
- Öztürk, T., Türkeş, M., Kurnaz, L. 2014. RegCM4.3.5. İklim modeli benzetimleri kullanılarak Türkiye'nin gelecek hava sıcaklığı ve yağış klimatolojilerindeki değişikliklerin çözümlenmesi. *Ege Coğrafya Dergisi* 20(1): 17-27.
- Öztürk, T., Ceber, Z.P., Türkeş, M., Kurnaz, M.L. 2015. Projections of climate change in the Mediterranean Basin by using downscaled global climate model outputs. *International Journal of Climatology*, 35: 4276–4292. DOI: 10.1002/joc.4285
- Öztürk, T., Turp, M.T., Türkeş, M., Kurnaz, M.L. 2017. Projected changes in temperature and precipitation climatology of Central Asia CORDEX Region 8 by using RegCM4.3.5. *Atmospheric Research* 183: 296–307. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2016.09.008>
- Öztürk, T., Turp, M.T., Türkeş, M., Kurnaz, M. L. 2018. Future projections of temperature and precipitation climatology for CORDEX-MENA domain using RegCM4.4. *Atmospheric Research* 206: 87-107. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.02.009>
- Porter, J.R., Xie, L., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden, S.M., Iqbal, M.M., Lobell, D.B., Travasso, M.I. 2014. Food security and food production systems. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 485-533.
- Sen, B., Topcu, S., Türkeş, M., Sen, B., Warner, J. F. 2012. Projecting climate change, drought conditions and crop productivity in Turkey. *Climate Research*, 52: 175–191.
- Turp, M.T., Öztürk, T., Türkeş, M., Kurnaz, M.L., 2014. RegCM4.3.5 bölgesel iklim modelini kullanarak Türkiye ve çevresi bölgelerinin yakın gelecekteki hava sıcaklığı ve yağış klimatolojileri için öngörülen değişikliklerin incelenmesi. *Ege Coğrafya Dergisi* 23(1): 1-24.
- Turp, M.T., Öztürk, T., Türkeş, M., Kurnaz, M.L., 2015a. Assessment of projected changes in air temperature and precipitation over the Mediterranean region via multi-model ensemble mean of CMIP5 models. *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment, Special Issue* 21: 93-96.
- Turp, M.T., Öztürk, T., Türkeş, M., Kurnaz, M.L., 2015b. Modeling of near future air temperature and precipitation climatology of Turkey and surrounding regions. *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment, Special Issue* 21: 89-92 (2015).
- Turkes, M. 2020. Climate and Drought in Turkey, Chapter 4. In Harmancioglu, N. B., Altinbilek, D. (Eds.), *Water Resources of Turkey*. World Water Resources, vol 2. Springer, Cham, pp 85-125. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11729-0_4
- Turkes, M., Turp, M.T., An, N., Ozturk, T., Kurnaz, M.L., 2020. Impacts of Climate Change on Precipitation Climatology and Variability in Turkey, Chapter 14. In Harmancioglu, N. B., Altinbilek, D. (Eds.), *Water Resources of Turkey*. World Water Resources, vol 2. Springer, Cham, pp 467-491. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11729-0_14
- Türkeş, M. 1995a. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye. *Çevre ve Mühendis* 9: 16-20.
- Türkeş, M. 1995b. Toronto 1988'den Berlin 1995'e İklim Değişikliği Sözleşmesi. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi* 331: 46-49.
- Türkeş, M. 2001. Küresel iklimin korunması, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye. *Tesisat Mühendisliği* 61: 14-29.
- Türkeş, M. 2012. Kuraklık, çölleşme ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nin ayrıntılı bir çözümlenmesi. *Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi – Çevre Özel Sayısı*, 20 (1): 7-56.
- Türkeş, M. 2013. İklim Verileri Kullanılarak Türkiye'nin Çölleşme Haritası Dokümanı Hazırlanması Raporu. Birinci Baskı, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayını, ISBN: 978-6054610-51-8, 57 sayfa: Ankara.

- Türkeş, M. 2014. İklim Değişikliğinin Tarımsal Gıda Güvenliğine Etkileri, Geleneksel Bilgi ve Agroekoloji. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology 2(2): 71-85.
- Türkeş, M. 2016. Küresel İklim Değişiklikleri ve Başlıca Nedenleri ile Dünya’da ve Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişiklikleri ve Değişkenliği. İçinde: “Küresel İklim Değişikliği ve Etkileri” Engin Ural Anısına, s. 71-115. Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Ankara.
- Türkeş, M. 2017a. Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi ve Türkiye’nin Durumu-Uyumu. İçinde: Uluslararası Çevre Rejimleri (Der. G. Orhan, S. C. Mazlum, Y. Kaya), 1. Baskı, s. 169-197. Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Bursa. ISBN: 9789752447530
- Türkeş, M. 2017b. Türkiye’nin iklimsel değişkenlik ve sosyo-ekolojik göstergeler açısından kuraklıktan etkilenebilirlik ve risk çözümlemesi. Ege Coğrafya Dergisi 26(2): 47-70.
- Türkeş, M. 2018. İklim Değişikliğinin Etkileri, Türkiye’nin İklim Değişikliği Uyum Gereksinimleri, Etkilenebilirlik ve Risk Değerlendirmeleri. İklim Değişikliği ve Kalkınma (Ed. İzzet Arı). T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Ankara.
- Türkeş, M. 2020a. İklim değişikliğinin fiziksel bilim temeli -II: Dünyada ve Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişiklikleri ve Değişkenliği. Toplum ve Hekim, 35(1): 3-31.
- Türkeş, M. 2020b. İklim değişikliğinin tarımsal üretim ve gıda güvenliğine etkileri: Bilimsel bir değerlendirme. Ege Coğrafya Dergisi, 29(1): 125-149.
- Türkeş, M. 2021a. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Paris Antlaşması. Avrupa Birliği-Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliğine Adaptasyon Eğitim Projesi Proje Modülü, weglobal, Ankara.
- Türkes, M. 2021b. BMİDÇS Paris Anlaşması Nedir ve Glasgow’da Görüşülmesi Beklenen Ana Konular Hangileridir? İklim Değişikliği Savaşımı Açısından Glasgow’dan Neler Beklenebilir? EKOIQ_Kasım-Aralık_s.55-67.
- Türkeş, M. 2021c. Glasgow İklim Değişikliği Zirvesi zafer mi, yenilgi mi? ATLAS, Aralık, s.49-54.
- Türkeş, M. 2021d. Toplumun iklim değişikliği direngenliği güçlendirilebilir mi? Spektrum, Kasım, 6: 95-101.
- Türkeş, M. 2022a. COP27’nin başlıca sonuçlarının eleştirel-bilimsel bir biresimi <https://yesilgazete.org/cop27nin-baslica-sonuclarinin-elestirel-bilimsel-bir-biresimi/>. Yeşil Gazete, Yeşil Köşe, 10.12.2022.
- Türkeş, M. 2022b. İklim diplomasisi ve iklim değişikliğinin ekonomi politikası. Bilim ve Ütopya, 332: 31-45.
- Türkeş, M. 2022c. Klimatoloji ve Meteoroloji. Güncellenmiş ve Genişletilmiş İkinci Basım. Kriter Yayınevi Fiziki Coğrafya Serisi No: 4, ISBN: 978-605-5863-39-5, Yayınevi Sertifika No: 45353, liv + 818 sayfa (16 cm x 23.5 cm). Kriter Yayınevi: İstanbul.
- Türkeş, M. 2022d. Küresel İklim Değişikliği: Nedenleri, Sonuçları ve İklim Diplomasisi. İçinde: Çevre Diplomasisi (Çok yazarlı ve Editörlü kitap). İmge Kitabevi, Ankara. (Baskıda)
- Türkeş, M., Erlat, E. 2017. Aşırı Hava ve İklim Olaylarında Dünya ve Türkiye’de Gözlenen Değişiklik ve Eğilimlerin Bilimsel Bir Değerlendirmesi. İçinde Meltem Ucal (Ed.), İklim Değişikliği ve Yeşil Boyut: Yeşil Ekonomi, Yeşil Büyüme, s.5-38. İstan-bul: Heinrich Böll Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği.
- Türkeş, M., Erlat, E. 2018. Variability and trends in record air temperature events of Tur-key and their associations with atmospheric oscillations and anomalous circulation pat-terns. International Journal of Climatology 38: 5182–5204. <https://doi.org/10.1002/joc.5720>
- Türkeş, M., Kurnaz, M.L., Öztürk, T., Altınsoy, H. 2011. Climate changes versus ‘security and peace’ in the Mediterranean macroclimate region: are they correlated? In: Proceedings of International Human Security Conference on Human Security: New Challenges, New Perspectives, pp.625-639, 27-28 October 2011: İstanbul.
- Türkeş, M., Öztaş, T., Tercan, E., Erpul, G., Karagöz, A., Dengiz, O., Doğan, O., Şahin, K., Avcıoğlu, B. 2020. Desertification vulnerability and risk assessment for Turkey via an Analytical Hierarchy Process model. Land Degradation & Development, 31(2): 205-214; <https://doi.org/10.1002/ldr.3441>
- UNCCD. 1995. The United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa, text with Annexes, UNEP, Geneva.

3. İklim Değişikliği ve Orman Ekosistemleri

Prof. Dr. Doğanay Tolunay

3.1. İklim Değişikliğinin Orman Ekosistemi Üzerindeki Etkileri

Raporun Türkiye İklimi, İklim Değişikliği ve Gelecekteki Türkiye adlı ikinci bölümünde açıklandığı üzere, iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklık artışı, sıcak hava dalgaları, yağış değişkenliği, evapotranspirasyonda artış, kuraklık gibi iklim tehlikelerinin giderek şiddetini artıracığı bilinmektedir. Özellikle yağış ve sıcaklık değişimlerinin ormanlarda yaşayan canlılar ve orman ekosistemlerine ilişkin süreçleri doğrudan etkilediği düşünüldüğünde iklim tehlikelerinin orman ekosistemlerini de çoğunlukla olumsuz etkilemesi beklenmektedir.



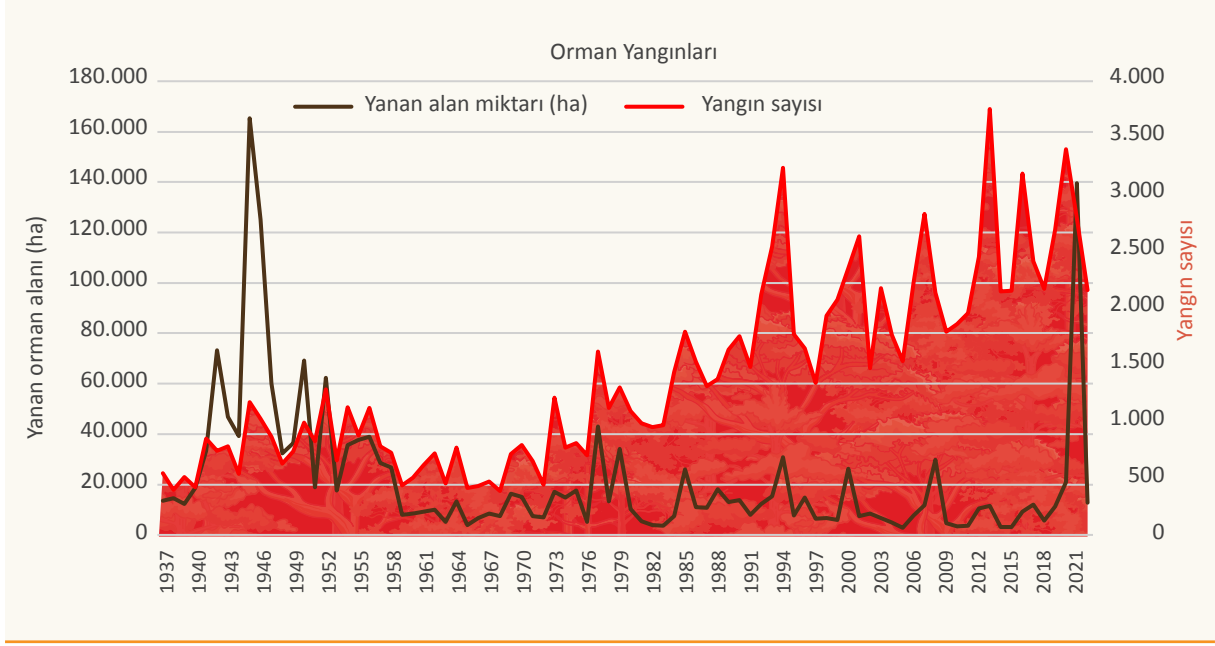
Orman Yangını Riskinde Artış

Orman yangınları ülkemizde 2021 yılı itibarıyla gündeme gelse de iklim değişikliğinin orman yangını çıkma riskini artırdığı ve çıkan orman yangınlarının kısa sürede büyüyerek mega yangınlara dönüşmesine yol açtığı uzun yıllardır bilinmektedir. Nitekim son yıllarda ABD, Avustralya, Rusya Federasyonu, Portekiz gibi ülkelerde çıkan yangınlarda milyonlarca hektar orman alanı yanmıştır.

İklim değişikliği doğrudan yangın çıkmasına neden olmamaktadır. Ancak hava sıcaklıklarında artış, hava neminde azalma, rüzgâr şiddeti gibi meteorolojik koşullar ve toprak üzerinde biriken kuru yaprak ve otlar gibi yanıcı maddelerin miktarının artması, buna karşılık bunların tutuşma süresi ve sıcaklığının azalması yangın riskini artırmaktadır. Hava sıcaklığının 30 °C'nin ve kurutucu rüzgâr şiddetinin 30 km/saat üzerinde ve bağıl hava neminin % 30'un altında olduğu koşullarda yangın riski yükselmektedir (Türkeş ve Tolunay, 2023). Bu meteorolojik parametreler ne kadar aşırıysa yangın riski de o kadar yükselmektedir. Bunlara ek olarak yağış olmaması ve yaz kuraklığının uzaması orman altındaki ot ve çalılıkların zamanından önce kuruması, ağaçların transpirasyonla kaybettiği su dengesini sağlamak için zamanından önce yaprak dökmesi toprak üzerindeki kuru yanıcı madde miktarının artmasına yol açmaktadır. Kuraklık aynı zamanda canlı ağaçların da su içeriklerinin düşmesine sebep olabilmektedir. Bu koşullarda neredeyse tamamı insan etkisiyle başlayan yangınlar çok kısa sürede büyümekte, geniş alanlara yayılmakta ve sonrasında ısı transferi ile yeni yangınların çıkmasına yol açmaktadır.

Ülkemizde uzun yıllar 20 bin hektarın altında bulunan yıllık ortalama yanan alan miktarında son yıllarda artış bulunmaktadır (Şekil 3.1). Nitekim sadece 2021 yılında, yaklaşık 140 bin ha orman alanı yangınlardan etkilenmiştir (OGM, 2022b). Öte yandan, yangın sayılarında bir artış eğilimi de bulunmaktadır (Şekil 3.1). 1990-2010 yılları arasında yılda ortalama iki bin civarında olan yangın sayısı son 10 yılda 2.600'ün üzerine çıkmıştır. Bu durumun nedeni orman-insan etkileşiminin giderek artması, başka bir ifadeyle insanların çeşitli nedenlerle orman içine daha fazla girmesidir. Örneğin, 2021 yılında ormanlardaki enerji tesisleri nedeniyle 124 yangın çıkmış ve bu yangınlarda 37.358 ha orman alanı yanmıştır (OGM, 2022b).

İklim değişikliğinin bir diğer beklenen etkisi de yangın rejimini değiştirmesidir. Ülkemizde hemen her ay orman yangını çıksa da Mayıs-Kasım ayları arasındaki dönemde orman yangını sayısı ve yanan alan miktarı daha yüksektir ve bu dönem yangın mevsimi olarak adlandırılmaktadır. Yangın mevsimi içinde de en fazla yangın çıkan aylar çoğunlukla Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Ancak son yıllarda Eylül ve Ekim aylarında da yangın sayıları artmakta ve geniş alanlar yanmaktadır. Sıcaklık artışları nedeniyle yangın mevsimi öncesi ve sonrasında da orman yangını sayısı ve yanan alan miktarında artışlar beklenmelidir. Yangın mevsimi dışında havadan müdahale filosu ve yangın işçi sayısı sınırlı olduğunda müdahale kapasitesi düştüğü için çıkan yangınların geniş alanlara yayılma riski bulunmaktadır.



Şekil 3.1. Türkiye’de 1937-2021 yılları arasında orman yangın sayıları ve yanan orman alanı.

Orman Genel Müdürlüğüne (OGM) göre ülkemiz ormanlarının büyük çoğunluğunu Ege ve Akdeniz bölgelerinde kalan % 60’ını birinci ve ikinci derece yangına hassas alanlar oluşturmaktadır (OGM, 2022a). Ülkemizde gelecekte sıcaklıkların daha da fazla artması, yağışların azalması ve yaz kuraklığının uzaması beklendiği için yangına hassas orman alanları daha da genişleyecektir.

Ülkemizde orman yangınlarının % 78’i yükseltisi 400 m’nin altında olan ormanlarda çıkmaktadır (San-Miguel-Ayanz ve ark., 2021). Bu durumun nedeni yükseltiye bağlı olarak sıcaklıkların azalması ve yağışların artmasıdır. Ancak sıcaklıkların artması ve uzayan kurak dönemler nedeniyle iklim değişikliğinin yükseltisi 400 m’den fazla olan dağlık ve tepelik arazilerdeki ormanlarda da etkili olacağını söylemek mümkündür.

İklim değişikliğinin orman yangınları üzerinde dolaylı bir etkisi de yaz aylarında elektrik tüketiminin artması şeklinde olacaktır. Çünkü Ege ve Akdeniz bölgelerinde yaz aylarında nüfus artmakta ve sıcaklık artışıyla birlikte insanların evlerini soğutma ihtiyacı oluşmaktadır. Bu durumda da elektrik hatlarına ve trafolarla daha fazla yük binmekte ve kapasitesi yetersiz ya da bakımı yapılmamış iletim hatlarında arklar oluşmakta ve trafolar patlamaktadır (Tolunay, 2021a). Bu konuda önlem alınmadığı takdirde iletim hatları kaynaklı orman yangınlarında artış beklenmelidir.

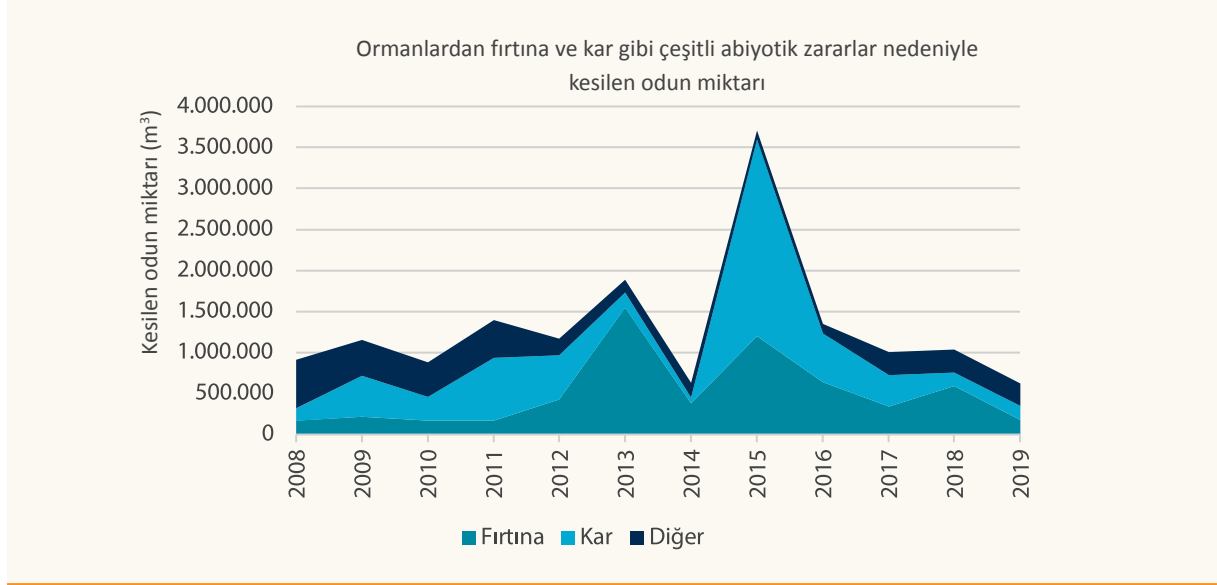


Biyotik ve Abiyotik Zararlarda Artış

Ormanlara yangınlar dışında kar ve fırtına kırması/devirmesi, kuraklık, sel, heyelan, çığ gibi abiyotik faktörlerle böcek, mantar ve diğer patojenler de zarar vermektedir.

Ülkemizde 2008-2019 yılları arasında 6,2 milyon m³ü kar, 6,0 milyon m³ü fırtına ve 3,5 milyon m³ü diğer abiyotik zarar faktörleri tarafından olmak üzere toplam olarak 15,7 milyon m³ odun kesilmek zorunda kalmıştır (OGM, 2020) (Şekil 3.2). Yıllık ortalama olarak 1,3 milyon m³e karşılık gelen aşırı hava olayları kaynaklı oluşan devrik, kırık ve kırılmalar yıllık odun üretiminin % 7’sine karşılık gelmektedir. Ormanlara zarar veren aşırı hava olaylarının iklim değişikliğiyle süresinin, şiddetinin ve sıklığının artması beklendiği için gelecekte daha fazla zarara yol açacağı öngörülmektedir.

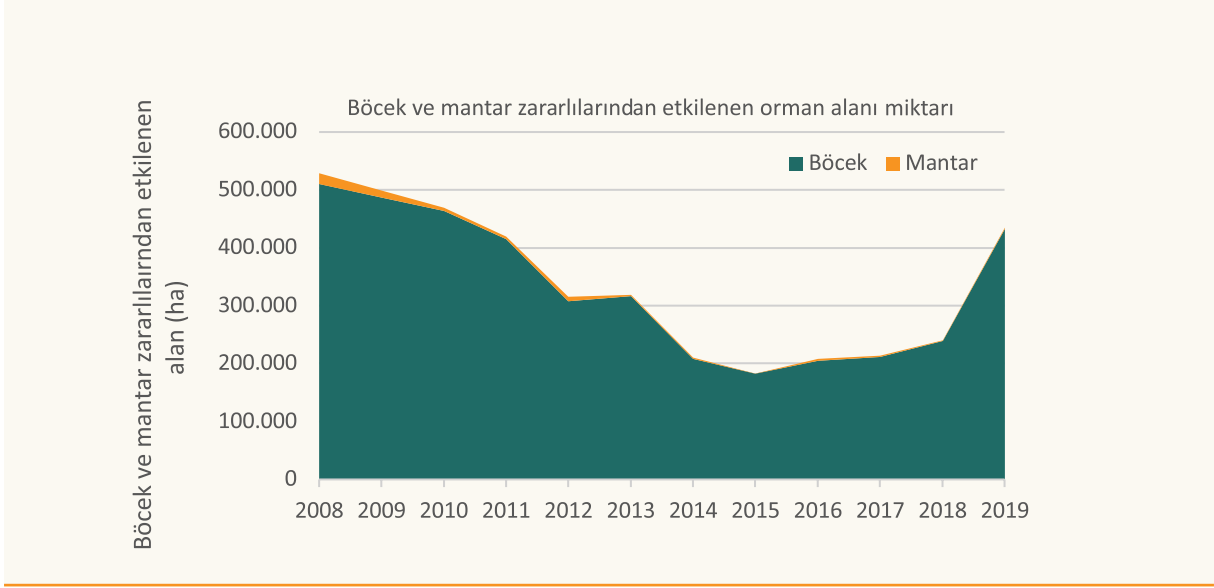
Ormanlarda yaşayan çok sayıda canlının bazıları orman ağaçları için zararlıdır. Çeşitli böcek, mantar ve diğer patojenlerden oluşan bu zararlıların büyük çoğunluğu ormanların sağlıklı olması durumunda sınırlı etkiye sahiptir. Ancak ormanların sağlığının bozulması sonrasında daha geniş alanlara yayılarak çok sayıda ağacın ölmesine yol açabilmektedir. Bu nedenle böcek ve mantarların vermiş oldukları zararlar *dumansız yangın* olarak da adlandırılmaktadır. Böcek, mantar ve diğer patojenlerin iklim tehlikelerine (sıcaklık artışı, kuraklık vb.) bağlı olarak zayıf düşen ağaçlara daha fazla zarar vermesi olasılığı oldukça yüksektir. Örneğin, ülkemizde 2018-2019 yıllarında Bursa'da geniş alanlarda ormanlara zarar veren kızılkuymuklu kayın tırtılı (*Calliteara pudibunda*) epidemisinin sıcaklık artışı kaynaklı olabileceği ortaya konmuştur (İpekdal, 2022a).



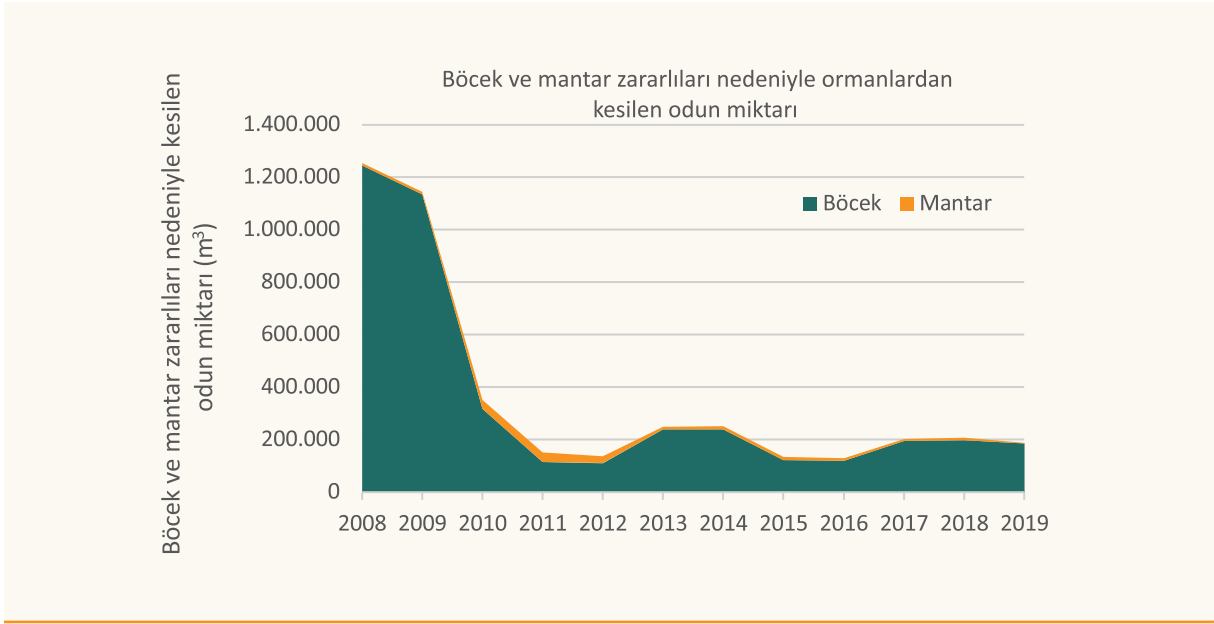
Şekil 3.2. Türkiye’de fırtına, kar gibi aşırı hava olayları nedeniyle zarar gören ağaç miktarı (m³) [OGM (2020)’den yararlanılarak oluşturulmuştur].

Böcekler başta olmak üzere zararlı organizmalar iklim değişikliğine ağaçlardan daha kolay uyum sağlamaktadır. Ayrıca sıcaklık artışları özellikle zararlı böcek türlerinin yıl içinde verdikleri jenerasyon sayısını artırabilmektedir (Hlásny ve Turčáni, 2009). Böylece popülasyon büyüklüğü artan böcekler besin ihtiyaçlarını karşılamak için daha fazla ağaca yayılmaktadır. Sıcaklık artışlarının orman zararlıları üzerindeki diğer bir etkisi de bu zararlıların daha geniş alanlara yayılmasına olanak sağlamasıdır. Böylece günümüzde yayılış göstermedikleri alanlara giriş yaparak buralarda ağaç ölümlerine yol açmaları beklenmektedir. Nitekim bir kabuk böceği olan *Pityogenes calcaratus* türünün çeşitli iklim değişikliği senaryolarına göre dağılımlarının incelendiği bir çalışmada günümüzde kızılçamın yayılış alanlarıyla örtüşen potansiyel dağılımının gelecekte diğer çam türlerinin dağılım alanlarına doğru genişleyeceği ifade edilmektedir (Sarıkaya ve Şen, 2020). İklim değişikliğinin sadece orman zararlıları üzerinde değil aynı zamanda bu zararlıları kontrol altında tutan yırtıcılarını da etkilemesi olasıdır. Başka bir ifadeyle iklim tehlikeleri zararlıları etkilemese de bunlarla beslenen kuş, böcek ve diğer canlıları olumsuz etkilemesi halinde zararlıların aşırı üremesiyle epidemiler oluşması riski bulunmaktadır.

Zararlı böcek ve mantar türlerinin günümüzde yol açtığı zararlar incelendiğinde fırtına ve kar kırmaları kadar fazla olmadığı görülmektedir. Ancak yine de 2008 ve 2009 yıllarında böcekler nedeniyle bir milyon m³ten fazla ağaç kesimi gerçekleşmiştir. Sonraki yıllarda ise bu miktar 200 bin m³ civarına gerilemiştir (Şekil 3.3). Böcek zararlarından etkilenen orman alanı miktarı ise yıllara göre değişmekle birlikte 2008-2019 dönemi ortalaması olarak 352 bin ha kadardır (Şekil 3.4). Mantar zararlılarından etkilenen hem orman alanı hem de odun miktarı böceklerle nazaran çok daha azdır. 2008-2019 yılları arasında ortalama 5 bin ha kadar bir orman alanı mantarlardan zarar görmüş olup, zarar gören bu ormanlardan kesilen ağaç miktarı 15 bin m³ civarındadır (OGM, 2020) (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Türkiye’de böcek ve mantar zararlılarından etkilenen orman alanı miktarı (ha) [OGM (2020)’den yararlanılarak oluşturulmuştur].



Şekil 3.4. Türkiye’de böcek ve mantar zararlıları nedeniyle kesilen odun miktarı (m³) [OGM (2020)’den yararlanılarak oluşturulmuştur].



Ağaç Türlerinin Dağılım Alanlarının Değişimi

İklim değişikliği etkilerine her canlının gösterdiği tepki farklıdır. Bazı türlerin değişikliklere uyum sağlayacağı, bazılarının dağılım alanlarının kayacağı ve bazılarının ise yok olma riskiyle karşı karşıya kalabileceği öngörülmektedir.

Ormanlar özelinde artan sıcaklıklardan dolayı ağaç türlerinin dağılım alanlarının olduğundan daha kuzey enlemlere ve daha yüksek rakımlara doğru kayması beklenmektedir. Ülkemizde çeşitli modeller aracılığıyla çok sayıda ağaç türünün iklim değişikliğine bağlı olarak gelecekteki yatay ve dikey dağılımları incelenmiştir (Zeydanlı ve ark., 2010; DKM, 2016; Akyol ve Örucü, 2019; Örucü, 2019; Dağtekin ve ark., 2020; López-Tirado ve ark., 2020; Koç ve ark., 2021; Varol ve ark., 2021; Ergin, 2022). Bu çalışmaların hemen tamamında türlerin dağılım alanlarının daraldığı ya da kuzeye doğru kaydığı ortaya konmuştur. Ancak ağaçların yayılımında bu kaymanın gerçekleşmesinin önünde birçok engel bulunabilmektedir. Ağaç türlerinin göçü uzun yıllar sürmekte, olası göç yolları tarım alanları veya yerleşimler gibi yapılarla kesişmektedir. Aynı zamanda dağların zirve kısımlarındaki kayalık ve taşlık habitatların ormanların yayılışını sınırlandırması beklenmektedir.



İstilacı Yabancı Türlerin Girişinde Artış

Daha önce yayılış göstermediği alanlara gerek iklim değişikliği gerekse ithalat/ihracat, ulaşım gibi yollarla gelen canlılar buralarda yayılarak doğal türleri baskı altına almaları ve zarar vermeleri halinde *istilacı yabancı tür* olarak adlandırılmaktadır. Ormanlarda sıkça rastlanan istilacı yabancı böcek türlerine tohum emici böcek (*Leptoglossus occidentalis*) ve kestane gal arısı (*Dryocosmus kuriphilus*) örnek olarak verilebilir. İstilacı yabancı türler hem yeni giriş yaptıkları bölgelerde yırtıcıların olmaması nedeniyle hem de iklim değişikliğinin daha önce de değinilen sıcaklık artışı etkisiyle aşırı olarak üreyip ormanlara zarar verebilir. Örneğin; tohum emici böcek ülkemizde ilk defa 2009 yılında (Arslangündoğdu ve Hızal, 2010), kestane gal arısı ise 2014 yılında (Çetin ve ark., 2014) kayıt altına alınmıştır. Ancak kısa zamanda geniş alanlara yayılmıştır. Tohum emici böcek başta fıstık çamlarında olmak üzere tüm kozalaklı ormanlara zarar verebilmekte ve ülkemizde son yıllarda çam fıstığı üretiminde gözlenen düşüşün başlıca etmeni olarak değerlendirilmektedir. Mücadele için halen etkin bir yöntemin ortaya konulmadığı bu türün daha soğuk olan kuzeyde yılda bir jenerasyon verirken sıcak olan güney bölgelerimizde bunun yılda beşe çıkabileceği ortaya konmuştur (İpekdal, 2022b). Tohum emici böcek ülke geneline yayıldığı için tüm kozalaklı ormanlarda doğal gençleşirmeyi olumsuz etkilemesi beklenmektedir.



Diğer Etkiler

Bilindiği üzere bitkiler atmosferden CO₂ ve topraktan su alarak şeker ve karbonhidrat üretmektedir. Bu nedenle yağışlı bölgelerde atmosferde artan CO₂ konsantrasyonunun ağaç büyümesini ve orman verimliliğini olumlu yönde etkileyebileceği düşünülmektedir (Camarero ve ark., 2015). CO₂ gübrelemesi olarak adlandırılan bu etkinin daha çok kuzey enlemlerdeki ormanlardaki verimliliği artırması beklenmelidir (Canadell ve ark., 2021). Buna karşılık topraklarda su mevcudiyeti, azot ve fosfor gibi makro besin maddeleri konsantrasyonlarındaki değişim (Wang ve ark., 2020) ve solunumdaki artışların (de Wergifosse ve ark., 2020) ağaçların büyümesini sınırlandırmasıyla iklim değişikliğinin net birincil üretimi düşürmesi de olasıdır. Net birincil üretimin düşmesi aynı zamanda ormanların atmosferden bağladıkları karbon miktarının azalması anlamına gelmektedir.

Benzer şekilde sıcaklık artışlarının orman ağaçlarının ilkbaharda daha erken yapraklanması, sonbaharda ise daha geç yaprak dökmesi, dolayısıyla büyüme döneminin uzaması ve böylece atmosferden daha fazla CO₂ alması olasılığını artırmaktadır. Ancak bu durum büyüme dönemi başında ve sonunda sıcaklıkların ani olarak düşmesiyle don riskini de artırmaktadır. Diğer yandan özellikle yağışların azalmasıyla ağaçların bozulan su dengesini sağlamak için zamanından önce yaprak dökmeleleri de atmosferden daha az CO₂ alınmasına yol açmaktadır.



İklim değişikliğinin ülkemizde beklenen bir diğer etkisi ise tohumlarda görülecek çimlenme zorluğu ya da çimlendikten sonra fidanların yaz kuraklığını atlatabilmesidir. Bilindiği üzere tohumların çimlenebilmesi için uygun nem ve sıcaklığa ihtiyaç bulunmaktadır. Tohumların toprağa düştüğü zamanda nem olmaması, sıcaklığın çok düşük ya da fazla olması tohumların çimlenmemesiyle sonuçlanmaktadır. Örneğin, sedir tohumlarının çimlenebilmesi için sıcaklıkların bir ay kadar 4 °C'nin altında olması gerekir. Sıcaklıkların bunun üzerinde olması durumunda çimlenme engeli nedeniyle tohumlar çimlenememektedir.

İklim değişikliğinin tohumlarla ilgili beklenen diğer bir etkisi tohum transfer bölgelerinin değişimidir. Bir bölgede tohumla ya da fidan dikerek gençleştirme yapılırken benzer iklim koşullarındaki bölgelerden tohum ya da fidan getirilmesi gerekmektedir. Bunun için ülkemizdeki çeşitli ağaç türleri için yıllık sıcaklık ortalamaları, maksimum ve minimum sıcaklıklar, yağış, yükselti jeoloji gibi çeşitli parametrelere göre tohum hasat ve transfer bölgeleri oluşturulmuştur (Atalay, 1992). İklim değişikliğine bağlı olarak yağış ve sıcaklıklar değişeceği ve bu durumun aynı zamanda ağaç türlerinin yayılış gösterdiği yükseltileri değiştireceği bilindiği için bu tohum hasat ve transfer bölgelerinin de değişmesi kaçınılmazdır. Bu nedenle değişen iklim koşullarına göre bu bölgeler güncellenmelidir.

Her canlının iklim tehlikelerine karşı verdiği yanıt farklıdır. Örneğin, iklim nemliyen geniş alanlara yayılan bir ağaç türünün yayılış kuraklaşmayla birlikte daralacaktır. Kuraklaşma ile birlikte nem isteği yüksek olan türle giriştiği rekabeti kazanma ihtimali artan türlerin de yayılış genişleyecektir. Benzer şekilde uygun nem ve sıcaklık koşulları olduğu sürece hızlı gelişen türler yavaş gelişen türlere üstünlük sağlayabilecektir (Phillips ve ark., 2008). Bu nedenle iklim değişikliğinin ormanların tür bileşiminde değişikliklere yol açması beklenmektedir. İklim değişikliğinin ormanlara etkisi daha çok orman ağaçları üzerindeki etkilerine odaklanarak verilmeye çalışılmıştır. Ancak diğer bitkiler ve hayvanlar da iklim değişikliğinden olumsuz etkilenecektir. İklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkilerine bu bölümde değinilmemiştir. Sadece ormandaki ağaç türü bileşiminin ve büyüme döneminin orman altı bitkilerinin çimlenme ve büyümesini etkilemesi dahi, bu türlere bağlı diğer türlerin değişime senkronize olamamaları halinde türlerin geleceğini riske atabilecektir. Bu nedenle iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistemler üzerinde karmaşık sonuçları olabileceği her zaman göz önünde bulundurulmalıdır.

İklim değişikliğinin dar alanlarda yayılış gösterecekleri de nadir ekosistemler olan su basar (longoz) ormanlarında hem yağış rejiminin değişmesi ve kuraklaşma hem de çoğu kıyılardaki nehir ağzlarında olan bu ekosistemlerin tuzlu su girişi nedeniyle tuzlanma riskiyle karşı karşıya olduğunu da belirtmek gerekmektedir (Tolunay, 2013a).

3.2. Orman Ekosistemleri ve İklim Değişikliğine Uyum

Uyum, iklim değişikliğinin gözlemlenen ya da beklenen olumsuz etkilerini azaltmak için çeşitli çalışmalar yapılması olarak tanımlanabilir. Ormanda yaşayan türler ve popülasyonlar ile orman ekosistemi içindeki süreçler ve ormanların ürettiği ürün ve hizmetler de iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine maruz kalmaktadır. Ormanların iklim değişikliğine uyumu değişikliği izlemeyi, öngörmeyi ve bu değişikliklerin olumsuz sonuçlarından kaçınmak veya potansiyel faydalarından yararlanmak için eylemlerde bulunmayı içerir (Levina ve Tirpak, 2006). Orman ekosistemleri aynı zamanda toplumların iklim değişikliği karşısındaki kırılganlıklarının azaltılmasına da katkı sağlayabilmektedir (Locatelli ve ark., 2010). Uyum için ormanlar olarak adlandırılan bu yaklaşım son yıllarda giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Uyum için Ormanlar

Ormanların ve diğer ekosistemlerin tahrip olması aşırı hava olaylarının artmasına yol açmaktadır. Yine ormanlar sel ve taşkınları önleyerek, gıda ve su üreterek, karbon depolayarak insanların iklim değişikliğine karşı kırılganlıklarını azaltmaktadır. Bu nedenle "insanların iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine uyum sağlamasına yardımcı olmak için uyum stratejisinin bir parçası olarak biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin kullanımı" (CBD, 2009) olarak tanımlanan ekosistem tabanlı uyum kavramı ortaya atılmıştır. Bu kapsamda IPCC Altıncı Değerlendirme Raporu'nda (IPCC AR6) orman tabanlı uyum kavramına özel olarak atıfta bulunmaktadır (IPCC, 2022a). Raporda mikro iklim düzenlemesi, artan yeraltı suyu beslemesi, iyileştirilmiş hava ve su kalitesi, azaltılmış toprak erozyonu ve iyileştirilmiş ve iklime uyarlanmış yollar da dâhil olmak üzere orman temelli çözümlerin ekosistemlerin iklim değişikliğine uyum sağlama kapasitesini desteklediğine dair güçlü kanıtlar olduğu ifade edilmektedir. Orman temelli çözümler aynı zamanda toplumun ağaçlardan ve ormanlardan gıda sağlmasına ve gelir elde etmesine de olanak sağlamaktadır (Libert-Amico ve ark., 2022).

Ülkemizde iklim değişikliğine bağlı olarak aşırı hava olaylarının sıklığında, şiddetinde, etki alanında artış beklenmektedir. Orman ekosistemlerinin uzun yıllar tahrip edildiği, fındıklık ve çay bahçesine dönüştürüldüğü Karadeniz Bölgesi'nde özellikle çay bahçelerinin heyelanlara yol açtığı gözlenmektedir. Benzer şekilde ormanların tahrip olması nedeniyle su ve rüzgâr erozyonu gibi ekolojik sorunlar da yaşanmaktadır. Bu nedenle orman tahribatlarının iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini çarpan etkisiyle kuvvetlendirdiği söylenebilir. Ek olarak ormanların korunması ekosistem tabanlı afet risk azaltımının da temelini oluşturmaktadır. Ülkemizde sayısı 55'i bulan ve toplam alanı 248 bin hektara ulaşan muhafaza ormanları da uyum için ormanlar yaklaşımına örnek olarak verilebilir. Ayrıca ormanların ürettiği özellikle ekosistem ürünleri ya da ülkemizde ifade edildiği şekilde odun dışı orman ürünleri orman köylüleri için önemli gelir kaynağıdır.

Ormanlar için Uyum

Yüzyılın sonunda sıcaklık artışlarının en kötü senaryoya göre 4,4 °C'yi bulabileceği öngörülmektedir (IPCC, 2021). Ülkemizde ise bu artış 5,5 °C kadar olabilir (MGM, 2015). Artan sıcaklıkların etkisiyle aşırı hava olaylarının sıklığı, şiddeti ve etki alanının da genişleyeceği tahmin edilmektedir. İnsanların sıcaklık artışları ve aşırı hava olaylarına önlem olarak uyum sağlaması nispeten daha kolaydır. Ancak iklim etkisine açık olan orman ekosistemlerinin uyumu çok daha zordur. Çünkü yaklaşık 80 yıl gibi bir sürede öngörülen sıcaklık artışları orman ekosistemini oluşturan çoğu ağaç türünün yaşam süresinden daha kısadır. Örneğin, 2021 yılında yanan orman alanlarına dikilen ya da tohumla getirilen kızılçam ağaçlarının idare süresi 60-80 yıl kadardır ve geçen yıl dikilen fidanların ömürlerinin sonunda çok daha sıcak ve kurak bir iklim onları beklemektedir. Yine daha önceki bölümlerde değinildiği üzere ormanları iklim değişikliğine bağlı olarak yangınlar, biyotik ve abiyotik zararlardaki artışlar da tehdit etmektedir. İklim değişikliğinin etkilerine ek olarak daha çok odun üretimine odaklanan ormancılık uygulamaları, ormanlardaki türlerin iklim değişikliğine karşı verdikleri tepkilerin ve kırılganlıklarının farklılığı, ormanlarda toprak, eğim, bakı, yükselti gibi mikro iklimi etkileyen ekolojik faktörlerin değişkenliği ormanların uyumunu zorlaştırmaktadır. Ek olarak aralama gibi silvikültürel önlemlerin orman içine ulaşan yağış, ışık ve sıcaklık ile ağaç başına düşen su miktarını değiştirebilmesi, ormanların uyumunu olumlu ya da olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Aşağıdaki bölümlerde ormanların iklim değişikliğine uyumu konusunda yapılabilecekler sıralanmıştır.

Orman yangınlarıyla mücadele

İklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki en önemli etkilerinin başında orman yangınları gelmektedir. Yangınlardan kaçamamış kaplumbağa gibi türlerin, yeşilden siyaha dönmüş ormanların trajik görüntüsü ve zaman zaman yerleşim ve tarım alanlarını da tehdit etmesi nedeniyle orman yangınları kamuoyunun da tepkisini çekmektedir. Ülkemizde orman yangınlarıyla mücadele genellikle yangın çıktıktan sonra kısa sürede müdahale edilerek söndürülmesi şeklinde algılanmaktadır. Söndürme odaklı olarak adlandırılabilir bu mücadele şeklinin iklim değişikliği nedeniyle yangın çıkmasını engellemeye yönelecek şekilde değişmesi gerekmektedir. Çünkü artan sıcaklıklar ve şiddetlenen kuraklıklar çıkan yangınların kısa sürede büyümesine ve geniş alanlara yayılmasına neden olmaktadır. Orman yangınlarıyla mücadelede önleyici tedbirler oldukça fazladır. Bunların başında yangın çıkış nedenlerinin incelenerek yangın sayısının azaltılması ve ormanla iç içe yaşayan toplumun orman yangınları konusundaki farkındalığının artırılması gelmektedir. Yine ormanlarda yangın çıkmasına neden olabilecek elektrik nakil hattı gibi tesislere verilen izinlerin sınırlandırılması da önleyici tedbirler arasındadır. Ormanlarda denetimli yangınlarla yanıcı madde yükünün azaltılması, orman yollarının bakımının yapılması ve yol ağının genişletilmesi, riskli meteorolojik koşullarda ormanlara girişin kontrol altında tutulması, yangın mevsiminin tüm yılı kapsayacak şekilde genişletilmesi de yangınların çıkmasını önlenmesini ya da çıkan yangınlara kısa sürede müdahale edilmesini sağlamaktadır. Ancak ne kadar önlem alınırsa alınsın orman yangınları çıkacaktır. Günümüzde orman içindeki tesis ve yerleşimlerin sayısı arttığı için bunların yangınlara karşı dirençli hale getirilmesi de önem arz etmektedir.

Biyotik ve abiyotik zararlılarla mücadele

Ormanlarda böcek ve mantar zararlılarıyla mücadele için öncelikle izleme çalışmaları yapılması gerekmektedir. Böylece herhangi bir zararlı epidemiyi yapmadan önce müdahale edilmesi mümkündür. Böceklerle mücadelede çeşitli tuzaklar günümüzde aktif olarak uygulanmaktadır. Yine böcek zararları nedeniyle kuruyan ağaçların kesilmesi de uygulanan diğer bir yöntemdir. Ancak temiz işletmecilik olarak adlandırılan kuruyan her ağacın kesilerek ormandan uzaklaştırılması ormandaki karbon havuzlarındaki stokların azalmasına ve biyolojik çeşitliliğin zarar görmesine yol açabilmektedir. Bu nedenle böcek zararının artarak geniş alanlara yayılması riski olduğu zamanlarda uygulanmalıdır. Zararlı böceklerle karşı bunların yırtıcılarının üretilerek ormanlara salınması gibi biyolojik mücadele yöntemleri de oldukça sık uygulanmaktadır.

Mantar zararlılarıyla mücadele ise böceklerle göre daha zordur. Bunun nedeni öncelikle mantar zararlarının teşhis edilmesindeki güçlüklerdir. Böceklerin zarar verdiği ağaçların kesilip uzaklaştırılmasıyla böcek zararları önlenebilirken bu yöntem mantarlar ve diğer patojenlerin daha geniş alanlara yayılmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle mantar zararlarıyla mücadelede hastalığın yaygınlaşmasının önüne geçilmesi için karantina yöntemleri ön plana geçmektedir.

Böcek ve hastalıklarla mücadelede en sık uygulanan yöntemler dirençli ağaçların seçilmesi ve islah edilerek ağaçlandırma ve ormanlaştırma çalışmalarında bunların kullanılmasının sağlanmasıdır. Yine tek türden oluşan ormanlardan kaçınmak ve sağlıklı ağaçları ormanlardan uzaklaştırmak gibi uygulamalar böcek ve hastalıklarla dolaylı mücadele yöntemleridir.

Ormanlarda böcek ve mantarlarla mücadelede çeşitli kimyasalların kullanılmasından bunların diğer canlılar üzerindeki olası olumsuz etkileri nedeniyle kaçınılmaktadır.

Kar ve fırtına zararlarıyla mücadele ise çoğunlukla silvikültürel önlemlerle gerçekleştirilmektedir. Örneğin, ormanlarda kesimlerin hâkim rüzgâr yönüne dik yapılması, kesimlerde rüzgâr oluğu oluşturulmasından kaçınılması en çok uygulanan yöntemlerdendir. Yine şiddetli aralamalardan kaçınılarak meşcere dayanıklılığının korunması da fırtına zararlarını azaltmaktadır. Avrupa'da birkaç ülkede fırtına zararlarının azaltılması için rotasyon sürelerinin kısaltıldığı raporlanmaktadır (Kolström ve ark., 2011).

İstilacı yabancı türlerle mücadele

İstilacı yabancı türlerle mücadelede en etkin yol sınırlarda karantina uygulamaları ve izlemedir. Çünkü istilacı yabancı türlerin bir ülkeye girişi ithalat ya da doğal yollarla olabilmektedir. Örneğin, ülkemizde de görülen ormanları da tehdit eden tohum emici böcek (*Leptoglossus occidentalis*) türünün ithalat ile geldiği düşünülmektedir. Henüz ormanlarda görülmesi de çınar kanser etmeni (*Ceratocystis platani*) ve turunçgil uzun antenli teke böceği (*Anoplophora chinensis*) gibi türlerin de ithalatla ülkemize gelmiş olmaları oldukça yüksek ihtimaldir.

İstilacı yabancı türler konusundaki farkındalığın düşük olması da riskleri artırmaktadır. Örneğin, OGM tarafından hazırlanan özel ağaçlandırma tamiminde dahi istilacı yabancı türler olarak bilinen kokarağaç (*Ailanthus altissima*) ile yabancı akasya (*Robinia pseudo-acacia*) türlerinin kullanılabilmesi yer almaktadır.

Ormanların gençleştirilmesi

Ormanlıkta yaşanan ormanların gençleştirilmesinde çoğunlukla *doğal gençleştirme* olarak adlandırılan tohumla gençleştirme tercih edilse de zaman zaman fidan dikimi de tercih edilebilmektedir. Tohumla gençleştirme yerel ekolojik koşullara uyum sağlamış ağaçlardan çok sayıda fidanın sahaya gelmesini sağladığı için genetik çeşitliliği artırmaktadır. Genetik çeşitlilik, gelecekteki iklimin belirsizliği nedeniyle ormanlıkla en uygun uyum seçeneğidir. Birim alanda çimlenen tohum ve dolayısıyla fidan sayısı ne kadar fazlaysa, popülasyonların çevresel değişikliklere uyum sağlama potansiyeli o kadar fazladır (Kolström ve ark., 2011). Buna karşılık genellikle tohum bahçelerinden elde edilen tohumlarla üretilen fidanlar nispeten dar bir gen havuzundan elde edildiğinden genetik çeşitlilikleri daha düşüktür. Genetik çeşitliliğin artırılması aynı zamanda böcek ve hastalıklarla da mücadeleye katkı sağlamaktadır. Diğer yandan fidan üretimi için kullanılan tohum bahçeleri ve tohum transfer bölgeleri günümüz iklim koşullarına göre belirlenmiştir. Ancak değişen iklim koşulları bunların da gözden geçirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Ülkemizde 2021 yılındaki yangınlardan sonra yanan alanların hemen ağaçlandırılması yönünde talepler olmuş, hatta ağaçlandırma kampanyaları düzenlenmiştir. İklim değişikliği açısından bu taleplerin doğru olmadığını ifade etmek gerekir. Çünkü beklenmeyen bir durum olan orman yangınları için fidanlıklarda yeterince fidan bulunması çoğunlukla mümkün değildir. Ağaçlandırma baskısıyla yanan alanlara çok uzak mesafelerden fidan hatta tohum getirilmesi genetik kirliliğe yol açmaktadır. Ayrıca dar bir gen havuzundan elde edilen fidanların gelecekteki iklim koşullarına uyum sağlaması oldukça zor olacaktır.

Ağaç ıslahı çalışmaları ile gelecekteki iklim koşullarına daha iyi uyum sağlayan genetik materyal oluşturulabilir. Ancak günümüzde ağaç ıslah çalışmaları daha çok kaliteli odun üretimine odaklanmıştır. Az da olsa hastalık ve zararlılara dayanıklı genotipler oluşturulmasına yönelik ıslah çalışmaları da vardır. Ülkemiz özelinde daha yüksek sıcaklık, su stresi ve kuraklığa dayanıklı genotipler elde etmeye yönelik ıslah çalışmalarına ihtiyaç bulunmaktadır.

Silvikültürel müdahaleler

Ormanlarda gençlik, olgunluk ya da yaşlılık gibi farklı gelişim çağlarında çeşitli amaçlarla ağaç sayılarına müdahale edilmektedir. Seyreltme, aralama vb. isimler verilen bu çalışmaların genel adı *silvikültürel müdahalelerdir*. Silvikültürel müdahaleler ağaç sayısı yanında tür kompozisyonunu, meşcere dayanıklılığını, meşcere içine ulaşan su, ışık ve sıcaklık miktarını, ağaç başına düşen su ve besin maddesi miktarını değiştirmektedir. Ek olarak sağlıklı bireylerin uzaklaştırılmasını ve ormandaki yanıcı madde miktarının azaltılmasını da sağlayarak yangınlar, hastalık ve zararlılarla mücadeleye de katkı koymaktadırlar. Böylece seyreltme ve aralama gibi müdahalelerle ormanlara hızlı bir şekilde müdahale etme olanağı bulunmaktadır. Örneğin, ormanlarda su stresi arttığında aralamalarla ağaç başına su miktarı artırılabilir. Ancak silvikültürel müdahalelerin aşırı olması halinde meşcere dayanıklılığının bozulması, karbon birikiminin azalması, orman içine daha fazla ışık girmesine bağlı olarak sıcaklıkların artması gibi olumsuz etkileri de olabilmektedir. Yine aralamalar sırasında ticari önemi bulunmayan ağaç türlerinin kesilerek uzaklaştırılması ormanların tek türden oluşmasına yol açabileceği için dayanıklılığı azaltabilmektedir. Bu nedenle silvikültürel müdahaleler ormanlara hızlı müdahale için seçenek olsa da dikkatli olarak uygulanmalı ve ormanlardaki yerellik dikkate alınmalıdır. Silvikültürel müdahalelerde ana ilkeler karışık ormanları destekleme ve meşcere dayanıklılığı koruma olmalıdır.

Altyapı

Değişen iklim koşulları, örneğin, seller ve şiddetli sağanak yağışlar orman yollarının tahrip olmasına, fidanlıkların ve depoların sular altında kalmasına yol açabilmektedir. Nitekim 2021 yılında Sinop ve Kastamonu'da meydana gelen yağışlar derelerin taşkın alanlarındaki orman depolarındaki ağaçların sellerle taşınmasına ve sellerin etkilerinin daha yoğun olmasına neden olmuştur. Bu nedenle depo ve fidanlıkların yer seçimlerinde sel ve taşkın riskinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Benzer şekilde orman yollarının sellerden zarar görmesi ve bakımlarının zamanında yapılamaması yangınlara müdahaleyi de olumsuz etkileyebilmektedir.

Orman yönetimi yaklaşımında değişimler

Ormanların sürdürülebilirliği uzun yıllar odun üretiminin sürekliliği olarak algılanmıştır. Günümüzde ise sürdürülebilir orman yönetimi “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 tanımlanmaktadır (MCPFE, 2002). İklim değişikliği açısından bakıldığında ormanların sürdürülebilir yönetiminin sağlanması uyum seçeneklerinin başında gelmektedir. OGM, 2000’li yıllardan itibaren sürdürülebilir orman yönetim kriter ve göstergelerini (Forest Europe, 2022) temel alarak fonksiyonel orman planlamasına geçmek için adımlar atmaktadır. Özellikle planlama açısından önemli adımlar atılırken sürdürülebilir ormancılığın uygulamada aynı düzeyde gerçekleştiğini söylemek mümkün değildir. Örneğin, ülkemizde OGM tarafından hazırlanan sürdürülebilir orman yönetimine dair raporlarda ormanlarda parçalılığının arttığı ortaya konmaktadır (Tablo 3.1). Ormanlardaki habitat parçalanması biyolojik çeşitliliğin tehdit altına girmesinin en büyük nedenleri arasındadır ve biyolojik çeşitliliğin korunması ormanların iklim değişikliğine uyumunda kritik öneme sahiptir. Bu amaçla korunan orman alanlarının genişletilmesi ve parçalanmış orman ekosistemlerinin ekolojik koridorlarla birbirine bağlanması da ormanların uyum kapasitesini artırmaktadır. Ancak önceki bölümlerde de değinildiği üzere ülkemizde ormanlar üzerindeki baskılar oldukça fazladır ve özellikle ormanlardan verilen izin ve irtifaklar ormanların sürdürülebilir yönetimini ve dolayısıyla iklim değişikliğine uyumunu zorlaştırmaktadır. Ormanlardan verilecek izinlerde ormanların üretmiş olduğu ürün ve hizmetlerin de göz önünde bulundurulması baskıyı azaltacağı için bir uyum seçeneği olarak değerlendirilebilir.

İklim değişikliğinin artan etkileri ve belirsizliklerin yüksek olması izleme çalışmalarını önemli kılmaktadır. İstilacı türler, hastalık ve zararlılar, ormanların sağlık durumu gibi konulara odaklanmış izleme sistemleri hızlı karar almayı sağlamaktadır.

Ormanlardaki türlerin iklim değişikliğinden hangi yönde etkileneceklerine dair bilimsel araştırmalar da karar vericilere yol gösterici olacaktır. Bu konuda son yıllarda giderek yaygınlaşan potansiyel dağılım modellemeleri yerel ölçekteki birçok değişkeni (toprak, anakaya, türler arası ilişkiler vb.) dikkate alması da önemlidir. Yine kuraklığa ya da sıcaklık artışlarına dayanıklı ırkların belirlenmesine yönelik çalışmalar da uyumun ayrılmaz bir parçası olarak düşünülmelidir.

Tablo 3.1. Türkiye’de ormanların parça büyüklüklerinin değişimi [OGM (2009) ve OGM (2020)’den değiştirilerek].

Parça büyüklükleri	2008	2019	2008-2019	
	Parça Sayısı (adet)	Parça Sayısı (adet)	Değişim	
			Adet	Yüzde (%)
10 ha’dan küçük	55.484	120.789	65.305	118
10 ha-99 ha	33.829	30.116	-3.713	-11
100 ha-999 ha	11.163	6.427	-4.736	-42
1.000 ha’dan büyük	1.414	1.187	-227	-16
Toplam	101.890	158.519	56.629	56

Değişen iklim koşullarında tür seçimi de kritik ve tartışmalı bir konudur. Tür seçiminin tartışmalı olmasının başında özellikle yabancı türlerin bir seçenek olarak değerlendirilmesi gelmektedir. Ülkemiz özelinde zengin tür çeşitliliğimiz nedeniyle öncelik doğal türlerimizde olmalıdır.

Ülkemizde ormanlar *amenajman planlarına* göre yönetilmektedir. Ancak bu planlarda iklim değişikliği göz önünde bulundurulmamaktadır. Son yıllarda iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin amenajman planlarına entegrasyonu için çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların artması ormanların iklim değişikliğine uyumunu kolaylaştıracaktır. Bu kapsamda doğal yaşlı ormanların korunması, iklim sığınakları ve kritik türlerin tespiti ve korunması, tehdit altındaki türlerin yaşam alanları dışında (ex-situ) koruma önlemleri alınması önerilen diğer uyum seçenekleri arasındadır (FAO, 2018a). Son olarak bozulmuş ormanların rehabilitasyon ve restorasyonu da azaltım ve uyum konusunda sinerjik etkiler yarattığı için giderek artan bir öneme sahiptir.

3.3. Orman Ekosistemlerinin Karbon Bağlama Fonksiyonu

Bir dönüm noktası olan Paris Anlaşması ile yüzyıl sonunda sıcaklık artışlarının 2 °C'nin altında tutulması, hatta 1,5 °C artış için çaba sarf edilmesi amaçlanmaktadır. Bu hedefe ulaşılması için öncelikle küresel sera gazı salımlarının 2030 yılına kadar yaklaşık olarak yarı yarıya azaltılması ve 2050 yılında ise net sıfır karbon emisyonuna ulaşılması gerekmektedir. Bu hedefe ulaşılmaması halinde 2030'lu yıllarda 1,5 °C ve 2050'li yıllarda ise 2 °C eşik değerlerinin aşılması söz konusu olabilecektir, en kötü senaryoya göre yüzyıl sonunda küresel sıcaklık artışı 4,4 °C'yi bulabilecektir (IPCC, 2021).

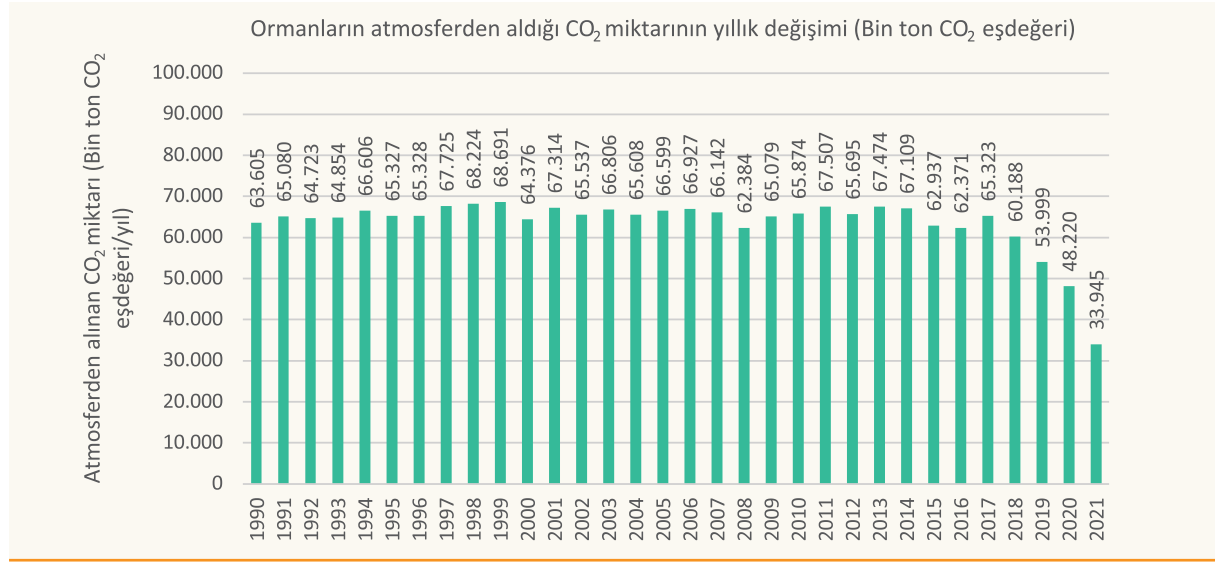
Sıcaklık artışının durdurulması hatta geri çevrilmesi için gündeme gelen net sıfır karbon emisyonu için hem karbon yutak alanları ya da başka bir ifadeyle karbon yutak alanları tarafından yıllık olarak atmosferden alınan CO₂ miktarının artırılması hem de enerji, sanayi, tarım ve atıklardan kaynaklanan salımların azaltılması önem kazanmaktadır. Küresel ölçekte karbon yutak alanları atmosfer, okyanuslar, karasal ekosistemler ve sulak alanlardır. Ancak okyanuslar, denizler ve sulak alanlarca gerçekleştirilen salım ya da birikimlerin yıllık olarak hesaplanması oldukça zordur ve karşılaştırılabilir bir metodoloji henüz oluşturulamamıştır. Diğer yandan denizler ve okyanusların sınırları da olmadığı için bu yutak alanlarca biriktirilen CO₂'nin hangi ülkenin net sıfır karbon emisyon hedefi için kullanılacağı da bir sorun oluşturmaktadır. Buna karşılık orman, otlak, tarım ve sulak alan gibi karasal ekosistemlerde karbon depolanabilmektedir. Sera gazları ulusal envanter raporlamalarında karasal ekosistemlerce gerçekleştirilen salım ya da tutumlar arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık (LULUCF/AKAKDO) başlığı altında ele alınmaktadır. Her bir karasal ekosistemin içerdiği bitki örtüsü ve topraklarda depolanan karbon miktarı farklı olduğu için sera gazı ulusal envanter raporlamalarında her biri bir ekosisteme karşılık gelen 6 farklı arazi kullanımı ile bu arazi kullanımları arasındaki değişimlerden kaynaklanan salım ve tutumların hesaplanması gerekmektedir. Bu altı arazi kullanımı orman, tarım, otlak, sulak alan, yerleşim ve diğer arazilerdir (IPCC, 2006).

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) Ek-1 listesinde yer alan ülkelerin her yılın nisan ayı içinde iki yıl öncesine ait sera gazı emisyon ve tutumlarını raporlamaları gerekmektedir. *Sera gazları ulusal envanter raporu* adı verilen bu belgelerin diğer ülkelerle karşılaştırılabilir olması için aynı metodolojiyle hazırlanmaları esastır. Raporlamada kullanılacak metodolojiler enerji, endüstriyel süreçler ve ürün kullanımı, tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımı (AFOLU) ve atık sektörleri için Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelince (IPCC) hazırlanmıştır (IPCC, 2006).

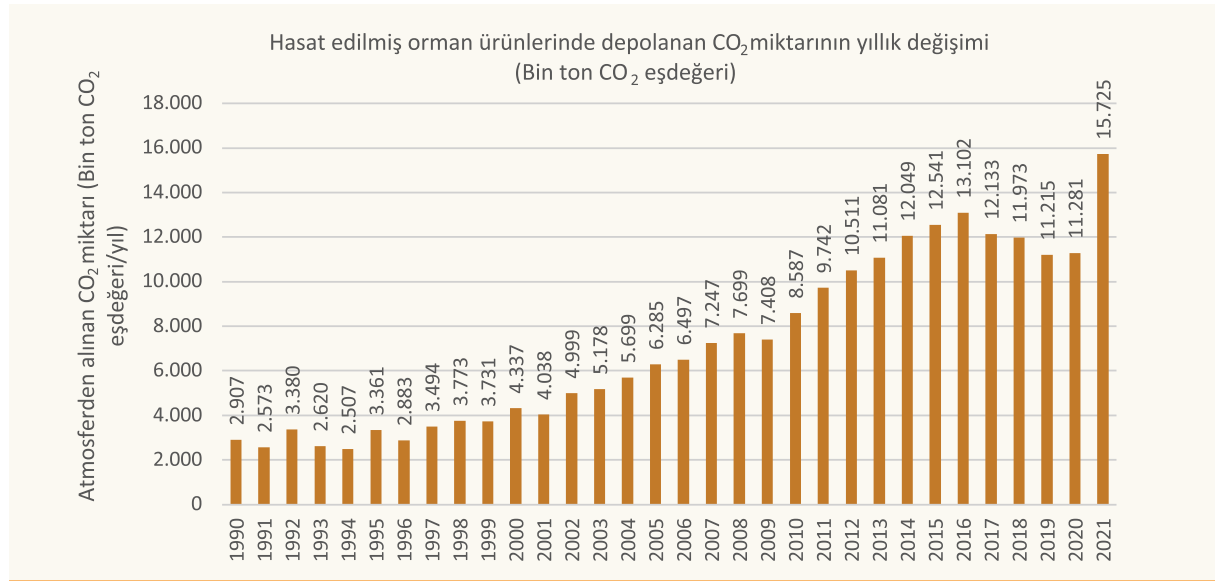
Ülkemiz BMİDÇS Ek-1 listesinde yer alan bir ülke olarak 2006 yılından itibaren sera gazları ulusal envanter raporu hazırlamaktadır. 1990-2021 yılları arasını içeren son envanter 2023 yılında Sözleşmenin sekretaryasına sunulmuştur. Buna göre 1990 yılında 220 milyon ton CO₂ eşdeğeri olan salımlar 2017 yılında 529 milyon tona yükselmiştir. 2018 ve 2019 yıllarında ekonomide yaşanan çeşitli sorunlar nedeniyle az da olsa gerileyen salımlar 2020 yılında Kovid-19 salgınına rağmen artarak 524 milyon ton CO₂ eşdeğeri olarak gerçekleşmiştir. 2021 yılında da artış devam etmiş ve toplam sera gazı salımları 564 milyon ton CO₂ eşdeğerine yükselmiştir. Bu değer aynı zamanda 1990 yılına göre sera gazı salımlarımızda % 157 artış olduğu anlamına gelmektedir. Salımların sektörel dağılımına bakıldığında 2021 yılı itibarıyla enerji sektörü % 71 ile ilk sırayı almaktadır. Enerjiyi % 13 ile endüstriyel süreçler ve ürün kullanımı ile % 13 tarım ve % 3 ile atık sektörleri izlemektedir. AKAKDO sektörü tarafından ise 1990 yılında 67 milyon ton CO₂ olan atmosferden alınan sera gazı miktarı 2017 yılında 75 milyon tona yükselmiş ve sonrasında azalmaya başlayarak 2021 yılında 47 milyon tona düşmüştür. Bu durumun nedeni sonraki bölümlerde detaylı olarak incelenecek olan 2018 yılından itibaren odun üretiminin artmasıdır. 1990 yılında ekosistemler tarafından yıllık olarak tutulan CO₂ miktarı sera gazı salımlarımızın % 30'unu karşılarken, bu oran 2021 yılında % 8 olmuştur.

Türkiye Sera Gazları Ulusal Envanter Raporu AKAKDO sektörü incelendiğinde ormanlar ve hasat edilmiş odun ürünleri havuzlarının atmosferden CO₂ alımı gerçekleştirirken, diğer arazi kullanımlarının (tarım, otlak, sulak alan, yerleşim ve diğer araziler) ise salım kaynağı olduğu anlaşılmaktadır (NIR Türkiye, 2023). Ormanlar ve hasat edilmiş odun ürünleri havuzlarıncaya atmosferden alınan CO₂ miktarları 1990-2017 yılları arasında 63-69 milyon ton arasında kalmış, ancak 2018 yılından itibaren düşmeye başlamıştır. 2017 yılında 65 milyon ton CO₂ olan ormanlar tarafından gerçekleştirilen yıllık CO₂ tutumu 2021 yılı itibarıyla neredeyse yarı yarıya azalarak 34 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (NIR Türkiye, 2023) (Şekil 3.5). Sera gazları ulusal envanter raporunda hasat edilmiş odun

ürünleri havuzundaki 2016 yılında 13,1 milyon ton CO₂ olduğu belirtilen tutumlar 2020 yılında 11,3 milyon olarak verilmektedir (NIR Türkiye, 2023). 2021 yılında ise 15,7 milyon ton CO₂ olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Ormanlar tarafından atmosferden alınan CO₂ miktarlarının yıllara göre değişimi (Tolunay, 2022'den değiştirilerek)























Şekil 3.6. Hasat edilmiş orman ürünleri havuzunda depolanmış CO₂ miktarlarının yıllara göre değişimi (Tolunay, 2022'den değiştirilerek). (2017 yılı ve sonrasındaki azalış odun esaslı ürünlerin ihracatındaki artıştan kaynaklanmaktadır).

Bazı ülkelerin sera gazları ulusal envanterlerinde ormanlar için yapılan salım ve tutum hesaplamaları Tablo 3.2'de verilmiştir. Bu noktada sera gazları envanterinde karbon yutaklarındaki tutumların kazanç, salımların ise kayıp olarak tanımlanabildiğini belirtmek gerekmektedir. Kazanç ormanlarda net primer üretim ile canlı biyokütlede yıllık olarak gerçekleşen artışı, kayıp ise ormanlardan yangın, odun üretimi vb. nedenlerle ekosistem dışına çıkan biyokütledeki miktarı ifade etmektedir. Net miktar ise net biyom üretimine karşılık gelmektedir. Tablo 3.3'te de görüleceği üzere ülkelerin ormanlarında birim alandaki karbon kazançları çok farklılık göstermektedir. Bu durum ormanların tür bileşimi, yaşları, kapalılık ve sıklığı ile ülkelere göre değişen orman tanımı ve hesaplama yöntemlerinden kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde ülkelerin iklim ve toprak özellikleri gibi ekolojik faktörler de ağaçların büyümesi üzerinde baskın faktörler olduğu için yıllık CO₂ birikimini (kazancı) etkileyebilmektedir. Ülkemiz ormanlarında birim alandaki yıllık CO₂ kazançları Yunanistan, Bulgaristan Almanya, İspanya, Belçika gibi ülkelere göre yüksek, buna karşılık Birleşik Krallık, Avusturya, İsviçre, Portekiz, İtalya'dan ise düşüktür. Salımlar (kayıplar) ise daha çok ormanlardan yapılan odun üretimi ile ilgilidir. Yine yangınlardan zarar gören ormanlarda yanan ağaçlarda

depolanmış olan karbon da kayıp olarak envantere dâhil edilmektedir. Bu açıdan bakıldığında Portekiz’de ormanlarda yıllık olarak biriken CO₂’nin neredeyse tamamının odun üretimi ile ormandan uzaklaştırıldığı, benzer şekilde Avusturya, Birleşik Krallık, İsviçre, Finlandiya ve Fransa’da ise yıllık karbon birikimlerinin % 70’inden fazlasının kesimlerle alındığı görülmektedir. Ancak bazı ülkeler (Almanya, Belçika, Bulgaristan, İspanya, Macaristan ve Yunanistan) ormanlardan odun üretimi yapmayarak ya da üretimlerini minimumda tutarak CO₂’nin ormanlardaki canlı ağaçlarda kalmasını tercih etmektedirler.

Tablo 3.2. Bazı Avrupa ülkelerinin 2020 yılı itibarıyla sera gazları envanterlerinde verilen ormanlardaki tutum (kazanç ve salım (kayıp) miktarları (Ülkelerin 2022 yılı Sera Gazları Ulusal Envanter Raporlarından derlenmiştir).

Ülke	Orman alanı (bin ha)	Kazanç (t CO ₂ /yıl)	Kayıp (t CO ₂ /yıl)	Net (t CO ₂ /yıl)	Kazanç (t CO ₂ /ha)	Kayıp (t CO ₂ /ha)	Net (t CO ₂ /ha)	Kayıp/kazanç oranı (%)
 AB	166.920	790.303	-516.254	274.049	4,7	-3,1	1,6	-65,3
 Almanya	11.018	30.445	-1.112	29.334	2,8	-0,1	2,7	-3,7
 Avusturya	4.058	33.818	-29.926	3.892	8,3	-7,4	1,0	-88,5
 Belçika	708	1.878	0	1.878	2,7	0,0	2,7	0,0
 Birleşik Krallık	3.623	59.966	-49.428	10.539	16,6	-13,6	2,9	-82,4
 Bulgaristan	3.919	7.718	-46	7.672	2,0	0,0	2,0	-0,6
 Finlandiya	21.849	137.802	-108.876	28.925	6,3	-5,0	1,3	-79,0
 Fransa	24.710	138.591	-106.898	31.692	5,6	-4,3	1,3	-77,1
 Hırvatistan	2.387	15.195	-9.002	6.193	6,4	-3,8	2,6	-59,2
 İspanya	15.696	31.228	0	31.228	2,0	0,0	2,0	0,0
 İsveç	28.172	31.150	0	31.150	1,1	0,0	1,1	0,0
 İsviçre	1.266	12.988	-10.405	2.583	10,3	-8,2	2,0	-80,1
 İtalya	9.578	85.573	-56.777	28.796	8,9	-5,9	3,0	-66,3
 Macaristan	2.057	6.243	-42	6.201	3,0	0,0	3,0	-0,7
 Norveç	12.124	47.885	-28.552	19.333	3,9	-2,4	1,6	-59,6
 Portekiz	4.341	57.145	-55.797	1.348	13,2	-12,9	0,3	-97,6
 Romanya	6.989	43.177	-19.676	23.501	6,2	-2,8	3,4	-45,6
 Rusya Federasyonu	897.017	926.360	-296.764	629.595	1,0	-0,3	0,7	-32,0
 Yunanistan	3.481	2.305	-76	2.229	0,7	0,0	0,6	-3,3
 Türkiye	22.798	94.701	-45.126	49.575	4,2	-2,0	2,2	-47,7

Ormanlardaki Karbon Tutumlarını Etkileyen Faktörler

İklim değişikliğiyle mücadele için net sıfır karbon emisyon hedefinin gündeme gelmesi ve aynı zamanda birey, kurum ve şirketlerin de karbon denkleştirmede ormanlar ve ağaçlandırmaların tuttuğu CO₂ miktarını kullanmak istemeleri nedeniyle ormanlarda karbon depolanması önem kazanmaya başlamıştır. Ormanlarda karbon tutumları ve depolanmasının artırılması için öncelikle bu ekosistemler tarafından gerçekleştirilen yıllık karbon tutum ya da salımlarının hesaplanma yöntemlerinin bilinmesi yararlı olacaktır. Bu konuda stok değişimi ve kayıp-kazanç olarak adlandırılan iki farklı yöntemden yararlanılmaktadır.

Stok değişimi yönteminde ormanlardaki karbon havuzlarındaki (biyokütle, ölü odun, ölü örtü ve toprak) karbon stokları ardışık iki orman envanteri ile ölçülmekte ve iki envanter arasındaki süreye (ör. 10 ya da 20 yıl) bölünerek

karbon stoklarındaki yıllık değişim ortaya konmaktadır. Ancak ülkemizde dâhil olmak üzere envanterlerde çoğunlukla kayıp-kazanç yöntemi kullanılmaktadır.

Kayıp-kazanç yönteminde ağaç serveti yerine yıllık ortalama gövde odunu hacim artımı kullanılmaktadır. Hacim artımı, ağaç servetinde ağaçların çap ve boyunun artmasına bağlı olarak gerçekleşen yıllık artışı ifade etmekte olup, m³ cinsinden ölçülmektedir. Ancak bu değer ağırlığa başka bir ifadeyle biyokütleyle (kg ya da ton) dönüştürülmesi gerekmektedir. Hacim artımı sadece gövde odunundaki yıllık büyümeyi içerdiği için buna dal, yaprak, kabuk ve köklerdeki büyümeyle biriktirilen yıllık karbon da eklenmelidir. Bu işlem için ülkeye hatta ülkedeki ekolojik bölgelere göre ve ağaç türlerine özgü gövde odunu hacim artımını toprak üstü biyokütleyle dönüştürme ve genişletme katsayılarından (BCEF) yararlanılmaktadır (Tolunay, 2011, 2012). Ülkemizde bazı orman ağaçları ile iğne yapraklı ve geniş yapraklı ormanlar için kullanılabilir katsayılar Tolunay (2013b, 2019) tarafından geliştirilmiş olup, sera gazları ulusal envanterimizde bu katsayılar kullanılmaktadır. Sonrasında bu toprak üstü biyokütle hesabına toprak altı (kök) biyokütlesinin de eklenmesi gereklidir. Bu işlemde yine kök biyokütlesinin toprak üstü kütleyle oranlanmasıyla elde edilen katsayılar ile hesaplama yapılmaktadır. Ülkemizde bu katsayı için IPCC (2006) kılavuzunda verilen değerlerden yararlanılmaktadır. Toprak üstü ve toprak altı biyokütle toplanarak elde edilen toplam biyokütle, iğne yapraklı türlerin kuru ağırlığının % 51'inin ve geniş yapraklı ağaçların da % 48'inin karbon olmasından hareketle bu değerlerle çarpılarak önce ağaçların tüm kütledeki karbon stoku bulunmakta, ardından bu değer 44/12 ile çarpılarak CO₂'ye dönüştürülmektedir.

Ancak hacim artımıyla gerçekleşen karbon birikiminin bir kısmı odun üretimi, kaçak kesimler, yangın, böcek zararları ile kaybedildiği için bu kayıpların da hesaplanması ve yıllık karbon birikiminden düşülmesi gerekmektedir. Kayıp-kazanç yöntemi temelde net biyom üretiminin hesaplanmasıdır. Yıl içinde artımdan daha fazla kayıp olursa ormanlar salım kaynağı haline gelecektir.

Sonuç olarak, orman alanı, ağaç serveti ve hacim artımı arttıkça ormanlarda biriktirilen karbon miktarı artacak; ormansızlaşma ve orman tahribatı, yangınlar, aşırı odun üretimi, böcek ve mantar zararları, kar ve fırtına devrikleri, kaçak kesimler arttıkça karbon tutumu azalacak, hatta ormanlar salım kaynağı haline gelebilecektir. Aşağıdaki bölümlerde ormanlar tarafından biriktirilen karbonun miktarını etkileyen faktörler daha detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Orman alanı miktarı

OGM verilerine göre ülkemiz orman alanları sürekli artmakta olup 2022 yılı sonu itibarıyla 23,2 milyon hektara ulaşmıştır. Ancak 6831 Sayılı Orman Kanunu gereğince ormanlar yerleriyle birlikte orman sayılmaktadır. Bu nedenle yangınlarla kaybedilen, gençleştirme için kesilen ya da ormancılık dışı kullanımlara tahsis edilen alanlar üzerlerinde fiilen orman olmasa da orman olarak gösterilmeye devam etmektedir (Tolunay, 2021b). Örneğin, 2021 yılında ülkemizde 140 bin ha orman alanı yanmıştır. Yanan bu alanlarda ağaç olmadığı, tohum ekimi ya da ağaçlandırma ile yeniden ormanlaştırılıncaya kadar CO₂ tutumu yapılamayacağı için bu alanların sera gazı envanteri hesaplamalarına dâhil edilmemesi gerekmektedir. Ayrıca Orman Kanunu'ndaki tanım ile FAO'nun orman tanımının örtüşmemesinden de kaynaklı farklar bulunmaktadır. Arazi kullanımları arasında her yıl değişimler olabilmekte ve bu değişimler karbon tutum ya da salımlarını etkilemektedir. Bu nedenle ulusal sera gazları envanter metodolojisinde ülkelerde orman, tarım, otlak, sulak alan gibi ekosistemlerin fiili durumunun belirlenmesi ve buna göre hesaplama yapılması istenmektedir. Ekosistemlerin envanter yapılan yıldaki fiili durumu da uydu görüntüleri ile belirlenmektedir. Bu amaçlarla tüm ülkeyi kapsayacak şekilde değişik zaman aralıklarında (çoğunlukla 5-6 yıl) uydu görüntüleri üzerinden altı arazi kullanım sınıfının dağılımı ve bu zaman aralığında arazi kullanımları arasındaki değişimler ortaya konmaktadır. Bu şekilde belirlenen arazi kullanım sınıflarının alanları yardımıyla AKAKDO sektöründeki tutum ve salımlar hesaplanmaktadır.

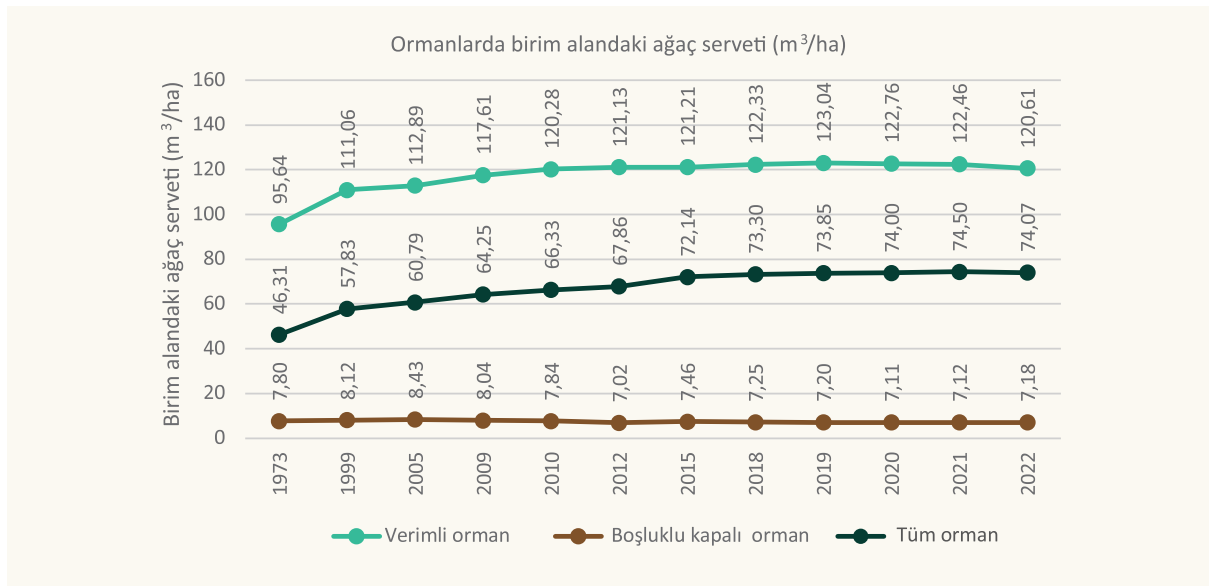
Ağaç serveti ve artım

Ormanlarda birim alandaki ağaç servetinin artması hem hacim artımının hem de yıllık karbon birikimlerinin artması anlamına gelmektedir. Yıllık ortalama hacim artımı bir bakıma bankaya yatırılan paranın faizi olarak düşünülebilir. Faiz bankadan çekilmediği ya da bir kısmı çekildiğinde anaparaya eklenecek ve ertesi yıl faiz getirisi daha fazla olacaktır. Buna karşılık faizin tamamı çekildiğinde anapara ve faiz getirisi değişmeyecektir. Ancak anapara eksildikçe faiz getirisi de azalacaktır.

OGM tarafından her yıl açıklanan resmi verilere göre orman alanları yanında ağaç serveti ve hacim artımı artmaktadır (Tablo 3.3). Ancak bu veriler ülke geneli için toplam olarak verilmektedir. Dolayısıyla orman alanı arttığı için ağaç serveti ve hacim artımı da artmış görünmektedir. Resmi verilerin bu şekilde verilmesi yanıltıcı olmaktadır. Nitekim ağaç serveti ve hacim artımlarının orman alanına bölünmesiyle elde edilen birim alandaki değerler incelendiğinde ormanlarımızdaki ağaç serveti ve artımlar azalmaktadır. Bu durumun birkaç nedeni olabileceği değerlendirilmektedir. Bir nedeni, son yıllarda orman amenajman planları yenilenirken önceki yıllarda orman olarak kayıtlara geçirilmeyen seyrek ağaçlı alanların ve toprak koruma fonksiyonu olan makiliklerin orman sınırlarına dâhil edilmesidir. Bu durumda orman alanı artmakta ama seyrek ağaçlı alanların ve makiliklerin ağaç servetiyle hacim artımları düşük olduğu için birim alandaki değerleri düşmektedir. Bir diğer nedeni ise odun üretiminin artırılmak istenmesi nedeniyle ormanların daha erken gençleştirmeye alınması ve aralamalarla daha fazla kesim yapılmasıdır. Bu uygulama da birim alandaki değerlerin düşmesinde etkilidir. Nitekim birim alandaki ağaç serveti miktarları verimli ormanlarda 2020, 2021 ve 2022 yıllarında azalmıştır. Boşluklu kapalı ormanlarda birim alandaki azalma ise 2019 yılında başlamıştır (Şekil 3.7).

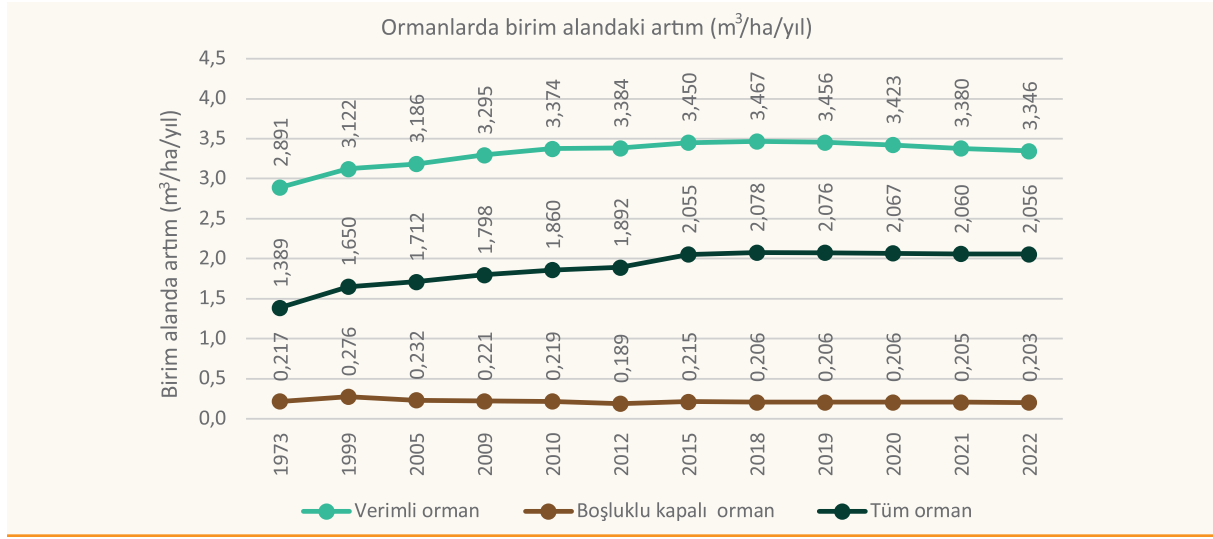
Tablo 3.3. Türkiye’de ormanlardaki ağaç serveti ve artım miktarları [OGM (2023)’den yararlanılarak oluşturulmuştur].

Yıl	Ağaç serveti (m ³)			Artım (m ³ /yıl)		
	Verimli orman	Boşluklu kapalı orman	Toplam	Verimli orman	Boşluklu kapalı orman	Toplam
1973	847.033.015	88.479.135	935.512.150	25.604.869	2.458.336	28.063.205
1999	1.113.612.229	87.179.408	1.200.791.637	31.306.039	2.963.611	34.269.650
2005	1.199.034.187	89.090.585	1.288.124.772	33.834.897	2.447.394	36.282.291
2010	1.347.453.572	81.051.145	1.428.504.717	37.800.646	2.260.948	40.061.594
2012	1.400.050.239	71.087.695	1.471.137.934	39.114.713	1.910.640	41.025.353
2015	1.539.823.528	71.950.665	1.611.774.193	43.834.437	2.069.646	45.904.083
2018	1.588.247.192	69.872.808	1.658.120.000	45.010.077	1.989.923	47.000.000
2019	1.609.841.860	69.514.350	1.679.356.210	45.210.077	1.989.923	47.200.000
2020	1.628.295.394	68.759.606	1.697.055.000	45.410.077	1.989.923	47.400.000
2021	1.653.240.668	68.454.332	1.721.695.000	45.626.369	1.973.631	47.600.000
2022	1.668.239.148	68.162.852	1.736.402.000	45.862.687	1.937.313	47.800.000



Şekil 3.7. Türkiye’de ormanlarda birim alandaki ağaç serveti miktarlarının yıllara göre değişimi [OGM (2023)’den yararlanılarak oluşturulmuştur].

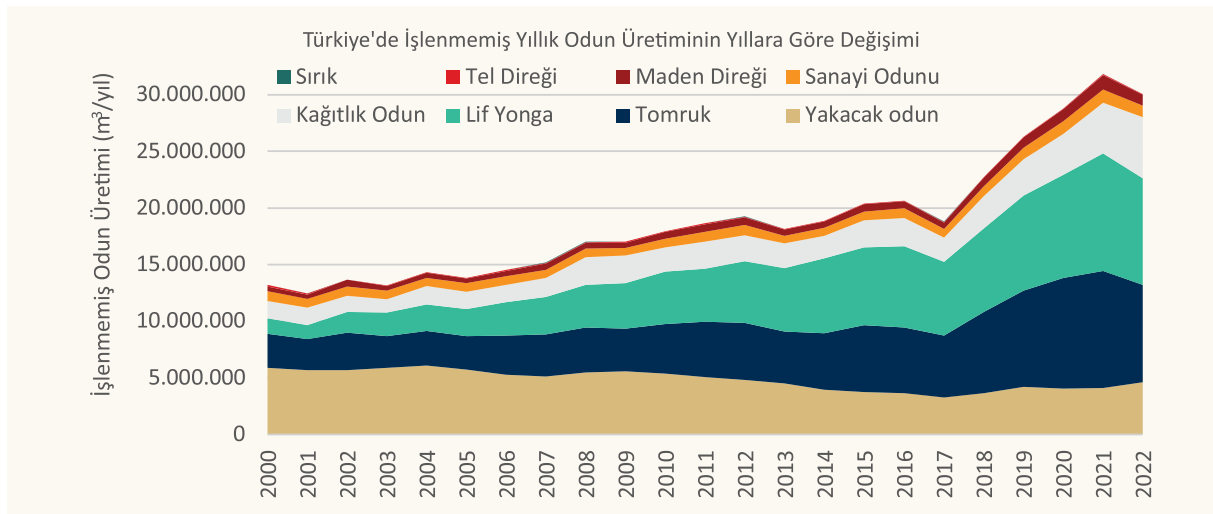
Birim alandaki artım miktarlarında da benzer bir durum söz konusu olup azalma 2018 yılı sonrasında başlamıştır (Şekil 3.8). Sera gazı ulusal envanterinde uydu görüntülerinden belirlenen orman alanları ve birim alandaki artım miktarları kullanılarak ormanlar tarafından atmosferden alınan brüt CO₂ miktarı hesaplandığı için, artımların düşmesi atmosferden alınan karbon miktarının da azaldığı anlamına gelmektedir.



Şekil 3.8. Türkiye’de ormanlarda birim alandaki artım miktarlarının yıllara göre değişimi [OGM (2023)’den yararlanılarak oluşturulmuştur].

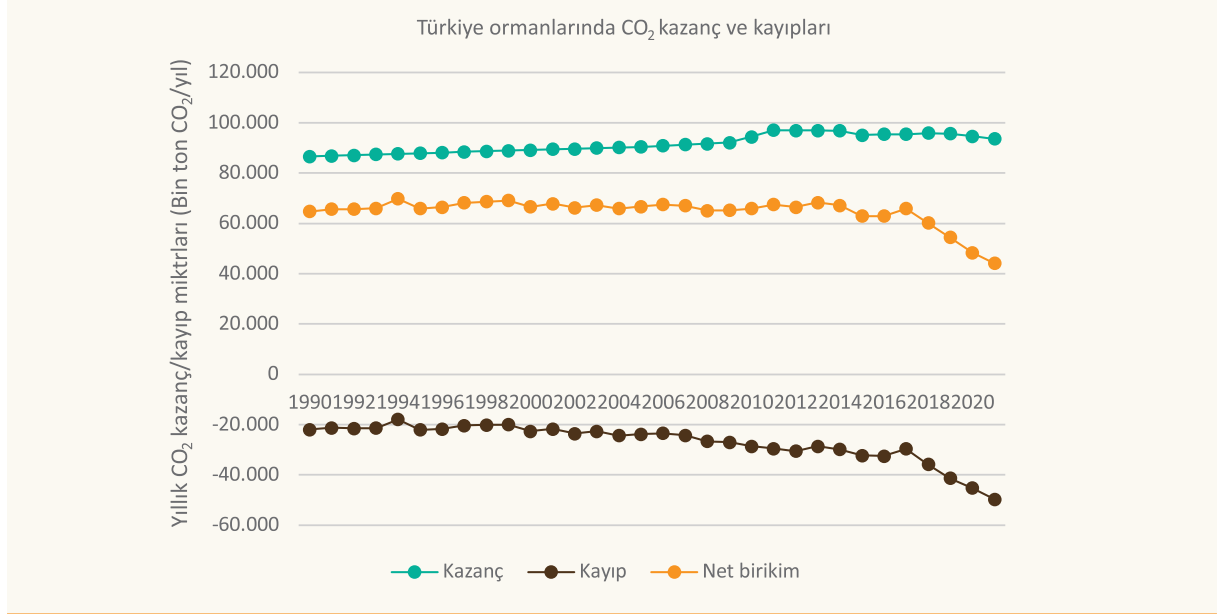
Odun üretimi

Kayıp-kazanç yönteminde hacim artımı ile biyokütlede meydana gelen artışlar kazançları oluştururken odun üretimi ile orman dışına çıkartılan odun hammaddesi de kayıp kısmının en önemli bölümünü oluşturmaktadır. Ülkemizde uzun yıllar ormanlarda gerçekleşen artımın % 40-50 kadarı odun üretimi ile alınmış ve geri kalan artımın ağaç servetine eklenmesiyle sonraki yıllarda hem ağaç serveti hem de artımlar sürekli yükselmiştir. Bu durum 2018 yılına kadar devam etmiştir. Bu yılda döviz kurlarında yaşanan dalgalanma nedeniyle odun hammaddesi ihtiyacını ithalatla karşılayan başta ahşap esaslı levha sektörü olmak üzere diğer bazı şirketler iç piyasaya yönelmiştir. Böylece 2000 yılında 13,2 milyon m³ ve 2017 yılında 18,8 milyon m³ olan yıllık odun üretim miktarı sonrasında sürekli artmış, 2020 yılında 28,8 milyon m³ ve 2021 yılında 31,9 milyon m³ olarak gerçekleşmiştir. 2022 yılında ise 30 milyon m³ kadar odun üretimi yapılmıştır. Böylece odun üretimleri yaklaşık olarak 2012 yılına göre iki, 2005 yılına göre ise üç kat artmıştır (Şekil 3.9). 2019 yılında artımların % 56’sı, 2020 yılında % 61’i ve 2021 yılında ise % 67’sine karşılık gelen miktarlarda odun üretimi yapılmıştır. 2022 yılındaki üretim ise artımların % 63’ü olmuştur.



Şekil 3.9. Ormanlarımızdan yapılan odun üretimi miktarlarının yıllara göre değişimi [OGM (2023)’den yararlanılarak oluşturulmuştur].

Daha önce açıklandığı üzere, artımın % 60-70'ine karşılık gelen ve bir bakıma aşırı olarak nitelendirilebilecek odun üretimi nedeniyle birim alandaki ağaç serveti ve artım değerleri düşmüştür. Odun üretimindeki artışla 2017 yılında 30 milyon ton kadar olan CO₂ kaybının da 2021 yılında 50 milyona çıkması ile ormanların biriktirdiği net CO₂ miktarı 50 milyon tonun altına gerilemiştir (Şekil 3.10).



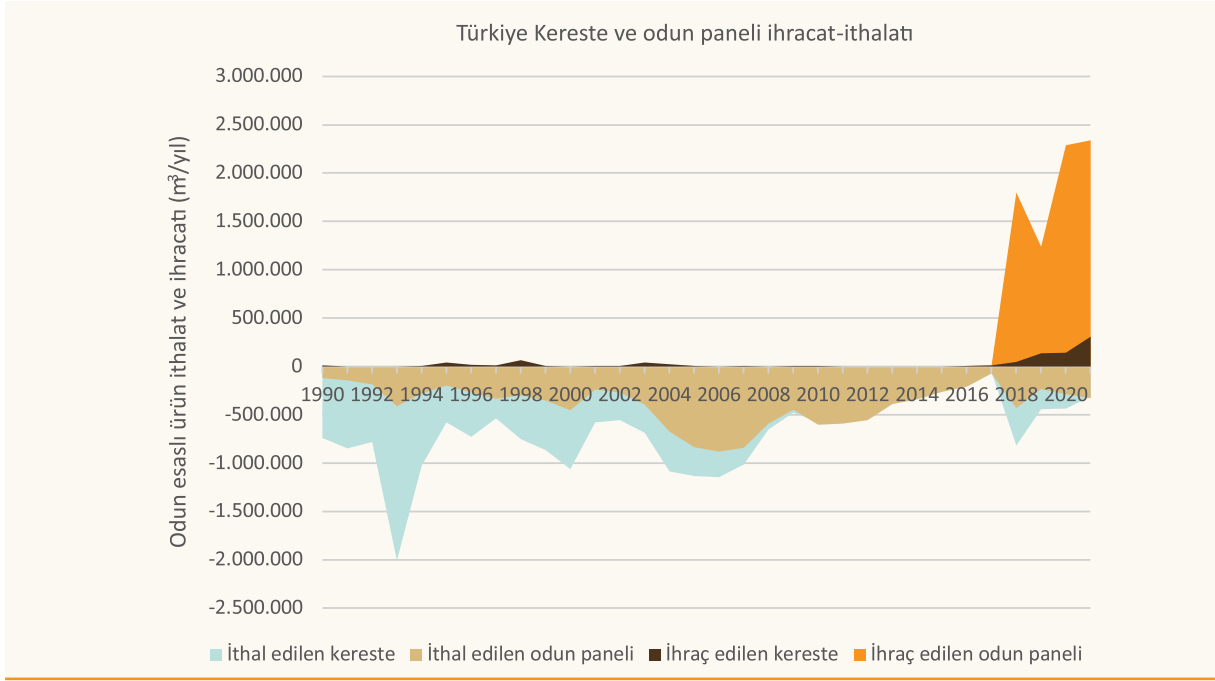
Şekil 3.10. Sera gazları ulusal envanter raporuna göre ormanlarımızdaki CO₂ kazanç ve kayıp miktarları (- değerler kayıplar, + değerler kazançlardır.) [NIR Türkiye (2023)'den yararlanılarak oluşturulmuştur].

Orman yangınları, böcek ve mantar zararları ile rüzgâr ve kar devrikleri

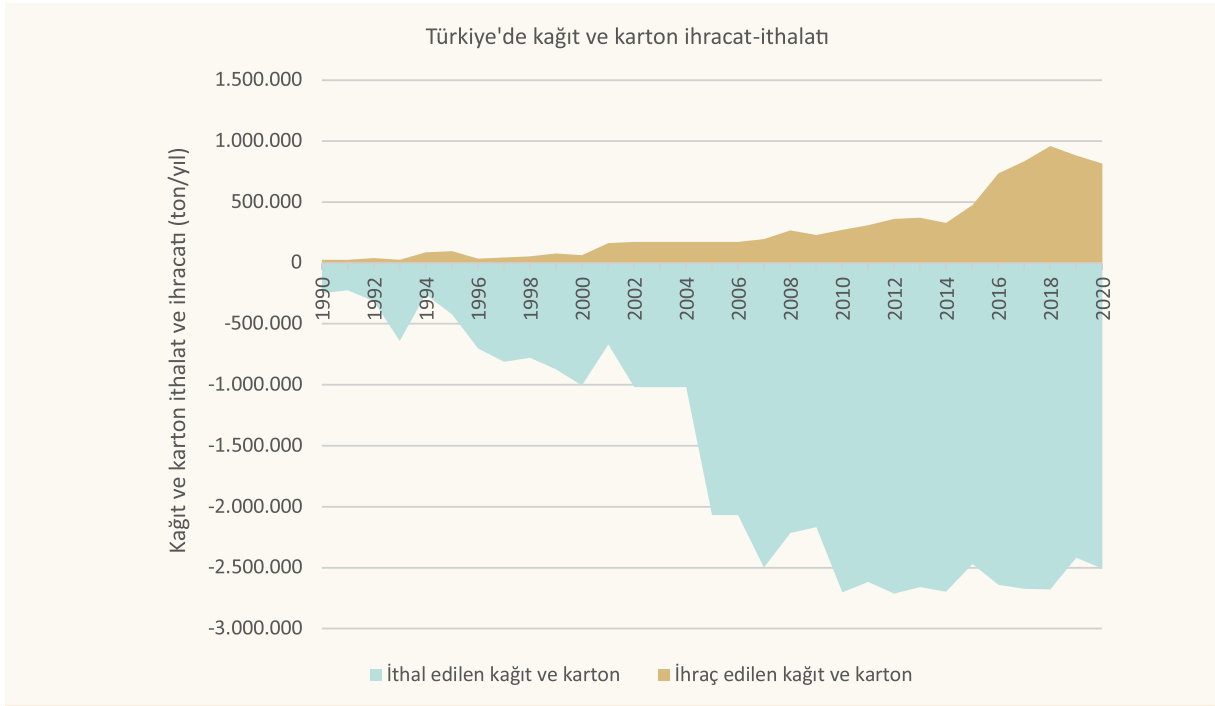
Önceki bölümlerde değinildiği üzere ülkemizde yıllık ortalama olarak abiyotik zararlar nedeniyle 1,3 milyon m³ ve biyotik zararlar nedeniyle 367 bin m³ ağaç kesilmektedir. Ulusal envantere biyotik ya da abiyotik etkenler nedeniyle zarar gören ağaçlarla kaybedilen CO₂ miktarı hesaplanmamaktadır. Bu durumun sebebi yanan, rüzgârla devrilen ya da zararlıların kuruttuğu ağaçların kesilerek satılması ve odun üretimi içinde gösterilmesidir. Ancak biyotik ya da abiyotik faktörlerden zarar gören ancak ölmeyen, örneğin, böcek zararlarıyla yapraklarının bir kısmının yendiği ağaçlarda oluşan CO₂ kayıpları hesaplanmamakta olup bunların gelecekte envantere dâhil edilmesi gerekmektedir.

Odun esaslı ürün ithalat ve ihracatı

Ormanlardan odun üretimi yapıldığında ormanlardaki biyokütlede karbon stok ve yıllık birikimleri azalmaktadır. Yakacak amaçlı kesilen odun hammaddesi yakıldığı için bu odunlarda depolanmış karbon CO₂ olarak yeniden atmosfere dönmektedir. Ancak yapacak odun hammaddesi mobilya, yonga levha, orta-yüksek yoğunlukta lif levha, kâğıt vb. amaçlarla kullanıldığında karbon bu ürünlerde de uzun yıllar depolanmaktadır. Bu nedenle, odunun yapacak amaçlı kullanıldığı ürünlere *hasat edilmiş odun ürünleri* havuzu denmektedir. Odun esaslı ürünler yurt içinde kullanıldığında bu karbon havuzundaki karbon birikimleri artmaktadır. Yine yurt dışından ithal edilen ve odun içeren ürünlerdeki karbon da ulusal sera gazları envanterinde hesaplanarak karbon tutumu olarak envantere kaydedilmektedir. Buna karşılık odun esaslı ürünler ihraç edildiğinde envantere kayıp hanesine yazılmakta, böylece yıllık karbon tutumları azalmaktadır. Ülkemizde 1990 yılında 3 milyon ton CO₂/yıl olan hasat edilmiş odun ürünleri havuzundaki yıllık karbon birikimi 2016 yılında 13 milyon tona yükselmiş, sonrasında sürekli olarak azalarak 2020 yılında 11,3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Şekil 3.6). Hâlbuki bu dönemde ormanlardan yapılan odun üretimi sürekli artmıştır (Şekil 3.9). Odun üretiminin büyük çoğunluğunun yapacak odun olması nedeniyle hasat edilmiş odun ürünleri karbon havuzundaki birikimlerin artması gerekirken azalmasının en büyük nedeni ülkemizde odun esaslı ürün ihracatındaki artıştır (Şekil 3.11 ve Şekil 3.12).



Şekil 3.11. Türkiye’de 1990-2020 yılları arasındaki kereste ve odun paneli ihracat-ithalatı (NIR Türkiye, 2023).



Şekil 3.12. Türkiye’de 1990-2020 yılları arasındaki kâğıt ve karton ihracat-ithalatı (NIR Türkiye, 2023).

3.4. Ormanlarda Karbon Yönetimi

Karbon yutak alanı olarak ormanların öneminin giderek artması nedeniyle ağaçlandırma yoluyla orman alanlarının artırılması daha fazla gündeme gelmektedir. Ancak daha önce değinildiği üzere *yutak alan miktarına ek olarak ormanlardaki artımın da artırılması ve aynı zamanda odun üretimi ve yangınlar gibi nedenlerle oluşan karbon kayıplarının da önlenmesi gerekmektedir.* Ayrıca karbon stoklarının yüksek olduğu ormanların korunması da diğer bir yaklaşımdır. Kısaca artırma, kaçınma ve koruma olarak üç ayaklı bir yaklaşım uygulanabilir.



Artırma: Ağaçlandırma, Ormanlaştırma ve Yeniden Ormanlaştırma

Orman alanlarının artırılması ya da yangınlardan sonra yanan alanlarda orman kurulması için ağaçlandırma yapılması talebi kamuoyu tarafından sıkça dile getirilmektedir. Bu talep bağlamında ağaçlandırma kavramına daha kapsamlı bir şekilde değinmek gereklidir. Ağaçlandırma ile orman oluşturmak mümkün olsa da kentsel alanlarda yol kenarı ve çeşitli kamu yapılarının bahçeleri gibi kısıtlı alanlarda yapılan ağaçlandırmalar ile orman kurulamamaktadır. Ağaçlandırmaların bir kısmı ise hâlihazırda orman olan alanlarda yapıldığı için mevcut orman varlığının dolayısıyla yutak alanların genişlemesine katkı sağlamamaktadır. Bu nedenle ağaçlandırma kavramı yerine FAO ve BMİDÇS tarafından ormanlaştırma, yeniden ormanlaştırma ve yeniden bitkilendirme kavramları tanımlanmıştır.

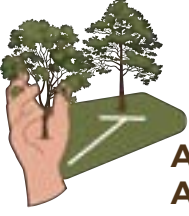
Ülkemizde OGM tarafından 1946 yılından itibaren 2,5 milyon hektardan fazla alanda ağaçlandırma yapılmıştır. Ancak bu ağaçlandırmaların önemli bir kısmı hâlihazırda orman olan alanlarda gerçekleştirilmiş olduğu için yeniden ormanlaştırma kapsamındadır. Orman dışı alanlarda yapılan ağaçlandırmalara dair istatistikler ise 1991 yılına kadar tutulmuş olup 50 bin ha kadardır. Karbon yutak alanlarının artırılması için ormanlaştırma çalışmalarına ağırlık verilmesi gerekmektedir. Ancak ülkemizde tarım ve mera alanlarının ormanlaştırılması yasal olarak mümkün değildir. Yine sahipli arazilerdeki orman ağacı türleriyle yapılan ağaçlandırmalarla oluşturulan alanlar Orman Kanunu'na göre orman sayılmamaktadır. Karbon depolanması açısından ağaçların uzun süre kesilmeden arazide kalmaları gerektiği ve kanunen orman sayılmayan alanlardaki ağaçlandırmalarda bu durumun belirsiz oluşu sorun oluşturmaktadır.

OGM tarafından gerçekleştirilen ağaçlandırmaların büyük bir çoğunluğu yeniden ormanlaştırma çalışması karakterindedir. Çoğunlukla boşluklu kapalı ormanlarda ya da yanan orman alanlarında yapılan çalışmalar orman alanlarının dolayısıyla yutak alanların genişlemesine katkı sağlamamakta ancak ağaç serveti ve artımın yükselmesini sağladığı için karbon birikimini artırmaktadır.

Ülkemizde ormanlaştırmaya konu olabilecek arazilerin miktarı hakkında bir çalışma bulunmamaktadır. Ormanlaştırma için potansiyel oluşturan hazine arazilerinde yapılabilecek ormanlaştırma çalışmaları oldukça sınırlı kalacaktır. Çünkü halen orman rejimi dışındaki hazine arazilerinde su ve rüzgâr erozyonu nedeniyle toprakların taşınmış olması, taşlılık, yarı kurak iklime sahip bölgelerde yağışın yetersizliği ve yüksek dağlık alanların soğuk olması nedeniyle ormanlaştırma yapılması oldukça zordur. Ormanlaştırmaya uygun hazine arazilerinin bir kısmı ise köylüler tarafından fiilen mera olarak kullanıldığı için ağaçlandırılmasına karşı çıkmaktadır. Bu nedenle:



Ağaçlandırma çalışmalarıyla orman alanlarının genişletilmesi olanağı oldukça sınırlıdır. Ancak tarım alanları içinde rüzgâr perdeleri, hayvanlar için gölgelik gibi amaçlarla ağaçlandırmalar yapılarak az da olsa ağaçlı alanlar oluşturulabilir. Akarsu kenarı ağaçlandırmaları da su sıcaklığının azaltılması ve taşkınların önlenmesi açısından da önemlidir. Tarım topraklarının toplulaştırılması çalışmalarında bazı alanlarda ağaçlandırmalar yapılması, hem biyolojik çeşitlilik hem de karbon depolanması açısından değerlendirilmelidir. Ancak günümüzdeki arazi toplulaştırması uygulamalarında tarla sınırlarındaki ağaçlar kaldırıldığı için tarım alanlarındaki ağaç varlığı da azalmaktadır.

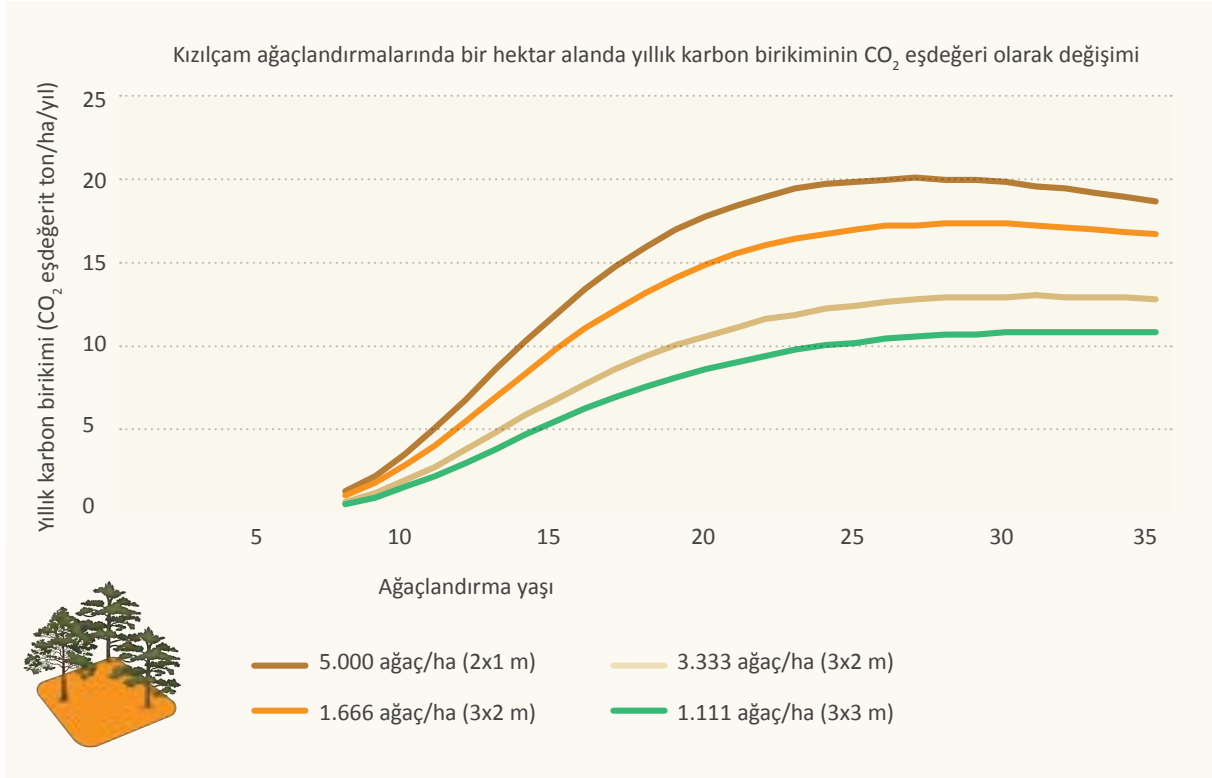


Artırma: Ağaçlandırmada Kullanılacak Ağaç Türünün ve Dikim Aralığının Seçimi

Ağaçlandırma, ormanlaştırma ve yeniden ormanlaştırma çalışmalarında dikilecek ağaç türü ve dikim aralığı önem arz etmektedir. Dikilecek türün ve bunların dikim aralığının belirlenmesi, ağaçlandırmanın odun hammaddesi, odun dışı orman ürünü üretimi ya da koruma amaçlı olması durumuna göre değişiklik gösterir. Yapacak odun üretimi artırılsın isteniyorsa dikim aralığı geniş tutulabilir; buna karşılık ağaç çapının önemli olmadığı daha çok biyokütle üretmek amacıyla gerçekleştirilen ağaçlandırmalarda ise dikim aralığı daha sık olabilir. Odun hammaddesi üretimi amaçlı ağaçlandırmaların bir türü de endüstriyel ağaçlandırmalardır. *Endüstriyel ağaçlandırmalar* iyi yetişme ortamı koşullarında gerektiğinde sulama ve gübreleme de yapılabilecek, hızlı gelişen, doğal ya da yabancı türlerin kullanılabilirdiği ağaçlandırmalardır. *Koruma amaçlı ağaçlandırmalar* ise sel ve erozyonun önlenmesi, böylece su veriminin artırılması, toprakların korunması amacıyla tesis edilir. Bu ağaçlandırmalarda ana amaç kısa sürede kapalılığı oluşturarak sellerin ve erozyonun önlenmesidir.

Ağaçlandırmalarda dikim aralıkları aynı zamanda makinelik işleme yapılıp yapılmayacağına, yangın riski olup olmadığına, yetişme ortamı koşullarına, olası hastalık ve zararlılara dayanıklılığa, maliyete, işgücüne göre de belirlenebilmektedir. Sık dikilen fidanların belli sürelerle seyreltilip kalan bireylerin büyüme alanının artırılması gerekebilir. İşgücünün olmaması ya da ekonomik zorluklar nedeniyle sık dikim tercih edilmeyebilir. Sık dikim ile yapılan ağaçlandırmalarda yangın riski de fazladır. Yine makinelik işleme yapılacaksa dikim aralıkları sıra aralarına makinelerin girebileceği şekilde belirlenmelidir.

Ağaçlandırmalarda amaç karbon biriktirmek ise birim alanda daha fazla biyokütle üretmek için sık dikim aralıkları tercih edilmelidir. Örneğin, yaşa göre değişmekle birlikte yıllık CO₂ birikiminin en yüksek olduğu 25-35 yaşları arasında 2x1 m aralıkla dikilen (hektarda 5.000 ağaç) kızılçam ağaçlandırmalarında 20 ton/ha/yıl CO₂ biriktirilirken; bu miktar 3x3 m dikim aralığında (hektarda 1.111 ağaç) 11 ton/ha/yıl'a düşmektedir (Şekil 3.13).



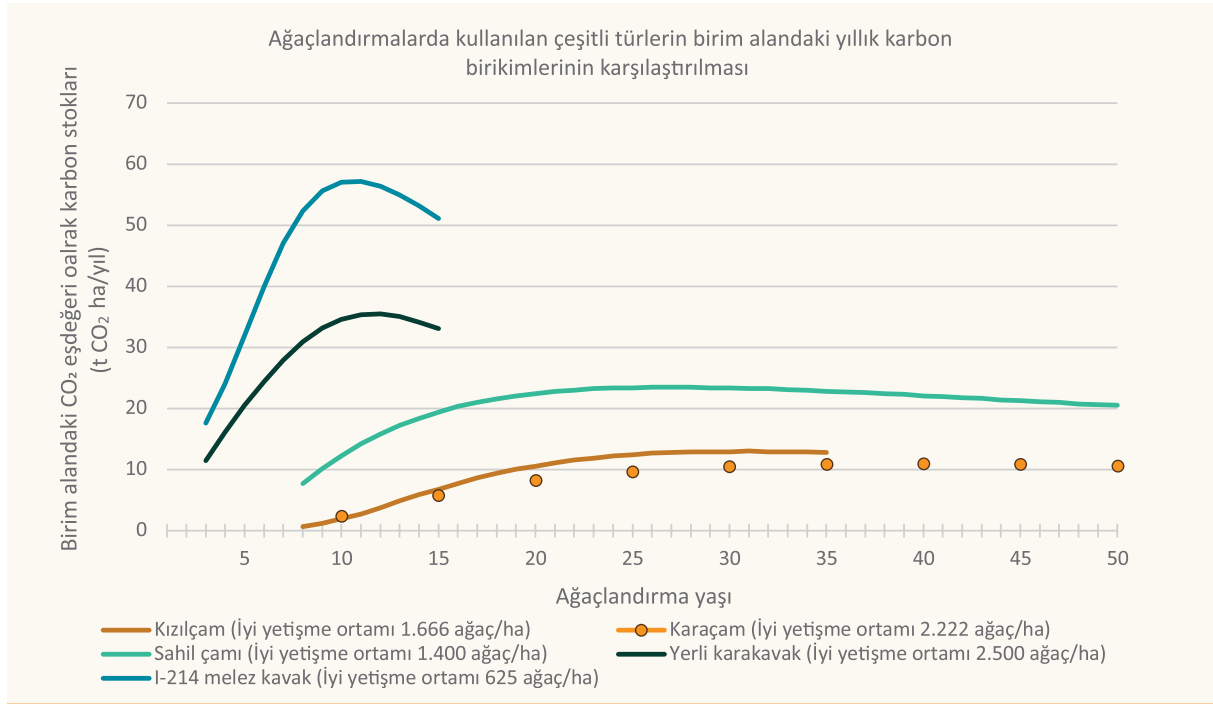
Şekil 3.13. Kızılçam ağaçlandırmalarında dikim aralığına göre değişen ağaç sayılarının yıllık karbon birikimine etkisi [Usta (1990)'dan yararlanılarak oluşturulmuştur].

Ağaçlandırmalarda tür seçimi önemlidir, ancak fazla karbon depolayan ağaç şeklinde bir kavram bulunmamaktadır. Öncelikle dikim yapılacak bölgenin iklimine uygun ve doğal türler seçilmelidir. Çünkü ağaçlandırma hangi amaçla yapılacak olursa olsun öncelikli amaç fidanların uzun yıllar hayatta kalması olmalıdır.

Ağaçlandırılacak bölgenin iklim, toprak, bakı gibi ekolojik özelliklerine uygun olmayan türlerin uzun vadede hayatta kalması ve sağlıklı büyümesi daha zordur. Aşağıda belirtildiği gibi farklı sebeplerle yöreye özgü olmayan türlerin seçildiği durumlar gerçekleşebilir, ancak temel prensip yöreye özgü türlerin, hatta ekotiplerin seçilmesidir.

Endüstriyel ağaçlandırmalarda amaç kısa sürede en yüksek miktarda odun hammaddesi üretmek olduğu için hızlı gelişen yabancı türler de kullanılmaktadır. *Hızlı gelişen tür* terimi hektarda yılda 10 m³'ten fazla hacim artımı yapan ağaç türleri için kullanılmaktadır. Ülkemizde endüstriyel ağaçlandırmalarda en fazla tercih edilen yabancı ağaç türü sahil çamıdır. Ancak bu tür Ege ve Akdeniz'de kireçli topraklarda iyi gelişmemektedir. Bu nedenle daha çok Marmara ve Batı Karadeniz'deki ağaçlandırmalarda kullanılmıştır. OGM tarafından odun hammaddesi ihtiyacını karşılamak amacıyla 2013-2023 yılları arasında kapsayan Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı hazırlanmıştır. Yapılan incelemelerde orman alanları içinde toprak derinliği, eğim, yükselti, iklim gibi koşullar açısından 165 bin ha kadar bir alanın endüstriyel ağaçlandırma için uygun olduğu belirlenmiştir. Endüstriyel ağaçlandırmalarda ağırlıklı olarak kızılçam türü tercih edilirken; az da olsa sahil çamı, kavak, kızılğaç, okaliptüs ve dişbudak türleri de kullanılabilir. Son yıllarda endüstriyel ağaçlandırmalarda alan seçiminde uygulanan toprak derinliği, eğim ve yükselti gibi kriterler genişletilmiş ve böylece endüstriyel ağaçlandırmaların normal ağaçlandırmalardan farklı kalmamıştır. Endüstriyel ağaçlandırmalar için mevcut ormanların tıraşlanarak kesilmesi de kamuoyu tarafından tepki görmektedir.

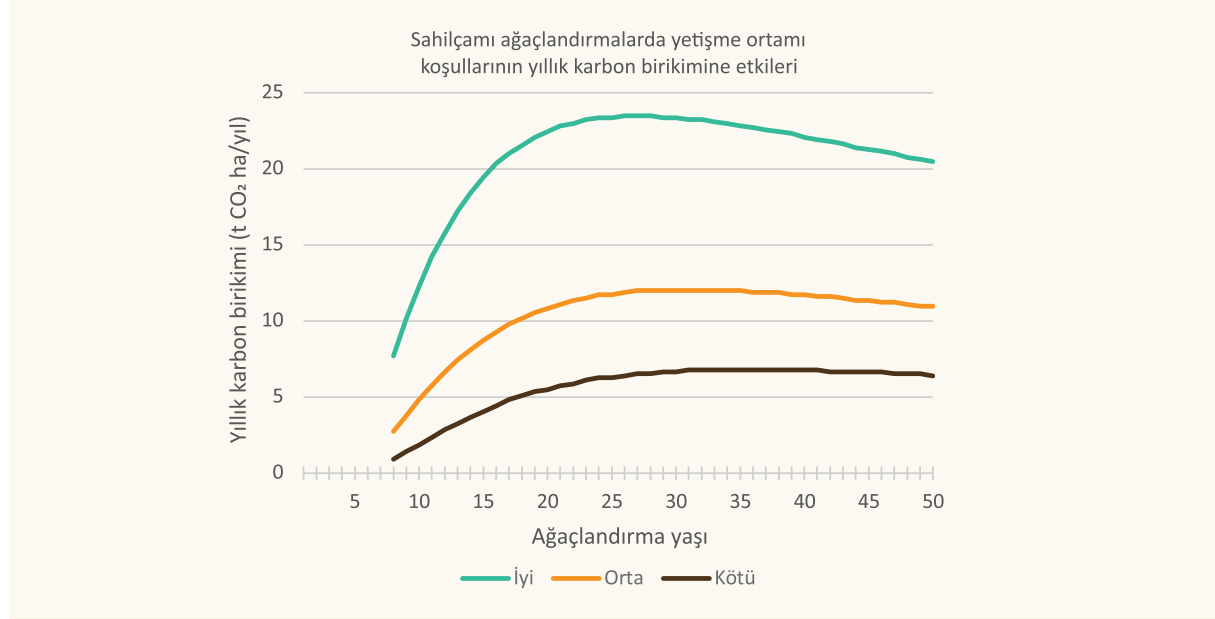
Endüstriyel ağaçlandırmalarda kullanılan bazı türler ile kızılçamdan sonra ağaçlandırmalarda en fazla tercih edilen karaçam türünün iyi yetişme ortamlarındaki yıllık karbon birikimleri Şekil 3.14'te gösterilmiştir. Buna göre I-214 klonu melez kavak (*Populus euroamericana*) yıllık olarak en fazla karbon biriktirebilen türdür. Ancak kavakların derin topraklara sahip nemli iklimlerde yetiştirildiğini, bu alanların çoğunlukla 1. sınıf tarım arazisi olduğunu ve çoğu zaman da sulandığını hatırlatmakta yarar bulunmaktadır. 8 yaşındaki sahil çamı ağaçlandırmalarında 7,7 t CO₂/ha/yıl olan yıllık karbon birikimi 26 yaşında 23,5 t CO₂/ha/yıl'a yükselmekte sonrasında azalmaktadır. Kızılçam ve karaçam ağaçlandırmalarında ise yıllık birikimler çok daha düşüktür (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Çeşitli ağaç türlerinin iyi yetişme ortamlarında birim alanda depolayabildikleri yıllık karbon miktarlarının (t CO₂/ha/yıl) yıllara göre değişimi [Karakavak ve melez kavak için Birler (2010), sahil çamı için Özcan (2003), kızılçam için Usta (1990) ve karaçam için Mısır (2003)'dan yararlanılarak oluşturulmuştur].

Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı'nda öngörülen 165 bin ha ağaçlandırmanın 2021 yılı sonu itibarıyla ancak yarısı tamamlanmıştır. Öngörülen hedefe ulaşılsa dahi bu ağaçlandırmaların yıllık ortalama 10 m³ artım gerçekleştirmesi durumunda 2,1 milyon t CO₂/ha/yıl, 15 m³ hacim artım halinde ise 3,2 milyon t CO₂/ha/yıl karbon birikimi gerçekleştirebileceklerdir.

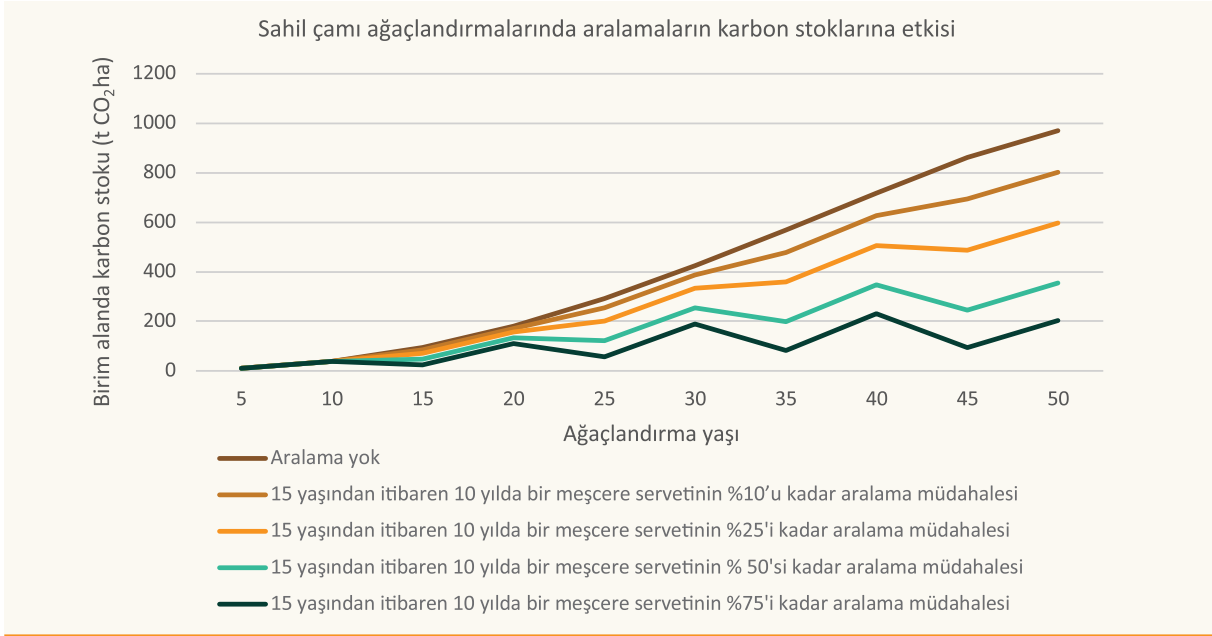
Ağaçlandırmalarla biriktirilebilecek karbon miktarı ağaçlandırmaların yapılacağı alanların yetişme ortamı özelliklerine göre de değişmektedir. Yetiştirme ortamı koşullarını toprak derinliği, eğim, bakı, yükselti, iklim koşulları gibi ekolojik özellikler etkilemektedir. Örneğin, toprak derinliği ve yağış arttıkça, taşlılık azaldıkça ağaçlar daha iyi gelişmektedir. Sahil çamı ağaçlandırmalarında iyi yetişme ortamlarındaki ağaçlandırmalar orta yetişme ortamı koşullarındakilerden 2-3 kat, kötü yetişme ortamı koşullarındakilerden 3-4 kat daha fazla karbon biriktirebilmektedir (Şekil 3.15). Ancak iyi yetişme ortamı koşullarına sahip ağaçlandırma alanı bulmak oldukça zordur.



Şekil 3.15. Sahil çamı ağaçlandırmalarda yetişme ortamı koşullarının yıllık karbon birikimine etkileri (t CO₂ ha/yıl) [Özcan (2003)'dan yararlanılarak oluşturulmuştur].

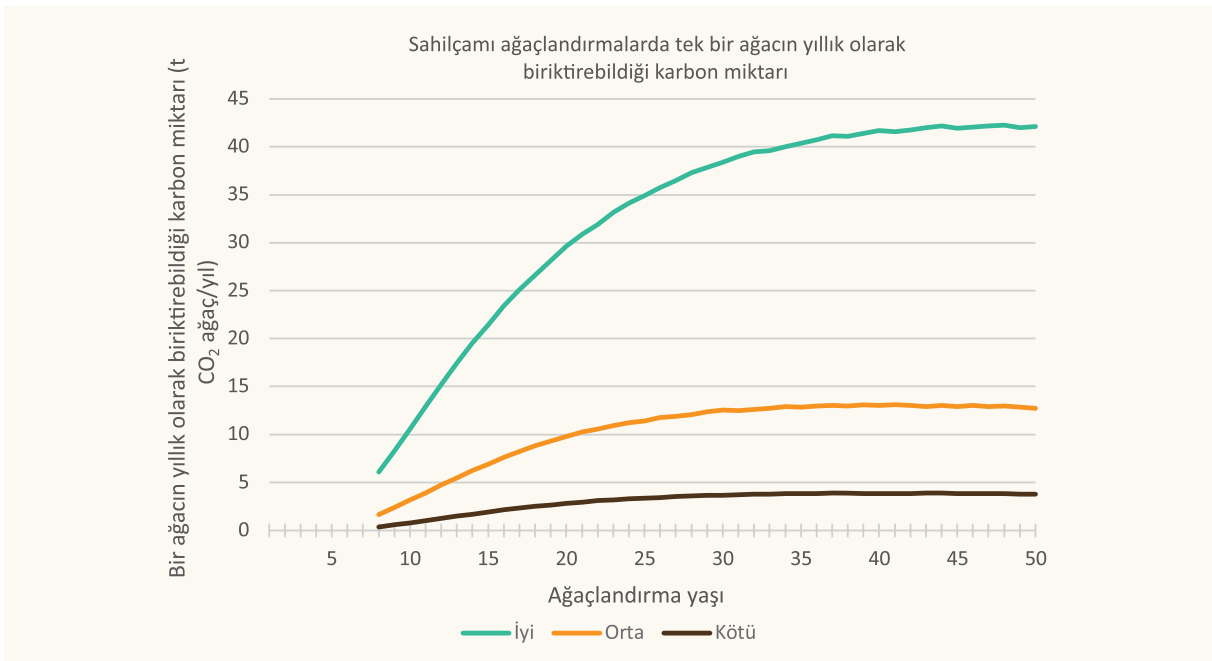
Ormanlıkta gerek doğal gerekse ağaçlandırmalarda zaman zaman ağaçlara yeterli büyüme alanı bırakmak aynı zamanda ara ürün almak amacıyla aralamalarla ağaç sayısı düşürülmektedir. Hiç aralama yapılmayan meşcerelerde de ağaçların zamanla büyümesine bağlı olarak rekabette geride kalan ağaçlar ölmektedir. Aralamalar kesilmeyen ağaçların çap artımının daha fazla olmasına neden olmakta, daha kalın çaplı ağaçlar elde edilmekte ve idare süresi kısaltılabilmektedir. Ancak aralamalar tek ağaç çap ve hacim artımını artırırsa da çoğu zaman birim alandaki ağaç serveti ve hacim artımı aralanmamış meşcerelerin düzeyine ulaşamamaktadır. Aralama şiddeti arttıkça birim alandaki ağaç serveti ve hacim artımı, dolayısıyla ormandaki karbon stokları ve yıllık karbon birikimleri düşmektedir (Şekil 3.16).

Biyokütle üretimi dolayısıyla karbon depolama amaçlı ağaçlandırmalarda aralama şiddetinin düşük tutulması yıllık karbon birikimini artıracaktır.

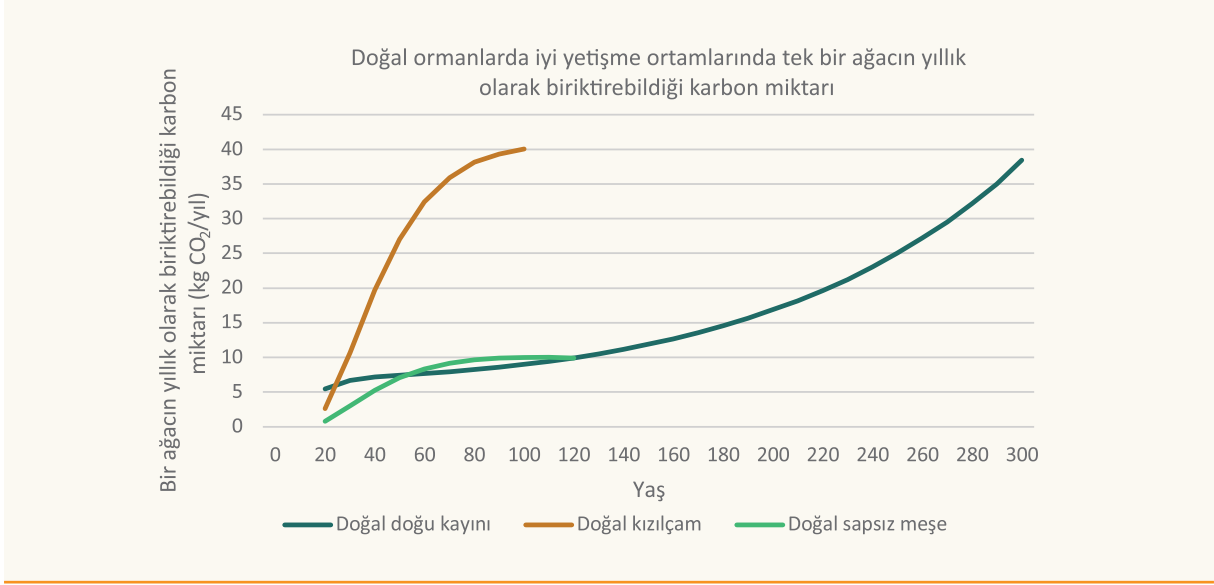


Şekil 3.16. Sahil çamı ağaçlandırmalarında aralamaların karbon stoklarına etkisi [Pehlivan (2017)'dan yararlanılarak oluşturulmuştur].

Ormanlarda ya da ağaçlandırmalarda birim alandaki ağaç sayısının zamanla azalması sebebiyle, ormancılıkta birim alanda depolanabilecek karbon miktarı tek ağacın tutabileceği karbondan daha önemlidir. Sunulan bu rapor için tek bir ağacın bir yılda tutabileceği karbon miktarı hızlı gelişen tür olarak bilinen sahil çamı için hesaplanmıştır. Buna göre sahil çamı ağaçlandırmalarında tek bir ağaç 50 yıl boyunca iyi yetiştirme ortamlarında ortalama olarak yılda 34 kg CO₂ kadar karbon biriktirebilmektedir. Bu biriktirme ilk yıllarda birkaç gram iken ilerleyen yıllarda, örneğin 50. yaşta 42 kg CO₂'ye ulaşmaktadır. Bu karbon birikimi orta ve kötü yetiştirme ortamı koşullarında çok daha düşüktür (Şekil 3.17). Doğal doğu kayını, sapsız meşe ve kızılçam ormanlarında tek bir ağacın tutabildiği yıllık karbon birikimleri de Şekil 3.18'de verilmiştir.



Şekil 3.17. Sahil çamı ağaçlandırmalarında tek bir ağacın yıllık olarak biriktirebildiği karbon miktarı (t CO₂ ağaç/yıl) [Özcan (2003)'den yararlanılarak oluşturulmuştur].



Şekil 3.18. Doğal ormanlarda tek bir ağacın yıllık olarak biriktirebildiği karbon miktarı [doğal kızılçam için Yeşil (1992), doğal doğu kayını için Carus (1998), doğal sapsız meşe için Şahin (2020)'den yararlanılarak oluşturulmuştur].



Artırma: Orman Alanlarındaki Özel Ağaçlandırma ve Gelir Getirici Türlerle Ağaçlandırmaların Sınırlandırılması

Boşluklu kapalı ormanların özel ağaçlandırma adıyla OGM tarafından kişi ya da kurumlara belli sürelerle kiralanarak ahlat, alıç, badem, ceviz, defne, fındık, incir, kestane, zeytin, fıstık çamı gibi türlerle ağaçlandırılması sağlanmaktadır. 1986 yılında başlanan bu uygulamayla toplamda 150 bin ha'dan fazla bir alanda (OGM, 2022b) ağırlıklı olarak ceviz ve badem ile ağaçlandırma yapılmıştır. Ancak geniş dikim aralıklarıyla ve bir hektarda 100 ile 275 arasında değişen sayıda fidan dikilmektedir. Esas amacın meyve yetiştirmek olduğu bu ağaçlandırmaların orman ekosistemlerinin ürettiği çoğu ekosistem hizmetini üretmediği, sonuçta oluşan alanın meyve bahçesi niteliğinde olduğu ve FAO'nun bu konudaki kılavuzları temel alındığında orman sayılmayabileceği söylenebilir. Hem ağaç sayısının düşük olması hem de belli bir yaştan sonra meyvelerin ve budamayla dalların uzaklaştırılması nedeniyle bu tür ağaçlandırmaların yıllık karbon birikimi çok düşüktür. Dolayısıyla boşluklu kapalı ormanların geniş dikim aralıklarıyla yapılan özel ağaçlandırmalar yerine orman ağaçları kullanılarak rehabilite edilmesi karbon tutumuna katkı sağlayacaktır.

OGM tarafından uygulanan diğer bir ağaçlandırma şekli de gelir getirici tür ağaçlandırmalarıdır. Bu ağaçlandırmaların amacı orman köylüsüne ek gelir getiren ceviz, badem, kestane, dut, fıstıkçamı, alıç, ahlat, kuşburnu, defne, keçiboynuzu, aşılı zeytin türleriyle orman alanlarında ağaçlandırma yapılmasıdır. Bu ağaçlandırmaların sosyal amacı olsa da yine meyve bahçesi şeklinde kurulan, bir kısmı ağaç dahi olmayan türlerle yapılan bu ağaçlandırmaların karbon biriktirme kapasitesi de oldukça sınırlıdır. Bu durumda hangi bölgede karbon depolama amacına, hangi bölgede orman köylüsünü destekleme amacına öncelik verileceğine karar verilerek hareket edilmesi arazi yönetimi kapsamında daha verimli olacaktır.



Artırma: Ekosistem Onarımı (Restorasyon) ve Verim Artışı için İyileştirme (Rehabilitasyon)

OGM verilerine göre ülkemizde kapallığı % 10'dan düşük olan yaklaşık 9,6 milyon ha boşluklu kapalı orman bulunmaktadır. Bu alanlarda yapılacak iyileştirme çalışmaları ile verim artışı ve dolayısıyla karbon depolama kapasitesi de artacaktır. OGM tarafından 2021 yılı sonuna kadar yaklaşık 3,3 milyon ha büyüklüğünde boşluklu kapalı orman alanında rehabilitasyon çalışması yapıldığı açıklanmıştır. Ancak rehabilite edilen ormanlardaki biyokütle, ölü örtü, ölü odun ve toprak karbon stoklarındaki değişim konusunda araştırma bulunmamaktadır. OGM'nin boşluklu kapalı ormanların rehabilitasyonuna öncelik vermesi ve yapılan çalışmaların karbon stoklarına etkisi konusunda veri üretmesi gerekmektedir. Çünkü rehabilitasyon ile artırılan karbon birikimleri sera gazı envanterinde envanterin iyileştirilmesi için kullanılmaktadır. Ülkemizdeki ağaç türlerinin birim alandaki canlı biyokütledeki karbon stokları ve yıllık brüt karbon birikimleri Tablo 3.4'te verilmiştir. Tabloda verilen değerler 2012 yılında ilgili ağaç türlerinin tüm ülke genelindeki ortalamalarıdır. Görüldüğü üzere tüm türlerin boşluklu kapalı ormanlarında hem birim alandaki karbon stokları hem de yıllık brüt karbon birikimleri verimli ormanlardan çok daha düşüktür. Boşluklu kapalı ormanların karbon stokları ve birikimlerinin verimli ormanların değerlerine ulaşması oldukça zor ve zaman alıcı olsa da bu ormanlardaki ağaç serveti ve artımdaki en ufak artış ülke genelinde karbon depolanması ve birikiminde önemli bir artış anlamına gelmektedir. Ayrıca tabloda ağaç türleri için verilen ortalama CO₂ stok ve yıllık birikimleri dikkate alınarak herhangi bir ağaç türünün diğerinden fazla karbon biriktirdiği şeklinde bir çıkarım yapmak doğru değildir. Önceki bölümlerde de değinildiği üzere ağaçlandırmalarda tür seçimi yapılırken yörenin ekolojik koşullarına en uygun doğal tür tercih edilmelidir. Örneğin, yıllık brüt CO₂ birikimi en fazla olan kavaklar düz, derin topraklara sahip ve sulanan topraklarda, dişbudak türleri de ağırlıklı olarak su basar ormanlarında yetişmektedir.



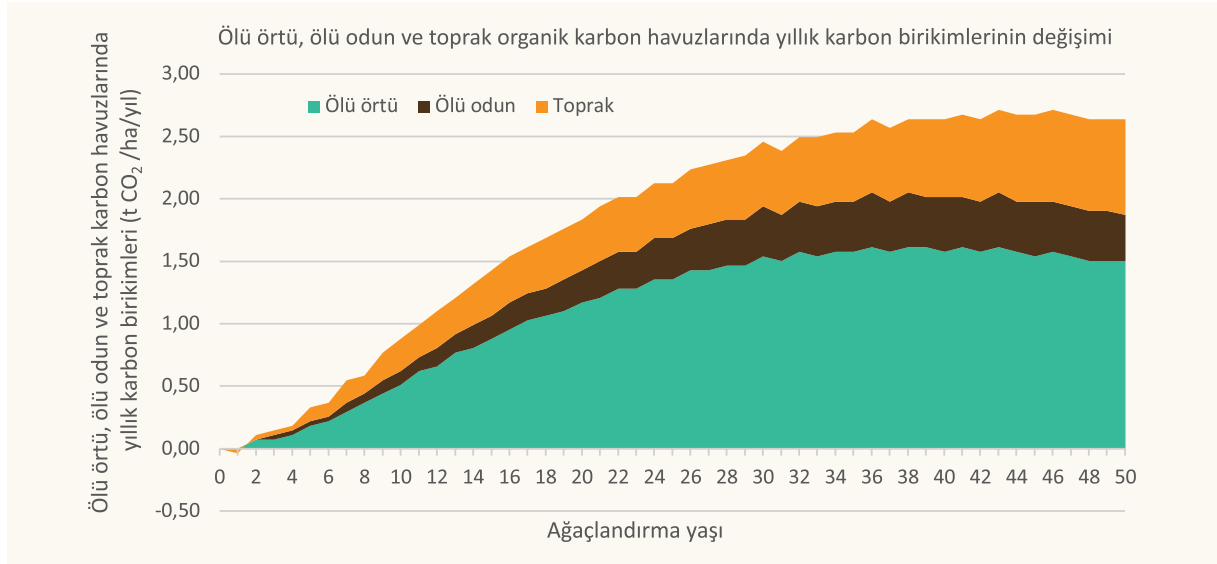
Tablo 3.4. 2012 yılı itibarıyla ormanlarımızdaki çeşitli ağaç türlerinde birim alanda biyokütledeki karbon stokları ve yıllık brüt karbon birikimi (Karabiyik, 2014).

Ağaç türü	Karbon stoku (t CO ₂ /ha)			Yıllık brüt karbon birikimi (t CO ₂ /ha)		
	Verimli orman	Boşluklu kapalı orman	Ortalama	Verimli orman	Boşluklu kapalı orman	Ortalama
Kızılçam	172,0	12,8	85,0	5,4	0,3	2,9
Karaçam	184,7	9,9	95,4	5,4	0,3	2,8
Sarıçam	239,1	12,3	120,2	5,9	0,3	3,0
Göknar	314,8	10,9	193,6	7,3	0,2	4,5
Ladin	270,9	11,4	182,3	6,3	0,3	4,3
Sedir	219,7	13,5	90,7	4,6	0,3	2,1
Ardıç	95,8	8,6	21,9	1,7	0,2	0,4
Fıstıkçamı	74,0	14,6	52,3	3,4	0,3	2,3
Servi	55,8	15,4	28,4	1,1	0,3	0,8
Halep çamı	70,3	3,2	45,9	2,5	0,1	1,2
Sahil çamı	169,4	8,4	129,2	10,4	0,3	7,7
Radiata çamı	160,8	0,0	160,8	6,8	0,0	6,8
Duglaz	120,4	17,3	116,7	5,8	0,4	5,6
Diğer ibreli	3,3	0,0	3,3	0,2	0,0	0,2
Kayın	331,4	24,6	267,9	8,1	0,5	6,5
Meşe	110,2	12,2	48,5	4,7	0,5	2,1
Gürgen	250,1	16,4	178,8	9,2	0,4	6,6
Kızılağaç	122,9	14,3	90,3	4,4	0,5	3,2
Kavak	150,3	12,5	41,9	20,2	0,7	4,7
Kestane	187,9	10,2	124,4	7,7	0,3	5,1
Dişbudak	278,2	25,2	235,3	13,2	0,9	11,2
İhlamur	223,2	16,1	148,3	8,4	0,3	5,7
Kayacık	183,1	9,6	170,4	5,3	0,5	4,9
Çınar	276,5	11,5	274,5	6,5	0,0	6,5
Okaliptüs	140,2	18,2	110,2	6,0	0,3	4,8
Siğla	448,3	12,7	409,2	8,6	0,3	7,9
Fındık	148,5	9,7	17,0	7,0	0,3	0,5
Huş	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Defne	0,0	21,3	33,6	0,0	0,4	1,7
Şimşir	0,0	0,0	38,5	0,0	0,0	0,0
Ceviz	100,4	26,0	49,6	1,4	1,3	1,5
Kermes meşesi	0,0	7,3	36,2	0,0	0,2	2,1
Kocayemiş	0,0	18,2	20,1	0,0	0,1	0,3
Maki	67,6	2,4	18,0	1,1	0,2	1,0
İlgın	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
Kıbrıs akasyası	49,6	3,9	40,5	3,6	0,5	3,0
Yalancı akasya	159,5	0,0	159,5	6,4	0,0	6,4
Üvez	343,2	15,1	235,0	8,1	0,2	5,5
Diğer Yapraklı	417,4	50,1	70,2	15,0	1,7	2,5
Genel ortalama	201,0	12,2	101,2	5,8	0,4	3,0



Artırma: Ölü Örtü, Ölü Odun ve Toprak Organik Karbon Havuzlarındaki Birikimi Artırma

Ülkemiz sera gazları ulusal envanterinde ormanlarda ölü örtü, ölü odun ve toprak organik karbonundaki yıllık birikimler ya da salımlar hesaplanmamaktadır. Bu havuzlardaki hesaplamalar sadece arazi kullanım değişiklikleri için yapılmaktadır. Biyokütle havuzu dışındaki karbon havuzlarındaki değişimlerin belirlenmesi oldukça zordur. Çoğu ülke ölü örtü, ölü odun ve topraklar için raporlama yapmamaktadır. Ancak Kanada, Finlandiya gibi bazı ülkeler çeşitli modeller aracılığıyla bu havuzlardaki değişimleri tahmin etmekte ve raporlamaktadır. Ülkemizde yapılan bir çalışmada Durusu Kumulu'ndaki sahil çamı ağaçlandırmalarının ölü örtü, ölü odun ve toprak karbon havuzlarındaki yıllık karbon birikimleri Kanada Orman Sektörü Karbon Bütçe Modeli (CBM-CFS3) ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Buna göre sahil çamı ağaçlandırmalarında söz konusu üç karbon havuzunda 30'lu yaşlarda yıllık olarak 0,6 t CO₂/ha/yıl topraklarda, 1,5 t CO₂/ha/yıl ölü örtüde ve 0,4 t CO₂/ha/yıl ölü odunda olmak üzere yıllık olarak 2,5 ton kadar CO₂ birikimi olabilmektedir (Özturna, 2022) (Şekil 3.19). Ancak özellikle ölü örtü ve ölü odun karbon havuzlarındaki karbon aralamalar, iklim şartları ve insanların yakacak odun toplamaları nedeniyle oldukça değişkendir. Gençleştirme çalışmaları ölü örtüdeki karbon stoklarının azalmasına yol açabilmektedir. Benzer şekilde ağaç örtüsünün yok olmasıyla toprağa humus girişi de aksadığından gençleştirmeden sonraki ilk yıllarda toprak organik karbon stokları da azalabilmektedir.



Şekil 3.19. Durusu kumulundaki sahil çamı ağaçlandırmalarında ölü örtü, ölü odun ve toprak organik karbon havuzlarında CBM-CFS3 modeli ile belirlenen yıllık karbon birikimleri (Özturna, 2022).

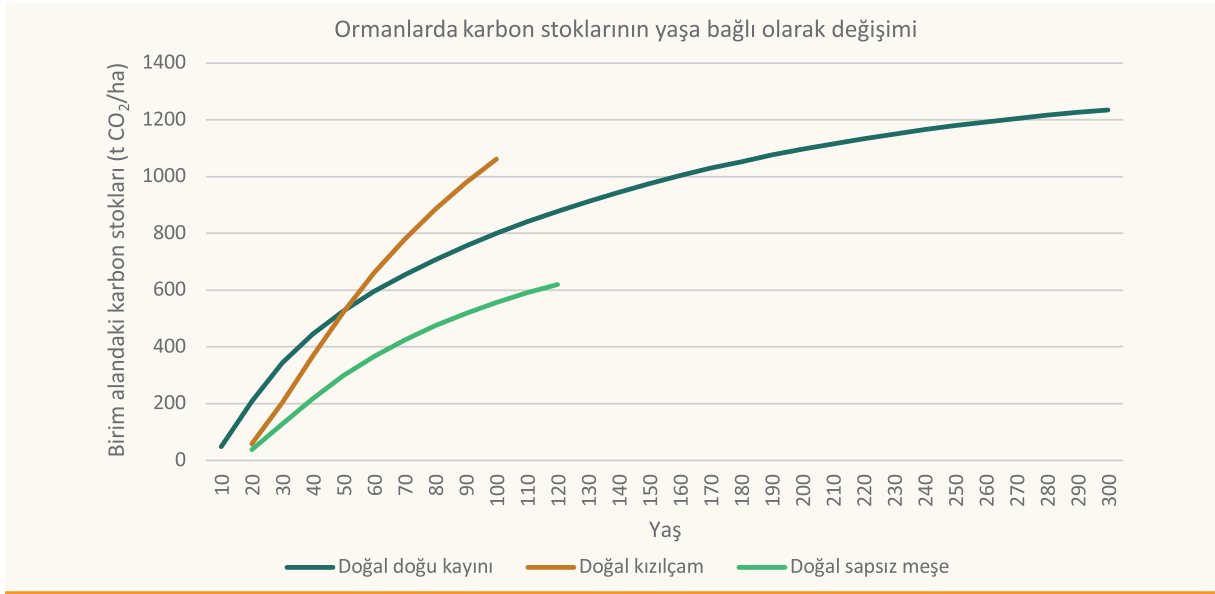
Diğer yandan ülkemizde özellikle ölü odun karbon havuzundaki stoklar, böcek zararlarını artırdığı endişesiyle ölü ağaçların ormanlardan uzaklaştırılması nedeniyle oldukça düşüktür. Ek olarak ölü odunlar yakacak odun amaçlı olarak da toplanabilmektedir. Ancak ölü odun ve ağaçlar uzun yıllarda yavaş yavaş ayrıştıkları için karbon buralarda depolanmış olarak kalmaktadır. Bu nedenle ölü odunların ormanlarda bırakılması çoğu ülkede karbon stoklarının artırılması için bir strateji olarak değerlendirilmektedir.

Ölü örtü, ölü odun ve toprak karbon havuzlarının salım ya da tutum kaynağı olup olmamasına bakılmadan bu havuzlardaki yıllık değişimlerin belirlenmesine yönelik araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.



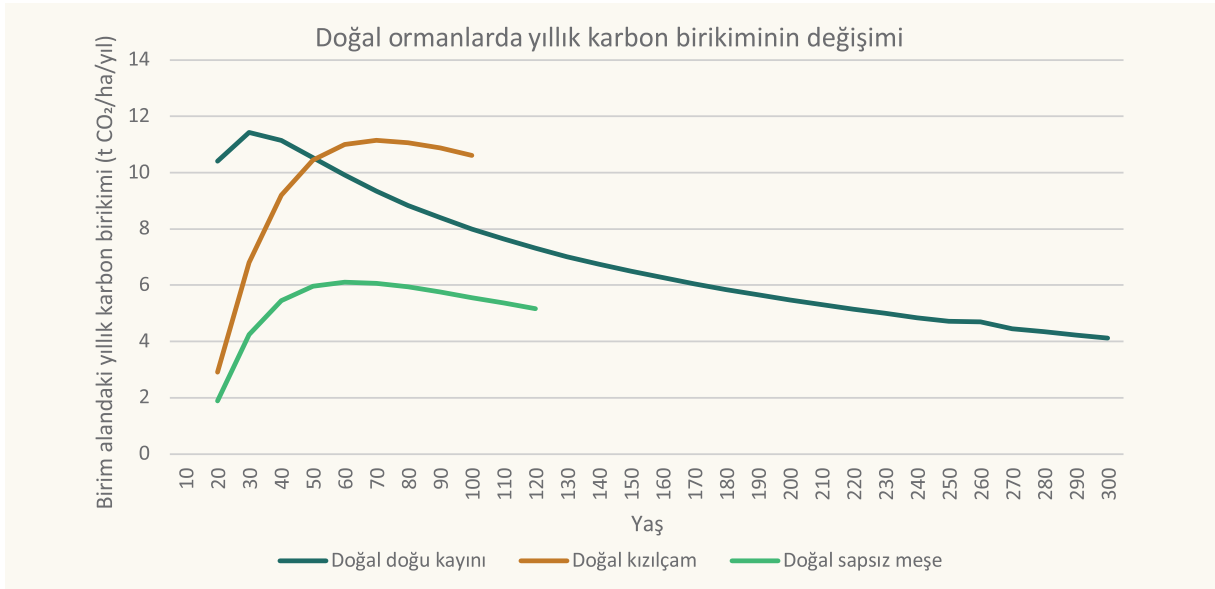
Koruma: İdare Süresini Uzatma ve Korunan Alan Miktarını Artırma

Ormancılıkta idare süresi doğal ya da ağaçlandırmayla kurulan bir ormanın olgunlaştıktan sonra yeniden gençleştirilmesine kadar geçen süredir. İdare süresi genellikle bir amaç çapına göre belirlenir ve ağaçların hızlı ya da yavaş gelişmesine ve türlere göre değişkenlik gösterir. Örneğin; kızılçamda 60 yıl olan idare süresi ladinde 100 yıl, karaçam ve meşede 80-100 yıl, sedirde 90-100 yıl olabilmektedir. Ormanlar yaşlandığında da yıllık olarak önemli miktarlarda karbon depolayabilmektedir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Doğal ormanlarda iyi yetişme ortamlarında birim alanda aralamalarla kesilenler de dâhil depolanabilen karbon miktarlarının (t CO₂/ha) yaşa göre değişimi [doğal kızılçam için Yeşil (1992), doğal doğu kayını için Carus (1998), doğal sapsız meşe için Şahin (2020)'den yararlanılarak oluşturulmuştur].

Ancak ağaçlar yaşlandıkça yıllık olarak biriktirdikleri karbon miktarı hacim artımının azalmasına bağlı olarak azalmaktadır (Şekil 3.20 ve Şekil 3.21). Bu nedenle odun üretimi amaçlı işletilen ormanlarda genellikle idare süresi yıllık hacim artımı eğrisinin maksimum noktasına göre belirlenmektedir. Hacim artımı azalmaya başladığında ormanların gençleştirilmesi yıllık karbon birikiminin de artırılması anlamına gelebilmektedir. Ancak yaşlı ormanlarda canlı ağaçlar dışındaki ölü örtü, ölü odun ve topraktaki organik karbon havuzlarında da yüksek miktarda karbon stok halinde bulunmaktadır. İdare süresinin kısaltılması bu karbon havuzlarındaki stokların azalmasına yol açmaktadır. Bu nedenle doğal ormanlarda -en azından odun üretimi amacı dışındaki ormanlarda- idare süresinin uzatılması ormanlardaki tüm karbon stoklarında artışı sağlayacaktır.



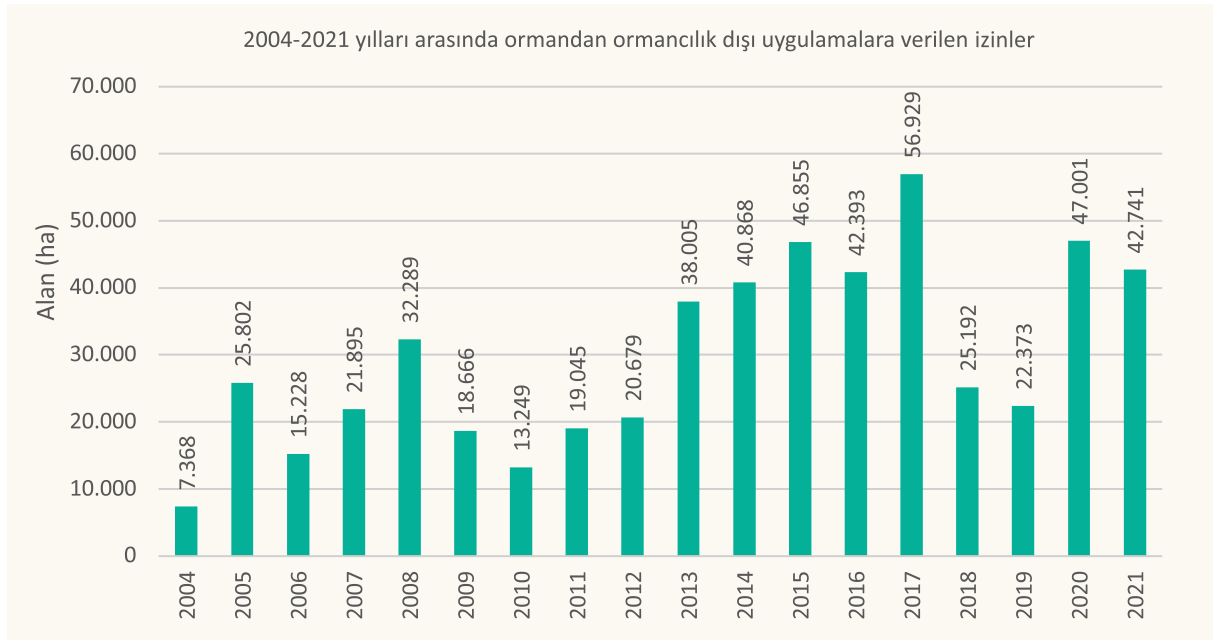
Şekil 3.21. Doğal ormanlarda iyi yetişme ortamlarında birim alanda depolanabilen yıllık karbon miktarlarının (t CO₂/ha/yıl) meşcere yaşına göre değişimi [doğal kızılçam için Yeşil (1992), doğal doğu kayını için Carus (1998), doğal sapsız meşe için Şahin (2020)'den yararlanılarak oluşturulmuştur].

Korunan ormanlarda yaşlanmayla yıllık karbon birikimi düşük olsa da karbon atmosfer yerine depolanmış halde korunan alanlardaki karbon havuzlarında saklanmaktadır. Bu nedenle korunan alan miktarının artırılması hedeflenmelidir. Korunan alanların artırılması aynı zamanda ormanların iklim değişikliğine uyumu için de hedeflenen bir stratejidir. AB 2030 Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi'nde kıta genelinde korunan alanların oranının % 30'a çıkarılması hedeflenmektedir. Böylece türlerin iklim değişikliğinden etkilenmelerinin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır. Benzer bir hedef BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi tarafından da oluşturulmuştur.



Kaçınma: Ormansızlaşma ve Arazi Kullanım Değişikliklerini Önleme

Orman alanlarının genişlemesiyle hem karbon stoklarında hem de yıllık karbon birikimlerinde artış olmaktadır. Ancak arazi kullanım değişiklikleriyle karbon yutak alanları daralabilmektedir. Nitekim Sera Gazları Ulusal Envanteri'ne göre de 1990-2021 yılları arasında orman alanlarımız 76 bin ha kadar azalmıştır. Ülkemizde Orman Kanunu'nun 16., 17. ve 18 maddelerine göre orman alanlarında madencilik ile kamu yararı ve zaruret olması halinde enerji tesisleri başta olmak üzere çok sayıda ormancılık dışı kullanıma izin verilebilmektedir. 2021 yılı sonu itibarıyla ormanlardan verilen izin ve tahsislerin toplamı 788 bin ha'ı aşmıştır. Bunun 537 bin ha'ı 2004 yılı ve sonrasına aittir (Şekil 3.22). Orman alanlarından özellikle madencilik ve enerji tesisleri için verilen izinler sonucunda, orman alanları uzun süreli olarak ve tamamen kaybedilmektedir. Kömür madenleri gibi bazı madencilik faaliyetlerinin sona ermesi akabinde bu alanlarda tekrar ağaçlandırılma yapılsa da bu alanların miktarı hakkında resmi bir veriye ulaşılamamaktadır. Mermer ocakları, yollar, havalimanları, enerji tesisleri gibi bazı tahsislerin akabinde ise alanın yeniden ormanlaştırılması neredeyse imkânsızdır.



Şekil 3.22. 2004-2021 yılları arasında orman kanununun 16., 17. ve 18. maddeleriyle verilen izinlerin alanı (OGM 2022b'den derlenmiştir).

Ormanlardan verilen izinlerle sadece canlı ağaçlar, başka bir ifadeyle biyokütle havuzu değil, ölü örtü, ölü odun ve toprak karbon havuzları da tahrip edilmektedir. Bunlardan özellikle toprak karbon havuzu canlı biyokütle havuzundan çok daha fazla karbon stokuna sahiptir (Tablo 3.5 ve Tablo 3.6). Sadece 1 hektar bir orman alanının açık maden ocağına dönmesi ya da yapılaşmasıyla dahi ağaçların kaybedilmesi sonucu 103 t CO₂/ha, ölü örtü, ölü odun ve topraklardaki karbon stoklarının yok edilmesiyle de 232 t CO₂/ha olmak üzere toplamda 335 t CO₂ kaybı olmaktadır. Bu değerler Türkiye ormanlarının ortalamasıdır ve verimli ormanlarda bu değer 407 tona kadar çıkabilmektedir (Tablo 3.6).

Tablo 3.5. Ülkemizde çeşitli arazi kullanım sınıflarındaki toprak organik karbon stokları (ÇEM, 2018).

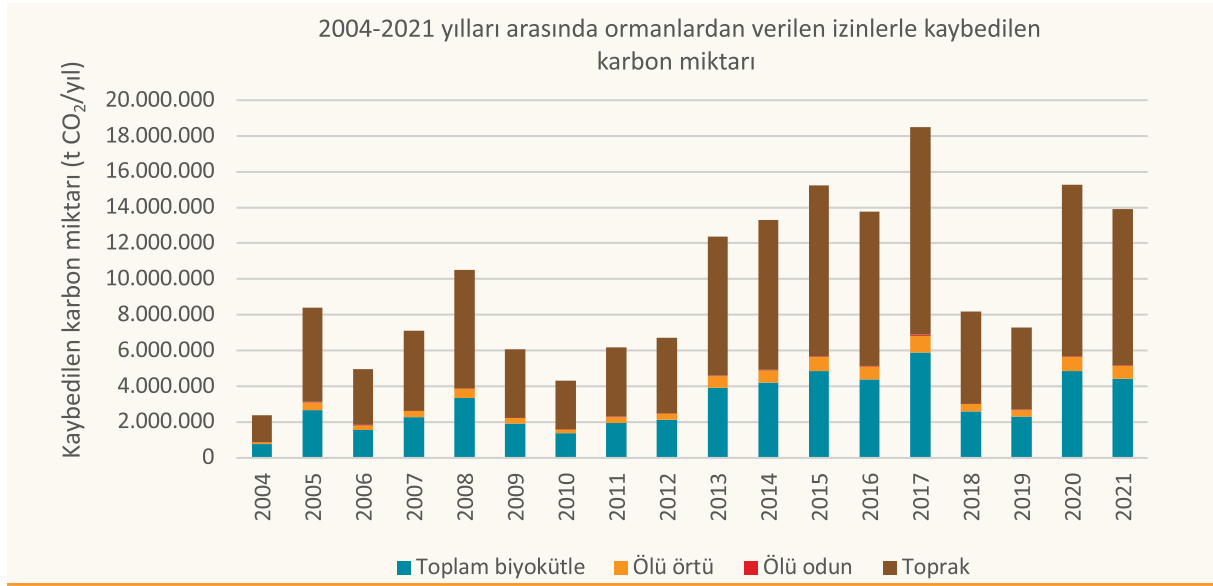
Arazi kullanım sınıfı	Alan (ha)	Toprak Organik Karbon Miktarı (t C/ha)	Toplam Toprak Organik Karbon Stoku (t C)
Orman	24.180.644	55,68	1.346.434.101
Mera	23.568.338	49,77	1.172.981.521
Tarım	26.316.375	35,96	946.317.555
Çıplak Alanlar	1.172.581	12,78	14.981.558
Yapay Alanlar	796.519	16,12	12.838.873
Sulak Alanlar ve Su Yüzeyleri	393.100	49,71	19.542.037
Toplam/Ortalama	76.427.557	45,97	3.513.095.645

Tablo 3.6. Türkiye ormanlarında birim alandaki ortalama karbon stokları.

		Birim alandaki karbon stoku (t CO ₂ /ha)						
		Toprak üstü biyokütle	Toprak altı biyokütle	Toplam biyokütle	Ölü örtü ¹	Ölü odun ¹	Toprak ²	Toplam
Verimli ormanlar	İğne yapraklı	134,9	39,1	174,0	27,4	1,2	204,2	406,8
	Yapraklı	135,9	31,3	167,2	13,8	1,9	204,2	387,1
	Baltalık	50,0	21,5	71,5	13,8	0,5	204,2	290,0
	Toplam	133,0	35,9	169,0	22,4	1,4	204,2	397,0
Boşluklu kapalı ormanlar	İğne yapraklı	8,9	3,8	12,7	6,2	0,1	204,2	223,3
	Yapraklı	6,8	2,9	9,8	6,2	0,2	204,2	220,5
	Baltalık	6,4	2,7	9,1	6,2	0,1	204,2	219,6
	Toplam	7,8	3,4	11,2	6,2	0,2	204,2	221,8
Ortalama		81,0	22,4	103,4	16,7	0,9	204,2	325,2

¹Tolunay (2011)'den alınmıştır; ²ÇEM (2018)'den alınmıştır.

Ormandaki karbon havuzlarının birim alandaki miktarları kullanılarak yapılan bir değerlendirmeyle ormanlardan verilen izinlerle kaybedilen yıllık karbon miktarının 2,4 milyon t CO₂ ile 18,5 milyon t CO₂ arasında değişebileceği, 2004-2021 yılları arasındaki toplam miktarın ise 174 milyon ton kadar olabileceği hesaplanmıştır (Şekil 3.23). Her ne kadar ormanlardan verilen izinlerin bir bölümünde karbon havuzları tamamen yok edilmese de ormansızlaşma ve orman tahribatlarının ağaçlandırmalarla yerine koyulamayacağı kadar bir karbon kaybına neden olduğu ortadadır. Bu nedenle orman alanlarındaki karbon stokları ve yıllık birikimleri artırılmak isteniyorsa yutak alanların genişletilmesinden önce mevcut yutak alanların korunmasına odaklanılması gerekmektedir.



Şekil 3.23. Ormanlardan verilen izin ve tahsislerle oluşan karbon kayıpları.



Kaçınma: Aşırı Odun Üretiminin Önlenmesi

Ülkemizde 2018 yılından itibaren başta odun esaslı levha sektörünün odun hammaddesi ihtiyacını karşılamak için ithalattan vazgeçerek ülkemiz ormanlarından temin etme yoluna gitmesi nedeniyle odun üretiminin arttığına daha önce değinilmişti (Şekil 3.9). Ülkemizde orman ürünleri işleyen sanayinin kurulu kapasitesi hakkında net bir bilgiye ulaşılamasa da Özertan ve Çoşkun (2021) tarafından yapılan çalışmada sadece levha sektörünün kurulu kapasitesinin 13,9 milyon m³/yıl olduğu belirtilmektedir. Bu sektör haricinde masif ahşap ve mobilya gibi sektörlerin de odun hammaddesi talebi bulunmaktadır. Ülkemizde SEKA'nın kapatılmasından sonra kağıt üretimi kaynaklı odun hammaddesi talebi sıfırlanmıştır. Ancak kağıt üretimi yeniden gündeme gelirse ormanlardan gerçekleştirilen odun üretimi artabilecektir. Yine son yıllarda biyokütle enerji santrallerinin sayısı oldukça artmıştır. Bu santrallerde ağaç kökleri ve her ne kadar yakacak odunun kullanılması kanunen yasak olsa da illegal olarak yakacak odun kullanılması CO₂ salımını artırmaktadır.

Özetle odun hammaddesi tüketen sanayinin kurulu kapasitesi uzun yıllardır plansız bir şekilde artmaktadır. Bu sanayi hammadde ihtiyacını kendi üretmek yerine doğrudan devlet ormanlarından sağlamayı tercih etmektedir. Özellikle Türkiye'nin lif levha (MDF, HDF) üretiminde dünyada ikinci ve Avrupa'da birinci sırada, yonga levha üretiminde dünyada dördüncü, Avrupa'da üçüncü sırada, laminant parkede ise Avrupa'da ikinci, dünyada üçüncü sırada yer aldığı açıklanmıştır (Özertan ve Çoşkun, 2021). Yine her yıl milyarlarca dolarlık ihracat yapıldığı ve istihdam yarattığı sektör yetkililerince ifade edilmektedir. Bunlar her ne kadar ülkemiz ekonomisi için sevindirici olsa da ormanlarımızın yıllık olarak biriktirdiği karbon miktarının azalmasına ve ihracatla yurt dışına karbon satılmasına yol açmaktadır. Örneğin, bir m³ hacme sahip bir odun panelinin hacim ağırlığı 0,8 ton olarak kabul edildiğinde 2020 yılında yurt dışına ihraç edilen 2,3 milyon odun panelinde aslında 3,4 milyon ton CO₂ de yurt dışına satılmış ve karbon birikimlerimiz bu miktarda azalmış anlamına gelmektedir.

Ülkemizde diğer ülkelerin aksine lif/yonga levha üretiminde % 90 oranında taze odun hammaddesi % 10 oranında kereste ve hızar artıkları kullanılmaktadır (Özertan ve Çoşkun, 2021). Gelişmiş ülkelerde ise geri dönüşümden elde edilen atık odun kullanımı % 75 civarındadır. Yine sektörde kendi hammaddesini üretmek için ağaçlandırma yapan şirket sayısı da oldukça sınırlıdır. Karbon depolamadan bağımsız olarak dahi odun hammaddesi planlaması yapılmadan, kapasite artışları ormanlardaki baskıyı artırmakta, hatta odun hammaddesi kullanan tesislerin yakın gelecekte hammadde temininde zorlanmalarını beraberinde getirmektedir.

Özetle iklim krizi ve 2053 net sıfır emisyon hedefi göz önüne alındığında ortada bir tercih sorunu bulunmaktadır. Ya sürdürülebilir orman yönetimi yaklaşımı ihmal edilerek salt ekonomi, istihdam ve ihracat ön planda tutularak ormanlarımızdan odun üretimine devam edilecek ve ormanların karbon biriktirmesi göz ardı edilecek ya da



ormanların karbon biriktirmesi öncelikli olacak ve sektör hammadde ihtiyacını farklı şekillerde sağlayacaktır. Bu konuda atık odun hammaddesine yönelme, şirketlerin arazi satın alarak kendi odun ihtiyacını karşılama ve odun hammaddesi ithalatı gibi seçenekler bulunmaktadır. Diğer bir seçenek de odun hammaddesinin stratejik bir ürün olarak tanımlanarak ülke ihtiyaçlarını karşılayacak kadar üretilmesi ve ihracatının sınırlandırılmasıdır.

Sonuç olarak ülkemizde net sıfır karbon emisyon hedefine ulaşılması için öncelik ormanlardan oluşan karbon kayıplarının önlenmesine, başka bir ifadeyle odun üretiminin azaltılmasına verilmelidir. Ormanlaştırmanın etkisi ise hem dikilen fidanların büyümesinin zaman alması hem de ormanlaştırılacak alanların sınırlı olması nedeniyle odun üretiminin azaltılması kadar etkili olamayacaktır.



Kaçınma: Orman Yangınlarının Önlenmesi

Orman yangınları beklenmeyen afetlerdir ve hem karbon havuzlarının daralmasına hem de yanan ağaçların kesilmesiyle karbon stoklarının azalmasına neden olmaktadır. Örneğin, 2021 yılındaki yangınlar sonucunda, 140 bin ha kadar bir alanda yaklaşık 12 milyon m³ odun hacmine sahip orman kaybı olmuştur ve bu miktar 2021 yılındaki odun üretiminin % 35'ine karşılık gelmektedir.

İklim değişikliğine bağlı olarak orman yangını riski de yükseldiği için orman yangınlarıyla mücadele karbon kaçaklarının azaltılması açısından da önem taşımaktadır. Bu amaçla orman yangınlarıyla mücadelede bugüne kadar yürütülen söndürme odaklı politikalardan afet risk azaltımı yaklaşımıyla yangın önleyici tedbirlere yönelmek gereklidir. Bu kapsamda orman yangınları çıkış nedenlerinin incelenmesi, ormanla iç içe yaşayan insanlarda orman yangınları konusunda bilinç oluşturulması, enerji nakil hatları ve trafolar, yollar gibi yangın çıkarma potansiyeli olan tesislere orman içinde izin verilmemesi, yanıcı madde yükünü azaltacak şekilde denetimli yakma yapılması, 1 Mayıs - 31 Ekim tarihleri arasını kapsayan yangın mevsiminin bütün yıla yayılması, hava filosu da dâhil olmak üzere yangınla mücadele araç filosunun genişletilmesi, orman yangını işçisi sayılarının artırılması, yangın risk haritalarının oluşturulması gibi çalışmalar önleyici tedbirlere örnek olarak verilebilir.

Üçüncü Bölüm Kaynaklar

- Akyol, A., Örucü, Ö.K. 2019. Investigation and evaluation of stone pine (*Pinus pinea* L.) current and future potential distribution under climate change in Turkey. CERNE, v. 25, n. 4, p.415-423.
- Arslangündoğdu, Z., Hızal, E. 2010. The western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910), recorded in Turkey (Heteroptera: Coreidae). Zoology in the Middle East 50 (1): 138-139.
- Atalay, İ. 1992. Kayın ormanlarının ekolojisi ve tohum transfer yönünden bölgelere ayrılması. OATIAM Yayın no: 5. 209 sayfa, Ankara.
- Birler, A.S. 2010. Türkiye’de kavak yetiştirme. Çevre ve Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Çeşitli Yayınlar Serisi No: 195, İzmit.
- Camarero, J.J., Gazol, A., Galván, J.D., Sangüesa-Barreda, G., Gutiérrez, E. 2015. Disparate effects of global-change drivers on mountain conifer forests: warming-induced growth enhancement in young trees vs. CO₂ fertilization in old trees from wet sites. Global Change Biology, 21: 738-749.
- Canadell, J.G., Monteiro, P.M.S., Costa, M.H., Cotrim da Cunha, L., Cox, P.M., Eliseev, A.V., Henson, S. ve ark. 2021. Global Carbon and other Biogeochemical Cycles and Feedbacks. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 673–816.
- Carus, S. 1998. Aynı yaşlı doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ormanlarında artım ve büyüme. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Orman Hasılatı Programında Hazırlanmış Doktora Tezi.
- CBD. 2009. CBD – Convention of Biological Diversity Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. CBD Technical Series 41 Montreal, Canada
- ÇEM. 2018. Toprak Organik Karbonu Projesi Teknik Özet. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, TÜBİTAK BİLGEM-YTE. Ankara.
- Çetin, G., Orman, E., Polat, Z. 2014. First record of the oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in Turkey. Plant Protection Bulletin 54 (4): 303- 309.
- Dağtekin, D., Şahan, E.A., Denk, T., Köse, N., Dalfes, H.N. 2020. Past, present and future distributions of Oriental beech (*Fagus orientalis*) under climate change projections. PLoS ONE 15 (11): e0242280.
- de Wergifosse, L., André, F., Goosse, H., Caluwaerts, S., de Cruz, L., de Troch, R., Van Schaeybroeck, B., Jonard, M. 2020. CO₂ fertilization, transpiration deficit and vegetation period drive the response of mixed broadleaved forests to a changing climate in Wallonia. Annals of Forest Science 77, 70.
- DKM. 2016. Akdeniz Ormanlarının İklim Değişikliğine Uyum Projesi. Doğa Koruma Merkezi (DKM) ve WWF-Türkiye tarafından Konya Orman Bölge Müdürlüğünde gerçekleştirilen proje.
- Ergin, M. 2022. İklim Değişikliğinin Ankara Orman Bölge Müdürlüğü Sınırlarındaki Bazı Ağaç Türlerinin Yayılışına Etkilerinin Tahmini İ.Ü.-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doktora Tezi.
- FAO. 2000. FRA 2000 on Definitions of Forest and Forest Change. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Forest Resources Assessment Programme, Working Paper 33, Rome, Italy.
- FAO. 2018a. Climate change for forest policy-makers – An approach for integrating climate change into national forest policy in support of sustainable forest management – Version 2.0. FAO Forestry Paper no.181. Rome, 68 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- FAO. 2018b. Global Forest Resources Assessments Terms and Definitions FRA 2020. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Forest Resources Assessment Working Paper 188.
- Forest Europe. 2022. Sustainable-forest-management Criteria & Indicators. <https://foresteurope.org/workstreams/sustainable-forest-management/#>. Retrieved: 04 February 2023.

- Hlásny, T., Turčáni, M. 2009. Insect Pests as Climate Change Driven Disturbances in Forest Ecosystems. In: Bioclimatology and Natural Hazards. Eds: Střelcová, K., Mátyás, C., Kleidon, A. Et. al., Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8876-6_15
- IPCC, 2003. Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Kanagawa, Japan. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf_files/Task2/Degradation.pdf.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- IPCC. 2021. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. In Press.
- IPCC. 2022a. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, USA.
- IPCC. 2022b. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- İpekdal, K. 2022a. A theoretical approach to the pale tussock moth outbreak in Turkey. Turkish Journal of Forestry 23(3): 212-217
- İpekdal, K. 2022b. Estimating the potential threat of increasing temperature to the forests of Turkey: a focus on two invasive alien insect pests. iForest 15: 444-450.
- İstek, A., Özlüsoylu, İ., Kızılkaya, A. 2017. Türkiye Ahşap Esaslı Levha Sektör Analizi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(1): 132-138.
- Karabıyık, S.B. 2014. Türkiye ormanlarında bitkisel kütledeki karbon stoku: Farklı hesaplama yöntemlerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. T.C. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programı. İstanbul.
- Koç, D.E., Biltekin, D., Ustaoglu, B. 2021. Modelling potential distribution of *Carpinus betulus* in Anatolia and its surroundings from the Last Glacial Maximum to the future. Arabian Journal of Geosciences (2021) 14: 1186.
- Kolström, M., Lindner, M., Vilén, T., Maroschek, M., Seidl, R., Lexer, M.J., Netherer, S., Kremer, A., Delzon, S., Barbati, A., Marchetti, M., Corona, P. 2011. Reviewing the Science and Implementation of Climate Change Adaptation Measures in European Forestry. Forests 2011, 2, 961-982.
- Levina, E., Tirpak, D. 2006. Adaptation to climate change: key terms. OECD/IEA, Paris
- Libert-Amico, A., Duchelle, A.E., Cobb, A., Peccoud, V., Djoudi, H. 2022. Forest-based adaptation: transformational adaptation through forests and trees. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc2886en>
- Locatelli, B., Brockhaus, M., Buck, A., Thompson, I. 2010 Forests and adaptation to climate change: challenges and opportunities. In: Mery, G., et al. (eds) Forest and society: responding to global drivers of change. IUFRO World Series (25), Vienna.
- López-Tirado, J., Vessella, F., Stephan, J., Ayan, S., Schirone, B., Hidalgo, P.J. 2020. Effect of climate change on potential distribution of *Cedrus libani* A. Rich in the twenty-first century: an Ecological Niche Modeling assessment. New Forests, 1-14.

- MCPFE. 2002. Improved Pan-European indicators for sustainable forest management. MCPFE Expert Level Meeting, 7-8 October, Vienna, Austria. http://www.foresteurope.org/filestore/mcpfe/Publications/pdf/improved_indicators.pdf.
- MGM. 2015. Yeni senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü.
- Mısır, N. 2003. Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin büyüme modelleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmış Doktora Tezi.
- NIR Türkiye. 2023. Turkish Greenhouse Gas Inventory 1990-2021 National Inventory Report for Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Turkish Statistical Institute. <https://unfccc.int/documents/627786>
- OGM. 2009. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri Raporu 2008, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, (Ankara), <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/SurdurulebilirOrmanYonetimi/2008%20raporu.pdf> (09.05.2021).
- OGM. 2014. Türkiye Orman Varlığı. Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı. Yayın No: 115, Envanter Serisi No: 17.
- OGM. 2020. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri 2019 Türkiye Raporu, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, (Ankara) <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/SurdurulebilirOrmanYonetimi/2019%20SOY%20K.G%20T%C3%9CRK%C4%B0YE%20RAPORU.pdf> (09.05.2021).
- OGM. 2022a. Orman Genel Müdürlüğü 2021 Yılı Faaliyet Raporu. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/FaaliyetRaporu/Orman%20Genel%20M%C3%BCd%C3%BCrl%C3%BC%C4%9F%C3%BC%202021%20Y%C4%B1%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.pdf>
- OGM. 2022b. Ormanlık istatistikleri (2021) Ankara: Orman Genel Müdürlüğü. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>
- OGM. 2023. Orman Genel Müdürlüğü 2022 Yılı Faaliyet Raporu. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/FaaliyetRaporu/Orman%20Genel%20M%C3%BCd%C3%BCrl%C3%BC%C4%9F%C3%BC%202022%20Y%C4%B1%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.pdf>
- Oral, S., Akyol, A., Türkoğlu, T., 2018. Orman Amenajman Planlarının Hazırlanması ve Uygulanması Sürecinde Karşılaşılan Sorunlar: İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Örneği Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt 22, Özel Sayı, 460-469.
- Örücü, Ö.K. 2019. *Phoenix theophrasti* Gr.'nin iklim değişimine bağlı günümüz ve gelecekteki yayılış alanlarının MaxEnt Modeli ile tahmini ve bitkisel tasarımda kullanımı. Türkiye Ormanlık Dergisi, 20 (3): 274-283.
- Özcan, B.G. 2003. Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) Ağaçlandırmalarında Artım ve Büyüme. Doktora Tezi. Çevre ve Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 195, İzmit.
- Özertan, G., Çoşkun, A. 2021. Ahşap kullanımının artırılması için masif ahşap sektörü durum analizi. Masif Ahşap Sektör Raporu.
- Özturna, A.G. 2022. Durusu Kumul Ağaçlandırmasında Topraktaki Organik Karbon Miktarının Tahmininde Bazı Modellerin Karşılaştırılması İ.Ü.-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmış Doktora Tezi
- Pehlivan, S. 2017. Durusu Kumul Ağaçlandırmasında Ağaç Kütlesinde Depolanan Karbon Miktarının Farklı Modeller İle Tahmini. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Toprak İlimi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Doktora Tezi.
- Phillips, O.L., Lewis, S.L., Baker, T.R., Chao, K.J., Higuchi N. 2008. The changing Amazon forest. Philosophical Transactions of the Royal Society B 363: 1819–1827.
- San-Miguel-Ayanz, J., Durrant, T., Boca, R., Maianti, P., LibertáG., Artés-Vivancos, T., Oom, D., Branco, A., de Rigo, D., Ferrari, D., Pfeiffer, H., Grecchi, R., Nuijten, D., Onida, M., Löffler, P. 2021. Forest fires in Europe and Middle East and North Africa 2020 EUR 30862 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Sarıkaya, O., Şen, İ. 2020. Estimation to Current and Future Potential Distribution Areas of *Pityogenes calcaratus* (Eichhoff) in Turkish Forests. International Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries 8(4): 118-122.

- Şahin, A. 2020. Marmara bölgesindeki sapsız meşe (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.) meşcerelerinin hasılatı ve amenajman esasları. İ.Ü.-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Orman Amenajmanı Programında Hazırlanmış Doktora Tezi
- Tolunay, D. 2011. Total carbon stock and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35: 265-279.
- Tolunay, D. 2012. Bolu-Aladağ'daki genç sarıçam meşcereleri için oluşturulan bitkisel kütle denklemleri ve katsayıları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 62(2):97-111.
- Tolunay, D. 2013a. Ormanlar ve İklim Değişikliği. Portakal Baskı A.Ş., İstanbul.
- Tolunay, D. 2013b. Türkiye'de artım ve ağaç servetinden bitkisel kütle ve karbon miktarlarının hesaplamasında kullanılacak katsayılar. Ormanlıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu, Antalya, 26-28 Kasım 2013.
- Tolunay, D. 2019. Biomass factors used to calculate carbon storage of Turkish forests. Forestist 69(2): 145-155.
- Tolunay, D., 2021a. İklim Değişikliğiyle Yükselen Yangın Riskine Karşı Alınabilecek Önlemler. 2. Orman Yangınları Çalıştayı, Muğla, Türkiye, 28 Ağustos 2021, ss.74-83.
- Tolunay, D., 2021b. Türkiye'de Ekosistem Tahribat Faktörü Olarak Habitat ve Arazi Kullanım Değişiklikleri. Memleket Siyaset Yönetim 16 (36): 279-304
- Tolunay, D., 2022. Ekosistem Hizmetleri ve Biyolojik Çeşitlilik. Türkiye Sektörel Etkilenebilirlik ve Risk Analizi. Türkiye'de İklim Değişikliğine Uyum Eyleminin Güçlendirilmesi Projesi.
- Türkeş, M., Tolunay, D. 2023. İklim değişikliği ve orman yangınları. Orman Yangınları Kitap Bölümü. Türkiye Ormancılar Derneği. Kitap basımda.
- UNFCCC, 2001. Land-use, land-use change and forestry, Decision11/CP.7, FCCC/CP/2001/13/Add.1.
- Usta, H.Z., 1990. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında hasılat araştırmaları. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bülten Serisi No: 219.
- Varol, T., Cantürk, Uç., Çetin, M., Özel, H.B., Sevik, H. 2021. Impacts of climate change scenarios on European ash tree (*Fraxinus excelsior* L.) in Turkey. Forest Ecology and Management 491 (2021) 119199
- Wang, S., Zhang, Y., Ju, W., Chen, J.M., Ciais, P., Cescatti, A. ve ark. 2020. Recent global decline of CO₂ fertilization effects on vegetation photosynthesis. Science, 370 (6522): 1295-1300.
- Yeşil, A., 1992. Değişik sıklık ve bonitetdeki kızılçam meşcerelerinin yaşa göre gelişimi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Orman Amenajmanı Programında Hazırlanmış Doktora Tezi.
- Zeydanlı, U., Turak, A., Bilgin, C., Kınıkoğlu, Y., Yalçın, S., Doğan, H. 2010. İklim Değişikliği ve Ormanlık: Modellerden Uygulamaya. Ankara. Doğa Koruma Merkezi.

4. Türkiye Ormanları ve Ekosistem Hizmetleri

Yıldırım Lise, Doç. Dr. Oğuz Kurdoğlu

4.1. Ekosistem Hizmetlerine Genel Bakış

Ekosistem hizmetleri dünya üzerindeki ekosistemlerin insanlara ve diğer canlılara sağladığı ürün ve hizmetlerin tamamını tanımlar. Bu hizmetler, yeryüzünde yaşamın devamlılığı ve insan refahı için çok önemli olup ekosistemlerin iklim değişikliği ile mücadelesine önemli katkılar sunmaktadır.

Ekosistem hizmetleri ile ilgili temel çalışma olarak kabul edilen Costanza ve ark. (1997)'na göre dünyadaki tüm ekosistemler, yani doğanın sağladığı tüm hizmetler, 1 milyardan fazla insanın yaşamını doğrudan desteklemektedir. Costanza ve ark. (1997), dünya üzerindeki ekosistemlerin sağladığı 17 farklı hizmetin her yıl küresel ekonomiye ortalama en az 33 trilyon Amerikan doları katkı sağladığını göstermiştir. Bu çalışmayla ilk kez doğanın sağladığı ürün ve hizmetlerin ekonomik karşılığıyla ilgili küresel ölçekte ekonomik bir değerlendirme yapılmıştır. Aynı dönemde Küresel Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) 18 trilyon Amerikan doları, yani ekosistemlerin sağladığı hizmetlerin değerinin yalnızca yarısı kadardı. Bu çalışmadan sonra konuya verilen önem küresel ölçekte ciddi bir artış göstermiş ve devlet kurumları, akademisyenler, sivil toplum kuruluşları (STK) ve özel sektör tarafından önemli bir konu olarak ele alınmıştır. Bu süreçte ekosistem ürün ve hizmetlerini odak alan hedefler, uluslararası sözleşmeler ve yasal süreçler tanımlanmıştır.

Costanza ve ark. (2014) aynı çalışmayı 2011 yılı verileriyle güncellediğinde genel olarak ekosistem hizmetlerinin tahmini değerini yılda 125 trilyon Amerikan doları olarak belirlemiştir. Ayrıca 1997 ve 2011 yılları arasında dünyadaki alan kullanımı değişiklikleri sonucu ekosistem hizmetlerinde 4,3 ile 20,2 trilyon Amerikan doları değerinde bir kayıp olduğu tahmin edilmektedir (Costanza ve ark., 2014). Bu kayıplar, ekosistem hizmetleri çalışmalarının doğal kaynakları kullanan sektörlerin doğaya yaptığı etkilerin belirlenmesi ve sürdürülebilir doğal kaynak yönetiminin önemini göstermektedir. Diğer yandan ekosistem hizmetleri için hesaplanan değer in aslında daha listelenemeyen sayısız hizmeti kapsamadığı da gözden kaçırılmamalıdır. Çünkü tüm hizmeti ve işlevi listelemek en azından şimdilik olanaklı değildir.

Ekosistem hizmetlerinin önemi yalnızca biyolojik çeşitlilikle ilgili süreçlerde değil, sürdürülebilir kalkınma alanında da kabul edilmiş durumdadır. 2015 yılında Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde Birleşmiş Milletler üye ülkeleri tarafından 2030 yılına kadar yoksulluğu sona erdirmek, eşitsizlik ve adaletsizlikle mücadele ve iklim değişikliğinin üstesinden gelmek için 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı belirlenmiştir. Bu amaçlardan Karasal Yaşam Hedefi (15. hedef) altında 2030 yılına kadar karasal ve tatlısu ekosistemlerin, özellikle orman, sulak alan, dağ ve bozkır ekosistemlerinin ve hizmetlerinin korunması, restorasyonu ve sürdürülebilir kullanımı hedeflenmiştir. Son yıllarda konuyla ilgili yapılan küresel ve ulusal çalışmalarda ekosistem hizmetlerinin doğal kaynakların planlanması süreçlerine nasıl entegre edilebileceği çalışmaları önem kazanmıştır (Tezer ve ark., 2012; Pamukcu ve ark., 2014, 2016; Balkız, 2016; Özütl ve ark., 2019; Lise ve ark., 2019; İpek Yolu Kalkınma Ajansı, 2019; Lise ve ark., 2020; Balkız ve ark., 2020; Pamukçu Albers ve ark., 2020; Tüfekçioğlu ve ark., 2020). Bu çalışmalar sonucunda üretilen bilgi, ormancılık, tarım, doğa koruma, balıkçılık, turizm ve diğer sektörlerle ilgili karar alma süreçlerinde kullanılmaya başlanmıştır.

Ekosistemlerin sağladıkları hizmetlerin belirlenebilmesi için ekonomik değerlendirme çalışmaları veya mekânsal olarak ekosistem hizmetlerinin dağılımının haritalanması üzerine birçok çalışma yapılmaktadır (Editorial, 2013). Geçmişte ekosistem hizmetlerine yönelik araştırma yöntemleri kaba ölçekli (örn. Ego ve ark., 2012; Martinez-Harms ve Balvanera, 2012) günümüzde analitik araçların bu konudaki kullanımı artmış ve çok sayıda mekânsal analiz yazılımı geliştirilmiştir. Ekosistem hizmetlerine yönelik üretilen bilgilerin ormancılık ve tarım gibi farklı sektörlerin planlama süreçlerine entegre edilmesine yönelik çalışmalar artmaktadır (Ruhl ve ark., 2007; Daily ve ark., 2009; Bagstad ve ark., 2013; Sagie ve Ramon, 2015). Bu kapsamda farklı araçlar tüm dünyada geliştirilmektedir (Villa ve ark., 2011).

Birden çok hizmetin birbirleri ve karşılıklı ilişkilerinin modellenmesi (Demestihis ve ark., 2018), ekonomik değerlendirmesi, haritalaması (Pueffel ve ark., 2018; Nikodinoska ve ark., 2018), hassasiyet analizi (Hooper ve ark., 2017), politika ve ilgili stratejilerde kullanılması (Bouwma ve ark., 2018; Prip, 2018), iklim değişikliği nedeniyle ekosistem hizmetlerinin kaybı (Asmus ve ark., 2017), Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (Wood ve ark., 2018), optimal arazi kullanımı (Wu ve ark., 2018), değer analizi çalışmaları (Rawlins ve ark., 2018), doğal afetlerin ekosistem hizmetleri üzerindeki etkileri (Schowalter ve ark., 2017), orman ekosistem hizmetlerinin orman amenajman planlarına entegrasyonu (DKM, 2018), orman rekreasyon alanları yönetiminde ekosistem hizmetlerinin önemi (Atmiş ve Günşen, 2022) çalışmaları yapılmaktadır.

4.2. Ekosistem Hizmetlerinin Sınıflandırılması

Ekosistem hizmetleri konusundaki en önemli yayınlardan sayılan “Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi Raporu”nda doğa tarafından bizlere sağlanan hizmetler 4 grupta ele alınmaktadır (Millennium Ecosystem Assessment, MEA, 2005):

1. Tedarik hizmetleri,
2. Düzenleyici hizmetler,
3. Kültürel hizmetler ve
4. Destekleyici hizmetler.

Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi Raporu genel olarak kabul görse de konu ile ilgili bazı kurumların küçük farklılıklarla ayrılan çeşitli sınıflandırmaları bulunmaktadır. Bunların başında Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Ekonomisi (TEEB) girişiminin sınıflandırması ile Ekosistem Hizmetlerinin Ortak Uluslararası Sınıflandırması (CICES) gelmektedir.

Tedarik Hizmetleri

Tedarik hizmetleri, ekosistemlerden doğrudan sağlanan ürünler olarak nitelendirilir. Ekosistem ürün ve hizmetleri arasında en çok bilinen ve üzerinde en çok çalışma yürütülen hizmetlerin başında tedarik hizmetleri gelmektedir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Tedarik hizmetlerine örnekler (MEA, 2005; de Groot ve ark., 2010; DKM, 2018).

Gıda	
Ekinler	Meyve, sebze ve tahıllar.
Çiftlik hayvanları	Tavuk, inek vb.
Balıkçılık	Denizlerden yakalanan balık ve diğer deniz ürünleri.
Su ürünleri	Kültür ortamında yetiştirilen deniz ürünleri.
Yabani yiyecekler	Mantar, yabani meyveler vb.
Biyolojik hammaddeler	
Odun ürünleri	Ormanlık faaliyetlerinden elde edilen kereste, kâğıt vb.
Lif	Pamuk, ipek, doğal kauçuk vb.
Hayvan derileri	Deri vb.
Dekoratif ürünler	Yaban çiçekleri, takı ve mücevherler.
Biyokütle yakıtları	Enerjiye dönüştürülen biyolojik materyaller.
Tatlısu	İçme, temizlik, sanayi amacıyla kullanılan, doğadan sağlanan tatlısu.
Genetik kaynaklar	Canlıların genetik çeşitliliğinin kullanılmasıyla alınan hizmetler.
Biyokimyasallar, doğal ilaçlar, farmasötikler	İlaçlar, katkı maddeleri vb.

- Dünyada **1,6 milyar insan** odun, gıda, yakıt, istihdam ve barınak için ormanlara bağımlıdır (UNDESA, 2019).

- Ormanlar ve ağaçlar, küçük ölçekli tarım ile uğraşan **2,5 milyar insan** da dâhil olmak üzere geçim kaynaklarını destekler (UNDESA, 2019).

- Dünyada **2,4 milyar insan** yemek pişirme, su kaynatma ve ısınma için yakacak odun kullanır (UNDESA, 2019).

- Küresel ölçekte, **% 95'i** bitki temelli olan **76 milyon ton gıda** ormanlardan sağlanır (UNDESA, 2019).

- Kanserle karşı üretilen ilaçların üçte ikisi yağmur ormanlarındaki bitkilerden üretilir ve toplam piyasa değeri yılda yaklaşık **108 milyar Amerikan dolarıdır** (UNDESA, 2019).



Düzenleyici Hizmetler

Düzenleyici hizmetler, tedarik hizmetlerinden farklı olarak doğadan doğrudan sağlanan ürünleri değil, doğal süreçlerin sonuçlarından elde edilen faydaları içermektedir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Düzenleyici hizmetlere örnekler (MEA, 2005; de Groot ve ark., 2010; DKM, 2018).

Hava kalitesinin düzenlenmesi	Ekosistemler tarafından atmosferdeki kimyasalların yoğunluğunun düzenlenmesi ve bu yolla havanın solunabilir, sağlıklı ve kaliteli hale gelmesi.
İklimin düzenlenmesi	Yerel ölçekte arazi örtüsüne bağlı olarak hem sıcaklık hem de yağışın düzenlenmesi; küresel ölçekte ise ekosistemler tarafından (örn. ormanlar, okyanuslar) sera gazlarının tutulması veya salımı ve buna bağlı olarak iklimin düzenlenmesi.
Su akışının ve zamanlamasının düzenlenmesi	Bir alandaki doğal unsurların, o alanın su tutma kapasitesini etkilemesi ve buna bağlı olarak sel ve taşkınların azalması. Örneğin, ormanlar, bir tampon görevi görerek taşkın durumlarında suyun tutulmasını sağlamakta ve havzanın alt kısmında su basma riskini azaltmaktadır.
Erozyon kontrolü	Bir alanda bitki örtüsünün varlığına ve topoğrafik koşullara bağlı olarak toprağın tutulması ve toprak taşınmalarının şiddetinin azalması.
Suyun temizlenmesi	Bir alandaki doğal ekosistemlerin organik kirleticilerin uzaklaştırılmasında rol oynaması. Örneğin, ormanlar ve sulak alanlar, tatlısu kaynaklarının organik kirleticilerden arıtılması ve bu yolla biyolojik arıtım yapılması konusunda rol oynamaktadır.
Hastalıkların azaltılması	Doğal ekosistemlerin korunmasının, insanlarda görülen bazı hastalıkların kontrolüne ve hastalık azalmasına katkı vermesi. Yapılan araştırmalar ormansızlaşma sonucunda sıtma gibi hastalıkların arttığını göstermektedir.
Toprak veriminin korunması	Bazı organizmaların, topraktaki besin miktarını ve organik maddeyi artırarak toprak veriminin korunmasına doğrudan katkı sağlaması.
Zararlıların azaltılması	Kuş, örümcek ve böcek vb. canlıların tarım zararlılarıyla beslenmesi ve bu yolla zararlılardan kaynaklı yaşanacak kayıpların doğal olarak azaltılması. Biyolojik çeşitliliği yüksek alanlarda, bu hizmetten daha etkin faydalanılmaktadır.
Tozlaşma	Çoğunluğu böcekler olmak üzere kuşlar ve yarasalar vb. hayvanlar tarafından bitkilerin tozlaştırılması. TEEB (2010)'e göre tüm dünyadaki öncelikli besin ürünlerinin % 75'i (87/115 ürün) hayvanlar tarafından tozlaştırılmaktadır. Dünyadaki çiçekli bitkilerin % 67'si ve besin ürünlerinin ise % 75'i arılar tarafından tozlaştırılmaktadır.
Doğal afet azaltımı	Kasırga ya da tsunami gibi doğal afetlerin ekosistemler tarafından etkilerinin azaltılması.

- **Ormanlar** karbon yutağı görevi görerek kaba hesaplama **yılda ortalama 2 milyar ton CO₂** tutar (UNDESA, 2019).

- Dünyanın en büyük şehirlerinin üçte biri **içme sularını ormanlarla kaplı su havzalarından** sağlar.

- **Dünyadaki tatlısu kaynaklarının % 75'i** ormanlarla kaplı su havzalarından gelir (UNDESA, 2019).

- Dünyada **ormanların % 25'i** toprağın ve suyun korunması amacıyla yönetilmektedir (UNDESA, 2019).

- Tüm dünyadaki **öncelikli besin ürünlerinin % 75'i** (87/115 ürün) hayvanlar tarafından tozlaştırılmaktadır (Klein ve ark., 2007).



- Küresel bitkisel üretimin yaklaşık % 5-8'inde hayvanların tozlaşmaya katkısı vardır. 2015 yılında **bu hizmetin değeri 235 - 577 milyar Amerikan doları** olarak öngörülmüştür (IPBES, 2017).

Kültürel Hizmetler

Kültürel hizmetler, insanların doğayla manevi olarak etkileşimlerini konu alan hizmetlerdir. Kültürel hizmetler, insanların doğayla ilişkili hisler, estetik deneyimler, aldıkları ilham ve doğada gerçekleştirdikleri ekoturizm ve rekreasyon eylemlerinden aldıkları mutlulukla doğrudan ilişkilidir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Kültürel hizmetlere örnekler (MAE, 2005; de Groot ve ark., 2010; DKM, 2018).

Rekreasyon ve ekoturizm	İnsanların doğada gerçekleştirdikleri farklı tipteki ekoturizm ve rekreasyon faaliyetlerini (dağcılık, doğa yürüyüşleri, dalış ve tırmanış gibi) içermektedir.
Ahlaki ve ruhani değerler	İnsanların ekosistemlere, türlere ya da doğal alanlara atfettikleri manevi değerleri içermektedir.
Eğitsel ve ilham verici değerler	Doğanın, insanların entelektüel gelişiminden, sanat, folklor ve mimariye kadar birçok farklı konuda ilham sunması önemli kültürel hizmetler arasındadır.
Estetik değerler	Ekosistemler ve ekosistemlerin peyzaj güzelliği insanlar için önem taşımaktadır.

Doğa tabanlı turizm, küresel turizm pazarının % 20'sini oluşturur (UNDESA, 2019).



Destekleyici Hizmetler

Destekleyici hizmetler, diğer hizmetlerden farklı olarak tüm ekosistem ürün ve hizmetlerinin varoluşunu destekleyen ve dünya üzerinde hayatın var olmasını mümkün kılan unsurlar ve doğal süreçlerdir. Diğer ekosistem hizmetleri, kısa vadede oluşmakta ve bu sayede insan faaliyetlerinin ekosistemler ve ekosistem hizmetleri üzerindeki etkileri gözlenebilmektedir. Destekleyici hizmetlerin oluşması çok uzun süreler gerektirmektedir. Bu yüzden de insan faaliyetlerinin destekleyici hizmetler üzerindeki etkisini belirlemek oldukça zordur (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Destekleyici hizmetlere örnekler (MEA, 2005; de Groot ve ark., 2010; DKM, 2018).

Toprak oluşumu	Tedarik ve düzenleyici hizmetlerin birçoğu toprağa ve toprağın ne kadar sürede oluştuğuna bağlıdır.
Birincil üretim	Organizmalar tarafından enerji ve besinlerin toplanması, temel destekleyici hizmetlerin arasındadır.
Besin döngüsü	Besinlerin fiziksel ortamdan canlı organizmalara nasıl taşındığı ve daha sonra fiziksel çevreye nasıl geri döndüğü ile ilgili döngüdür. Başka bir deyişle, yaşamın var olmasını sağlayan karbon, oksijen, hidrojen, azot ve fosforun da bulunduğu elementlerin kullanımı, hareketi ve geri dönüşümü ile ilgili hizmettir.
Su döngüsü	Dünyada bulunan suyun atmosfer ve yeryüzü arasındaki sürekli dolaşımının ekosistemler tarafından sağlanmasıdır.

Toprak oluşumunun değeri, yıllık 17,1 trilyon Amerikan doları olarak öngörülmekte ve ekosistemlerin sağladığı en değerli fayda olarak kabul edilmektedir (WRI, 2007).



Kutu 1: Doğanın İnsanlara Katkıları

Biyçeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Üzerine Hükümetlerarası Bilim-Politika Platformu (IPBES) tarafından hazırlanan “2019 Biyçeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Üzerine Küresel Değerlendirme Raporu” konuyla ilgili en önemli kaynaklardan biridir (IPBES, 2019). Bu rapor, doğanın, ekosistemlerin ve doğanın insanlara fayda ve katkılarının durumunu ortaya koymuştur. Bu raporla birlikte Ekosistem Hizmetlerini içine alan ve daha geniş bir çerçeve oluşturan Doğanın İnsanlara Katkıları (*The Nature’s Contribution to People*) kavramı öne çıkmıştır. Doğanın İnsanlara Katkıları; canlı doğanın (tüm organizmalar, ekosistemler ve bunlarla ilişkili ekolojik ve evrimsel süreçler) insan yaşamının kalitesine olumlu ve olumsuz tüm katkılarını tanımlamaktadır (Díaz ve ark., 2018) (Tablo 4.5). Bu çalışmadan sonra Doğanın İnsanlara Katkıları ve Ekosistem Hizmetleri yaklaşımları arasında bilimsel tartışmalar başlamıştır.

Tablo 4.5. Doğanın insanlara katkıları: Düzenleme, maddi ve maddi olmayan katkılar (Díaz ve ark., 2018’den uyarlanmıştır).

	Doğanın İnsanlara Katkıları	Kısa Açıklama
Düzenleme	Habitat oluşturma ve muhafaza etme	İnsanlar için önemli olan canlılar için gerekli veya elverişli ekolojik koşulların oluşumu ve sürekli üretimi
	Tozlaşma ve tohumların dağılması	Hayvanlar ile polen hareketinin kolaylaştırılması ve faydalı organizmaların tohumları dağıtması
	Hava kalitesinin düzenlenmesi	Kirleticilerin ve gazların filtrasyonu, bağlanması, bozunması veya depolanması
	İklimin düzenlenmesi	Sera gazlarının, biyojenik uçucu organik bileşiklerin ve aerosollerin emisyonu ve tutulması; biyofiziksel geri bildirimler (örn. Albedo, evapotranspirasyon)
	Okyanus asitliğinin düzenlenmesi	Atmosferik CO ₂ miktarının ve dolayısıyla deniz suyu pH’sının karada ve denizde fotosentetik organizmalar tarafından düzenlenmesi
	Tatlı suların miktarının düzenlenmesi	Yüzey ve yeraltı sularının miktarının, yerinin ve akışının zamanlamasının düzenlenmesi
	Tatlı suların kalitesinin düzenlenmesi	Ekosistem filtrasyonu ve partiküllerin, patojenlerin, fazla besin maddelerinin ve diğer kimyasalların eklenmesi
	Toprakların oluşumu ve korunması	Tortu tutma ve kirleticilerin bozulması veya depolanması dahil olmak üzere toprak oluşumu ve toprak verimliliğinin uzun vadeli muhafazası
	Afetlerin ve aşırı doğa olaylarının engellenmesi	Afetlerin etkilerinin iyileştirilmesi; afetlerin boyutunun veya sıklığının azaltılması
	Zararlı organizmaların düzenlenmesi	Zararlıların, patojenlerin, yırtıcıların, rakiplerin, parazitlerin ve potansiyel olarak zararlı organizmaların nüfuslarının kontrol altında tutulması
Maddi	Enerji	Biyoyakıt bitkileri, hayvan atıkları ve yakacak odun gibi biyokütle bazlı yakıtlar
	Gıda ve hayvan yemi	Karasal, tatlı su ve deniz kaynaklarındaki yabani veya evcilleştirilmiş canlılardan elde edilen gıda ve yem
	Malzemeler ve destek	Ekili veya yabani malzemeler ve canlı organizmaların endüstriyel, süs amaçlı, eşlik etme, ulaşım, işçilik ve diğer amaçlar için doğrudan kullanımı
	Tıbbi ve genetik kaynaklar	Doğal olarak elde edilen tıbbi malzemeler; genler ve genetik bilgi
Maddi Olmayan	Öğrenme ve ilham alma	Sanat ve teknolojik tasarım için eğitim, bilgi edinme ve doğadan ilham alma yoluyla geliştirilen yetenekler
	Deneyimler	Doğa ile temasa dayalı fiziksel ve psikolojik olarak faydalı aktiviteler, şifa, rahatlama, rekreasyon ve estetik zevk
	Kimliklerin desteklenmesi	Dini, manevi ve sosyal uyumun temeli; yaşayan dünyayla ilişkili yer, amaç, aidiyet veya köklülük duygusu; anlatılar, mitler ve ritüeller; bir manzara, deniz manzarası, yaşam alanı veya türden memnuniyet
	Seçeneklerin idamesi	Gelecekte yaşam kalitesini desteklemeye devam etmesi için doğanın kapasitesi

4.3. Türkiye’de Orman Ekosistem Hizmetleri

Karbon yutağı denince akla gelen ilk ekosistemlerden biri olan ormanlar, biyolojik çeşitlilik değerinin yanında insanların refahı için birçok ekosistem hizmeti sunmaktadır. “Sürdürülebilir Orman Yönetimi”nde (SOY) ormancılık sektörü ile diğer sektörler arasında köprü görevi gören ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi ve haritalanması, SOY kriter ve göstergelerinin belirlenmesinde önemli bir aşamadır.

Türkiye ormanları, odun ve odun dışı orman ürünleri, karbon tutma ve biyolojik çeşitlilik değerlerinin yanı sıra birçok farklı sektöre ekosistem ürün ve hizmetleriyle katkı sağlamaktadır. Orman ekosistem hizmetlerinin ormanların planlanmasına ve yönetimine entegrasyonu, ulusal ve uluslararası ölçekte gittikçe önem kazanmaktadır. Özellikle orman ekosisteminin farklı sektörlerle nasıl katkı sağladığının ya da bu sektörleri nasıl etkilediğinin irdelenmesi ve bu şekilde çok sektörlü bir planlama yaklaşımının geliştirilmesi ve sektörler arası uyumun sağlanması günümüzde önemi artan ve yaygınlaşan konular arasında gelmektedir.

Türkiye’de ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar 2000’li yılların başında başlamıştır. Başak ve ark. (2022), 2020 yılı ortasına kadar yapılmış 247 ekosistem hizmetleri çalışmasını değerlendirdikleri çalışmada iklim değişikliğinin tarım, ormancılık ve su yönetimi sektörlerindeki etkisinden dolayı düzenleyici ekosistem hizmetlerine yönelik çalışmaların ağırlıklı olduğunu göstermiştir. Veri yetersizliği ve değerlendirme yöntemlerindeki zorluklardan dolayı mali değerlendirme ve dengeleme çalışmalarının az sayıda olduğu belirlenmiştir. Son dönemde yapılan çalışmalarla, ekosistem hizmetleriyle ilgili üretilen bilginin bir planlama aracına dönüştürülmesine yönelik adımlar atılmıştır.

2013-2016 yılları arasında Akdeniz Havzası’nda hayata geçirilen “Akdeniz Orman Ekosistemlerinin Ürün ve Hizmet Üretiminin Küresel Değişiklikler Bağlamında İyileştirilmesi Projesi” ile Türkiye’nin içinde yer aldığı Akdeniz Havzası’ndaki ülkelerdeki farklı orman ekosistemlerinin sağladığı ürün ve hizmetlerin neler olduğuyla ilgili bilgi ilk kez bir araya getirilmiştir (Plan Bleu, 2014). Bu çalışmadan sonra Türkiye’de orman ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerlendirmesi ve ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planlarına entegrasyonuna yönelik çalışmalar artmıştır (DKM, 2018) (Tablo 4.6).



Tablo 4.6. Türkiye ormanları tarafından sağlanan ekosistem ürün ve hizmetlerine örnekler (Plan Bleu, 2014; DKM, 2018).

Orman Ekosistem Ürün ve Hizmetleri	Örnekler
Yapacak odun ürünleri	Ormancılık faaliyetlerinden elde edilen tomruk, sanayi odunu, kâğıt, lif-yonga, vd.
Yakacak odun	Enerji üretimi kapsamında kullanılan odun
Gıda ürünleri	Mantarlar, yemişler, sebzeler, tohumlar, baharatlar, uçucu bitki yağları, tarımsal ürünler, vd.
Yem ve otlatma	Hayvan yemi, silaj, otsu bitki örtüsü
Dekoratif ürünler	Doğal boyalar, yılbaşı ağaçları, hediyelik eşyalar, vd.
Avcılık ve av ürünleri	Av eti, trofiler, hayvan derisi
Farmasötikler, kozmetik ve diğer ham ürünler	Biyokimyasallar, farmasötikler, doğal ilaçlar, kozmetik ürünler, aromaterapi yağları, uçucu bitki yağları, boyalar, parfümler, sabunlar, şampuanlar, vd.
Biyolojik çeşitliliğin korunması	Canlıların yaşama ortamlarının korunması, biyolojik ve genetik çeşitlilik kaynaklarının korunması
İklimin düzenlenmesi	Sıcaklık ve yağışın düzenlenmesi
Hava kalitesinin düzenlenmesi	Hava kalitesinin iyileştirilmesi, UV ışınlarından koruma
Karbon tutumu	Karbon tutumu, karbon yutakları
Sağlık korunması	Kirliliğin kontrolü, ses kirliliğinin azaltılması, detoksifikasyon
Suyun düzenlenmesi	Yağışın ve nemin tutulması, yüzey akışların düzenlenmesi
Suyun temizlenmesi	Su kalitesinin korunması/iyileştirilmesi, kirleticilerin azaltılması
Toprak koruma	Toprak veriminin korunması, toprak erozyonu ve toprak kaymasına karşı koruma
Rekreasyon	Trekking, piknik, avcılık, kayak, dağ bisikleti faaliyetleri, vd.
Turizm	Rehberli turlar, ekoturizm faaliyetleri, odun dışı ürünleri toplama faaliyetleri, vd.
Ruhani ve kültürel hizmetler	Kültürel eserler, dini ruhani ziyaretler
Tarihsel ve eğitim hizmetleri	Arkeolojik alanlar, bilimsel araştırma, kültürel ve ruhani alanlar
Estetik hizmetler	Seyir noktaları, manzara güzelliği

Tablo 4.6'daki örneklerde görüldüğü gibi Türkiye'de orman ekosistemleri tarafından sağlanan hizmetler, odun ve odun dışı orman ürünleri, karbon tutma ve biyolojik çeşitlilik değerlerinin yanı sıra birçok farklı sektörü doğrudan etkilemekte ve bu sektörlerin devamlılığına olumlu katkı sağlamaktadır. Ormanların sağladığı ekosistem hizmetlerinden faydalanan sektörlerin en önemlileri olan ormancılık, tarım ve hayvancılık, turizm ve rekreasyon, avcılık ve içme suyu sektörlerinden örnekler Tablo 4.7'de verilmiştir (DKM, 2018).



Tablo 4.7. Bazı sektörlerin orman ekosistemlerinden faydalandığı ekosistem hizmetlerine örnekler (DKM, 2018).

Ekosistem Hizmeti (EH)	Tarım ve Hayvancılığın Faydalandığı EH	Turizm, Rekreasyon ve Avcılığın Faydalandığı EH	İçme ve Kullanma Suyu Sektörünün Faydalandığı EH	Ormancılık Sektörünün Faydalandığı EH
Tedarik hizmetleri	<ul style="list-style-type: none"> - Odun dışı orman ürünleri - Tatlısu - Yem ve otlama için uygun otsu bitki örtüsü 	<ul style="list-style-type: none"> - Odun dışı orman ürünleri varlığı - Tatlısu - Avcılık ve av ürünleri 	<ul style="list-style-type: none"> - Tatlısu 	<ul style="list-style-type: none"> - Biyolojik hammadde (yapacak ve yakacak odun) - Odun dışı orman ürünleri - Tatlısu - Yem ve otlama için uygun otsu bitki örtüsü - Genetik kaynaklar
Düzenleyici hizmetler	<ul style="list-style-type: none"> - Zararlıların azaltılması - Tozlaşma - Erozyon kontrolü - Su akışının zamanlaması ve düzenlenmesi ve suyun temizlenmesi 	<ul style="list-style-type: none"> - Suyun temizlenmesi - Hava kirliliğini önleme 	<ul style="list-style-type: none"> - Erozyon kontrolü - Suyun akışının ve zamanlamasının düzenlenmesi ve temizlenmesi 	<ul style="list-style-type: none"> - Tozlaşma - Erozyon kontrolü (toprak koruma) - Su akışının zamanlaması ve düzenlenmesi ve suyun temizlenmesi - Karbon tutumu
Kültürel hizmetler		<ul style="list-style-type: none"> - Estetik hizmetler 		

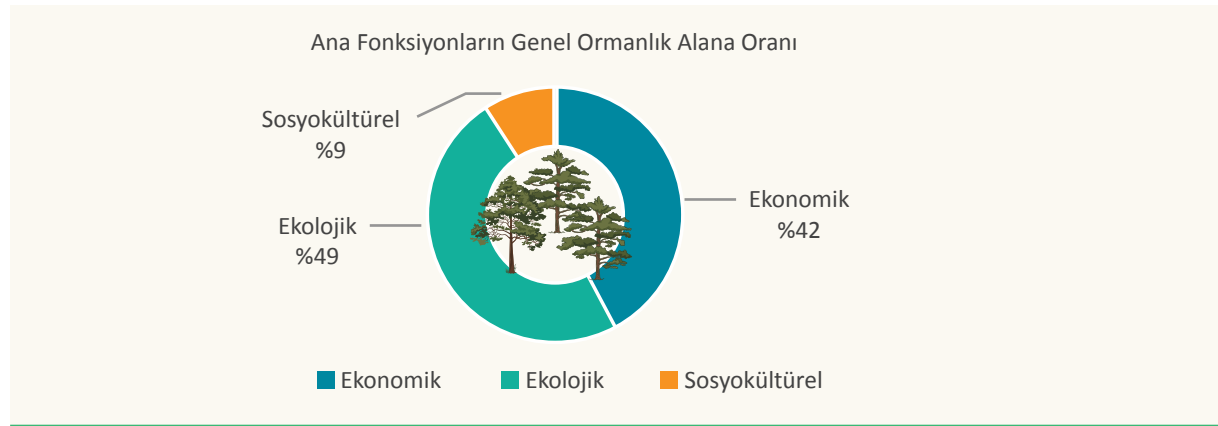
4.4. Türkiye’de Orman Ekosistem Hizmetleri Planlama ve Yönetimi

Türkiye’de orman ekosistemlerinin yönetilmesi için hayata geçirilen “Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Planlama” yaklaşımı, ormanların odun üretimi odaklı yönetilmesi anlayışının bırakılıp ormanın bir ekosistem olarak ele alınmasına ve bu çerçevede farklı tipteki fonksiyonlarının tanımlanıp buna göre yönetilmesine fırsat sağlamaktadır. Bu yaklaşım, orman ekosisteminin bir bütün olarak yönetilmesine ve farklı açılardan öncelikli unsurlarının da korunmasına imkân vermektedir. Ormanların sağladığı ekonomik, sosyal ve kültürel fonksiyonları gözeterek şekilde hayata geçirilen bu planlama yaklaşımı, ormanların içinde ve civarında yaşayan insanların ihtiyaçlarının da gözetilmesine olanak sağlamaktadır.

Fonksiyonel planlamada ormanlık alanlar, ekonomik, ekolojik ve sosyokültürel ana orman fonksiyonları altında farklı işletme amaçlarıyla yönetilmektedir. 2020 Türkiye Orman Varlığı Raporu’na (OGM, 2021) göre tüm ormanlık alanlarının ana fonksiyonlarına göre dağılımı Tablo 4.8 ve Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Ormanlık alanların ana fonksiyonlara dağılımı.

Ana Fonksiyonlar	Toplam Alan (ha)	Yüzde (%)
Ekonomik	9.696.156	42,3
Ekolojik	11.120.745	48,5
Sosyokültürel	2.116.099	9,2
Toplam	22.933.000	100



Şekil 4.1. Ana orman fonksiyonlarının genel ormanlık alana oranı (OGM, 2021).

Bu işletme amaçları ise farklı ekosistem hizmetlerinin oluşturulması veya korunmasıyla doğrudan ilişkilidir. Örneğin, ormanın sağladığı düzenleyici hizmetlerden “Erozyon kontrolü”, ormanların fonksiyonel planlanmasında “Ekolojik” ana orman fonksiyonu altında “Erozyon önleme” genel orman fonksiyonu altında detaylandırılmaktadır. Bir başka örnek olarak orman ekosisteminin sağladığı tedarik hizmetlerinden “Biyolojik hammadde”, fonksiyonel planlamada “Ekonomik” ana orman fonksiyonu altında “Orman ürünleri üretimi” olarak tanımlanmaktadır. Tablo 4.8, Tablo 4.9 ve Tablo 4.10’da bu kapsamda ekosistem ürün ve hizmetleri ve bunlara karşılık gelen orman fonksiyonları ve işletme amaçlarına (Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar, Tebliğ No: 299, 2017) örnekler verilmektedir.

Tablo 4.9. Orman ekosistemleri tedarik hizmetleri ile ilişkili orman fonksiyonları ve işletme amaçları.

Ekosistem Hizmeti Tipi	Ürünler	Genel Orman Fonksiyonları	İşletme Amaçları
Tedarik hizmetleri	Biyolojik hammadde (Yapacak ve yakacak odun)	1.1. Orman Ürünleri Üretimi	1109. En yüksek miktarda endüstriyel odun üretimi (endüstriyel ağaçlandırma)
			1110. Kaliteli ve özellikli odun üretimi
			1111. En yüksek miktarda yapacak odun üretimi
			1112. Yakacak odun üretimi
			1113. Diğer (özel ağaçlandırma)
			1114. Odun dışı orman üretimi
	Odun dışı orman ürünleri varlığı		1115. Basralı alanlar ve bal üretim ormanları
			1116. Bitkisel ürünler
			1117. Hayvansal ürünler
	İçme ve kullanma suyu (Tatlısu)		1118. Su ve mineral ürünler
	Yem ve otlama için uygun otsu bitki örtüsü varlığı		1119. Otlatma alanları
	Genetik kaynaklar	2.1. Doğayı Koruma	2110. Gen koruma ormanı
			2125. Tohum meşcereleri
			2126. Tohum bahçeleri
	Av ürünleri ve avcılık	2.1. Doğayı Koruma 3.4. Ekoturizm ve rekreasyon	2115. Yaban hayatı geliştirme sahaları
			3415. Avlak alanları

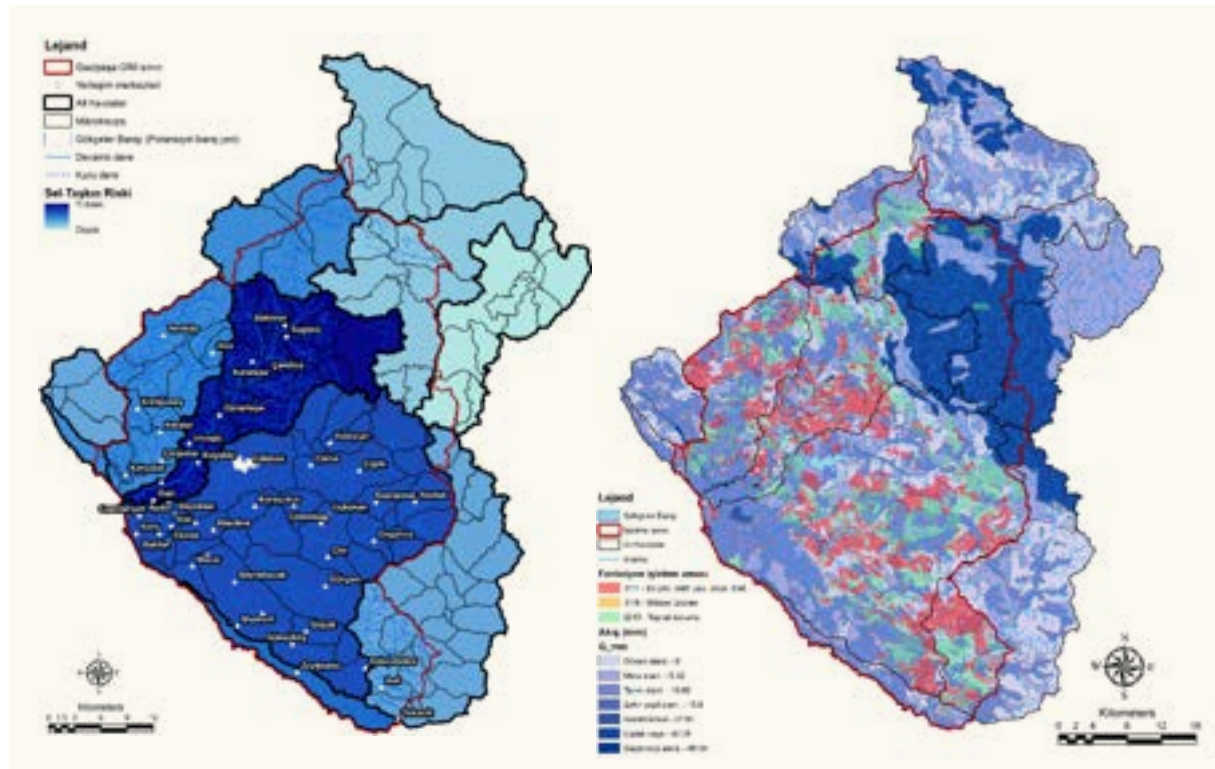
Tablo 4.10. Orman ekosistemleri düzenleyici hizmetleri ile ilişkili orman fonksiyonları ve işletme amaçları.

Ekosistem Hizmeti Tipi	Ürünler	Genel Orman Fonksiyonları	İşletme Amaçları
Düzenleyici hizmetler	Erozyon kontrolü/Toprak koruma	2.2. Erozyon Önleme	2210. Çığ önleme
			2211. Heyelan önleme
			2212. Taş ve kaya yuvarlanmayı önleme
			2213. Toprak koruma
			2214. Sel taşkın önleme
	Karbon tutumu	2.3. İklim Koruma	2310. İklim koruma
	Suyun akışının ve zamanlamasının düzenlenmesi	2.2. Erozyon Önleme 3.1. Hidrolojik	2214. Sel taşkın önleme
			3110. İçme suyu koruma
			3111. Kullanma suyu koruma
			3112. Su kaynaklarını koruma
	Suyun temizlenmesi	3.1. Hidrolojik	3110. İçme suyu koruma
			3111. Kullanma suyu koruma
			3112. Su kaynaklarını koruma
	Hava kalitesinin düzenlenmesi	3.2. Toplum Sağlığı	3211. Hava kirliliğini önleme
	Zararlıların azaltılması	2.1. Doğayı Koruma	
	Tozlaşma		

Tablo 4.11. Orman ekosistemleri kültürel hizmetleri ile ilişkili orman fonksiyonları ve işletme amaçları.

Ekosistem Hizmeti Tipi	Ürünler	Genel Orman Fonksiyonları	İşletme Amaçları
Kültürel hizmetler	Estetik değerler	3.3. Estetik	3310. Estetik amaçlı perdeleme ve koruma 3311. Estetik görünüm (Görsel kalite: Silüet, mozaik ve panoramik etki)
	Rekreasyon ve turizm	3.4. Ekoturizm ve rekreasyon	3410. Doğa spor alanları (yürüyüş, kaya tırmanış, kuş gözlem alanları) 3413. Rekreasyon (piknik, mesire, festival, yayla, vs.) 3416. Turizm amaçlı ormanlar
	Tarihsel ve eğitsel hizmetler	3.6. Bilimsel	3610. Eğitim ve araştırma amaçlı ormanlar 3611. Arboretum, botanik bahçesi

Bu tablolarda görüldüğü gibi, orman ekosisteminin sağladığı ürün ve hizmetlerin büyük kısmının karşılığı fonksiyonel orman planlaması tanımlarında kendisine yer bulmaktadır. OGM ve Doğa Koruma Merkezi (DKM) birçok projede iş birliği içinde çalışarak orman ekosistem hizmetlerinin orman amenajman planlarına entegrasyonu yaklaşımını geliştirmiştir (DKM, 2018; Pamukçu Albers ve ark., 2020) (Şekil 4.2). Bu yaklaşımla başta su akışının düzenlenmesi ve zamanlanması, toprak koruma (erozyon kontrolü), karbon tutumu, turizm ve rekreasyon hizmetleri olmak üzere orman ekosistem hizmetleri için ormancılık uygulama önerileri geliştirilmiştir. Bu öneriler amenajman planlarında yer almakta ve başarıyla uygulanmaktadır.



Şekil 4.2. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Gazipaşa Orman İşletme Müdürlüğü sel-taşkın riski haritası ve su akışının ve miktarının düzenlenmesi ekosistem hizmeti haritası (DKM, 2018).

Türkiye’de orman ekosistem hizmetleriyle ilgili ana birim, 2011 yılında kurulan OGM Ekosistem Hizmetleri Dairesi Başkanlığıdır. Buna bağlı Ekosistem Hizmetleri Şube Müdürlüğü, orman ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi, teşhisi, tanımı ve tanıtımı ile değer tespitine ait iş ve işlemleri yürütmekte, ekosistem hizmetlerinin katkısının artırılması için öneri ve tekliflerde bulunmaktadır. STK’lar ve üniversitelerle iş birliği içinde orman ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi, orman amenajman planlarına entegre edilmesi ve etkin yönetimi konularında pilot

alanlarda çalışmalar yapmaktadır. 2022 yılından itibaren OGM ekosistem hizmetleri araştırmalarına ve bu araştırmaların orman amenajman planlarına entegrasyonu çalışmalarına öncelik vererek hizmet alımı yöntemiyle çalışmalar yaptırmaktadır. Her yıl en az 3 orman işletme müdürlüğünde bu çalışmaların yapılması planlanmaktadır.

Kutu 2: Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi

Küresel Çevre Fonu (GEF) destekli “Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi” kapsamında yapılan çalışmada Türkiye’de ilk kez beş Orman İşletme Müdürlüğü (Adana-Pos, Antalya-Gazipaşa, Kahramanmaraş-Andırın, Mersin-Gülnar ve Muğla-Köyceğiz) ormanlarından orman ekosistemlerinin farklı sektörlere nasıl katkı verdiğine dair bilgi mekânsal haritalama ile belirlenmiştir (DKM, 2018). Bu kapsamda yapılan literatür çalışmaları, uzman görüş ve alan deneyimleri doğrultusunda değerlendirmeler, modelleme çalışmaları, arazide yerinde doğrulama çalışmaları ve uzmanların bir araya getirildiği çalıştaylar yapılmıştır. Belirlenen orman ekosistemi hizmetlerinin mevcut ve potansiyel durumu literatür araştırmaları ve modelleme çalışmaları ile haritalandırılmıştır. Yerel yönetici ve uzmanlarla bilgi desteği almak ve alan deneyimlerini toplamak için yapılan toplantılar ve haritalar üzerinde çalışmalar ile arazide yapılan doğrulama çalışmaları doğrultusunda ekosistem hizmetleri haritaları nihai hale gelmiştir. Haritalanan orman ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilir yönetimi için ormancılık uygulamaları önerileri geliştirilmiş ve ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planlarına entegre edilmiştir. Bu planlar onaylandıkları yıldan beri OGM yerel teşkilatı tarafından uygulanmaktadır.



Katılımcı toplantılardan görüntüler

Kutu 3: Ormanların Su Fonksiyonu için Planlama Projesi

Coca-Cola Vakfı ve Küresel Çevre Fonu Küçük Destek Programı’nın desteklediği ve DKM ve OGM iş birliğinde yürütülen “Ormanların Su Fonksiyonu için Planlama Projesi”, Türkiye ormanlarında hidrolojik fonksiyonların belirlenmesi ve yönetimi için gerekli altyapıyı oluşturmayı ve İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü orman amenajman planlarında hidrolojik fonksiyonların entegrasyonunu hedeflemiştir.

Proje kapsamında hidrolojik fonksiyon verilecek ormanlar için planlama yaklaşımı geliştirilmiştir. Bu yaklaşımla Bayındır Orman İşletme Müdürlüğünde Alaçam, Ödemiş ve Çamyayla Orman İşletme Şefliklerinde, hidrolojik fonksiyon orman amenajman planlarına başarılı bir şekilde entegre edilmiştir (Pamukçu Albers ve ark., 2020). Bu planlar 2020 yılından beri OGM yerel teşkilatı tarafından uygulanmaktadır.

Proje deneyimleri ışığında “Ormanların Hidrolojik Fonksiyonlarının Orman Amenajman Planlarına Entegrasyonu Kılavuzu” hazırlanmıştır. Bu kılavuzda hidrolojik fonksiyon verilecek ormanlar için geliştirilen planlama yaklaşımı ve aşamaları ile Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü deneyimi detaylarıyla anlatılmıştır.

Kutu 4: Türkiye’de Orman Ürün ve Hizmetlerinin Kıymetlenilmesi Projesi

Dünya Bankası destekli projede Bolu Orman Bölge Müdürlüğü (Bolu ve Düzce illeri) ormanlarının doğrudan kullanım, dolaylı kullanım, seçenek ve kullanım dışı değerlerinin önemli bir bölümü hesaplanmıştır. 2013 yılı için bu ormanların toplam ekonomik değeri 716 milyon Amerikan doları olarak belirlenmiş ve bunun % 89,5’inin GSMH hesaplamalarına dâhil edilmediği vurgulanmıştır (Erbaş ve ark., 2015). Birim alanda ise Bolu ve Düzce ili ormanları 1.139 Amerikan doları/ha/yıl bir değer üretmekte olup, bunun ancak 91 doları odun hammaddesinden gelmektedir.

Bu hizmetlerin en önemlileri su havzasının korunması, karbon tutumu ve toprak erozyonu kontrolü olarak belirlenmiştir. Ayrıca bölgedeki odun, yakacak odun, odun dışı orman ürünleri, bal, rekreasyon, avcılık ve otlatma hizmetlerinin 2013 yılında 288,20 milyon Amerikan doları ekonomik katkısı olduğu belirlenmiştir.

Ekosistem hizmetleri, Türkiye’de doğa ile uyum içinde yaşamın anahtarlarından biridir ve yaşam kalitesi ve insan refahı için oldukça önemlidir. Türkiye’nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı’nda (TİDUSEP) ormanlar ve ormancılıkla ilgili konular yoğun olarak “Ekosistem Hizmetleri, Biyolojik Çeşitlilik ve Ormancılık” bölümünde ele alınmıştır. Bu ana başlıkta vurgulandığı gibi Türkiye’de iklim değişikliğine uyum süreçlerinde başta karbon tutma kapasitesi olmak üzere orman ekosistem hizmetlerine verilen önem son yıllarda giderek artmaktadır.

Türkiye’nin taraf olduğu Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi 15. Taraflar Konferansı’nda onaylanan Kunming-Montreal Küresel Biyolojik Çeşitlilik Çerçevesi vizyon olarak doğa ile uyum içinde yaşanan bir dünya hedeflemektedir: “2050 yılına kadar biyoçeşitliliğe değer verilecek, korunacak, onarılacak ve akıllıca kullanılarak ekosistem hizmetlerinin devamlılığı sağlanacak, sağlıklı bir gezegen sürdürülecek ve tüm insanlar için gerekli olan faydalar sağlanacaktır.” Bu vizyon biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin korunmasının gezegenin sağlığı ve insanların refahı için önemini göstermektedir. Orman ekosistemleri zarar gördüğünde habitat ve kalite kaybı ile sağlamış olduğu ekosistem hizmetleri de zarar görecektir. Bu zararın etkisi iklim değişikliği ile artarak orman ekosistem hizmetlerinden faydalanan insanların refahını ve sektörlerin sürdürülebilirliğini etkileyecektir.

Orman ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi, haritalanarak mekânsal bilgi üretilmesi ve bu bilgiden ormancılık, tarım ve hayvancılık, içme suyu ve turizm ve rekreasyon sektörlerinin etkin faydalanması için planlama sürecinde öneriler geliştirilmesi, orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimine yönelik önemli bir planlama aracıdır. Türkiye’nin deneyimleri ormanlarının sürdürülebilir yönetimi için ekosistem hizmetleri yaklaşımının orman ekosistemlerinin planlanması ve yönetimindeki önemini göstermektedir.

Türkiye’de orman ekosisteminin sağladığı ekosistem hizmetleri, birçok sektör için doğa tabanlı çözümler sunmaktadır. Ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilir yönetimi ve bundan faydalanan farklı sektörlerin devamlılığı için çok sektörlü ve çok ölçekli farklı yaklaşımlar ile farklı haritalama ve modelleme araçlarının kullanılması, yerel bilginin çalışmaların farklı aşamalarına en etkin şekilde entegre edilmesine yönelik araçların geliştirilmesi ve bu araçların orman yönetim planlarına entegre edilmesi sürdürülebilir orman yönetimi ve sektörlerin devamlılığı için önem kazanmaktadır.

Ormanların odun üretimi ve karbon tutma için yönetilmesi ile ilgili değerlendirmelerde ormanların sağladığı diğer faydalara zarar vermeyecek ve onlarla uyumlu çözümlere ihtiyaç vardır. Bu faydaların sürdürülebilir yönetimi için en iyi araç, orman ekosistem hizmetlerinin planlanması ve sürdürülebilir yönetimidir. Türkiye’deki orman yönetimi planlama ve uygulama yaklaşımı buna imkân sağlamaktadır.

Son yıllarda resmi veriler, ormanlardaki parçalanma (OGM, 2020) ve hasattaki artışın (OGM, 2022), ormanların sürdürülebilir yönetimine aykırılık oluşturduğunun yanı sıra ekosistem hizmetlerinin geri dönülemez kayıplara uğradığını göstermektedir. Bu itibarla doğal orman ekosistemlerimizin özellikle kırılğan ve biyoçeşitlilik bakımından zengin bölümleri zaman geçirilmeden koruma altına alınmalıdır. Özellikle dağ ekosistemlerine korumada öncelik verilerek her türlü beşeri olumsuz etkiden uzak tutulmalıdır. Kalkınma ve gelişme elbette doğal varlıkları koruduğu ölçüde sürdürülebilirdir.

Dördüncü Bölüm Kaynaklar

- Asmus, M.L., Nicolodi, J., Anello, L.S., Gianuca, K. 2017. The risk to lose ecosystem services due to climate change: A South American case. *Ecological Engineering*, In Press, Available online 29 December 2017.
- Atmiş, E., Günşen, H.B. 2022. Ecosystem Services in Recreational Forests of Turkey: Analysis of National Forest Policies and Scientific Studies. *International Forestry Review*, Vol. 24(4): 469-485.
- Bagstad, K.J., Semmens, D.J., Waage, S., Winthrop, R. 2013. A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. *Ecosystem Services* 5: 27-39.
- Balkız, Ö. 2016. Assessment of the Socio-economic Values of Goods And Services Provided by Mediterranean Forest Ecosystems- Düzlerçamı Forest, Turkey. Doğa Koruma Merkezi, Plan Bleu, Valbonne.
- Balkız, Ö., Bucak, T., Demirbaş Çağlayan, S., Ülker, E.D., Tüfekçioğlu, İ., Bilgin, G.D., Pamukçu Albers, P., Durmuş, M., Turak, A., Aslan, A.T., Taş, S., Kurtoğlu, S., Bilgin, C., Ortakçier, T., Özbağdatlı, N., Kurt, B., Küçük, M., Kamiloğlu, M., Lise, Y., Zeydanlı, U. 2020. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü ile Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergelerine Göre Değerlendirme. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- Başak, E., Çetin, N.İ., Vatandaşlar, C., Pamukçu-Albers, P., Karabulut, A.A., Çağlayan, S.D., Besen, T., Erpul, G., Balkız, Ö., Çokçalışkan, B.A., Per, E., Atkin, G. 2022. Ecosystem services studies in Turkey: A national-scale review *Science of the Total Environment*, 844:157068.
- Bouwma, I., Schleyer, C., Primmer, E., Winkler, K.J., Berry, P., Young, J., Carmen, E., Špulerová, J., Bezák, P., Preda, E., Vadineanu, A. 2018. Adoption of the ecosystem services concept in EU policies. *Ecosystem Services*, 29: 213-222.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hanna, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystems services and natural capital, *Nature* 387: 253-260.
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S., Turner, R.K. 2014. Changes in the global value of ecosystem services, *Global Environmental Change*, 26: 152-158.
- Daily, G.C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P.M., Mooney, H.A., Pejchar, L., Ricketts, T.H., Salzman, J., and Shallenberger, R. 2009. Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7: 21-28.
- de Groot, R., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemen, L. 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*, 7(3): 260-272.
- Demestihias, C., Plénet, D., Génard, M., Garcia de Cortazar-Atauri, I., Launay, M., Ripoché, D., Beaudoin, N., Simone, S., Charreyron, M., Raynal, C., Lescourret, F. 2018. Analyzing ecosystem services in apple orchards using the STICS model. *European Journal of Agronomy*, 94: 108-119.
- Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R.T., Molnár, Z., Hill, R., Chan, K.M.A., Baste, I.A., Brauman, K.A., Polasky, S., Church, A., Lonsdale, M., Larigauderie, A., Leadley, P.W., Oudenhoven, A.P.E. van, Plaat, F. van der, Schröter, M., Lavorel, S., Aumeeruddy-Thomas, Y., Bukvareva, E., Davies, K., Demissew, S., Erpul, G., Failler, P., Guerra, C.A., Hewitt, C.L., Keune, H., Lindley, S., Shirayama, Y. 2018. Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359: 270-272.
- DKM (Doğa Koruma Merkezi). 2018. Türkiye'de Yüksek Koruma Değerine Sahip Akdeniz Ormanları Entegre Yönetim Projesi: Bir Planlama Aracı Olarak Orman Ekosistemi Ürün ve Hizmetleri. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- Editorial. 2013. Best practices for mapping ecosystem services. *Ecosystem Services* 13: 1-5.
- Egoh, B., Drakou, E.G., Dunbar, M.B., Maes, J., Willemen, L. 2012. Indicators for Mapping Ecosystem Services: A Review. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Erbaş, B.Ç., Xie, J., Arıkan, E., Nemodova, V.I. 2015. Valuing Forest Products and Services in Turkey: A Pilot Study

of Bolu Forest Area. World Bank Group.

- Hooper, T., Beaumont, N., Griffiths, C., Langmead, O., Somerfield, P.J. 2017. Assessing the sensitivity of ecosystem services to changing pressures. *Ecosystem Services*, 24: 160-169.
- IPBES. 2017. The Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES Secretariat, Germany.
- IPBES. 2019. Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Brondizio, E. S., Settele, J., Díaz, S., Ngo, H. T. (eds). IPBES Secretariat, Bonn, Germany. 1144 pages.
- İpek Yolu Kalkınma Ajansı. 2019. TRC1 Bölgesi'nde Tarımın İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Artırılması Projesi (Gaziantep-Adıyaman-Kilis) Araştırma Raporu. TRC1 Bölgesi'nde Tarımın İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Artırılması Projesi (Gaziantep-Adıyaman-Kilis). T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, İpekyolu Kalkınma Ajansı, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü ve Doğa Koruma Merkezi.
- Klein, AM., Vaissière, BE., Cane, JH., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, SA., Kremen, C., Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B – Biological Sciences*, 274: 303–313.
- Lise, Y., Pamukçu Albers, P., Balkız, Ö. 2020. Orman Ekosistem Hizmetleri. Ülgen, H., Zeydanlı, U., Lise, Y. (Ed.): Orman ve Biyolojik Çeşitlilik. Doğa Koruma Merkezi, Ankara, Turkey, pp. 149–176.
- Lise, Y., Tüfekcioğlu, İ., Çağlayan, S.D., Turak, A., Kaya, B., Balkız, Ö., Ertürk, T., Mızraklı, A., Çort, A., Gündüz, Y., Bilgin, C.C., Zeydanlı, U. 2019. Orman Amenajman Planlarına Biyolojik Çeşitliliğin Entegrasyonu: Gazipaşa Orman İşletme Müdürlüğü Deneyimi. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- Martinez-Harms, M.J., Balvanera, P. 2012. Methods for mapping ecosystem service supply: a review. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 8: 17–25.
- MEA. 2005. *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*, Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, DC.
- Nikodinoska, N., Paletto, A., Pastorella, F., Granvik, M., Franzese, P.P. 2018. Assessing, valuing and mapping ecosystem services at city level: The case of Uppsala (Sweden). *Ecological Modelling*, 368: 411-424.
- OGM. 2020. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri 2019 Yılı Raporu. OGM Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı Yayını. Ankara.
- OGM. 2021. 2020 Türkiye Orman Varlığı. Orman Genel Müdürlüğü - Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- OGM. 2022. Ormanlık İstatistikleri 2021. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> (Erişim tarihi: 25 Mart 2023).
- Özüt, D., Tufanoğlu, G.Ç., Zeydanlı, U. 2019. Biyolojik Çeşitliliğin Ormancılığa Entegrasyonu- Uygulamacının Rehberi. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- Pamukcu, P., Erdem, N., Serengil, Y., Randhir, T.O. 2016. Ecohydrologic modelling of water resources and land use for watershed conservation. *Ecol. Inform.* 36, 31–41. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2016.09.005>.
- Pamukcu, P., Serengil, Y., Yurtseven, I. 2014. Role of forest cover, land use change and climate change on water resources in Marmara basin of Turkey. *iForest - Biogeosciences For* 8, 480–486. <https://doi.org/10.3832/ifer1242-007>.
- Pamukçu Albers, P., Demirbaş Çağlayan, S., Çalışkan, B.K., Kılıç, M., Lise, Y., Zeydanlı, U., Oliver, C. D. 2020. Ormanların Hidrolojik Fonksiyonlarının Orman Amenajman Planlarına Entegrasyonu Kılavuzu. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- Plan Bleu. 2014. *Methods and tools for socio-economic assessment of goods and services provided by Mediterranean forest ecosystems*, France.
- Prip, C. 2018. The Convention on Biological Diversity as a legal framework for safeguarding ecosystem services. *Ecosystem Services*, 29: 199-204.

- Pueffel, C., Haase, D., Priess, J.A. 2018. Mapping ecosystem services on brownfields in Leipzig, Germany. *Ecosystem Services*, 30: 73-85.
- Rawlins, J.M., De Lange, W.J., Fraser, G.C.G. 2018. An Ecosystem Service Value Chain Analysis Framework: A Conceptual Paper. *Ecological Economics*, 147: 84-95.
- Ruhl, J.B., Kraft, S.E., Lant, C.L. 2007. *The Law and Policy of Ecosystem Services*. Island Press, Washington, DC.
- Sagie, H., Ramon, U. 2015. Using an Agroecosystem Services Approach to Assess Tillage Methods: A Case Study in the Shikma Region. *Land* 4: 938-956.
- Schowalter, T.D., Noriega J.A., Tscharnkte, T. 2017. Insect effects on ecosystem services—Introduction. *Basic and Applied Ecology*, In Press. Available online 27 September 2017.
- TEEB, 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations*. Earthscan, London and Washington.
- Tezer, A., Sen, O., Aksehirli, I., Cetin, N.I., Onur, A.C. 2012. Integrated planning for the resilience of urban riverine ecosystems: the Istanbul-Omerli watershed case. *Ecohydrol. Hydrobiol.* 12, 153–163
- Tüfekçioğlu, İ., Sayın, M.A., Ertürk, T., Mızraklı, A., Zeydanlı, U., 2020. Orman Amenajman Planlarına Entegrasyon Kılavuzu. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- UNDESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs). 2019. *Global Forest Goals and Targets of The UN Strategic Plan For Forests 2030*. United Nations, New York.
- Villa, F., Bagstad, K., Johnson, G., Voigt, B. 2011. Scientific instruments for climate change adaptation: estimating and optimizing the efficiency of ecosystem services provision. *Economia Agrariay Recursos Naturales* 11(1):54–71.
- Wood, S.L.R., Jones, S.K., Johnson, J.A., Brauman, K.A., Chaplin-Kramer, R., Fremier, A., Girvetz, E., Gordon, L.J., Kappel, C.V., Mandel, L., Mulligan, M., O'Farrell, P., Smith, W.K., Willemen, L., Zhang, W., DeClerck, F.A. 2018. Distilling the role of ecosystem services in the Sustainable Development Goals. *Ecosystem Services*, 29: 70-82.
- WRI. 2007. *Estimates of Various Ecosystem Services. Valuing Ecosystem Services*. World Resources Institute. <http://pubs.wri.org/pubs_content_text.cf m?ContentID=1387> Erişim tarihi: 5 Temmuz 2007.
- Wu, X., Wang, S., Fu, B., Liu, Y., Zhu, Y. 2018. Land use optimization based on ecosystem service assessment: A case study in the Yanhe watershed. *Land Use Policy*, 72: 303-312.

5. İklim Krizinin ve Biyolojik Çeşitlilik Krizinin Birlikte Ele Alınması

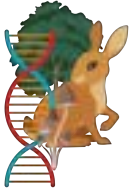
Prof. Dr. Can Bilgin

5.1. Tanımlar ve Temeller



Biyolojik çeşitlilik, en basit tanımıyla canlılığın, yani yaşamın çeşitliliğidir. Yeryüzündeki canlı dünyasıyla ilgili her şey bu tanımın içine girer. 1992 yılında Brezilya'nın Rio de Janeiro şehrinde gerçekleşen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (Rio Zirvesi) kabul edilen tanımıyla "Yaşayan organizmaların, o organizmaların yaşadıkları ekolojik ortamların (karasal, denizel ve sucul) ve o organizma ve ortamların desteklediği ekolojik süreçlerin çeşitliliğidir". Bu tanım aynı konferansın sonucunda ortaya çıkan Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'nde de yer almıştır.

Biyolojik çeşitlilik ya da kısaca biyoçeşitlilik genetik materyalden, türlerin içinde barındığı cansız çevreyi de içeren ekosistemlere kadar geniş bir yelpazede değişen farklı düzeylerde ele alınabilir. Canlılığın en temel bileşeni olan genler yeryüzündeki tüm çeşitliliğin temelini oluşturur. Genleri türler ve daha üst seviyelerde ekosistemler takip eder. Diğer bir deyişle, biyolojik çeşitlilik, genetik, tür, ekosistem çeşitliliği ve ekolojik süreçler gibi öğelerden meydana gelir.



Genetik Çeşitlilik: Yeryüzündeki her tür bir diğerinden genleri ve bu genlerin kodladığı özellikler ile ayırt edilir. Her tür birbirinden genetik olarak farklı olduğu gibi, bir türe ait bireylerin her birinin genetik yapıları da (klonal üreyen canlılar hariç) birbirinden farklıdır.

Genetik çeşitliliğin yüksek olması, o türün gen havuzunun geniş olması anlamına gelir. Doğal (veya yapay) seçilime esas oluşturan ana materyal genlerin farklılığıdır. Dolayısıyla genetik çeşitlilik evrimsel sürecin yürümesi için ilk koşuldur. Çeşitlilik göstermeyen bir gen havuzu, bir popülasyonun değişen çevresel koşullara (örn. iklim değişikliği sonucunda oluşan daha kurak koşullara) uyum sağlamasını doğrudan olumsuz etkiler. Öte yandan bir popülasyon ne kadar kalabalık olursa olsun, eğer gen havuzu kısıtlıysa gelecekte varlığını sürdürmesi o ölçüde tehlikeye girer, hatta süreç türün yok olmasına kadar gidebilir.



Tür Çeşitliliği: Tür çeşitliliği, biyolojik çeşitliliğin en iyi bilinen ve en kolay ölçülen bileşenidir. Bir alandaki farklı türlerin ve o türlere ait bireylerin sayıları kullanılarak ölçülür. Her canlı türü kendine özgü özelliklere ve ekolojik işleve sahiptir. Bir alandaki türlerin sayısına *tür zenginliği* denir. Tür çeşitliliği hem tür zenginliği, hem her türü temsil eden birey sayıları kullanılarak hesaplanır. Aynı sayıda türe (yani aynı tür zenginliğine) sahip iki alandan birinde yaşayan bireylerin çoğu sadece bir türe aitse – yani bir tür diğerlerine göre baskın ise – birey sayılarının daha dengeli olduğu diğer yerlere göre çeşitliliği daha düşüktür.

Herhangi bir alanda yaşayan tüm türlerin belgelenmesi ve tanımlanması oldukça zahmetli ve uzun süre isteyen bir çabayı gerektirir. Bu yüzden sıklıkla diğer türlerin çeşitliliğini de yansıtmaya yeteneğine sahip kuşlar veya kelebekler gibi iyi tanınan ve kolay tanınan tür grupları gösterge olarak kullanılırlar.



Ekosistem Çeşitliliği: Bir yerdeki canlıların yaşadıkları ve etkileşim altında oldukları çevreyle bir bütün halinde ele alındıkları birimlere *ekosistem* denir. Ekosistemlerde görülen, yaşam ortamlarının (habitatların) farklılaşması sonucunda tür kompozisyonları ve ekosistem işleyişinde görülen çeşitlilik de biyolojik çeşitlilik açısından önem taşır. Bir alanda yaşam alanları ne kadar çeşitli ise o alanlarda yaşayabilen canlılar, bu canlıların genetik yapıları ve o ekosistemde varolan madde ve enerji akış yolları da o derece zengin olacaktır.



Ekolojik Süreçler: Türler arası ilişkiler ve ekolojik süreçler de önemli biyolojik çeşitlilik bileşenlerinden birisidir. Bu süreçler böceklerin bitkileri tozlaşma yoluyla döllenmesini sağlamasından kuşlar, kelebekler, yarasalar, deniz kaplumbağaları gibi canlıların göç etmesine, ormanı oluşturan ağaç türlerinin, ışık veya su gibi kaynaklar için rekabet etmesinden karbon, azot veya fosfor cinsinden biyojeokimyasal döngülere, hatta yeni türlerin oluşması anlamında evrimsel türleşme mekanizması gibi uzun soluklu süreçlere kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Bu ekolojik ilişki ve süreçler hem diğer biyolojik çeşitlilik öğelerinin varlığını teminat altına aldığı, hem de sağladıkları hizmetler yoluyla yeryüzünün yaşanabilir bir ortam olarak kalmasını sağladığı için büyük önem taşımaktadır.

Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (BMBÇS): BMBÇS dünyanın en büyük çevre konferansı olarak bilinen 1992 Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'ndan (Rio Konferansı) çıkan üç ana sözleşmeden biridir. Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi üç temel amaç üzerine şekillenmiştir:

1. Biyolojik çeşitliliğin korunması,
2. Biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilir bir şekilde kullanılması,
3. Genetik çeşitliliğin kullanılması sonucunda ortaya çıkan faydaların eşit ve adil bir şekilde paylaşılması.

Sözleşme'nin 2011-2020 dönemini kapsayan Biyolojik Çeşitlilik Stratejik Planı'nda Aichi Hedefleri adı verilen ve beş stratejik ana hedef altında toplanan toplam 20 hedef ortaya konmuştur. Bu hedefler, Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'nin yukarıda da belirtilen üç temel amacının ulusal ve bölgesel ölçekte etkin bir şekilde yerine getirilmesi için bir çerçeve oluşturur. Stratejik hedefler şunlardır:

- a) Biyolojik çeşitliliğin devlet ve toplum içinde ana akımlaştırılması sonucu biyolojik çeşitlilik kaybının altında yatan sebeplerin irdelenmesi ve engellenmesi,
- b) Biyolojik çeşitlilik üzerindeki doğrudan baskıların azaltılması ve sürdürülebilir kullanımın teşvik edilmesi,
- c) Ekosistemleri, türleri ve genetik çeşitliliği koruma altına alarak biyolojik çeşitliliğin durumunun iyileştirilmesi,
- d) Biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin sağladığı hizmetlerin herkesi kapsayacak şekilde iyileştirilmesi,
- e) Katılımcı planlama, bilgi yönetimi ve kapasite geliştirme yoluyla uygulamanın güçlendirilmesi.

Sözleşme ülkemizde 1997 yılında yürürlüğe girmiştir. Türkiye'nin Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (UBSEP) 2001 yılında hazırlanıp 2007 ve 2018 yıllarında güncellenmiştir. 2018 yılında yapılan güncelleme ile Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Eylem Planı (2019-2028) hazırlanmıştır.

BMBÇS'nin yanısıra Dünya Kültürel ve Doğal Mirasın Korunmasına Dair Sözleşme (ülkemizde yürürlüğe girdiği tarih 1983), Bern Sözleşmesi (1984), Ramsar Sözleşmesi (1994), CITES (1996), Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi (1998), Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve ondan kaynaklanan Kyoto Protokolü (2009) Türkiye'de biyoçeşitliliğin korunması açısından önem taşıyan diğer uluslararası sözleşmelerdir. Bu mevzuatın hangi kuruluş tarafından geliştirildiği, mevzuatın kaleme alındığı ve Türkiye'de yürürlüğe girdiği tarihler ile içerikleri Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1. Doğa koruma ve sürdürülebilir kullanım konusunda önemli uluslararası sözleşmeler.

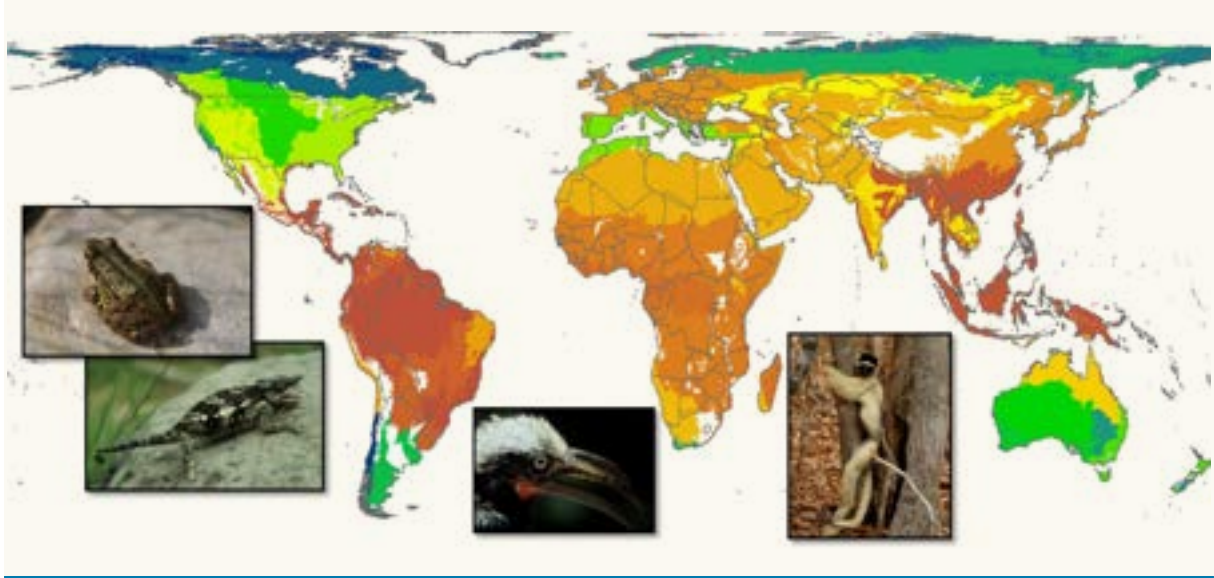
Adı	Sorumlu Kuruluş	Yılı	Türkiye'nin İmzaladığı Yıl	İçeriği
Ramsar Sözleşmesi	Bağımsız	1971	1993	Su kuşları açısından önemli sulak alanların korunması
Dünya Kültürel ve Doğal Mirasın Korunmasına Dair Sözleşme	Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu	1972	1982	Dünya kültürel ve doğal mirasın korunması
CITES	Birleşmiş Milletler Çevre Programı	1973	1994	Soyu tehdit altında olan türlerin uluslararası ticaretinin kontrolü
Barcelona Sözleşmesi	Birleşmiş Milletler Çevre Programı	1976	2002	Akdeniz'in deniz ortamının ve kıyıların korunması
Bern Sözleşmesi	Avrupa Birliği	1979	1979	Avrupa'da önemli türlerin ve habitatların korunması
Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi	Birleşmiş Milletler Çevre Programı	1992	1996	Biyolojik çeşitliliğin korunması
İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi	Birleşmiş Milletler	1994	2004	Dünyanın iklim sisteminin korunması
Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi	Birleşmiş Milletler	1994	1998	Afrika başta olmak üzere kurak ülkelerde çölleşmenin önüne geçilmesi
Cartagana Biyogüvenlik Protokolü	Birleşmiş Milletler	2000	2004	Genetiği değiştirilmiş organizmaların kullanımı
Avrupa Peyzaj Sözleşmesi	Avrupa Birliği	2000	2003	Avrupa peyzajının korunması



Küresel Biyoçeşitlilik: Bugüne kadar yapılan araştırmalar sonucunda yaklaşık 2 milyon tür adlandırılarak bilim dünyasına tanıtılmıştır. Ancak bu sayı yeryüzünün tahmin edilen tür zenginliğinin küçük bir kısmıdır. Yapılan son tahminlere göre dünyadaki toplam tür sayısı 9 milyon civarındadır. Henüz bilinmeyen türlerin birçoğunu böcekler, diğer omurgasızlar, mantarlar ve tek hücreli canlılar oluşturur. Gerek ekolojik, gerek ekonomik açıdan insan uygarlığı için önem taşıyan çiçekli bitkiler ve omurgalılar ise en yoğun çalışılan ve neredeyse türlerinin tamamı bilinen canlı gruplarıdır.

Dünya üzerinde tür zenginliği her coğrafyada aynı değildir. Genel olarak bol yağışlı tropikal bölgelerde bu sayı en yükseğe ulaşır. Kutuplara yakın, soğuk veya fazlasıyla kurak bölgelerde ise kaydedilmiş tür sayıları oldukça düşüktür. Bir gösterge olarak aşağıda verilen omurgalı tür zenginliği haritası bu durumu yeterince yansıtır (Şekil 5.1).

Ancak tür zenginliği tek başına bir ölçüt olarak alınmamalıdır. Sadece belli bir bölgeye (sıklıkla sadece bir ülkeye) özgü, başka yerlerde bulunmayan, *endemik türler* de önemlidir. Birçoğu dar yayılışlı bu türler yaygın türlere göre korumada öncelik taşırlar. Ayrıca evrimleştikleri kısıtlı bölgelerde geliştirdikleri benzersiz özellikleri nedeniyle akrabalarından ayrılırlar. Anakaradan yalıtılmış okyanus adaları ve yüksek dağ zincirleri yüksek endemizm oranlarının görüldüğü başlıca coğrafyalardır.

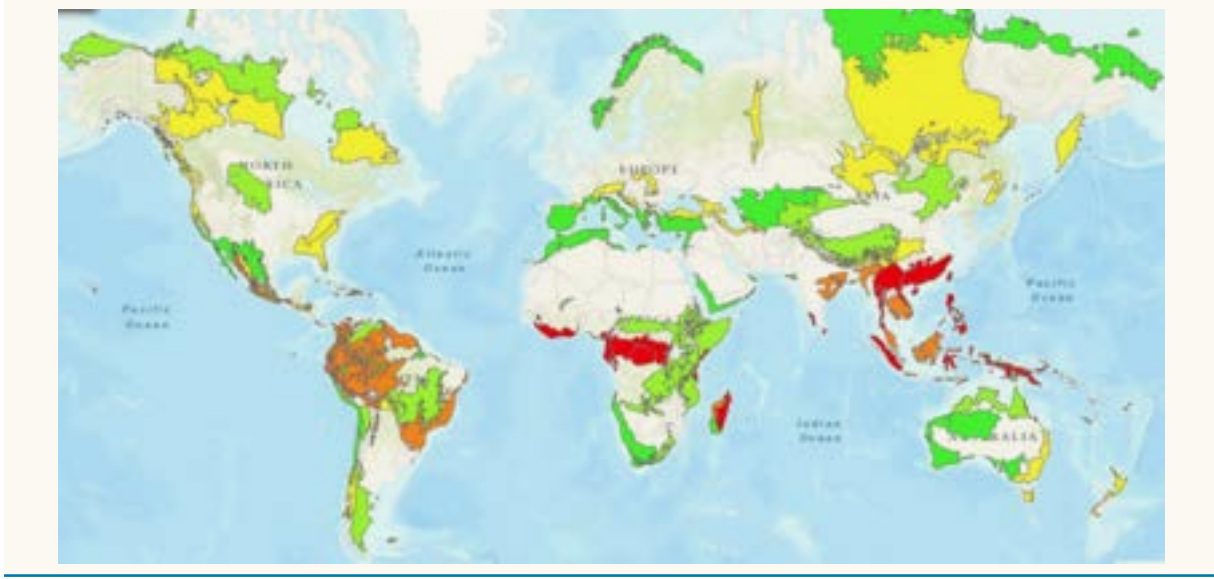


Şekil 5.1. Omurgalı tür zenginliği haritası (Jetz ve Pine, 2012).

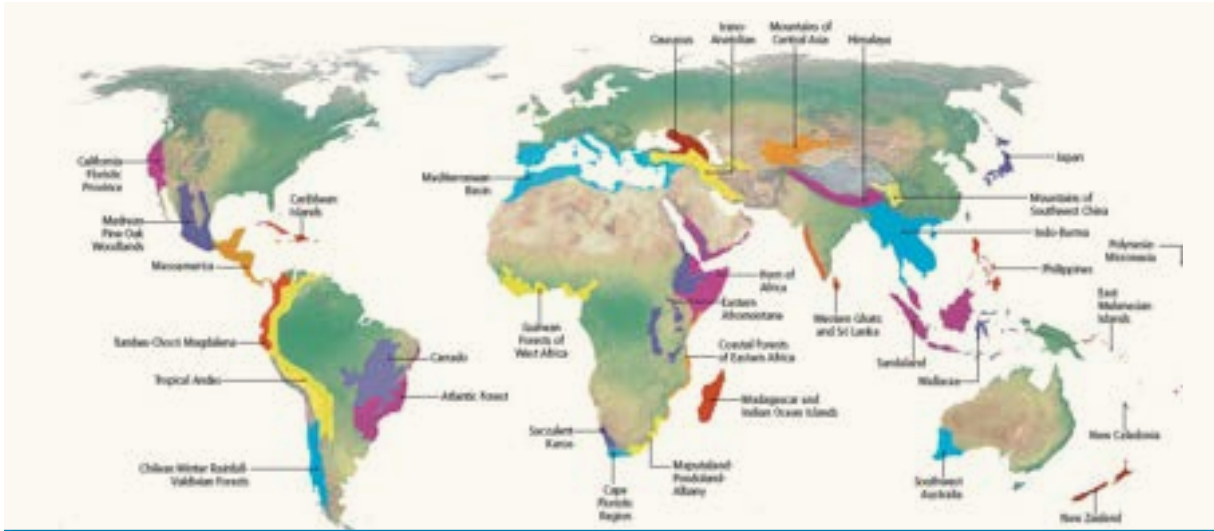


Türkiye'nin Biyoçeşitliliği

Türkiye, küresel biyolojik çeşitlilik sıcak noktalarından Akdeniz Havzası, Kafkaslar ve İran-Anadolu sıcak noktalarının birleştiği yerdedir. Dünya ölçeğinde yapılan değerlendirmelerin önemli bir kısmında Türkiye, dünyanın biyolojik çeşitlilik açısından önemli ülkelerinden biri olarak ortaya çıkmıştır. Bunların arasında WWF'nin yapmış olduğu Dünyanın Korumada Öncelikli 238 Ekolojik Bölgesi (Şekil 5.2) ve Uluslararası Koruma Derneği (Conservation International) tarafından desteklenmiş dünyanın sıcak noktaları (Şekil 5.3) çalışmaları en yaygın kabul gören ve küresel koruma stratejilerinin geliştirilmesinde kullanılan çalışmalar olmuşlardır. Dünyada üç farklı sıcak noktaya sahip nadir ülkelerden biri olan ülkemiz, bu niteliğini Asya, Avrupa ve Afrika arasında geçiş bölgesinde olması, farklı iklim, kayaç ve toprak özelliklerine sahip olması (Şekercioglu ve ark., 2011) ve zengin alan kullanımı geçmişi (Ambarlı ve Bilgin, 2014) sayesinde kazanmıştır.



Şekil 5.2. Dünyanın korumada öncelikli ekolojik bölgeleri (Olson ve Dinerstein, 2002).



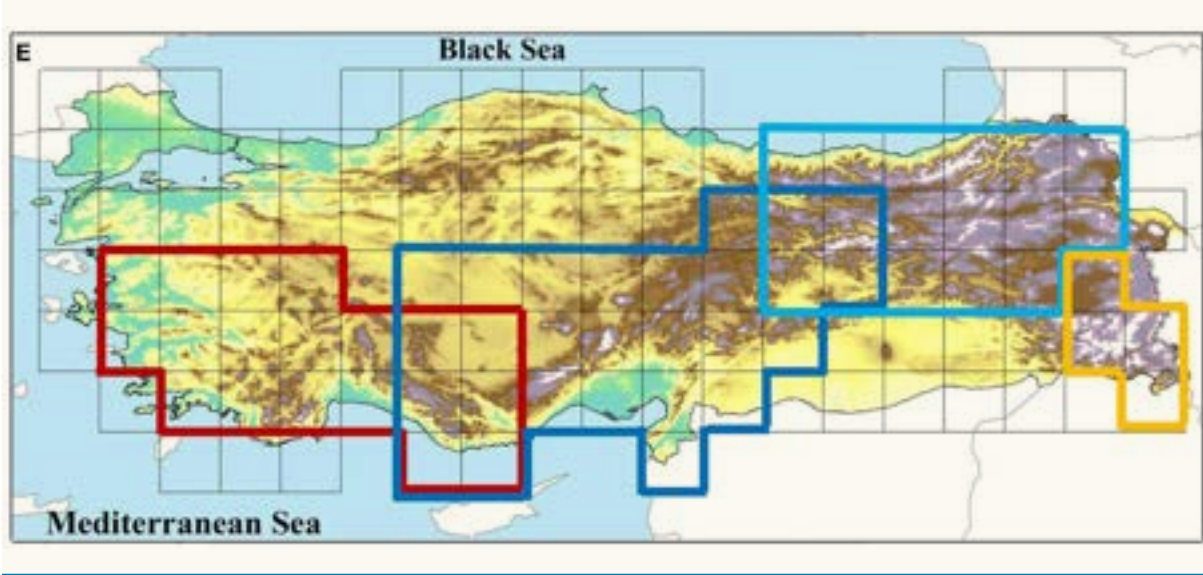
Şekil 5.3. Dünyanın sıcak noktaları (Conservation International, 2011).

Diğer ılıman kuşak ülkeleriyle karşılaştırıldığında Türkiye, 11.840 damarlı bitki taksonu, ~1.500 omurgalı ve ~19.000 omurgasız tür kaydı ile biyolojik çeşitlilik açısından zengin bir ülkedir (Tablo 5.2). Ancak, ülkemizin tür envanter çalışmaları tamamlanmadığından, eldeki verilerin yetersizliği nedeniyle gerçek zenginliğimiz bilinmemektedir. Bilimsel tahminler ülkemizde bitki, hayvan ve diğer canlı gruplarına ait, çoğu henüz keşfedilmemiş toplam ~100.000 tür olduğu yönündedir.

Tablo 5.2. Türkiye’de tespit edilmiş tür takson sayısı.

Grup	Yaklaşık Takson Sayısı
Damarlı Bitkiler	11.840
Kuşlar	551
İçsü Balıkları	389
Memeliler	176
Sürüngenler	149
Çiftyaşarlar	35
Gündüz Kelebekleri	377

Ülkemizin biyolojik çeşitliliği denince özellikle bitki zenginliği ve endemik bitki türü sayısının çokluğu ön plana çıkmaktadır. Ancak bunun yanı sıra küçük memeli, içsu balığı ve kelebek tür gruplarındaki endemizmin ve ekosistem zenginliğinin de önemli olduğunu vurgulamak gerekir. Canlı grubuna göre değişiklik göstermekle birlikte endemik türlerimizin Batı Toroslar, Doğu Toroslar, Anadolu Çaprazı hattı, Kaçkar Dağları ve Hakkari-Van bölgesindeki dağlık kesimlerde yoğunlaştığı söylenebilir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Endemik tür haritası (Noroozi ve ark., 2019).

Biyçeşitlilik Krizi

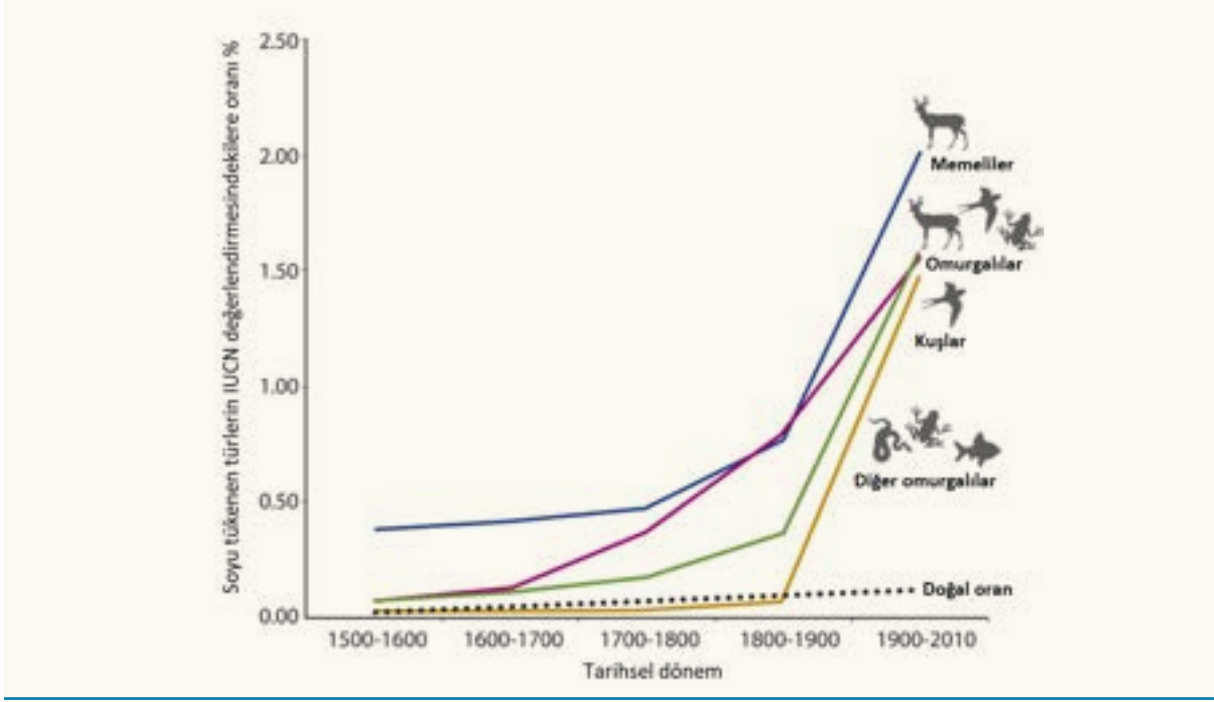
Günümüzde bütün bu zenginliğin ciddi tehlike altında olduğuna dair elimizde birçok kanıt vardır. 2019 yılında Birleşmiş Milletler tarafından hazırlanan rapora göre (IPBES, 2019), birçoğu birkaç on yılda ortadan kalkacak, 1 milyonu aşkın bitki ve hayvan türü yok olma tehdidi altındadır. Son yüzyıl içinde yeryüzündeki canlı popülasyonlarının büyüklükleri, yani nüfusları en az % 20 oranında azalmıştır. 1970 yılında bu yana dünyadaki canlı popülasyonlarının sayılarındaki ortalama değişimi ölçen WWF Yaşayan Gezegen İndisi bu dönemde % 69'luk bir düşüş kaydetmiştir.

Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından güncellenen kırmızı listeler hangi türlerin yokolma tehlikesi altında olduğunu ortaya koyan ve yüzlerce uzmanın katkıda bulunduğu değerlendirmelerdir (Tablo 5.3). Bu listelere göre çiftyaşamlı (*Amphibia*) türlerini % 40'ı, resif oluşturan mercan türlerinin üçte biri ve deniz memelilerinin % 35'i tehlikededir.

Tablo 5.3. Dünyada tanımlanmış ve tehdit altındaki tür sayıları (IUCN, 2022).

Tanımlanmış türlerin tahmini sayısı	2022 değerlendirmesine katılan türlerin sayısı	2022 değerlendirmesine katılan türlerin oranı	Tehdit altında olan tür sayısı
2.161.755	150.388	% 7	42.108

Kuşkusuz yerkürenin herhangi bir döneminde bazı türlerin yok olması, evrimsel süreçler açısından yeni türlerin oluşması kadar doğaldır. Fosil kayıtlarından yola çıkarak doğal yok olma oranının, yani insanlığın etkisinin bulunmadığı bir ortamda her yıl yaklaşık kaç türün soyunun tükeneceğini bilinmektedir. Günümüzde bu yok olma oranının geçmiş dönemlere göre 1000 ila 10.000 kere daha hızlı olduğu hesaplanmıştır (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Omurgalı türlerinde 1500 yılından bu yana bilinen soy tükenme oranları (Ceballos ve ark. 2015).

Bu oranlar yeryüzü tarihi boyunca görülmemiş ölçüde yüksektir. Uzmanlara göre bu oran her yıl tüm türlerin % 0,01 ila % 0,1'ine denk gelir. Yeryüzünde 10 milyon türün olduğu kabul edilirse, yılda 1000 ila 10.000 türün bir daha geriye dönmek üzere yok oldukları anlaşılabilir. IUCN Kırmızı Listesi'ne göre en iyi tanıdığımız canlı gruplarında 1500 yılından bu yana kaybettiğimiz türlerin sayıları 181 kuş, 113 memeli ve 171 çiftyaşamlı olmak üzere en az 711 omurgalıdır. Bu olağanüstü durum, jeolojik geçmişteki büyük 5 soy tükenme krizinden sonra bir altıncısı olarak kabul edilir. Bu krizin geçmiştekilerden farkı tamamen insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkmış olmasıdır.

Bu kadar hızlı biyoçeşitlilik kaybının bir başka sonucu olarak ekosistemlerin basitleşmesi, işlevsel çeşitliliğin azalması ve önemli ekosistem işlevlerinin yitirilmesi söz konusudur. Örneğin büyük otçulların ortadan kalkmasıyla orman ekosistemlerinde şiddetli yangınlar daha sık görülür ve sistem daha kararsız hale gelirken, böcek çeşitliliğinde azalması da tozlaşma ve besin döngüsü gibi temel ekosistem işlevlerinin kaybolmasına yol açabilir.

Günümüzde biyoçeşitlilik krizini farklı boyutlarıyla ele alan ve çözüm üretmeye çalışan birçok kuruluş ve girişim vardır. Biyoçeşitlilik Sözleşmesi (1992) geniş uluslararası katılım ve otuz yıllık geçmişi sayesinde kuşkusuz en önemlisidir. Aralık 2022'de Kanada'da yapılan 15. Taraflar Konferansı sonucu alınan bir dizi önemli kararın önümüzdeki on yılda önemli yansımaları olması beklenmektedir. Konferansa katılan yaklaşık 200 ülkenin iki hafta süren müzakereleri ardından aldığı ve 2030 yılına kadar gerçekleştirilmesi hedeflenen kararların en önemlileri şöyle özetlenebilir:



Kara ve denizlerin en az **% 30**'unun **koruma altına alınması**,



Bozulmuş ekosistemlerin en az **% 30**'unun **onarımı**,



Yüksek biyoçeşitlilik önemine sahip alanlarda **sürdürülebilirlik** kaybı,



Kamu ve özel sektör kaynaklarından yılda en az **200 milyar dolar kaynak ayrılması**,



Uluslararası şirket ve finansörlerin operasyonları, portfolyoları, tedarik zincirleri ile biyoçeşitlilik üzerinde yaratacakları **risk ve etkileri izleme, değerlendirme ve şeffaf bir şekilde beyan etmesi**.

Türkiye'nin de onayladığı bu kararların getirdiği yükümlülöklere kısaca değinmek gerekebilir. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün hazırladığı Tabiatı Koruma Durum Raporları'na göre korunan alanlarımız ülke yüzölçümünün ancak % 9'unu oluşturmaktadır. Bu hesaba meralar, içme suyu havzaları ve OGM tarafından doğa koruma fonksiyonu olarak ayrılan orman alanları dahil değildir. Korunan alan tanımını olabildiğince geniş bir yaklaşımla ele alsak bile toplamın % 30 seviyesinin oldukça altında kaldığı açıktır. Yüksek biyoçeşitlilik önemine sahip alanların hangileri olduğu bilgisinin belirsizliği ise kayıpların etkili bir şekilde önlenmesini, hatta ölçülmesini olanaksız hale getirmektedir.

Bozulmuş ekosistemlerin onarımı bu hedefler arasında belki başarılması en mümkün hedeftir. Türkiye'de gerek kaçak kesim, madencilik veya yangın etkisiyle bozulan ormanlar gerek aşırı otlatma, erozyon ve kuraklaşma nedeniyle bitki örtüsü zayıflamış bozkır ve çayırlar gerek yanlış uygulamalar nedeniyle toprak yapısı bozulmuş tarım alanları geniş yüzölçümü kaplamaktadır. Mevcut kullanımın denetimi ve etkili iyileştirme müdahaleleri ile bu alanların önemli bir kısmının onarımında ilerleme sağlanabilir. Ağaçlandırmaya uygun bozulmuş alanların bu yolla onarımı ile ekolojik iyileşmenin yanı sıra karbon tutucu özelliği yüksek ve biyoçeşitliliği destekleyen yaşam ortamları oluşturmak da olanaklıdır.



5.2. Türkiye Orman Ekosistemlerinin Biyolojik Çeşitliliği

Günümüz Türkiye ormanları binlerce yıllık insan etkisi altında dönüştürülmüş, tarım amaçlı açmalar, otlatma baskısı ve son yüz yılda giderek daha sistemli olarak yapılan ormancılık müdahaleleri yoluyla gerek potansiyel yayılışını, gerek orijinal yapı ve kompozisyonunu kaybetmiştir. Türkiye'nin sıcaksever (termofil) ve nemsever (higrofil) birçok tür için 5 milyon yıldan bu yana sığınak olduğu bilinmektedir (Biltekin ve ark. 2015). Son Buzul Çağı döneminde (115.000-12.000 yıl önce) ülkemizde sıcaklık ve yağışın genellikle günümüze göre daha düşük olduğu, iç bölgelerin kurak bozkır veya tundra ile kaplı olduğu, ancak kıyı bölgelerinde (özellikle güneybatı ve kuzeydoğu Anadolu kıyılarında) ağaçlı ekosistemlerin varlıklarını sürdürdüğü iklim modellemesi ve polen analizleriyle doğrulanmıştır.

Herhangi bir coğrafyada mevcut doğal bitki örtüsü, çevresel ve antropojen faktörlerin etkisiyle sürekli bir değişim içindedir. İklim ve canlıların etkileşimi dinamik bir süreç olduğu için binyıllar önce ormanlarımızın "orijinal" kompozisyon ve yapısının kesin olarak saptanması mümkün, hatta anlamlı olmayabilir. İklimbilim, palinoloji, dendrokronoloji, antrakoloji gibi bilim dallarında yapılan araştırmalar, Türkiye'nin doğal bitki örtüsü hakkında zaman zaman birbiriyle (kısmen) çelişen sonuçlar ortaya koymuştur. Kuzey ve güney kıyılarımızdan yükselen dağların denize bakan yamaçlarında ve Batı Anadolu'nun büyük kısmında bugün de görülen yapraklı, ibrelili ve karışık ormanların geçmişte de varlığı üzerine fazla tartışma yoktur. Ancak Akdeniz kıyı bölgelerimizdeki maki niteliğindeki doğal kararlı vejetasyonun niteliği ya da iç bölgelerimizin bugün çoğunu kaplayan ağaçlı veya ağaçsız bozkırların geçmiş sınırları, insan etkisiyle oluşup oluşmadıkları, uzak geçmişte ağaçlık olup olmadıkları hakkında uzmanlar arasında bir uzlaşma yoktur.

Günümüzde ormanlar Türkiye yüzölçümünün % 29,40'ını kaplamaktadır. Ormanlık alanın % 32'sini yapraklı ormanlar (meşe, kayın, kızılğaç, kestane, gürgen gibi ağaç türleri), % 48'ini iğne yapraklı ormanlar (kızılçam, karaçam, sarıçam, göknar, ladin, sedir gibi ağaç türleri), % 20'sini ise karışık (yapraklı ve iğne yapraklı) ormanlar oluşturmaktadır. Bu ormanlarda 450'den fazla odunsu tür yaşamaktadır. Ormanlarda ana ağaç türleri olarak meşe türleri (% 29,42), kızılçam (*Pinus brutia*, % 22,74), karaçam (*Pinus nigra*, % 18,31), kayın türleri (% 8,19), ardıç türleri (% 6,42), sarıçam (*Pinus sylvestris*, % 6,15), göknar türleri (% 2,23), Lübnan sediri (*Cedrus libani*, % 1,75), Doğu ladini (*Picea orientalis*, % 1,60), ve % 1,00'den az alan kaplayan diğer ağaç türleri bulunmaktadır.

Türkiye bitki örtüsü Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan, fitocoğrafya bölgelerinden oluşur. Yaz kuraklığının olmadığı ve yüksek yağış alan Karadeniz kıyısında yaprak döken meşe, gürgen, kayın, kestane (başlıca *Quercus hartwissiana*, *Q. macranthera*, *Carpinus betulus*, *Fagus orientalis*, *Castanea sativa*) ormanlarının yanı sıra akarsu boylarında kızılğaç (*Alnus* sp.) ve söğüt (*Salix* sp.) galeri ormanları görülür. Bu tip ormanlarda uzun vadede gölgede büyümeyi başaran türler ayakta kalmaktadır. Kar baskısının kısıtlayıcı olduğu daha yükseklerde Doğu kayını (*Fagus orientalis*) ve ormangülü (*Rhododendron* sp.) meşcerelerine doğu kesimlerde göknar (*Abies nordmanniana*) ve Doğu ladini (*Picea orientalis*) katılırlar (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. Kaçkar dağlarında göknar ve kayın ağırlıklı bir dağ ormanı.

Akdeniz biyotası güney ve batı kıyılarımızda, ayrıca yer yer kuzey kıyılarımızdaki korunaklı vadilerde görülür. Sıcak kıyı kesiminde sakız (*Pistacia lentiscus*), sandal (*Arbutus andrachne*), delice (*Olea europea*), harnup (*Ceratonia silica*) yaygındır. Orta yüksekliklerde (600-1200 m) kızılçam (*Pinus brutia*) baskındır. Aynı yükseltilerde meşinyapraklı meşeler (örn. *Quercus coccifera*, *Q. aucheri*) kızılçamlarla veya yaprak döken saçlı meşe, Doğu gürgeni ve kayacak gibi türlerle (*Q. cerris*, *Carpinus orientalis*, *Ostrya carpinifolia*) karışım yaparlar. Bu coğrafyada vejetasyon dinamiklerinin en belirleyici etmeni doğal yangınlardır. Dağ kısmında ise sedir (*Cedrus libani*) (Şekil 5.7) ve Toros göknarı (*Abies cilicicus*) yer alır.



Şekil 5.7. Sedir ormanlarımızın büyük kısmı Akdeniz bölgesinin yüksek kesimlerindedir.

Akdeniz iklimi etkisi altındaki coğrafyaların doğal kararlı (klimaks) bitki örtüsünün niteliği henüz çözümlenmemiş bir tartışma konusudur. Bir görüşe göre kızılçam gibi hızlı büyüyen çam türlerinin oluşturduğu aynı yaşlı meşcereler bu iklim için doğal kararlı vejetasyonudur. Bir diğer görüş, uygun koşullarda meşinyapraklı maki türlerinin, bazen yaprakdöken türlerle karışım yaparak bodur ormanlar oluşturabildikleri gözleminden yola çıkarak çam fidanlarını baskılayan bu vejetasyon tipini doğal kararlı bitki örtüsü kabul eder. Bu tip bodur ormanlar (örn. *Quercus ilex* ormanları) Batı Akdeniz'de yaygınken ülkemizde örnekleri azdır (Şekil 5.8).



Şekil 5.8. Fethiye'de meşe (*Quercus coccifera*, *Q. infectoria*, *Q. pubescens*), ardıç (*Juniperus foetidissima*, *J. excelsa*, *J. oxycedrus*), Fransız akçağacı (*Acer monspessulanum*), dişbudak (*Fraxinus ornus*) orman karışımı.

İran-Turan bölgesinde bozkırlar yaygındır, ancak daha nemli yamaçlarda karaçam (*Pinus nigra*), boylu ardıç (*Juniperus excelsa*) ve yaprak döken meşelerin (*Quercus cerris*, *Q. brantii*) oluşturduğu kapalı veya boşluklu ormanlar görülür (Şekil 5.9). Bu bölgede ormanların yanı sıra çalı veya ağaçcık formunda kalmış meşe ve ardıçlar (*Quercus pubescens*, *Juniperus oxycedrus* ve *J. excelsa*) da oldukça geniş alanlarda yayılmaktadır. Düşük yağış ve otsu bitkilerle rekabet bu coğrafyada birçok ağaç türünün yayılmasını kısıtlar.



Şekil 5.9. Bozkır ve ağaç(cık)ların bir arada görüldüğü geçiş bölgelerine bir örnek.

Son Buzul Çağı'nın bitişini takip eden dönemde, günümüzden yaklaşık 8-10 bin yıl öncesinden başlayarak görülen ısınma ve aralıklarla artıp azalan yağışlar ağaç türlerinin soğuk bozkırları giderek kolonize etmesini sağlamış gözükmemektedir. Bu artışın sonucunda ülke yüzölçümünün ne kadarının orman örtüsüyle kaplı olduğu tartışmalıdır. Orman ve vejetasyon bilimciler geçmişte bu oranın % 60'a ulaştığını, vejetasyonda karaçam gibi tipik orman türlerinin hakim olduğunu, bu vejetasyonun insan etkisiyle ortadan kalktığını, yerini meşe (*Quercus* spp.), ardıç (*Juniperus* spp.) gibi türlerin oluşturduğu “bozulmuş” ağaçlıkların aldığını öne sürerler. Paleoekologlar ve arkeologlar ise kurak kesimlerde geçmişte kapalı bir orman örtüsü değil seyrek badem (*Amygdalus* spp.), ahlat (*Pyrus* spp.), alıç (*Crataegus* spp.), sakızlık (*Pistacia* spp.) ve ardıç (*Juniperus* spp.) gibi küçük ağaçların “ağaçlı bozkır” olarak adlandırdığımız bir örtü oluşturduklarını, meşelerin yayılmasının ilerleyen dönemlerde insan kullanımına bağlı olarak arttığını savunurlar.

Türkiye’de endemik veya endemiğe yakın odunsu türlerin sayıları oldukça fazladır. Boz pırnal (*Quercus aucheri*) Ege ve Batı Akdeniz kıyılarımızda, kasnak meşesi (*Q. vulcanica*) Orta Anadolu’yu çevreleyen dağlarda, yaylahuşu (*Betula browicziana*) Kaçkarlar’da yayılan endemik türlerdir. Ağaçcık formunda 4 ahlat türü (*Pyrus anatolica*, *P. hakkariaca*, *P. serikensis*, *P. yaltirikii*), 6 alıç türü (*Crataegus christensenii*, *C. heterophylloides*, *C. peshmenii*, *C. tanacetifolia*, *C. turcicus*, *C. yaltirikii*), 2 badem türü (*Amygdalus balansae*, *A. zielenskii*) ve 2 kiraz türü (*Cerasus erzincanica*, *C. hippophaeoides*) endemik olarak bilinmektedir. Bu türlerin yanı sıra güneybatı Anadolu’da yayılış gösteren sığla (*Liquidambar orientalis*) ve Datça hurması (*Phoenix theophrasti*) küçük meşcereler oluşturmaktadır (Şekil 5.10). Yakın Yunan adaları dışında başka ülkede görülmeyen bu iki türümüz, yalankoz (*Pterocarya pterocarpa*), zelkova (*Zelkova carpinifolia*) gibi nadir ağaçlarla birlikte milyonlarca yıl öncesindeki Türkiye florasının günümüzdeki kalıntılarını oluşturur.



Şekil 5.10. Datça hurmasının Bodrum, Datça, Kaş ve Kumluca ilçelerinde parçalı ve dar bir yayılışı vardır.

Orman ve makilere özgü, bazıları Türkiye endemiği birçok hayvan türünün varlığı da bilinmektedir. Ağaçkakanlar (*Picidae* spp.), sıvacıkuşları (*Sitta* spp.), tırnaşıkkuşları (*Certhia* spp.), çalığışları (*Regulus* spp.), baştankaralar (*Paridae* spp.) gibi beslenmek ya da yuvalanmak için ağaçlara ihtiyaç duyan kuş türlerinin yanı sıra ormanlara özgü yediuyurlar (*Gliridae* spp.), sincaplar (*Sciurus* spp.) gibi küçük memeli türleri bu ekosistemlerin tipik üyeleri arasındadırlar (Şekil 5.11). Ekolojik ve kültürel önemleri yüksek geyik, ayı ve sansar gibi büyük memeli türleri için de ormanlık alanlarımız son sığınaklardır (Şekil 5.12). Güneybatı Anadolu'da kızılçam ve maki topluluklarında yaşayan *Lyciasalamandra* cinsi semenderler önemli bir endemik amfibi grubudurlar. Özellikle yaşlı ormanlarda bulunan binlerce böcek türü ekosistem döngülerinde önemli rol oynarlar.



Şekil 5.11. Aksırtlı Ağaçkakan (*Dendrocopos leucotos*) ve Yediuyur (*Glis glis*) ormanlara bağımlı türlerdir.



Şekil 5.12. Son yirmi yılda yayılışını genişleten memeli türlerimizden karaca (*Capreolus capreolus*).

5.3. Türkiye Orman Biyolojik Çeşitliliğinin Korunması için Yapılan Çalışmalar

Türkiye’de ormanların – bir ekonomik kaynak olarak – korunması, ormanlarla ilgili ilk yasal düzenlemelerin yapıldığı ve orman yönetiminde kurumsallaşmanın başladığı 19. yüzyılın ikinci yarısına kadar gider. Ancak ormanların ve diğer doğal ekosistemlerin ve barındırdıkları biyoçeşitliliğin korunmasının açıkça temel hedef olarak alınması ilk milli parkımızın 1958 yılında ilanı ile hayata geçmiştir. O zamandan bu yana geçen 65 yıllık dönemde, orman ekosistemlerinin korunan alanlarda temsili ülke yüzeyindeki oranlarının üzerinde bir seviyede gerçekleşmiştir. Günümüzde ormanlar Türkiye yüzölçümünün % 29,40’ını kaplarken (OGM, 2021), 48 milli parkın 27’si (% 56) ve 31 Tabiatı Koruma Alanı’ndan 26’sı (% 84) önemli oranda orman alanını kapsamaktadır.

Biyolojik çeşitlilik açısından önemli ve korunması gereken alanlarının tespiti hakkında son yıllarda oldukça önemli çalışmalar yapılmıştır (Tablo 5.4). Bu çalışmaların sonucunda da Türkiye’nin biyolojik deseni ve korunması gereken öncelikli alanları hakkında haritalar ve yayınlar üretilmiştir.

Tablo 5.4. Türkiye’de yapılan geniş ölçekli biyolojik çeşitlilik araştırma projeleri.

Çalışmanın Adı	Projeyi Yapan Kurum	Yılı	İçeriği
Türkiye’nin Önemli Kuş Alanları	Doğal Hayatı Koruma Derneği	1990, 1997	Türkiye genelinde kuşlar açısından önemli alanların tespit edilmesi
Türkiye’nin Endemizm, Zenginlik ve Nadirlik Deseni	ODTÜ – Doktora Tezi	2000	Türkiye’nin biyolojik çeşitlilik deseni için çalışılması ve koruma önceliklerinin analiz edilmesi
Güneydoğu Anadolu Boşluk Analizi	Doğal Hayatı Koruma Derneği	2001-2004	Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ndeki öncelikli koruma alanlarının tespiti ve bölgesel koruma planı hazırlanması
Türkiye’nin Önemli Bitki Alanları	WWF Türkiye – Doğal Hayatı Koruma Derneği	2003	Türkiye genelinde bitkiler açısından önemli alanların tespit edilmesi
Türkiye’nin Önemli Kuş Alanları	Doğa Derneği	2004	Türkiye genelinde kuşlar açısından önemli alanların tespit edilmesi
Aşağı Kafkaslar Sistemik Koruma Planlaması	TEMA – ODTÜ – Doğa Koruma Merkezi – BTC ÇYP – BİB (BÇDKYP)	2004-2006	Kuzeydoğu Anadolu’daki öncelikli koruma alanlarının tespiti ve bölgesel koruma planı hazırlanması
Biyolojik Çeşitlilik ve Doğal Kaynak Yönetimi Projesi (BÇDKYP) Ulusal Boşluk Analizi Programı	Biyolojik Çeşitlilik İzleme Birimi	2005	Sistemik Koruma Planlaması yaklaşımı ile Türkiye’de korunması gereken alanların tespit edilmesi ve ulusal önceliklerin belirlenmesi
Türkiye’nin Önemli Doğa Alanları	Doğa Derneği	2005-2007	Türkiye’de biyolojik çeşitlilik açısından önemli alanların tespit edilmesi
Anadolu Çaprazı Sistemik Koruma Planlaması	Doğa Koruma Merkezi – ODTÜ – TEMA – OGM – BTC ÇYP	2006-2008	Sistemik Koruma Planlaması yaklaşımıyla Anadolu Çaprazı’nda öncelikli koruma alanlarının tespiti ve bölgesel koruma planı hazırlanması
Karadeniz Bölgesi Sistemik Koruma Planlaması	Doğa Koruma Merkezi – OGM	2010-2011	Türkiye’nin Karadeniz Bölgesi’ndeki öncelikli koruma alanlarının tespiti ve bölgesel koruma planı hazırlanması
Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi	Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü	2013-2019	Türkiye’de il düzeyinde karasal ve iç su ekosistemleri biyolojik çeşitlilik envanteri yapılması ve izleme önerilerinin geliştirilmesi
Akdeniz Ekolojik Bölgesi Sistemik Koruma Planlaması (SKP)	Doğa Koruma Merkezi – OGM – UNDP Türkiye	2014-2019	SKP yaklaşımı ile Türkiye’nin Akdeniz Bölgesi’ndeki öncelikli biyolojik çeşitlilik alanlarının tespiti
Natura 2000 Gerekliliklerinin Uygulanması için Ulusal Doğa Koruma Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi	Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü	2015-2018	Sistemik Koruma Planlaması yaklaşımı ile Natura 2000 yaklaşımının uyumlaştırılarak İç Anadolu Bölgesi ve civarında potansiyel Natura 2000 alanlarının belirlenmesi
Ulusal Sistemik Koruma Planlaması (SKP) ve Öncelikli Biyolojik Çeşitlilik Alanlarının Belirlenmesi	Doğa Koruma Merkezi	2023 – devam ediyor	SKP’nin ulusal ölçekte uygulanması sonucunda öncelikli alanların biyolojik çeşitlilik ve sosyo-ekonomik verilere göre belirlenmesi

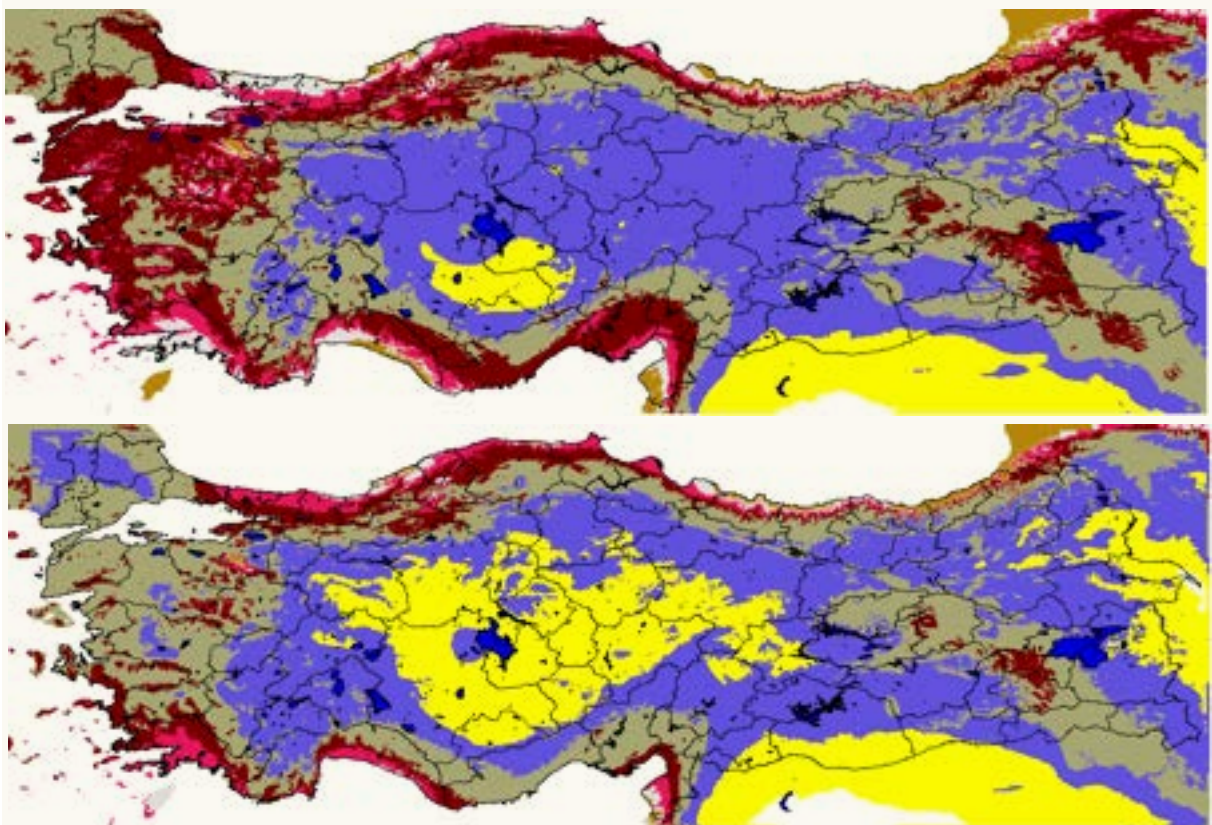
Temel amacı doğa koruma olmayan ve/veya sürekliliği bulunmadığı için IUCN ölçütlerine göre korunan alan olarak nitelendirilmesi kolay olmayan muhafaza ormanları, gen koruma ormanları ve amenajman (orman yönetimi) planlarında en fazla 20 yıl süre için koruma altına alınan orman parçalarını da eklediğimizde orman ekosistemlerimizin önemli bir kısmının belli sınırlar çerçevesinde olumsuz insan müdahalelerine kapalı olduğu söylenebilir.

Genel olarak baktığımızda Türkiye ormanlarının uzun yıllardır ve son yıllarda giderek artan bir yoğunlukta işletiliyor oldukları görülmektedir. Orman işletmelerinin başlıca amacının kereste üretimi olması, orman ekosisteminin doğal gelişiminin mümkün olmadığı, tek tabakalı, tek yaşlı, bir veya iki türden oluşan daha basit sistemlere dönüşmelerine yol açmıştır. Bu dönüşümden ancak yüksek eğitim veya ulaşım zorluğu nedeniyle müdahalelerin yapılmadığı ormanlarımız uzak kalmışlardır. Müdahalelerin getirdiği yapısal değişimlerin genelde ormanlarımızın orijinal biyoçeşitliliğini olumsuz etkilediğini söyleyebiliriz. Öte yandan, Türkiye ormancılığı ekoloji ve biyoçeşitlilik kavramlarına son yirmi yılda giderek daha fazla önem vermektedir. (Tablo 5.4'teki projeler ve basılmış/basılmamış yayınlar; Özçelik, 2009).

2000'li yılların başlarında, fonksiyonel planlama mantığı ile çalışmalar başlatılmış ve ekosistem yaklaşımını, katılımcılığı ve fonksiyonel planlamayı esas alan "Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Yönetmeliği" 2008 yılında uygulamaya konmuştur. Bu yönetmelik kapsamında, devlet ormanlarının işletme amaçları, ormanların ekonomik, ekolojik ve sosyokültürel fonksiyonları dikkate alınarak planlanmaktadır. 2008 yılından beri Doğa Koruma Merkezi ve OGM birçok projede iş birliği içinde çalışarak biyolojik çeşitliliğin orman amenajman planlarına entegrasyonu yaklaşımını geliştirmiş ve rehber kitaplar hazırlamıştır. Bu yaklaşım bugüne kadar 78 orman işletme şefliğinde toplam 1,15 milyon hektar orman alanında başarıyla uygulanmıştır. 2022 yılından itibaren OGM biyolojik çeşitlilik araştırmalarına ve orman amenajman planlarına entegrasyonuna çalışmalarına öncelik vererek hizmet alımı yöntemiyle çalışmalar yaptırmaktadır. Her yıl en az 3 orman işletme müdürlüğünde bu çalışmaların yapılması planlanmaktadır.

İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitliliğe Etkileri

Türkiye'nin, Akdeniz havzasındaki diğer ülkeler gibi iklim değişikliğinden ciddi boyutlarda etkileneceği gözükmemektedir (Şekil 5.13) (bkz. Bölüm 2).

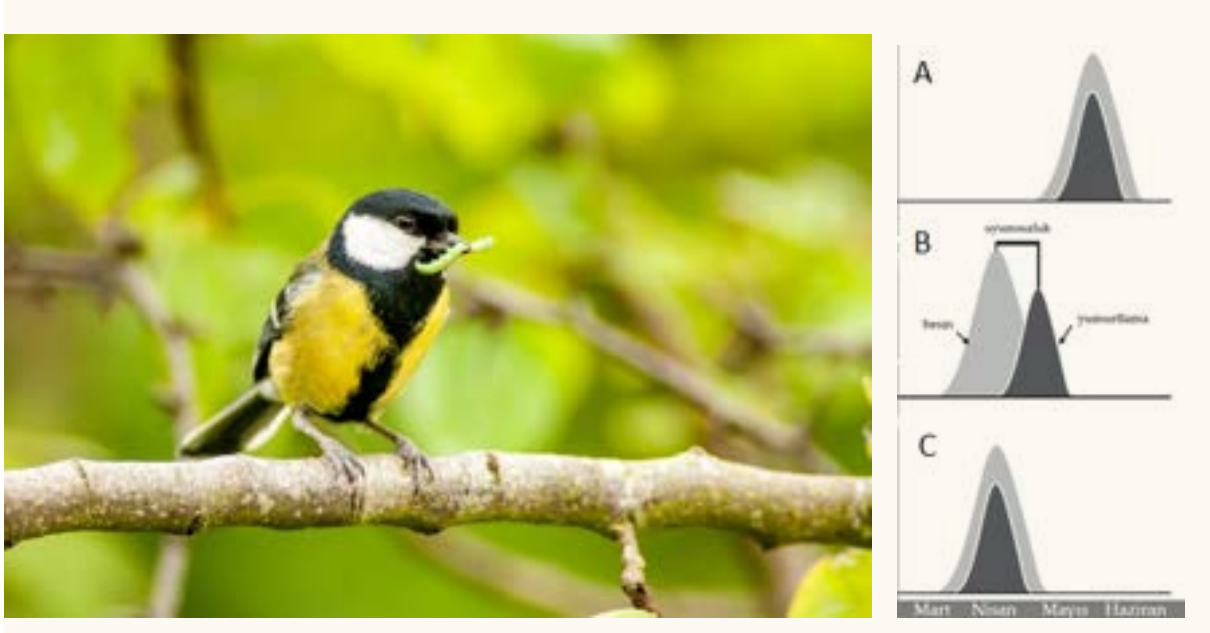


Şekil 5.13. a) 1960-2000 sıcaklık/yağış ortalaması ve b) 2050 yılı öngörülerine göre Emberger Kuraklık İndisi değerleri. En kurak (sarı) bölgelerin yaygınlaşması açıkça görülmektedir.

İklim değişikliği canlı türlerinin yayılışlarını, bolluklarını, davranışlarını, fenolojilerini (zamanlamalarını), morfolojilerini veya genetik kompozisyonlarını değiştirerek farklı yollarla etkileyebilir. Dahası rakip türlerin, avcılarının, asalak ve hastalıklarının popülasyonun üzerindeki baskısı artabilir veya azalabilir. Aşırı durumlarda bazı yaşambirlikleri (belirgin bir tür kompozisyonuna sahip yaşam birlikleri) kendilerine özgü tür bileşimini kaybederlerse, ya da yangın gibi anahtar ekolojik süreçler alışılmadık sıklık ve şiddette görülmeye başlarsa tümünden ortadan kalkabilirler.

Bariz bir topoğrafya değişkenliğine sahip bir ılıman kuşak ülkesi olması nedeniyle Türkiye'nin hemen her bölgesi şiddetli bir mevsimsellik gösterir. Canlı türlerin tamamı bu mevsimselliğe uygun yıllık döngüler izlerler. Üreme, kış uykusu ve göç gibi birçok yaşamsal olayın mevsimin ilerlemesiyle tetiklendikleri bilinmektedir. Örneğin, kuş türlerinde üreme zamanı yavruların hızlı gelişmesi için genellikle besin kaynaklarının maksimuma ulaştığı dönemle örtüşür. Benzer şekilde böcekler yumurtalarını bitkisel gelişimin en hızlı olacağı dönemde açılacak zamanlamayla bırakırlar. Göçmen türlerin üreme bölgelerine ne fazla erken (çünkü koşullar henüz uygun değildir), ne fazla geç (uygun alanların hepsi daha erken gelenler tarafından kapılmış olur) ulaşmamaları gerekir.

Bazı türlerin üreme mevsiminin erken başlamasına fenolojilerini değiştirerek uyum sağlaması mümkündür (Şekil 5.14). Britanya'da 1971 ve 1995 yılları arasında 65 üreyen türün % 63'ü ortalama 9 gün daha erken yuvalanmaya başlamıştır. Afrika'da Büyük Sahra'nın güneyinde kışlayan kuş türlerinin göçü, erken başlayan kuraklıktan kaçınmak için son 40 yılda 2,5 gün daha erken göç ederken, kuzey Afrika'da kışlayanların göçü 3,4 gün daha geç başlamıştır.



Şekil 5.14. Bazı canlı türleri erken gelen mevsime üreme fenolojilerini değiştirerek uyum sağlayabilirler. (A) Değişim öncesi durum (B) Besin kaynağı ve üreme ihtiyacı arasında uyumsuzluk (C) Değişim sonrası uyum.

Ancak bazı canlılar takvimlerini fotoperiyoda (yani gece/gündüz süresine) göre oluştururlar. Aralarında birçok bitki ve hayvan türünün bulunduğu böyle türler, takvimlerini değişen iklime uyarlayamazlar. Örneğin, yavru kuşların en fazla besin ihtiyacı olan dönemde omurgasız larvaları gelişimlerini tamamlamış olabilirler, ya da bağımlı bitkiler çiçek açtığında onları dölleyen tozlaştırıcı böceklerin yaşam döngüleri tamamlanmış olabilir. Kaynaklar ve bir türün yaşam döngüsündeki kritik olaylar arasındaki eşzamanlılık ortadan kalktığında sadece o tür değil, besin zinciri veya rekabet ilişkisi üzerinden o türle bağımlı diğer türler de etkilenirler. Bu da ekosistemleri kırılgan hale getirir.

Son olarak, kendilerine uygun ama geçici koşullara gerek duyan türler (örneğin, yağmur birikintilerinde üreyen kurbağa türleri) iklim değişikliği sonucunda yeterince uzun süren uygun fırsat dönemi bulamayabilirler. Böyle canlılara Türkiye'nin görece daha kurak bölgelerinde sık rastlanır.

İklim değişikliğine tepki olarak canlılar üç farklı yol izleyebilirler: (1) Yayılışlarını genişletme, daraltma ya da kaydırma şeklinde değişen iklime uyabilirler; (2) Fizyolojik, davranışsal veya genetik olarak değişerek buldukları

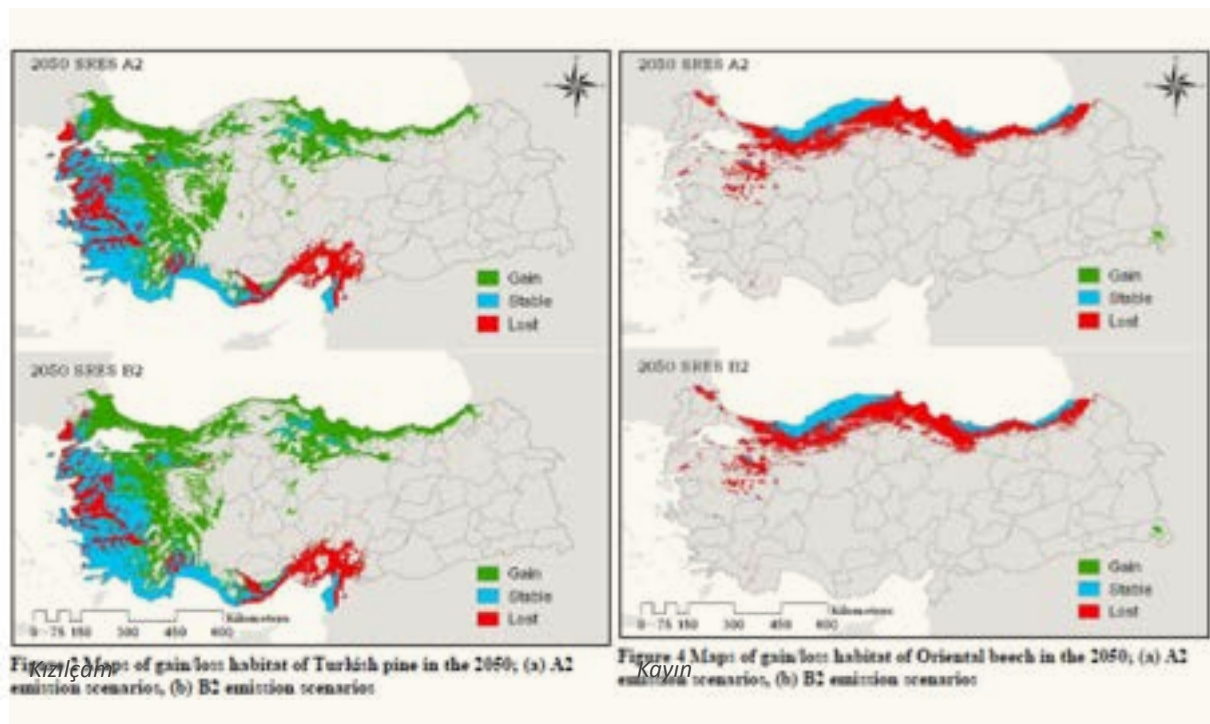
mekânda uyum sağlayabilirler; (3) Koşullar artık elverişli olmadığından yok olabilirler. Bu sonuncu durum, özellikle dar yayılışlı, ortam sıcaklığına duyarlı veya hareket yeteneği kısıtlı türler için geçerlidir.

Birçok Avro-Sibirya kökenli canlı türü dünya yayılışlarının en güney sınırına Türkiye’de ulaşır. Bu sınırın iklim değişikliği sonucunda daha da kuzeye çekilmesi, bu türlerin birçoğunun ülkemiz biyotasından çıkması anlamına gelecektir. Öte yandan, canlı türleri uyum sağladıkları koşullarda kalmayı yayılışlarını daha yükseklerle yayararak da sağlayabilirler. Türlerin yayılışlarını kaydardıkları ya da genişlettiklerine dair kanıtlar bulunmaktadır. Örneğin, 25 yıllık bir süre içinde kuş türlerinin Britanya’da yılda 1 km, Kuzey Amerika’da 2,5 km kuzeye yayıldıkları saptanmıştır. Bir başka çalışmada, yayılışlarda on yılda 11 m daha yükseğe ve 16 km daha kuzeye kayma olduğu saptanmıştır. Türkiye’nin genelde dağlık bir ülke olması hareket yetenekleri yeterli olan türler için bu olanağı verebilir. Ancak artacak parçalanma ve popülasyon büyüklüklerinde yaşanacak düşüşler türlerin orta ve uzun dönemde yaşama şanslarını düşürecektir.

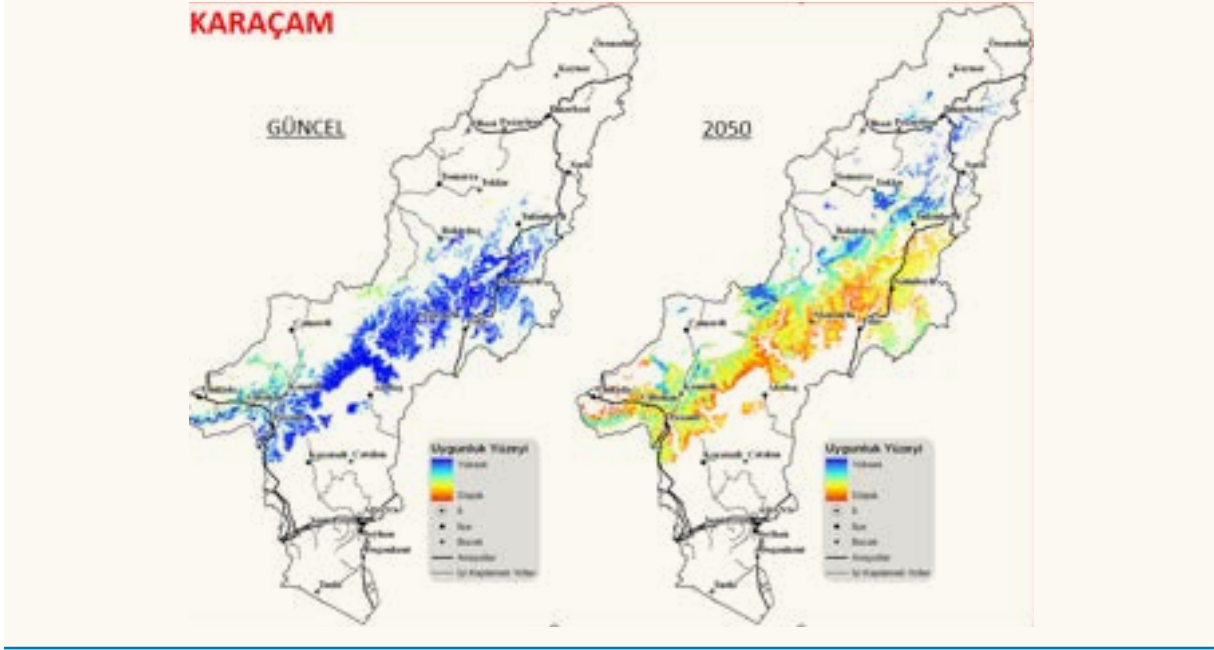
İklim değişikliği sonucunda bazı habitatlar şimdikinden çok daha dar bir yüzölçümünde veya çok daha parçalı bir yayılış gösterebilirler. Dağlarımızın kabaca 2000-3000 m yükseltileri arasında görülen ve birçok nadir habitat türüne ev sahipliği yapan alpin tundra, ağaç sınırının yükselmesiyle daralacak başlıca habitatlardan birisidir. Olumsuz etkilenecek bir diğer habitat sulak alanlardır. Tatlısu bataklıkları ve sığ göllerde, su bitkilerinin kaybolması, tuzlanma ve tümünden kuruma gibi önemli – hatta yıkıcı – değişiklikler beklenebilir.

Orman ve maki ekosistemlerinde iklim değişikliğinin etkileri bölgeye ve türüne göre değişecektir. Kızılçam (*Pinus brutia*) gibi sıcak Akdeniz katına özgü ağaç türlerinin eriştikleri üst sınırın son otuz yılda giderek 1300-1400 m’ye ulaştığı gözlemlenmiştir. Öte yandan, daha nemli koşulları isteyen Toros Göknarı (*Abies cilicica*) gibi türlerin oluşturduğu meşcerelerde kuruma sonucunda ölümler yaygınlaşmış, Karadeniz ormanlarında ise artık yılda olağan iki kuşak yerine üç kuşak üreyebilen zararlı böceklerin olumsuz etkileri artmıştır. Tabii ki bu etki sadece ağaçları değil, orada yaşayan türleri ve ekolojik süreçleri de etkileyecektir.

İki farklı iklim senaryosu göz önüne alınarak yapılan bir yayılış modellemesi 2050 yılında kızılçamın optimal büyüme alanının Marmara ve Orta Karadeniz’e kayacağını, Akdeniz havzasında yer yer bozulmalar görüleceğini öngörmüştür. Kuzey Anadolu’da yoğunlaşan kayın (*Fagus orientalis*) alanlarında ise günümüz yayılışına göre yarı yarıya bir daralma modellenmiştir (Şekil 5.15). Benzer bir çalışma Seyhan havzasında bazı türlerin [örneğin, karaçam (*Pinus nigra*) meşcerelerinin] yayılışının azalacağını ortaya koymuştur (Şekil 5.16).



Şekil 5.15. Kızılçam ve kayında öngörülen iklim değişikliği nedeniyle 2050 yılında potansiyel yayılış alanı değişimi (Yalçın ve Bilgin, 2012).



Şekil 5.16. Seyhan Havzası'nda öngörülen iklim değişikliği nedeniyle karaçam potansiyel yayılış alanı değişimi.

Gelecekte uygun olmayacağı alanlarda kuruma, hastalık ve böcek zararı nedenleriyle ağaçlarda ölüm oranının artacağı, artımın (büyümenin) yavaşlayacağı ve popülasyonun yenilenmesinin duraklayacağı tahmin edilmektedir.

Ekosistemler eğer yeterince zaman verilirse, büyük olasılıkla iklim değişikliğinin sonuçlarına uyum sağlayabilirler. Ne var ki değişimin çok hızlı gerçekleştiği yönünde güçlü bulgular vardır. Birçok tür için yaşayabildikleri 'iklim uzayı' büyük olasılıkla uyum sağlayabileceklerinden daha hızlı değişecektir. Hızla değişen iklimsel koşullar (özellikle kuraklaşma) birçok dar veya marjinal yayılışlı türü tehdit edecek, yaşam birliklerinin kompozisyon ve yapısını değiştirebilecek, ekosistemlerin işleyişlerini bozacak nitelikte görünmektedir. Özetle, biyoçeşitlilik üzerindeki etkileri kesin olarak öngörmek zor olsa da değişimin hızının uyum olanaklarını kısıtladığı açıktır.

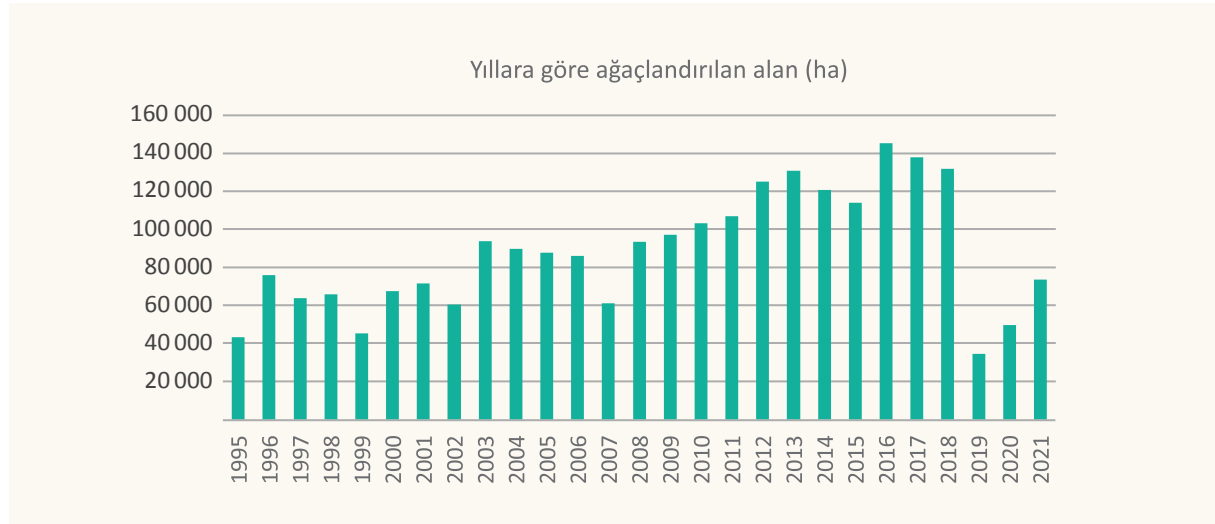
İklimin değişim hızını belirleyen etkenlerden birisi topoğrafyadır. Geniş düzlüklerde beklenen değişimin hızı dağ yamaçlarına göre daha hızlı olacaktır. 2021'de yapılan bir çalışma Türkiye için öngörülen iklim hızlarını ortaya koymuştur (Şekil 5.17). Bu bulgulara göre değişimi izleyecek kadar hızlı hareket etmeleri/yayılmaları olanaksız Orta Anadolu'daki yüzlerce endemik otsu bitki ve tatlısu balığı türü kuraklaşma sonucu yok olma tehdidi altındadır. Türlerin günümüz yayılış alanlarındaki iklime eşdeğer yeni alanlara göçmeleri mümkün olsa da bu yeni alanlarda yeterince korunan alanımızın bulunmaması geleceklerini tehlikeye sokmaktadır.



Şekil 5.17. Türkiye'de beklenen iklim değişim hızı ve değişime duyarlı türlerin kaçabilecekleri sığınaklar. Kahverengi ve pembe bölgeler başlıca sığınakları, sarı alanlar koridorları göstermektedir. Beyaz alanlarda (yüksek dağlarda) türler kısa mesafelerde yükselerek olumsuz etkilerden kaçınabilirler (Erol, 2021).

5.4. Ağaçlandırma alışmalarının Biyolojik eşitliliğe Etkilerinin Değerlendirilmesi ve Biyolojik eşitlilik Dostu Yutak Alan Oluşturma alışmaları İçin Bir Rehber

Ağaçlandırma alışmaları, Orman Genel Müdürlüğünün önemli faaliyetlerinden birisi olarak gündemde yerini korumaktadır. 1990'lı yıllarda ortalama yıllık 50.000 hektar düzeyinde süregelen 2006-2018 arasında önemli bir artış göstererek yılda 140 bin hektarı aşmış, 2018 sonrasında yine 90'lardaki düzeyine inmiştir (şekil 5.18).



şekil 5.18. OGM verilerine göre yıllara göre aaçlandırılan alan (ha). Bu sayılara suni tensil (yapay gençleştirme) ve özel aaçlandırmalar dahil değildir (OGM İstatistikleri, 1992-2021).

2013 yılından bu yana aaçlandırmaların önemli bir kısmı “endüstriyel plantasyon” niteliği taşımaktadır ve 2021’de bu tip aaçlandırmalar diğerlerinin iki katı düzeye ulaşmıştır. Endüstriyel plantasyonlar yüksek odun verimi elde etmek amacıyla derin topraklı, iklim ve topoğrafya bakımından uygun yerlerde entansif teknikler kullanarak hızlı büyüyen orman türleriyle yapılan, 20-30 yıl gibi kısa sürelerde (idare müddetinde) kesilerek yenilenmesi öngörülen aaçlandırmalardır. Ancak biyokütle birikimini hızla gerçekleştirme potansiyeline rağmen bu tür plantasyonlara yönelik eleştiriler vardır (ağlar, 2019). Tek türden oluşan, yoğun ve tekdüze dikim nedeniyle endüstriyel plantasyonların doğal orman yapısına ve ekosistem bütünlüğüne ulaşmaları mümkün değildir. Toprağın makineyle işlenmesi ve kısa idare müddeti, orman birliğini oluşturun diğer canlı gruplarının yerleşmesine, doğal ormanlara özgü toprak koruma, su rejimini düzenleme, sel ve iğlardan koruma gibi işlevlerin gelişimine ve biyoçeşitliliğin korunmasına olanak vermez. Ayrıca, yüksek artım sağlayacak, düşük eğimli ve derin topraklı orman arazileri, bu yaklaşımın yaygın olduğu Kuzey Amerika, Avrupa ve Okyanusya ülkelerine kıyasla ülkemizde çok nadir bulunurlar. Bu tip plantasyonların eğimi daha yüksek, az verimli ancak doğal ormanların bulunduğu alanlara doğru genişletilmesi ise doğrudan doğruya doğaya ve orman ekosistemlerimize zarar veren bir uygulamaya dönüşme tehlikesini doğurmaktadır.

Türkiye’de geniş ölçekli aaçlandırmaların başında kumul aaçlandırmaları gelir. Gerek deniz kıyılarında gerek i bölgelerde görülebilen kumullar doğaları gereği hareketli bir ortam oluştururlar. Zaman zaman bu hareketlilik bitişik tarım alanlarını ve yerleşimleri tehdit edebilir. Bu tehditleri önlemek amacıyla 1950’lerden bu yana birçok kumul sisteminde ağrıklıkla sahil amı (*Pinus pinaster*), okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis*), Kıbrıs akasyası (*Acacia saligna*) gibi yabancı türlerle aaçlandırmalar yapılmıştır (şekil 5.19 ve şekil 5.20) (şİDB, 2018).



Şekil 5.19. Terkos (Durusu) kumul tespit ağaçlandırmasının ilk yıllarından bir görünüm.



Şekil 5.20. Fethiye-Kumluova'da yabancı türler kullanılarak yapılmış bir ağaçlandırma.

Ağaçlandırmalar sayesinde fiziksel taşınma ve çevreye zarar önlenmekle beraber özgün kumul ekosistemleri ve buralara adapte olmuş birçok nadir tür geri dönmek üzere yok olmuşlardır (Uslu, 1997). Benzer biçimde Türkiye'nin en az yağış alan yörelerinden Konya-Karapınar'da 1960'larda büyük emeklerle gerçekleştirilen ağaçlandırma sonucunda rüzgar erozyonu etkisi azaltılmış ise de bunun yerel biyoçeşitliliğe etkileri bilinmemektedir (Şekil 5.21).



Şekil 5.21. Konya Karapınar'da rüzgar erozyonuna karşı yapılan ağaçlandırma (Fotoğraf: Cafer Bal).

Türkiye'de ağaçlandırmaya halk nezdinde verilen değeri, özellikle son yıllarda büyük kampanyalara dönüştüren kuruluşlar, yılın belirli günlerinde büyük ölçekli ağaçlandırmalar hedefleyen etkinlikler düzenlemeye yönelmiştir. Bu tür etkinlikler, ağaçlandırmanın uzun vadeli başarısından çok kısa sürelerde büyük sayılarda fidan dikme olayına dönüşmüş, bu çerçevede bir rekor kırma denemesi yapılan Çorum 11 Kasım 2019 ağaçlandırması uluslararası literatüre giren bir olumsuz örnek oluşturmuştur. Bir saatte 303.150 fidan dikilen bu etkinlik, fidanların kısa sürede kurduğu ve bu gibi çabaların yararı olmadığı eleştirisiyle karşılaşmıştır (Carleton, 2022; Pearce, 2022).

Hangi amaçla yapılırsa yapılsın doğal yapısı orman olmayan alanlardaki ağaçlandırmaların o alanların orijinal biyoçeşitliliğine etkileri olumsuzdur. Fidan dikimi sırasında toprak işleme yerli otsu bitkilerin birçoğunu yok ederken fidanlar büyüdükçe yapacakları yoğun gölgeleme, kalan diğer yerli bitkileri de zamanla ortadan kaldıracaktır. Ağaçlandırmalar doğal ormanların yapısal ve tür çeşitliliğinden uzak, yapay bir tekdüzelik taşırlar. Hele yabancı türlerin ağırlıklı olduğu ağaçlandırmalar o yöreye özgü doğal ekosistemlerle karşılaştırıldığında genellikle bünyelerinde çok daha az bitki türü barındırır. Dahası böyle durumlarda başta tozlaşmayı sağlayan böcekler olmak üzere orijinal bitki türleriyle ilişkili hayvan türleri de yok olurlar. Ortaya çıkan biyoçeşitlilik kaybı ve ekosistem hizmetlerindeki zayıflama, çoğu zaman dikilen ağaçların getireceği yararlarla karşılaştırılmayacak ölçüde ciddi boyutlardadır (Parr ve Lehmann, 2019). Dolayısıyla her türlü, özellikle de karbon tutumu amaçlı ağaçlandırmadan önce, ağaçlandırılacak alanın özellikleri, yerel biyoçeşitliliğe ve ekosistem hizmetlerine potansiyel zarar konusu dikkatle ele alınmalıdır. Genel olarak bozkır ve kumul ekosistemleri başta olmak üzere bitkiler ve kelebekler açısından önemli alanlarda ağaçlandırma yapmaktan kaçınmak gerekir.

Türkiye'de yanlış ağaçlandırma çalışmaları nedeniyle tür düzeyinde olumsuz etkilenen türlere örnek olan Balkan menekşe kelebeği (*Boloria graeca*): Türün ülkemizdeki yayılışı oldukça dar bir alana, Erzurum Palandöken Dağları'na kısıtlıdır. Türün doğal habitatu çiçekli, taşlık alpin ve subalpin çayırlardır. Türkiye'de 2011 yılında ulusal ölçekte gerçekleştirilen ilk Kelebek Kırmızı Liste çalışması sonucunda türe, en yüksek yok olma tehdit kategorisi olan CR (Kritik) kategorisi verilmiştir (Karaçetin ve Welch, 2011). Bir diğer deyişle bu tür, ülkemizdeki nesli tükenmeye en yakın kelebek türlerinden birisidir. Bunun temel nedenleri arasında, türün doğal olarak yayılış gösterdiği çayırların yanlış ağaçlandırma, aşırı otlatma ve turizm tesislerinin kurulması nedeniyle yok olmasıdır. Bu örnekten de görülebileceği gibi yanlış alanlarda yapılan ağaçlandırma çalışmalarının olumsuz etkileri, canlı türlerini yok olma seviyesinde tehdit edebilmektedir.

Ağaçlandırma çalışmalarından olumsuz etkilenen bir diğer tür güzel nazuğum kelebeğidir (*Euphydryas orientalis*) (Şekil 5.22). Endemiğe yakın bir türümüz olan güzel nazuğumun nesli, Avrupa ölçeğinde tehlike altındadır ve bu nedenle öncelikli bir türdür. Türün dünyada ve ülkemizde bilinen en önemli popülasyonlarından biri ODTÜ yerleşkesi sınırları içindedir. ODTÜ yerleşkesi, İç Anadolu bozkırlarının mümkün olduğunca az müdahale edilmiş, otlatma baskısından uzak, tarım ilaçlarının kullanılmadığı, doğallığını koruyan birkaç bozkır ekosisteminden birini barındırır. Bu yüzden de ODTÜ arazisi, Türkiye'nin 65 Önemli Kelebek Alanından biri olarak seçilmiştir. Ancak yerleşkede hayata geçirilen karaçam (*Pinus nigra*) ağaçlandırma çalışmaları, türün kısıtlı olan bozkır habitatlarına zarar vermekte ve halihazırda az alanda yayılış gösteren türü olumsuz etkilemektedir. Yerleşkedeki otsu bitki örtülü alanların, bozkırların ağaçlandırılmadan korunması, türün korunması için kritik öneme sahiptir.



Şekil 5.22. Güzel nazuğum kelebeği (*Euphydryas orientalis*) (Fotoğraf: Ahmet Baytaş).

Ağaçlandırma Modelleri

Ağaçlandırmaların uygun olmadığı alanları belirlemek için bu çalışma çerçevesinde kapsamlı bir modelleme gerçekleştirilmiştir. Modelde gelecekte beklenen iklim değişikliği etkisi de dikkate alınarak, sadece orman rejimi (orman kadastrusu) kapsamında olup üzerinde ağaç bulunmayan “orman toprağı” (OT) sayılan yerlerde ağaçlandırma yapılması uygun görülerek buraların tehdit altında veya nadir türleri barındıran önemli/öncelikli bitki ve kelebek alanları, doğal sitler ve korunan alanlarla örtüşen kesimleri, gelecekte kentsel kullanıma açılacağı varsayılan araziler ve orta vadede ağaç yetiştirme potansiyel kuraklaşma nedeniyle düşecek bölgeler hariç tutulmuştur.

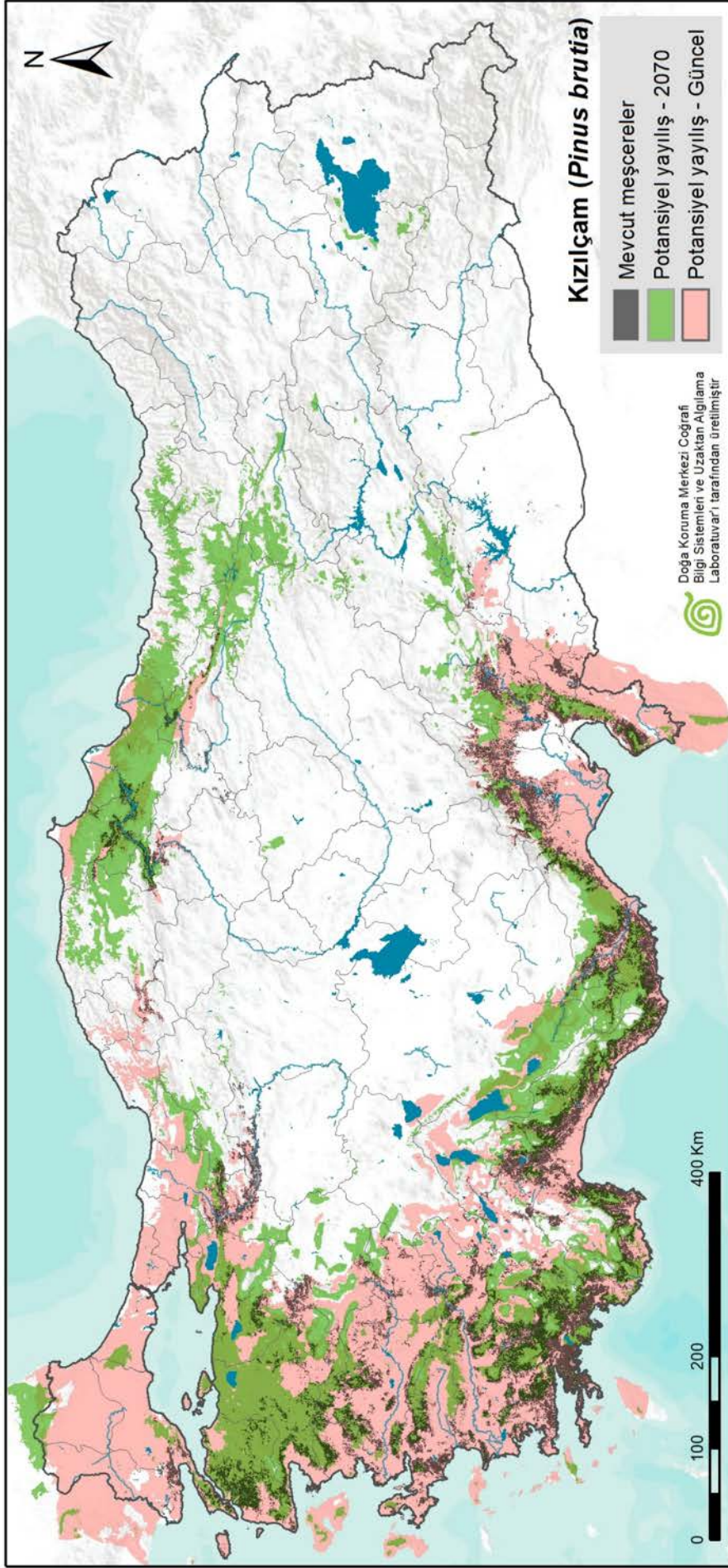
Karbon tutumu amaçlı ağaçlandırmalarda a) yerli, b) hızlı büyüyen, c) uzun (>100 yıl) ömürlü, d) odunu kullanışlı ve e) fidan temini sorunu olmayan türler kullanılması öngörüldü. Bu özelliklere uygun türler olarak Karaçam, Kızılcım, Sarıçam ve Sedir seçildi. Hızlı büyüyen dişbudak (*Fraxinus* sp.) ve kızılbaş (*Alnus* sp.) gibi geniş yapraklı orman türleri de bazı yörelerde potansiyel taşısalar da bu türlerin yayılış verilerindeki belirsizlikler nedeniyle bu aşamada modellenmedi.

Seçilen dört ağaç türünün iklim isteklerine göre güncel potansiyel yayılışları Maxent yazılımı ile modellendi (Phillips ve ark., 2017). Modellerin doğruluğu mevcut meşcere yayılışlarıyla sınılandı. SSP 2.45 senaryosuna göre 2070 yılı için potansiyel yayılışlar (Fick ve Hijmans, 2017) projekte edildi. Elde edilen güncel ve gelecekteki potansiyel yayılışlar Şekil 5.23 - Şekil 5.26’da verilmiştir.

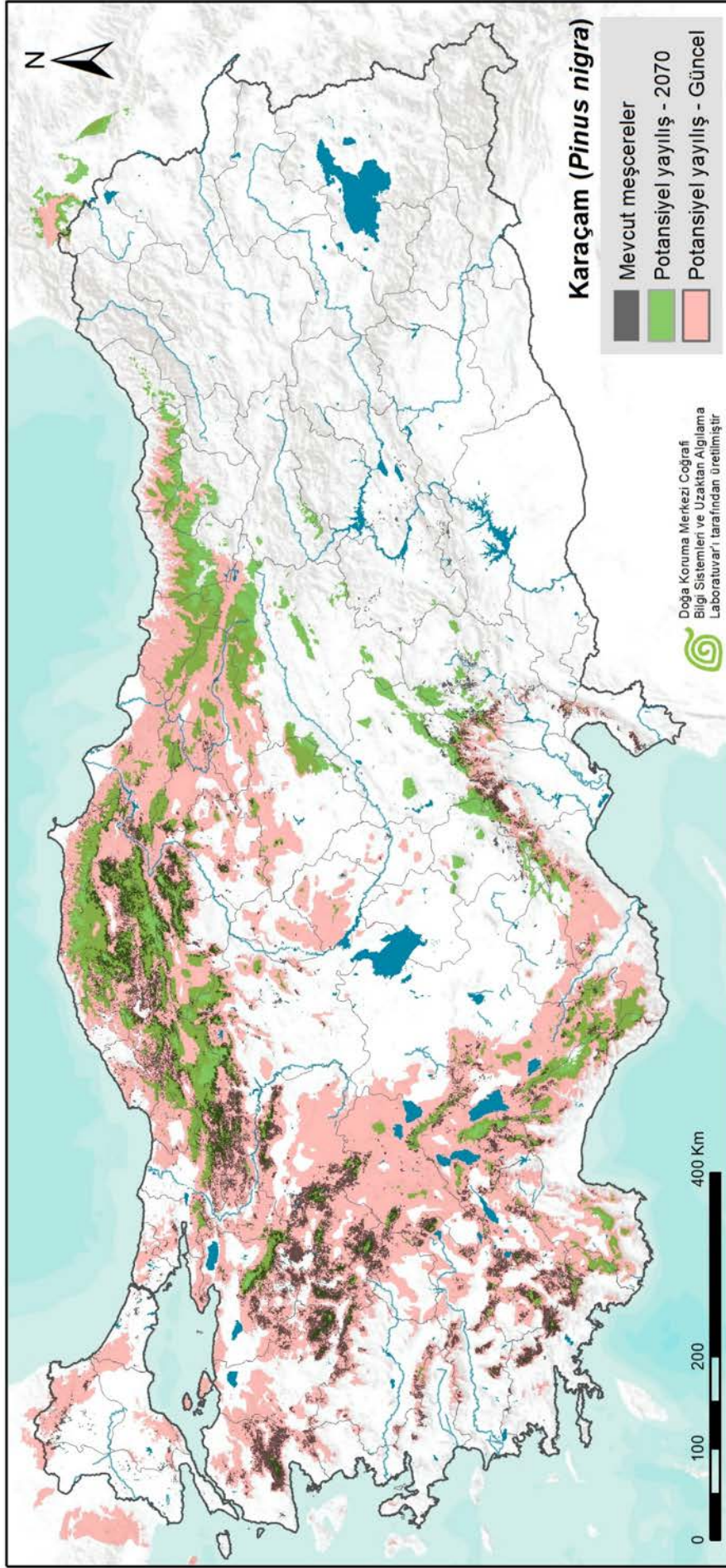
Yayılış modellerini değerlendirirken bu modellerin sadece iklim değişkenleriyle açıklandıklarını, anakaya ve toprak özelliklerinin ve türler arası etkileşimlerin modele dahil edilmediklerini, iklim senaryoları ve küresel sirkülasyon modellerinden kaynaklanan belirsizliklerin bulunduğunu göz önünde bulundurmak gerekir. Sonuçlar kesin yayılışlardan çok optimal yetiştirme koşullarını yansıtan modeller olarak görülmelidir. Gelecekte uygunluğunu kaybeden alanlarda bulunan ağaçlar, özellikle yüzlerce yıl yaşayabilen çam ve sedir türü ağaçlar elbette hemen ortamdaki kaybolmayacaklardır, ancak artımda azalma, hastalık ve böcek zararında artış ve gençlik gelişiminin (yenilenmenin) durması gibi nedenlerle bu türlerin baskın olduğu meşcerelerde ciddi sorunlar yaşanması muhtemeldir.

SSP 2.45 senaryosuna göre 2070 yılı için öngörülen iklim koşullarında, modellenen dört türün potansiyel yayılışlarında önemli değişiklikler görülmektedir. Karaçam ve sarıçamda daralma, kızılbaş ve sedirde ise başka bölgelere kayma daha belirgindir. Elde edilen günümüz ve gelecek potansiyel yayılışları, ağaçlandırılacak alanlarda belirleyici olmaktan çok değişim ve potansiyel ile ilgili fikir vermesi açısından ele alınmıştır.

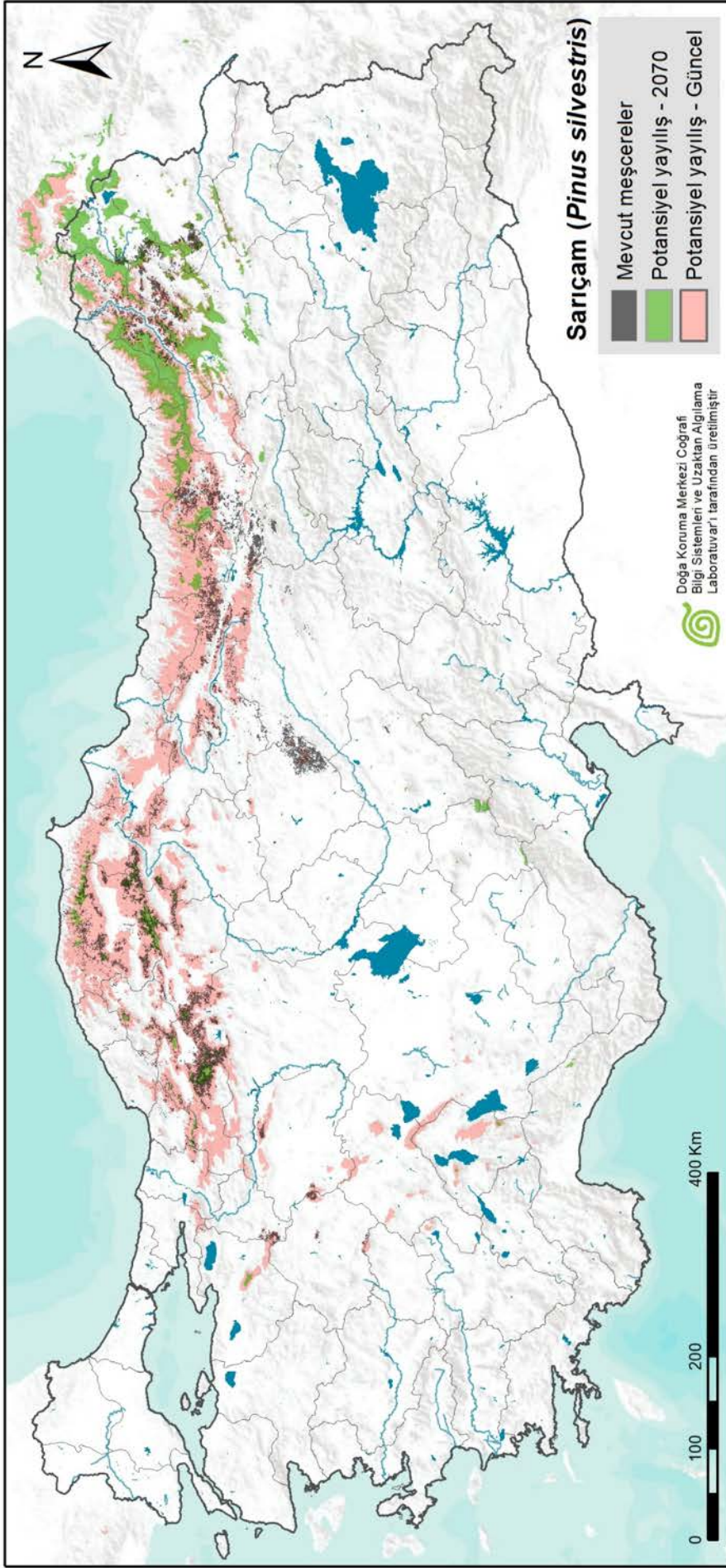
Bu çalışmanın bir sonraki aşamasında ise, kapalı orman yapısı oluşmasını engelleyecek düzeyde kurak alanlar günümüz biyotop yayılışlarına göre belirlendi ve 2070 yılı koşullarına göre yeni sınırları çizildi. Bu sınırların belirlenmesinde Emberger Kuraklık İndisi kullanıldı. Meşcere paftalarında “orman toprağı” (OT) olarak nitelenen, orman rejimi altındaki ağaçsız alanlar saptandı ve birbirine bitişik olan parçalar bütünleştirildi. Ayrıca karbon amaçlı ağaçlandırma için kritik bir büyüklüğün (10 ha) altında kalan alanlar çıkarıldı.



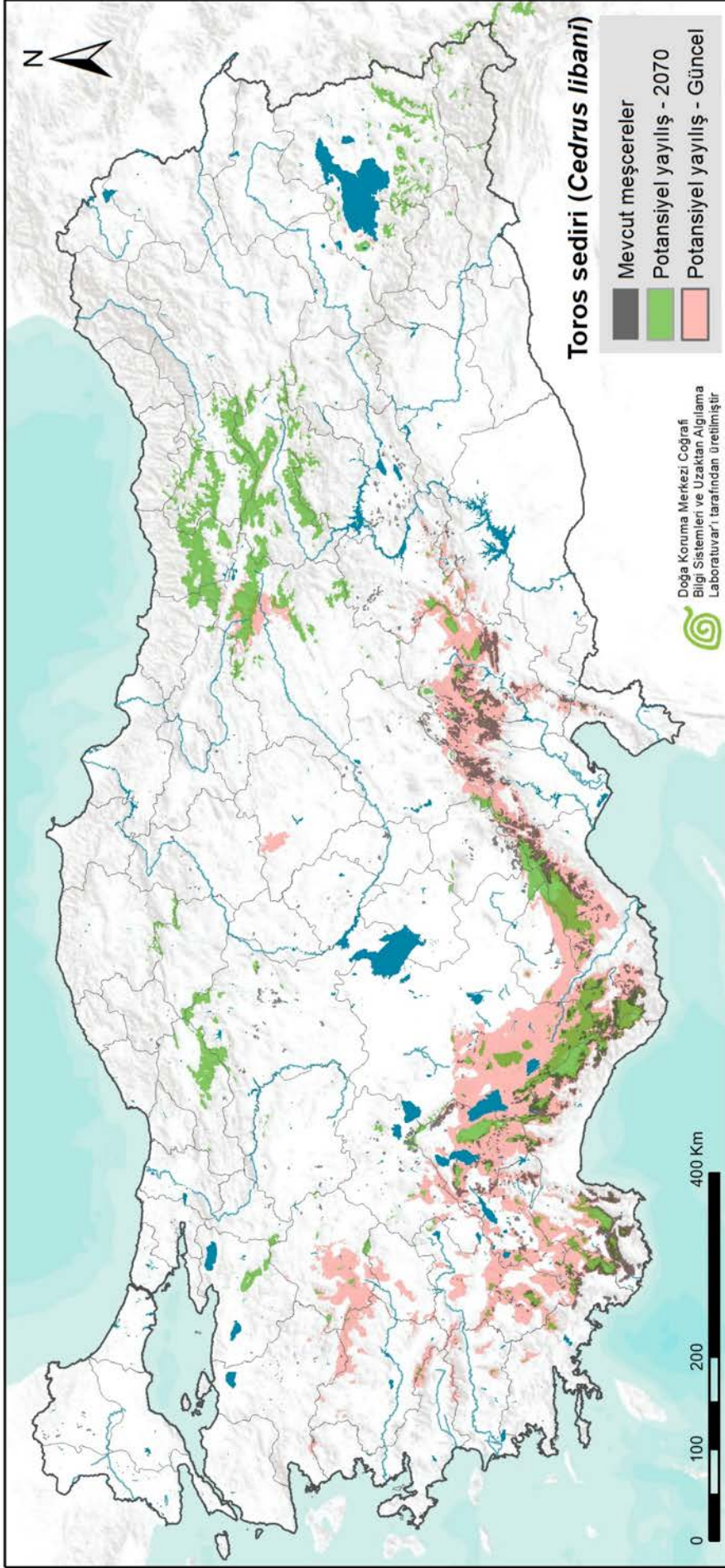
Şekil 5.23. Kızılçam (*Pinus brutia*) güncel (pembe) ve 2070 (yeşil) potansiyel yayılışları. Mevcut meşcereler koyu gri ile gösterilmiştir. Maxent modelleri güney ve batı kıyılarımızın alçak yörelerinde tür için optimal büyüme ortamının gelecekte ortadan kalkacağı, Orta Karadeniz'de ve Toroslar'ın iç kesimlerinde yeni uygun alanların oluşacağı, Marmara bölgesi dağlık alanlarında uygunluğun süreceğini öngörmektedir.



Şekil 5.24. Karaçam (*Pinus nigra*) güncel (pembe) ve 2070 (yeşil) potansiyel yayılışları. Mevcut meşçereler koyu gri ile gösterilmiştir. Modeller karaçam potansiyel 2070 yılı yayılışında Karadeniz iç bölgeleri dışında büyük bir daralma öngörmektedir. Karaçamın çok uzun yaşayan bir tür olmasının bu daralmanın olumsuz etkilerini yumuşatacağı tahmin edilebilir. Modellerde Doğu Anadolu'da optimal yayılış gözükmemekle beraber bu durumun tarihsel biyocoğrafya ve meşçerle rekabet nedeniyle ortaya çıktığı, insan eliyle dikimlerin başarılı olabileceği değerlendirilmektedir.



Şekil 5.25. Sarıçam (*Pinus silvestris*) güncel (pembe) ve 2070 (yeşil) potansiyel yayılışları. Mevcut meşcereler koyu gri ile gösterilmiştir. En kuzeyli çam türümüz olması nedeniyle Türkiye sınırları içinde 2070 yayılışında büyük bir daralma sonucunda sadece Aşağı Kafkaslar bölgesinde optimal büyüme ortamı bulacak gözükmektedir.



Şekil 5.26. Sedir (Cedrus libani) güncel (pembe) ve 2070 (yeşil) potansiyel yayılışları. Mevcut meşcereler koyu gri ile gösterilmiştir. Geleneksel ortamı kabul edilen Toroslarda yüksekçe kaymanın yanı sıra Doğu Anadolu'da yer yer yeni uygun alanların ortaya çıkması muhtemeldir. Sedir türünün kireçtaşı kayalar üzerinde yetişme tercihi modellerde dikkate alınmamıştır.

Bu işlemler sonucunda ekolojik ve iklimsel veriler açısından ağaç yetişmesine uygun 5.466.720 hektarlık bir alan elde edildi. Bu alanın 2.776.444 hektarlık kısmı biyoçeşitlilik açısından yüksek değer taşıması, yasal koruma statüsüne sahip olması ve/veya kentsel veya otlatma amacıyla kullanılması gerekçeleriyle çıkarıldı (Tablo 5.5). Çıkarılan alanların nitelikleri şunlardır:



i) **Yasal statüyle doğası korunan alanlar:** Milli Parklar, Tabiatı Koruma Alanları, Doğal Sitler barındırdıkları nadir, özgün ve tehdit altındaki tür ve ekosistemler nedeniyle uygun değildir (Şekil 5.27). Sadece bir planlama statüsü olarak kabul edilebilecek Özel Çevre Koruma Bölgeleri, Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları ile zaten koşulların iğneyapraklı türler için olmadığı Ramsar Sözleşmesi kapsamındaki ve diğer sulak alanlar çıkarılmamıştır.



ii) **Yüksek biyoçeşitlilik gösteren öncelikli alanlar:** Yasal bir statü taşımamakla beraber dünyada yaygın kabul gören bilimsel yaklaşımlarla saptanmış Önemli Bitki Alanları (ÖBA), Öncelikli Kelebek Alanları (ÖKeA), Önemli Doğa Alanları (ÖDA) (Şekil 5.28) ve Sistematik Koruma Planlaması (SKP) çalışmalarında belirlenen öncelikli kareler ve lokasyonlarda (Şekil 5.29) ağaçlandırma uygun değildir. Ancak ÖDA ve ÖBA çalışmaları çok geniş alanları kapsamaktadır ve önümüzdeki dönemde bu alanların içerdikleri biyolojik çeşitlilik önceliklerine göre daraltılması veya mekânsal arazi kullanım önerileri ile birlikte sunulması gerekmektedir.



iii) **Tarım Bakanlığı ve OGM tarafından mera olarak tahsis edilmiş alanlar:** Hayvan otlatılan alanlar arasında ağaçlandırmanın uygun olacağı yerler olabilir ancak hayvancılık faaliyetleri ve yerel halkın geçim olanaklarıyla çelişmemesi için dışarıda tutulmuştur.



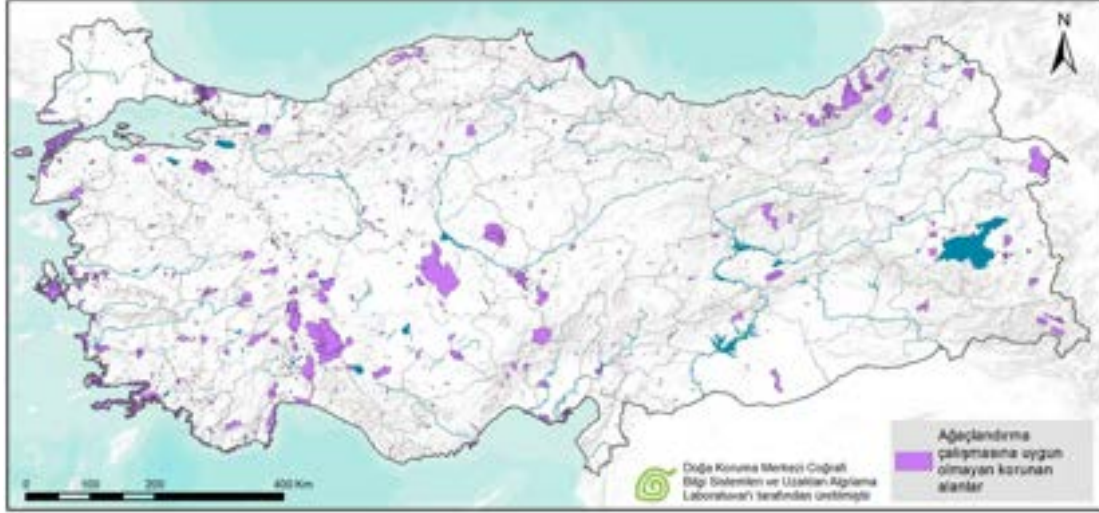
iv) **Kayalık yüzeyler:** Ağaç büyümesine olanak sağlamayacak ölçüde kayalık (CORINE Arazi Sınıflandırması 323 kodlu) bölgeler çıkartılmıştır. Bu alanların çoğu dağların en yüksek kesimlerini oluşturur.



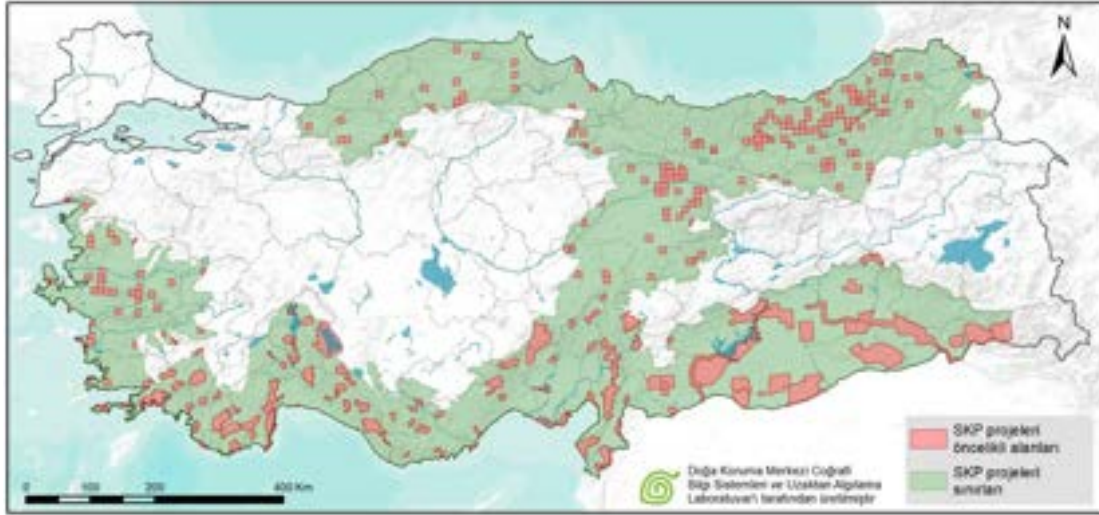
v) **Kentsel alanlar:** Gelecekteki genişlemeyi öngörerek mevcut (CORINE Arazi Sınıflandırması 111, 112, 121, 122, 123, 124, 141, 142 kodlu) kentsel yerleşimler ve çevrelerindeki 1 km genişliğinde tampon bölge hariç tutulmuştur.

Tablo 5.5. Karbon tutumu amaçlı ağaçlandırmaya uygun alanların belirlenmesinde kullanılan katmanlar.

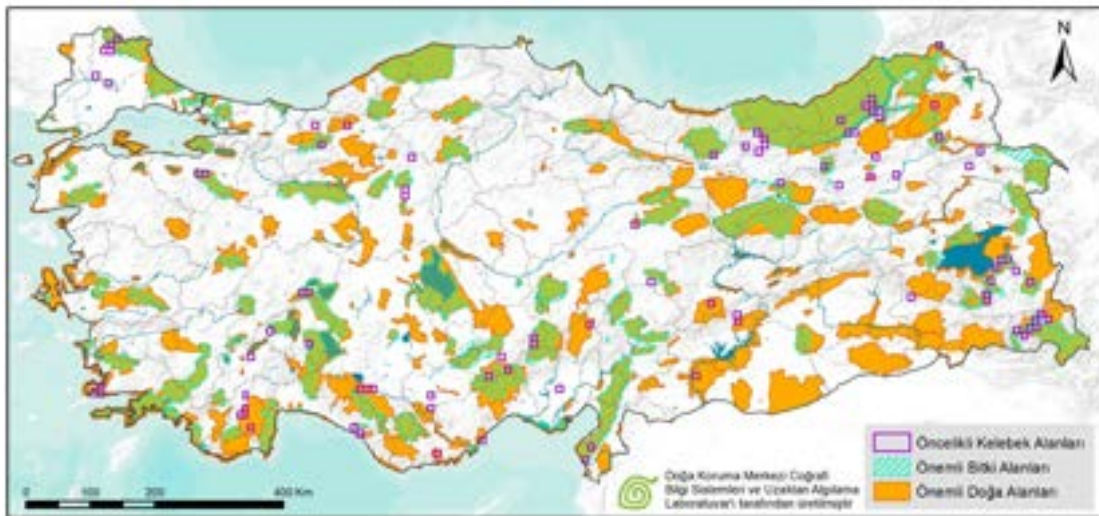
	Katman	Türkiye'deki toplam alan (ha)
Uygun alanlar	Orman rejimi altındaki ağaçsız alanlar	5.466.720
Uygun olmayan alanlar	Fazla kurak alanlar	13.040.467
	Su yüzeyi ve sulak alanlar	1.694.459
	Kentsel alanlar	2.491.537
	Kayalık yüzeyler	1.911.518
	Korunan alanlar	3.014.025
	Yüksek biyoçeşitlilik gösteren öncelikli alanlar (SKP çalışmaları)	5.288.597
	Yüksek biyoçeşitlilik gösteren öncelikli alanlar (ÖDA, ÖBA, ÖKeA)	22.373.516
	Tescilli Meralar	8.519.849
Kalan uygun alanlar		2.473.753



Şekil 5.27. Ağaçlandırma çalışmasına uygun olmayan korunan alanlar.



Şekil 5.28. Şimdiye kadar yapılan SKP projeleri sınırları ve projelerin sonucunda elde edilen öncelikli koruma alanları.



Şekil 5.29. Önemli Bitki Alanları, Öncelikli Kelebek Alanları ve Önemli Doğa Alanları.

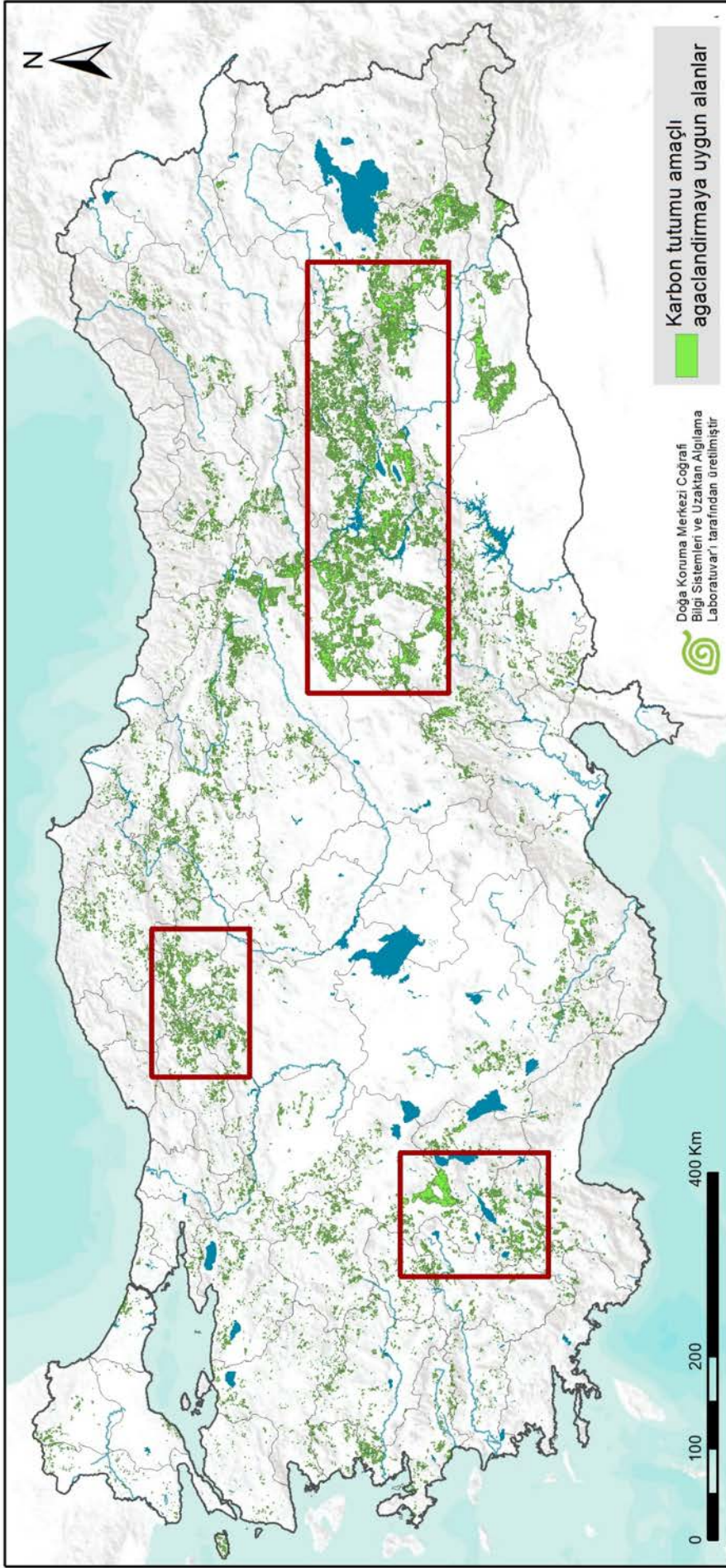
Tüm bu işlemler sonucunda, karbon amaçlı ağaçlandırmaya uygun alanlar tespit edilmiştir (Tablo 5.6). Toplam 2.473.753 hektar büyüklüğündeki ağaçlandırmaya uygun alanlar incelendiğinde hemen her ilimizde irili ufaklı birçok uygun parsel olduğu görülmektedir (Şekil 5.30 ve Şekil 5.31). Ancak ülkemizin farklı kesimlerinde yoğunlaşmış üç büyük öbeğe vurgu yapmakta yarar vardır. En büyük öbek Kahramanmaraş, Malatya ve Sivas illerinin birbirlerine komşu oldukları kesimlerde yer alır. Bu öbek doğuya doğru uzanarak Elazığ ve Bingöl üzerinden Batman ve Siirt'e bağlanmaktadır. Söz konusu geniş bölgede gerek güncel gerek gelecekte potansiyel gösteren tür sedirdir. Bölgede mevcut küçük ölçekli ağaçlandırmalarda da aynı tür kullanılmıştır. Ancak bu illerimizde ormanlar günümüzde Doğu Anadolu Meşesi (*Quercus brantii*) meşcereleriyle temsil edilirler.

Tablo 5.6. Yapılan modelleme çalışması ve uygunluk için kullanılan kriterlere göre farklı türler için alan hesapları.

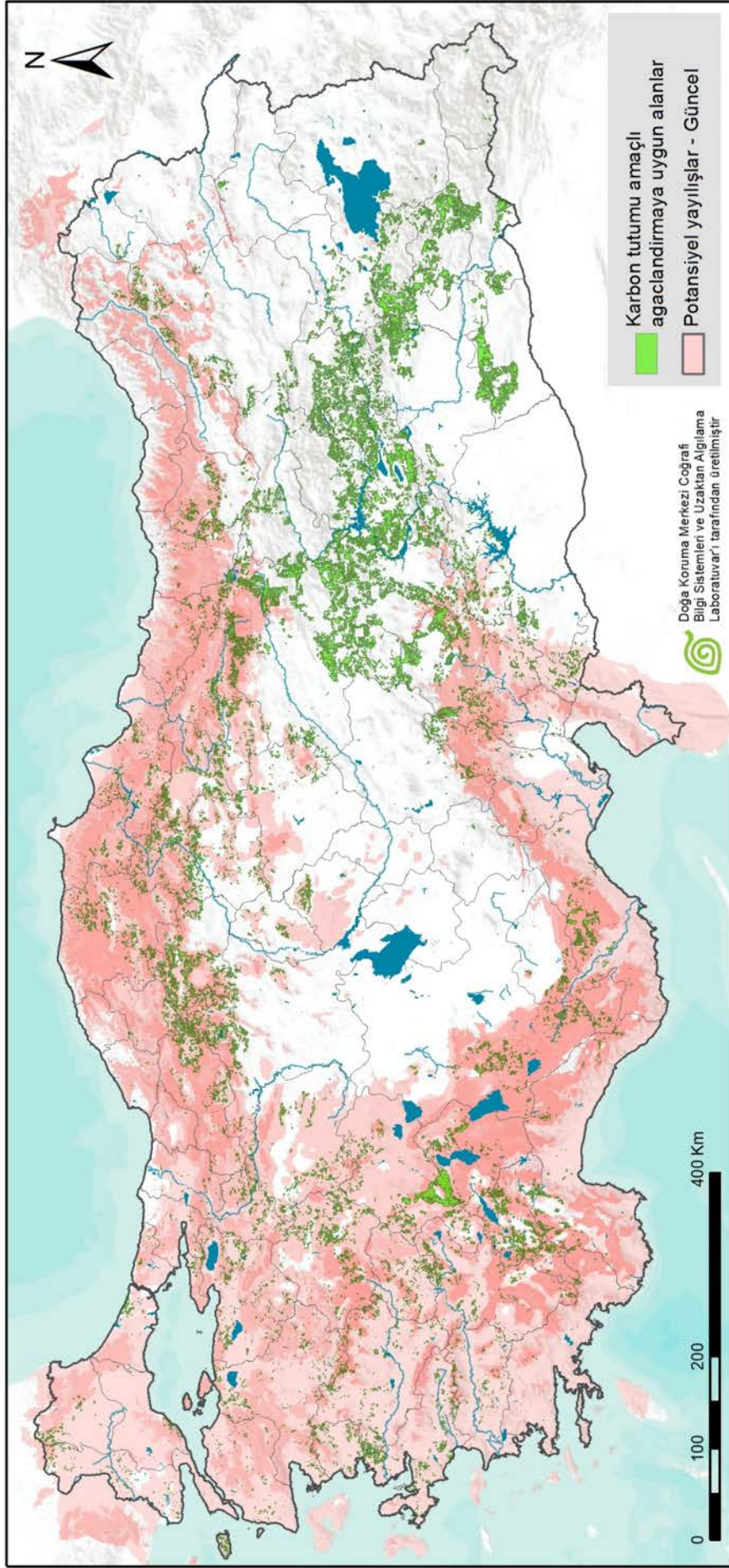
Alan (hektar)	Karaçam	Kızılçam	Sarıçam	Toros Sediri
Mevcut meşcereler (Türü içeren bütün meşcereler)	3.679.026	4.465.453	1.352.007	595.595
Model sonucu uygun olan alanlar - Günümüz	22.196.954	20.831.771	6.463.301	6.867.731
Model sonucu uygun olan alanlar - 2070	6.027.193	12.183.071	1.531.105	3.491.463
Model sonucu uygun olan alanlar - 2070 ile karbon tutumu amaçlı ağaçlandırmaya uygun alanların kesişimi	214.294	251.994	11.649	11.649

Bir diğer öbek Afyon-Isparta sınırı çevresinde yoğunlaşmıştır. Günümüzde karaçam, sedir ve kısmen kızılçam için optimal büyüme ortamı oluşturan bu bölge, 2070 yılında modellediğimiz türler için uygunluğunu önemli ölçüde yitirecek gözükmemektedir. Üçüncü öbek Çankırı ili batısı ve çevresinde görülür. Burada güncel potansiyel yayılışa sahip karaçam ve sarıçam, gelecekte yerini sedir ve karaçama bırakmaktadır.

Bu çalışma ülkemizde karbon amaçlı ağaçlandırma çalışmaları için nasıl bir potansiyel olduğunu değerlendirmek için yapılmıştır. Çalışma kapsamında ele alınmayan ama böyle bir girişim için mutlaka göz önünde bulundurulması gereken diğer bir önemli konu da bu alanların yetiştirme koşulları açısından karbon bağlama potansiyelinin ne olduğudur. Kuşkusuz herhangi bir alanda ağaçlandırmaya başlamadan önce ayrıntılı bir yerinde değerlendirme yapılması şarttır. Böyle bir değerlendirme gerek biyoçeşitlilik açısından varsa sakıncaları daha iyi ortaya koyacak, gerek toprak tipi, bakı, sosyo-ekonomik baskılar gibi uzaktan algılanması zor özellikleri göz önüne alan öneriler sunabilecektir. Doğru tür seçimi ve uygun silvikültürel müdahale teknikleri ile bu alanlarda ekolojik açıdan en az zarar verecek ve hızla karbon birikimini sağlayacak çözümler üretilmesi mümkündür.



Şekil 5.30. Karbon tutumu amaçlı ağaçlandırmaya uygun alanlar (yeşil). Arka planda grinin tonları halinde yükselti katmanı vardır. Belirgin üç yoğun öbek, çerçeve içine alınmışlardır.



Şekil 5.31. Karbon tutumu amaçlı ağaçlandırmaya uygun alanlar (yeşil) ve modellenen 4 iğne yapraklı ağaç türünün günümüz potansiyel yayılışları (pembe). Pembenin tonları koyulaştıkça o noktada için uygun olan türlerin sayısı artmaktadır.

5.5. Ağaçlandırma mı Ekosistem Onarımı mı?

Ekosistem onarımı, herhangi bir sebepten tahrip olmuş bir alanın, tür kompozisyonu, yapısal özellikleri, ekosistem dinamikleri ve ekosistem hizmetleri açısından orijinal haline dönüştürülmeye çalışılması olarak tanımlanabilir. Kamuoyu, hatta birçok uzman ekosistem onarımı denince ekosistemin bütün bileşenlerini göz önünde bulunduran bütüncül bir yaklaşım yerine sadece ağaçlandırma çalışmasını algılayabilmektedir.

Ağaçlandırma çalışmaları yeni yutak alanlar oluşturulması ve karbon bağlama açısından iklim değişikliği ile mücadelede ve sertifikalandırma süreçlerinde en çok akla gelen uygulamalardan biridir. UNEP'in Plant for the Planet: The Billion Tree Campaign² kampanyası, Çin'in 2060 yılında karbon nötr olmak için 2021-2025 arasında yılda 36 milyon km² ağaçlandırma yapmayı hedeflemesi³ bu çabalara en önemli örnekler olarak gösterilebilir. İklimsel eşikler bağlamında yapılacak ağaçlandırma çalışmasının karbon bağlama kapasitesi bir yana yapılacak uygulamanın biyolojik çeşitlilik etkisi de diğer bir göz önünde bulundurulması gereken konudur. Ağaçlandırma çalışmaları uygulama yöntemine ve yapıldığı yere göre biyolojik çeşitlilik açısından olumsuz sonuçlar da doğurabilmektedir. Daha önce de belirtildiği üzere bozkır ve kumul ekosistemleri başta olmak üzere bitkiler ve kelebekler açısından önemli alanlarda ağaçlandırma yapmaktan kaçınmak gerekir.

Erozyon önleme, sel kontrolü veya farklı ekosistem hizmetleri için bu tip uygulamaların mutlaka yapılması gerekiyorsa bile bu uygulamaların nasıl yapılacağına özen gösterilmesi şarttır. Ağaçlandırma çalışmalarının biyolojik çeşitlilik üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için mümkün olduğunca toprak işlemeden, makinalı uygulamalardan, yabancı türlerin kullanılmasından, tek türe dayalı uygulama yapılmasından kaçınılması gerekir. Bu uygulamaların bir kısmı maliyeti düşürmek için tercih edilirken, bir kısmı da alışılmış uygulamalardan vazgeçilmemesinden kaynaklanmaktadır. Ancak bu basit adımların atılması bile çevresel etkisi tartışmalı olan klasik ağaçlandırma çalışmalarının olumsuz etkilerini önemli ölçüde azaltacaktır.

Ancak bu konuda yapılması gerekenleri daha geniş bir çerçevede ele almak gerekmektedir. Özellikle günümüzde karbon denkleştirme süreçleri için çok geniş alanlarda gerçekleştirilen veya planlanan ağaçlandırma çalışmalarının etkisini azaltmak için ekosistem onarımı yaklaşımı temel alınmaya başlanmalıdır.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO) göre ekosistem onarımı, bozulmuş, zarar görmüş veya yok olmuş ekosistemlerin kurtarılması sürecine destek olmaktır. Bunun için de karasal ve sucul ekosistemlerin toplumsal refahı da destekleyecek şekilde, hem günümüz hem de gelecekte değişen koşullar altında sürdürülebilir, dayanıklılığı yüksek ve sağlıklı hale getirilmesini hedefler.





Bu konunun küresel ölçekte bu kadar önem kazanmasını sağlayan önemli süreçlerden biri de Birleşmiş Milletlerin 2021-2030 dönemini Ekosistem Onarımı On Yılı ilan etmesi olmuştur⁴. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve FAO koordinasyonunda bu on yılda küresel ölçekte ekosistemlerin korunması ve iyileştirilmesi ve bu şekilde insan toplumları ve biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi amaçlanıyor. Ekosistem Restorasyon On Yılı'nın temel hedefi, sağlıklı ekosistemlerle insan refahının artması, iklim değişikliğiyle mücadele edilmesi ve biyolojik çeşitlilik kaybının önüne geçilmesidir. Aslında bugüne kadar Birleşmiş Milletler farklı mekanizmalarla korunan alan oranının artırılması ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını ön plana çıkartmaktaydı. Ancak içinde bulunduğumuz bin yıl içerisinde insanın doğaya olan etkileri çok geniş alanlarda ekosistemlerin bozulması ile sonuçlanmıştır. Geçmişte 'koruma' öncelikli bir konu olarak karşımıza çıkarken artık bozulmuş alanların onarılması da aynı derecede öncelikli bir konu olarak görülmektedir.

2- United Nations Environment Programme, Plant for the Planet: The Billion Tree Campaign. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7661/-Plant%20for%20the%20Planet_%20The%20Billion%20Tree%20Campaign-2008810.pdf?sequence=5&isAllowed=y

3- Reuters. "China to Step Up Tree Planting Campaign to Help Reach Net Zero" <https://www.reuters.com/world/china/china-step-up-tree-planting-campaign-help-reach-net-zero-2021-08-20/>.

4- United Nations Decade on Ecosystem Restoration. "What is Ecosystem Restoration?" <https://www.decadeonrestoration.org/what-ecosystem-restoration>.

Ekosistem onarımı çalışmaları aslında, birçok farklı aşamayı içeren bir dönüşüm süreci olarak düşünülebilir. Bu süreçle ilgili bazı temel bileşenleri şu şekilde sıralayabiliriz:

-  - İlgili ekosistemi olumsuz etkileyen girdilerin azaltılması
-  - Ekosistem yönetiminin iyileştirilmesi
-  - Ekosistem işlevlerinin geliştirilmesi
-  - Doğal iyileşme sürecine destek olunması

Ağaçlandırma çalışmalarının her ne kadar erozyonu önleme, toprağı koruma ve yapısını iyileştirme gibi faydaları olsa da bir ekosistem onarımı çalışması olarak görmemek gerekir. Ancak yukarıda da bahsedilen bazı ilkelere dikkat edilmesi ile ağaçlandırma çalışmalarını ekosistem onarımı perspektifine yakınlaştırmak mümkün olacaktır.

Örneğin, İç Anadolu civarında bulunan tüylü meşe ve ardıç toplulukları ağaçlandırma çalışmalarında yoğun olarak tercih edilen alanlarda yer almaktadır. Bunun sebebi bu alanların gerek iklimi, gerekse toprak yapısı sayesinde ağaçlandırma çalışmalarında başarı oranını artırıyor olmasıdır. Ancak bu gibi alanların doğal ekosistemini oluşturan meşe ağaçlarının köklenip yerlerine o bölgede doğal olarak bulunmayan sedir veya karaçamlardan oluşan bir ağaçlandırma yapmak aslında o ekosistemi onarmak değil bozmaktır. Yapılan müdahale ile belki daha hızlı büyüyen, daha çok karbon tutacak ağaçlar alana getirilmiş olabilir ancak aynı zamanda mevcut ekosistem de tahrip edilmiştir. Bunun yerine meşe ve ardıç topluluklarını da koruyarak mozaik şeklinde bir ağaçlandırma çalışması ekosistem onarımına daha yakın bir uygulama olacaktır. Bu açıdan bakıldığında ekosistem onarımı hem iklim krizini hem de biyolojik çeşitlilik krizini birlikte ele almamız için olanaklar sunmaktadır.

2021 yılında Akdeniz Bölgesi'nde yaşanan mega-yangınlar sonrasında kamuoyu baskısı ile ağaçlandırma çalışmalarına ağırlık verilmesiyle de benzer bir durum yaşanmıştır. Ağaçlandırma için arazinin işlenmesi, makinaların sokulması toprak altında saklanarak yangını atlatan Likya Semenderi gibi bazı nadir türlerin zarar görmesine, bölgedeki popülasyonun azalmasına veya yok olmasına sebep olduğu gözlenmiştir. Yine aynı şekilde, yapılan uygulamalar erozyonun artmasına yol açmıştır. Alandaki mikro habitatlara, bitki örtüsü zenginliğine dikkat edilmediği durumlarda bölgeye özgü birçok türün alana dönmeleri ve dirençli bir ekosistem oluşturmaları mümkün olmamaktadır.

Burada önemli olan ekosistemin tüm biyolojik çeşitliliğini, ekolojik süreçlerini, dinamiklerini ve ekosistemin sağladığı hizmetleri, bunların tamamını birlikte geri getirmeye çalışmaktır. Ekosistemler birbirini tamamlayan ve farklı fonksiyonları üstlenmiş birçok bileşenden oluşur. Ekosistemlerde üreticiler, birincil tüketiciler, ikincil tüketiciler gibi farklı gruplar ve bunların hepsinin farklı görev ve fonksiyonları vardır. Bir alandaki besin döngüsünü sağlayabilmek, besin piramidinin işlenmesi, enerji ve madde transferinin sağlanması için orada yaşayan çok farklı canlı gruplarını, topraktaki mikro organizmaları, mantarları, çürükçül canlıları, bitkileri, böcekleri, arıları, kelebekleri, sürüngenleri, küçük memelileri, büyük memelileri, kuşları, bunların hepsini düşünerek hareket etmek gerekmektedir. Ancak bu şekilde sonunda gerçekten işleyen bir sistemi tekrar kurabilmek mümkün olacaktır.

Bu nedenlerle bozulmuş veya tamamen tahrip olmuş ekosistemlerde bütüncül, tüm paydaşların ihtiyaç ve taleplerinin tartışılabildiği katılımcı süreçleri işletmek, detaylı bilgi ve veri toplamak ve bilimsel temelli bir planlama yaklaşımıyla çözüm üretmek büyük önem taşıyor.

Beşinci Bölüm Kaynaklar

- Ambarlı, D., Bilgin, C.C. 2014. Effects of landscape, land use and vegetation on bird community composition and diversity in Inner Anatolian steppes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 182, Pages 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.11.006>
- Biltekin, D., Popescu, S.-M., Suc, J.-P., Quezel, P., Jimenez-Moreno, G., Yavuz, N., Çağatay, M.N. 2015. Anatolia: A long-time plant refuge area documented by pollen records over the last 23 million years. *Review of Palaeobotany and Palynology* 215, Pages 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2014.12.004>
- Carleton, E. 2022. The rush to reforest: When nature-based solutions end up doing more harm than good. <https://www.ilri.org/news/rush-reforest-when-nature-based-solutions-end-doing-more-harm-than-good?fbclid=IwAR2vkMEIIdvn4hTXejt6W4O-jnsw3HnLytXlRRd2bAQP1KDDfma4PoZQvw>
- Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M., Palmer, T.M., 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances* 1(5), e1400253. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>
- Conservation International. 2011. Biodiversity Hotspots Revisited, Conservation International. Conservation Synthesis, Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International. <https://databasin.org/datasets/23fb5da1586141109fa6f8d45de0a260/>
- Çağlar, Y. 2019. Orman ve Maki Ekosistemlerimiz “Ağaç Tarlalarına” mı Dönüştürülecek? <https://www.hidropolitikakademi.org/uploads/wp/2019/01/Ormanlar-ve-ormanc%C4%B1l%C4%B1k-%C3%BCzerine-sessiz-tart%C4%B1l%C5%9Fmalar-43.pdf>
- ÇŞİDB. 2018. Türkiye’de Kıyı Kumulları ve Kumul Tesbit Çalışmaları Raporu. <https://cem.csb.gov.tr/turkiye-de-kiyi-kumullari-ve-kumul-tesbit-calismalari-raporu-i-103696>
- Erol, D. 2021. How will climate change impact the protected area network in Turkey? Master thesis, Middle East Technical University.
- Fick, S.E., Hijmans, R.J. 2017. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. https://www.worldclim.org/data/cmip6/cmip6_clim30s.html
- IPBES. 2019. Brondizio, E.S., Settele, J., Díaz, S., Ngo, H.T. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- IUCN. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org>. Ziyaret tarihi: 30.03.2023.
- Jetz, W., Fine, P.V.A. 2012. Global Gradients in Vertebrate Diversity Predicted by Historical Area-Productivity Dynamics and Contemporary Environment. doi:10.1371/journal.pbio.1001292
- Karaçetin, E., Welch, H.J. 2011. Türkiye’deki Kelebeklerin Kırmızı Kitabı. Ankara: Doğa Koruma Merkezi. Erişim: [www.dkm.org.tr]
- Noroozi, J., Zare, G., Sherafati, M., Mahmoodi, M., Moser, D., Asgarpour, Z., Schneeweiss, G.M. 2019. Patterns of Endemism in Turkey, the Meeting Point of Three Global Biodiversity Hotspots, Based on Three Diverse Families of Vascular Plants. *Front. Ecol. Evol.* 7:159. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00159>
- OGM. 2021. 2020 Türkiye Orman Varlığı. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM İstatistikleri (1992-2021). 4.3 Orman Tesis Çalışmaları. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>
- Özçelik, R. 2009. Biyolojik Çeşitliliği Korumaya Yönelik Yapılan (Planlama Ve Koruma) Çalışmalar Ve Türkiye Ormancılığına Yansımaları. *Turkish Journal of Forestry*, 7(2): 23-36. Olson, D.M., Dinerstein, E. 2002. The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical garden*, 199-224.
- Parr, K., Lehmann, C. 2019. Planting trees is a good idea, but not everywhere – especially not in grasslands. <https://scroll.in/article/932145/planting-trees-is-a-good-idea-but-not-everywhere-especially-not-in-grasslands>
- Pearce, F. 2022. Phantom Forests: Why Ambitious Tree Planting Projects Are Failing . https://e360.yale.edu/features/phantom-forests-tree-planting-climate-change?fbclid=IwAR0_7gM7JulTC2_LIGEabJ17V3JnIkOJyY1jyLkLZ8-9DEZ_juBmMz0eAXo
- Phillips, S.J., Dudík, M., Schapire, R.E. 2017. Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1). http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/
- Şekercioğlu, Ç.H., Anderson, S., Akçay, E., Bilgin, R., Can, Ö.E., Semiz, G., ..., Dalfes, H.N. 2011. Turkey’s globally important biodiversity in crisis. *Biological Conservation*, 144(12), 2752-2769.
- Uslu, T. 1997. Türkiye’de kıyı kumul ağaçlandırma politikası : Çevre açısından durum (Coastal dune afforestation policy in Turkey : environmental aspect) - Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Gn. Md., Erozyon Kontrolü, Mera Islahı ve Havza Amenajmanı Teknikleri Toplantısı, 23-27 Haziran 1997:53-65. Isparta.
- Yalçın, S. & Bilgin, C.C. 2012. Küresel İklim Değişikliği, Kızılçam Ormanlarının Gelecekteki Yayılışını Nasıl Etkileyebilir? 21. Ulusal Biyoloji Kongresi, 3-7 Eylül 2012, İzmir.

6. İklim Değişikliği Açısından Ormancılık Politikaları ve Mevzuat Değerlendirmesi

Doç. Dr. Cihan Erdönmez

6.1. Türkiye’de Ulusal Ormancılık Politikasının Temelleri

Türkiye’de ulusal ormancılık politikasının yasal düzenlemeler, örgütsel yapılanmalar, ekonomik araçlar gibi bazı bileşenleri zaman içerisinde değişime uğramıştır. Ayrıca, ağaçlandırma çalışmalarından orman köylülerinin kalkındırılmasına, korunan alanların yönetiminden ormanlardan yararlanmaya kadar temel ormancılık alanlarında temel bazı yaklaşım farklılıkları da gerçekleşmiştir. Buna karşılık neredeyse hiç değişmeyen ve ulusal ormancılık politikasının temeli olarak kabul edilebilecek olan iki ana başlık bulunmaktadır. Bunlardan birincisi orman mülkiyeti, diğeri de orman işletmeciliğidir.

Türkiye’de günümüzde olduğu gibi geçmişte de ormanların çok büyük bir bölümü devlet mülkiyetinde bulunmaktadır. 1910’lu yıllarda Orman, Maadin ve Ziraat Nezareti tarafından yapılan envanter çalışmalarına göre toplam orman alanı 8 milyon 803 bin hektar görünmektedir. Bu alanın 7 milyon 750 bin hektarı, yani % 88’i devlet ormanı statüsündedir. Özel orman miktarı ise 593 bin hektar (% 6,7) civarındadır (İstanbulu, 1978). Bingöl (1990) tarafından 1937 yılına ilişkin olarak aktarılan veriler de benzer bir duruma işaret etmektedir. O tarihte toplam orman varlığı 9 milyon 309 bin hektardır. Devlet ormanları 8 milyon 768 bin hektar (% 94,19) düzeyinde iken özel ormanlar 229 bin hektar (% 2,46) civarındadır. 1945 yılında yürürlüğe giren 4785 sayılı yasa ile devletten başkasına ait ormanların tamamı devlet mülkiyetine alınmıştır. Bu tarihte devlet mülkiyetine alınan özel orman miktarı yaklaşık 174 bin hektardır (İstanbulu, 1978). 1950 yılında çıkarılan 5658 sayılı yasa ile devletleştirilen ormanların sahiplerine iade olanağı yaratılmış ve bu ormanlardan bir kısmı sahiplerine iade edilmiştir. Bu tarihten sonra orman mülkiyet yapısında önemli bir değişiklik olmamış ve bugünkü duruma gelinmiştir. Güncel olarak Türkiye’de ormanların % 99’undan fazlası devlet ormanı statüsündedir.

Osmanlı İmparatorluğu’nun son zamanlarına kadar ormanlarla ilgili ülke çapında düzenlemeler yapılmamış, tophane ve tersane gibi kurumların ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yararlanılanlar dışındaki orman alanları genellikle *cibal-i mubaha* olarak tanımlanıp serbestçe yararlanmaya konu edilmiştir. 1870 yılında yürürlüğe giren Orman Nizamnamesi ülkemizdeki ormancılıkla ilgili ilk yasal düzenleme niteliği taşımaktadır. Orman Nizamnamesi’nin ormanların yönetimi açısından getirdiği yenilikler şu şekilde özetlenebilir (Gümüş, 2018):

- Ormanlar mülkiyetlerine göre devlet ormanları, vakıf ormanları, kasaba ve köy baltalıkları ve özel ormanlar olmak üzere dört gruba ayrılmıştır.
- Ormanlardan izinsiz ağaç kesimi yasaklanmıştır.
- Köylülerin ormanlardan yararlanma hakları düzenlenmiştir.
- Devlet ormanlarının sözleşmelerle özel şirketlere işlettilmesi yöntemi benimsenmiştir.
- Devlet ormanlarında yapılan hayvan otlatma faaliyetlerine sınırlamalar getirilmiştir.
- Bazı orman suçları tanımlanmış ve bunlara ilişkin cezai müeyyideler getirilmiştir.

Cumhuriyetin kurulmasını takiben hemen her alanda olduğu gibi ormancılık alanında da bazı arayışların olduğu gözlenmektedir. Daha Kurtuluş Savaşı’nın başlangıç aşamalarında, 1920 yılında TBMM tarafından çıkarılan 39 sayılı “Baltalık Kanunu”; cumhuriyetin ilanından bir yıl sonra, 1924 yılında peş peşe çıkarılan 484 sayılı “Devlet Ormanlarından Köylülerin İntifa Hakkını Kanunu” ile 504 sayılı “Türkiye’de Mevcut Bilumum Ormanların Fenni Usulü İdare ve İşletmeleri Hakkında Kanun” bu arayışlara örnek olarak gösterilebilir. Ne var ki, tüm bu arayışlar 1870 yılında yürürlüğe giren Orman Nizamnamesi’nin getirmiş olduğu temel ormancılık anlayışını değiştirmemiş, yalnızca bazı özel alanlarda düzenlemeler yapmaya odaklanmıştır.

Türkiye’de bugün de devam eden ulusal ormancılık politikasının temelini atıldığı yıl 1937’dir. O yıl çıkarılan 3116 sayılı “Orman Kanunu” 1870 Orman Nizamnamesi’nden bütünüyle farklı bir ormancılık politikasının oluşumuna öncülük etmiştir. 3116 sayılı kanunun 1929 yılında başlayarak dünyayı etkisi altına alan “Büyük Buhran” ya da “Büyük Depresyon” olarak adlandırılan dönemde çıkarıldığını bu noktada hatırlatmak yararlı olacaktır. Hatırlanması gereken bir diğer önemli konu da cumhuriyetin ilk yıllarında izlenen özel sektörcü ekonomi politikalarının yerini 1930’ların başından itibaren devletçi ekonomi politikalarının almaya başlamış olmasıdır (Akyıldız ve Eroğlu, 2004).

Bu nedenle, TBMM’de 3116 sayılı Orman Kanunu’ndan bir süre önce yasalaşan 3115 sayılı kanunun 1’inci maddesi ile Teşkilatı Esasiye Kanunu’nun (Anayasa) 2’nci maddesi değiştirilmiş ve içlerinde devletçilik ilkesinin de olduğu ve Atatürk İlkeleri olarak bilinen altı ilke Türkiye devletinin nitelikleri olarak anayasaya girmiştir. 3116 sayılı Orman Kanunu bu şartlar altında yasalaşmıştır. Ancak bu kanunu yalnızca belirtilen sosyo-ekonomik koşulların bir sonucu olarak değerlendirmek son derece yanlış olur. 67 yıl boyunca uygulanan Orman Nizamnamesi’nden elde edilen sonuçlar da bu kanunun şekillenmesinde etkili olmuştur. Zira Orman Nizamnamesi’nin orman işletmeciliğiyle ilgili hükümleri ve bu hükümler doğrultusunda uygulanan sözleşmeli orman işletmeciliği ülke ormanlarına çok büyük zararlar vermiştir. Gümüş (2018)’ün Türk Orman Devrimi olarak adlandırdığı 3116 sayılı yasa ve takip eden adımlarla devlet ormanlarının devlet tarafından işletilmesi ilkesi benimsenmiştir.

3116 Sayılı Orman Kanunu’nun benimsediği devlet orman işletmeciliği yaklaşımının hayata geçirilebilmesi için yine 1937 yılında çıkarılan 3204 sayılı yasa ile Tarım Bakanlığına bağlı olarak bir Orman Genel Müdürlüğü kurulmuş; bu genel müdürlüğün taşra teşkilatı olarak devlet orman işletme müdürlükleri kurulmaya başlanmıştır. İlk devlet orman işletmesi 1937 yılında Karabük’te kurulmuştur. Bunu İstanbul’da kurulan Büyükdere Orman İşletmesi (1937), Balıkesir’de kurulan Dursunbey Orman İşletmesi (1938) ve Eskişehir’de kurulan Mihaliççik Orman İşletmesi (1938) izlemiştir (Gümüş, 2018). İzleyen yıllarda kurulan orman işletmelerinin sayısı hızla artarak ülkedeki bütün devlet ormanlarının bu işletmeler tarafından işletilmesi sağlanmış, Orman Nizamnamesi’ne göre yapılan orman işletmeciliği sözleşmeleri ya tazminatlar ödenerek feshedilmiş ya da sürelerinin bitmesi yoluyla kendiliğinden sona ermiştir.

Tarihsel sürecin getirdiği bilgi ve deneyim birikimi ormancılıkla doğrudan ilişkili hükümlerin ilk kez yer aldığı 1961 Anayasası’nda da kendini göstermiştir. Söz konusu anayasanın 131’inci maddesinin ikinci fıkrası şu şekildedir:

“Devlet ormanları, kanuna göre Devletçe yönetilir ve işletilir. Devlet ormanlarının mülkiyeti, yönetimi ve işletilmesi özel kişilere devrolunamaz. Bu ormanlar, zamanaşımıyla mülk edinilemez ve kamu yararı dışında irtifak hakkına konu olamaz.”

1961 Anayasası’nın bu yaklaşımı yürürlükte olan 1982 Anayasası tarafından da benimsenmiştir. 1982 Anayasası’nın 169’uncu maddesinin ikinci fıkrası şöyledir:

“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.”

Buraya kadar açıklananların ışığında Türkiye’de ulusal ormancılık politikasının temelleri iki madde halinde özetlenebilir:

- Türkiye’de ormanların neredeyse tamamı, orman mülkiyeti konusundaki tarihsel birikimin bir sonucu olarak devlet mülkiyetindedir. Özel orman mülkiyeti ve kamu tüzel kişiliklerine ait orman mülkiyeti de olmakla birlikte, bu tür ormanların toplam orman varlığı içindeki oranı % 1’den daha azdır. TBMM’de Mart 2023’te kabul edilen ve 6831 Sayılı Orman Yasası’nda değişiklik yapan yasa⁵ ile özel ormanların bir kısmının orman statüsünü kaybedeceği ve özel orman miktarının daha da azalacağı tahmin edilmektedir.
- Yine tarihsel ormancılık uygulamalarının getirdiği bilgi ve deneyimin bir sonucu olarak 1937 yılından beri devlet ormanları devlet tarafından yönetilip işletilmektedir ve bu amaçla ülkenin tamamını kapsayan büyük bir ormancılık örgütü kurulmuştur.

Ormanların iklim değişikliği açısından taşıdığı önemle birlikte iklim değişikliğiyle mücadele ve ormanların iklim değişikliğine uyumu konusunda geliştirilecek olan politikaların bu temellerle uyumlu olması zorunluluğu bulunmaktadır. Ormanlar bir yandan iklim değişikliği ile mücadelenin önemli araçlarından biriyken diğer yandan da iklim değişikliğinden doğrudan etkilenen ekosistemlerdir. İklim değişikliğinin etkilerinin ulaştığı seviye ve 2053 net sıfır emisyon hedefi dikkate alındığında, ormanların odun ve odun dışı orman ürünleri üretiminden çok karbon depolama, biyolojik çeşitliliği ve yaban hayatını koruma, su rejimini düzenleme gibi ekolojik ve çevresel işlevlerine öncelik verilmesi gerekmektedir. Bu önceliklendirmenin devlet orman mülkiyeti ve devlet orman işletmeciliği çatısı altında daha kolay yapılma imkânının olduğu gözden uzak tutulmamalıdır.

5- TBMM’de kabul edilen yasa bu bölümün yazıldığı tarih itibarıyla henüz Resmi Gazete’de yayımlanmamıştır.

6.2. Türkiye’de Ulusal Ormancılık Politika Belgelerinin İklim Değişikliği ve Ormanların Karbon Depolaması Açısından Değerlendirilmesi

Ulusal ormancılığımıza yön veren güncel politika belgelerinin sayısı çok değildir. Bunlardan birincisi On Birinci Kalkınma Planıdır (2019-2023). Plan özel olarak ormancılığa ilişkin olmamakla birlikte ülkenin hemen tüm alanlarını kapsamı açısından incelenmeye değer niteliktedir. On Birinci Kalkınma Planı ile birlikte bu plan için hazırlanan On Birinci Kalkınma Planı Ormancılık ve Orman Ürünleri Çalışma Grubu Raporu ile Türkiye’nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı 2011-2023 üst politika belgesi olarak incelenmiştir. Ayrıca İklim Şurası kararları ile Yeşil Mutabakat Eylem Planı da bu kapsamda kısaca değerlendirilmiştir. Ormancılığa yön veren ulusal politika belgeleri olarak ise aşağıdaki plan ve stratejiler ele alınmıştır:

- Tarım ve Orman Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Plan
- Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Planı 2019-2023
- Ormancılıkta İklim Değişikliğine Uyum Stratejik Planı
- Korunan Alanlar ve Türkiye Ulusal Stratejisi

Ormancılık Politika Belgelerinin İklim Değişikliği ve Ormanların Karbon Depolaması Açısından Analizi

Üst politika belgeleri

On Birinci Kalkınma Planı ve Ormancılık ve Orman Ürünleri Çalışma Grubu Raporu

On Birinci Kalkınma Planı (11. KP) Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından 2019-2023 yıllarını kapsayacak şekilde hazırlanmış ve TBMM tarafından 18.07.2019 tarih ve 1225 sayılı karar ile onaylanmıştır (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019). 11. KP’ye sektörel veri ve perspektif sunmak amacıyla hazırlanan On Birinci Kalkınma Planı Ormancılık ve Orman Ürünleri Çalışma Grubu Raporu ise (OOÜÇGR) çeşitli kurum ve kuruluşlardan 49 uzmanın katılımıyla 2018 yılında hazırlanmıştır (Kalkınma Bakanlığı, 2018).

11. KP’nin birinci bölümünde önce küresel gelişmeler ve eğilimler, bunların Türkiye ile etkileşimleri ve dünya ekonomisinde makroekonomik gelişmeler ve beklentiler ele alınmış, daha sonra da plan öncesi dönemde Türkiye’de yaşanan ekonomik ve sosyal gelişmeler özetlenmiştir. Planın ikinci bölümünde ise planın vizyonu, temel amaç ve ilkeleri ile hedef ve politikaları sıralanmıştır.

Küresel gelişmeler ve eğilimler ile bu gelişmelerin Türkiye etkileşimi bölümlerinde iklim değişikliğinin etkilerinin hızlandığı, gelişmekte olan ülkelerin taahhüt ve uyum seviyelerinin küresel hedefleri gerçekleştirmekte yetersiz kaldığı vurgulanmış; Türkiye’nin iklim değişikliğinden en çok etkilenecek ülkeler arasında yer aldığı ve iklim değişikliğine uyum çabalarının sürdüğü, sanayi yoğun büyüme trendiyle Türkiye için iklim finansmanına erişim olanaklarının açıklığa kavuşturulmasının marjinal maliyeti en düşük emisyon azaltım fırsatlarının kullanılabilmesini sağlayacağı belirtilmiştir. Türkiye’de ekonomik ve sosyal gelişmeler bölümünde ise Türkiye’nin gelişmekte olan ülke konumuna paralel olarak yeşil büyüme ve emisyon artış trendinin sınırlandırılması yönünde politika izlendiği, iklim değişikliğine uyum çalışmalarının önemini koruduğu belirtilmiştir.

11. KP'nin hedefler ve politikalar bölümünde ise iklim değişikliğiyle ilgili çeşitli saptamalar yapılmış, bazı amaç, hedef ve politikalara yer verilmiştir. Bunlar genellikle tarım, turizm, kent ve konut, afet yönetimi gibi alanlarda yoğunlaşmış; çevrenin korunması alt başlığında ise

- Uluslararası iklim değişikliği müzakerelerinin ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler ilkeleri ile Niyet Edilmiş Ulusal Katkı çerçevesinde sürdürüleceği,
- Ulusal koşullar ölçüsünde sera gazı emisyonuna neden olan sektörlerde iklim değişikliğiyle mücadele edileceği ve iklim değişikliğine uyuma yönelik kapasite artırımı sağlanarak ekonominin ve toplumun iklim risklerine dayanıklılığının artırılacağı,
- İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine uyum sağlama kapasitesini artırmaya yönelik ulusal ve bölgesel uyum stratejilerini içeren planlama, uygulama ve kapasite geliştirme çalışmalarının yürütüleceği,
- İklim değişikliğine uyumun sağlanması ve gerekli tedbirlerin alınması amacıyla bölge ve şehir ölçeğinde ihtiyaçların tespit edilerek çözüm önerilerinin belirleneceği, başta Karadeniz Bölgesi olmak üzere 7 bölgemiz için İklim Değişikliği Eylem Planlarının hazırlanacağı belirtilmiştir.

11. KP'de ormanlar ve ormancılıkla ilgili olarak doğrudan vurgu yapılan konular şunlardır:

- Rekabetçi üretim ve verimlilik başlığının öncelikli gelişme alanları alt başlığında;
 - Sürdürülebilir orman yönetimiyle ormanların ekonomiye katkısının artırılacağı,
 - Ulusal orman envanter çalışmasının tamamlanacağı,
 - Ormancılıkta hastalık ve zararlılar ile yangınlarla mücadeleye yönelik kapasitenin güçlendirileceği,
 - Orman köylülerinin belirli programlar dâhilinde desteklenmesine devam edileceği,
 - Ormancılıkta kaliteli üretimin ve işgücü verimliliğinin artırılmasını teminen eğitim faaliyetleri ile profesyonelleşme artırılacağı,
 - Orman alanlarının ülke yüzölçümüne oranının % 29'dan % 30'a çıkarılacağı belirtilmiştir.
- Enerji ile ilgili olarak enerji verimliliği kazanımları ve orman varlığının artırılması gibi ilave tedbirlerle karbon salımının azaltılmasına dair önlemlerin geliştirileceği ifade edilmiştir.
- Çevrenin korunması başlığı altında ise sera gazı emisyonuna sebep olan binalar ile enerji, sanayi, ulaştırma, atık, tarım ve ormancılık sektörlerinde emisyon kontrolüne yönelik Niyet Edilmiş Ulusal Katkı çerçevesinde çalışmaların yürütüleceği vurgulanmıştır.

Ayrıca, 11. KP'ye ormanlar ve ormancılıkla ilgili altlık oluşturmak amacıyla hazırlanan OOÜÇGR'nin vizyon, kalkınma planı hedefleri ile hedeflere dönük temel amaç ve politikalar kısımlarında ormanlarla iklim değişikliği arasında doğrudan bağ kuran ifadeler veya amaç ve politikalara rastlanmamaktadır. Temel amaç ve politikalara dönük uygulama stratejileri ve alınacak tedbirler arasında ise sürdürülebilir kalkınma hedefleri ve ekosistem hizmetlerine yönelik kapasitenin geliştirilmesi kapsamındaki tedbirlerden biri olarak "iklim değişikliğine uyum ve dayanıklılığının artırılmasına yönelik kapasitenin geliştirilmesi" önerilmiştir. Bu tedbir doğrultusunda kurumsal düzenleme olarak kuraklığa daha dayanıklı ağaç türlerinin dikilmesinin teşvik edilmesi ve iklim değişikliğinin ekosistem düzeyindeki etkilerini anlamaya yönelik muhtelif çalışmalar yürütülmesi, diğer tedbir olarak ise iklim değişikliğinin ormanlara etkisi konusunda bilimsel çalışmaların desteklenmesi ve geliştirilen uyum önerilerinin uygulanması ile doğal afetlere ilişkin ormanın koruyucu rolünün etkisinin artırılmasına yönelik planlama ve çalışmaların gerçekleştirilmesi önerilmiştir.

Diğer yandan, 2024-2028 yılları arasındaki dönemi kapsayacak On İkinci Kalkınma Planı hazırlıkları, 10 Haziran 2022 tarih ve 31862 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 2022/10 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi ile başlatılmıştır. Söz konusu plan çıktıları henüz oluşmadığından bu bölümde değerlendirmesi yapılamamıştır.

Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2011-2023)

Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (TİDUSEP) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı⁶ tarafından 2011-2023 arası dönemi kapsayacak şekilde hazırlanmıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012).

TİDUSEP'te önce iklim değişikliği olgusu küresel çapta ve ulusal ölçekte incelenmiş, Türkiye'de iklim değişikliği uyum stratejisi ihtiyacının nedenleri gözden geçirilmiş ve TİDUSEP'in geliştirilme yöntemi açıklanmıştır. Bu bölümlerde iklim değişikliğiyle ilgili bolca saptama yapılmış ve iklim değişikliğiyle ormanlar arasındaki ilişki irdelenmiştir. TİDUSEP'in strateji ve eylem planı bölümü ise altı ana başlığa ayrılmıştır. Aşağıda bu başlıklar altında ormanlar ve ormancılıkla ilgili belirlenen strateji ve eylemler aktarılmıştır:

- Su kaynakları yönetimi ana başlığı altında su kaynakları yönetiminde iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlanması için Ar-Ge ve bilimsel çalışmaların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması hedefine (Öncelikli hedef 3) bağlı olarak su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirlik esasları çerçevesinde yönetilmesi açısından büyük önem taşıyan orman alanları ve ormancılık faaliyetleri üst havza yönetimi ilkeleri doğrultusunda planlanacak ve uygulanmaları sağlanacaktır denilmektedir.
- Tarım sektörü ve gıda güvencesi ana başlığı altında ormanlar ve ormancılıkla ilgili bazı saptamalar yapılmış olmakla birlikte herhangi bir somut strateji ya da eylem tanımlaması yapılmamıştır.
- TİDUSEP'te ormanlar ve ormancılıkla ilgili konular yoğun olarak üçüncü ana başlık olan "Ekosistem Hizmetleri, Biyolojik Çeşitlilik ve Ormancılık" bölümünde ele alınmıştır. Bu bölümde tanımlanan strateji ve eylemler aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.
 - İklim değişikliğine uyum yaklaşımının ekosistem hizmetleri, biyolojik çeşitlilik ve ormancılık politikalarına entegre edilmesi hedefi doğrultusunda (Öncelikli hedef 1) emisyonların azaltılması; özellikle orman ve turbalıklar gibi karbon emilimini sağlayan ekosistemlerin bulunduğu korunan alanların sürdürülmesi ve yeni alanların ilanı öngörülmüştür.
 - Aynı hedef kapsamında ormanların iklim değişikliği ve biyolojik çeşitlilik açısından taşıdığı önem açıklanarak "orman alanlarının korunması, sürdürülebilir yönetimi ve orman alanlarının artırılması ormancılıkla ilgili politika ve stratejiler içerisinde öncelikle yer almaktadır" denilmiş, ormanlar ve ormancılık ile iklim değişikliği bağlamında öne çıkan diğer konular olarak orman köylülerinin kalkındırılması ve yapılacak tüm faaliyetlere dâhil edilmesi, orman biyokütlesinin ısı ve enerji üretiminde kullanılması ile yapılan tüm faaliyetlerin ölçülebilir, raporlanabilir ve doğrulanabilir olması amacıyla "Ulusal Orman İzleme Sistemi"nin kurulması belirtilmiştir.
 - İklim değişikliğinin orman alanlarındaki türler üzerindeki etkileri açısından tespiti ve izlenmesi hedefi (Hedef 2.1) kapsamında, iklim değişikliğinin orman alanlarındaki türler üzerine etkilerinin tespit edilmesi ve sağlıklı izlenmesi için taşkın, su baskını, çığ, heyelan gibi doğal afetlerle ilgili verilerin Orman Envanter ve İzleme Sistemine entegre edileceği; iklim değişikliğinden kaynaklanan taşkın, su baskını, çığ, heyelan, gibi doğal afetlerle ilgili verilerin "Orman Envanter ve İzleme Sistemi" ile entegrasyonunun sağlanacağı ifade edilmiştir.
 - Orman alanlarında iklim değişikliğinin etkilerinden kaynaklanan arazi kullanım değişiminin tespit edilmesi hedefi (Hedef 2.2) kapsamında, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) ve TÜBİTAK işbirliğiyle yürütülen proje yoluyla ve stratejik hedefler doğrultusunda ulaşılabilecek hedefler şu şekilde sıralanmıştır:
 - Orman alanlarından bozkır, çayır, mera ve otlak alanlarına dönüşen sahaların tespit edilmesi.
 - Orman alanlarından yerleşim yerlerine (iskân alanları) dönüşen sahaların tespit edilmesi.
 - Orman alanlarından sulak alanlara dönüşen sahaların tespit edilmesi.
 - Orman alanlarından tarım alanlarına dönüşen sahaların tespit edilmesi.
 - Orman alanlarından diğer alanlara dönüşen sahaların tespit edilmesi.

6- Bu bakanlığın günümüzdeki adı Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığıdır

- Bu hedef doğrultusunda ayrıca iklim değişikliğinden etkilenecek su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimine katkı sağlamak için orman amenajman planlaması ve uygulama tekniklerinin hidrolojik fonksiyonu daha fazla dikkate alınarak geliştirileceği vurgulanmıştır.
- Orman ekosistemlerinin sağlığının izlenmesi hedefi (Hedef 2.3) kapsamında, 2014 yılı sonuna kadar atmosferik kirlilik, iklim değişikliği ve diğer etkenlerin ormanlar üzerindeki etkilerinin ölçüleceği; ağaçlandırma faaliyetlerinin doğal çevreye olan etkilerinin analiz edilerek, değerlendirmelerinin yapılacağı; ülke çapında bir kampanya çerçevesinde sürdürülen ağaçlandırma faaliyetlerinin iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlama yönündeki çalışmalarla bütünleştirileceği; Hava Kirliliğinin Ormanlar Üzerine Etkilerinin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi Uluslararası İşbirliği Programı (ICP Ormanları) çıktılarının, Ormanlık Envanter ve İzleme Sistemi ile entegrasyonunun üniversitelerin desteğiyle sağlanacağı ve Orman Ekosistemlerinin İzlenmesi Seviye 1 ve Seviye 2 Programının Avrupa bazındaki uygulamalarının Ulusal Orman Envanteriyle entegre bir şekilde tatbik edileceği belirtilmiştir.
- Korunan alanlarda iklim değişikliğinin etkilerini belirleme ve izlemeye yönelik araştırma ve geliştirme çalışmalarının yapılması hedefi (Hedef 2.4) kapsamında, korunan alanlarda iklim değişikliğinden etkilenecek tür, ekosistem ve süreçlerin tespit edilmesinin amaçlandığı ve bu çerçevede etki analizlerinin yapılacağı ve iklim etkilerinin sürekli izlenmesi için bir sistem geliştirileceği; korunan alanlar sistemlerinin iklim değişikliğinin etkilerine karşı etkin yönetiminin sağlanacağı; korunan alanlarda yöre halkının geçimini desteklemeye yönelik iklim değişikliği uyum stratejisi ve eylemlerinin tespit edileceği; bu konularda maliyet-fayda analizi, maliyet etkinlik çalışmaları yapılacağı ve geçim kaynaklarının bu değerlendirmeler ışığında çeşitlendirileceği ifade edilmiştir.
- Orman köylülerinin sosyo-ekonomik kalkınmasında iklim değişikliğine uyum faaliyetlerinin dikkate alınması ve bu yolla kırsal kalkınmaya destek olunması hedefi (Hedef 2.5) kapsamında, iklim değişikliğinin orman köylüleri üzerine sosyo-ekonomik etkilerinin tespitinin yapılacağı; orman köylülerinin geçim kaynakları üzerindeki iklim değişikliği risklerinin minimize edilmesini sağlamak amacıyla, köylülerin geçim faaliyetlerini çeşitlendirecek teşvik ve önlemlerin alınacağı; iklim değişikliğinin geçim kaynakları üzerindeki risklerinin minimize edilmesinin sağlanacağı, bu amaçla orman köylülerinin geçim faaliyetlerinin çeşitlendirileceği, gerekirse farklı faaliyetlere geçileceği vurgulanmıştır.
- Ormanların yangınlara karşı korunması hedefi (Hedef 2.8) kapsamında, yangınlarla daha etkin mücadele amacıyla gerekli makine-teçhizat alınmasının yanı sıra orman yangınlarına hassas alanlardan başlamak üzere orman bakım çalışmalarının yoğunlaştırılacağı; yangına dirençli orman kurma ve yangın emniyet şeridi dâhil koruma faaliyetlerinin yaygınlaştırılacağı; ağaçlandırma çalışmaları ve konu ile ilgili araştırmaların, değişen iklim koşulları gözetilerek planlanacağı ve sürdürüleceği; iklim değişikliğinin orman yangınları üzerine etkilerinin tespit edilip izlenmesi amacıyla bulguların yangın risk haritalarına işleneceği; orman yangınlarıyla mücadelede yerel düzeyde OGM taşra teşkilatları tarafından önleyici tedbirlerin artırılmasının, mevcut olan erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesinin sağlanacağı belirtilmiştir.

Görüldüğü üzere TİDUSEP yoğun olarak iklim değişikliğinin ormanlar, korunan alanlar ve orman köylüleri üzerindeki etkileri ve bu etkilere karşı alınacak önlemler üzerinde durmaktadır. Bu konular gerçekten de iklim değişikliği açısından odak noktalar arasındadır. Bununla birlikte, TİDUSEP'te ormanların iklim değişikliği ile mücadele açısından rolünün ve bu rolün etkisinin artırılmasına yönelik boyut, net hedeflerin yer almaması nedeniyle yetersiz kalmıştır.

Diğer yandan, TİDUSEP'in 2030 ve 2053 yıllarına yönelik orta ve uzun vadeli hedefler doğrultusunda güncellenmesi çalışmalarının başlatıldığı bilinmekle birlikte, yeni bir plan henüz kamuoyuyla paylaşılmadığından bu bölümde değerlendirmesi yapılamamıştır.

İklim Şurası Kararları ve Yeşil Mutabakat Eylem Planı

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 21-25 Şubat 2022 tarihlerinde Konya’da düzenlenen İklim Şurası komisyonlarında oluşturulan tavsiye kararları söz konusu Bakanlık tarafından yayımlanmıştır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022). Bu kararlar arasında orman alanlarında karbon yutağı kayıplarına yol açacak ve afet risklerini artıracak tahsis ve izinlerden kaçınılması, ormancılık sektöründe karbon tutumunun artırılmasına yönelik iyi uygulamaların desteklenmesi, ekosistem tabanlı ormancılık uygulamalarının güçlendirilmesi, orman yangınlarına karşı önlemlerin artırılması, orman ekosistemi restorasyonu ile ilgili politikaların güçlendirilmesi ve orman ekosistemlerinin korunmasına yönelik uyum faaliyetlerinin planlanması da yer almaktadır.

Diğer yandan, Ticaret Bakanlığı tarafından uluslararası ticaret düzeninde ağırlık kazanan iklim değişikliği ile mücadele politikalarına uyum sağlamayı ve ihracatta rekabetçiliği güçlendirmeyi amaçlayan bir yol haritası niteliğinde olan Yeşil Mutabakat Eylem Planı’nın (Ticaret Bakanlığı, 2021) hedefleri arasında ormanlarda ve diğer arazi kullanım türlerinde karbon depolama işlevinin izlenmesi de yer almıştır. Bununla birlikte, eylem planı takviminde, 2023 yılının dördüncü çeyreğinde, Tarım ve Orman Bakanlığının koordinasyonu ve ilgili sivil toplum kuruluşları (STK), TÜBİTAK ve üniversitelerin katılımıyla iklim değişikliğinin çölleşme, arazi tahribatı, biyolojik çeşitlilik ve ekosistemler üzerindeki etkilerinin araştırılmasına yönelik çalışma yapılması planlanmıştır.

Politika belgeleri

Tarım ve Orman Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planı

Tarım ve Orman Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı koordinasyonunda 2019-2023 yıllarını kapsayacak şekilde hazırlanan Tarım ve Orman Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planı (TOBSP) 7 amaç, 29 hedef ve 116 performans göstergesinden oluşmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022).

Plan bakanlığın görevlerinden birini “Ormanların korunması, geliştirilmesi, işletilmesi, islahı ve bakımı, çölleşme ve erozyonla mücadele, ağaçlandırma ve ormanla ilgili mera islahı konularında politikalar oluşturulması amacıyla çalışmalar yapmak” olarak tanımlanmıştır. Bu görev kapsamında özellikle BM 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinde yer alan iklim değişikliği ile mücadele ve karadaki yaşam başlıklarına atıf yapılmıştır.

TOBSP’nin 3.7.7. numaralı bölümünde PESTLE analizi⁷ ile bakanlığın faaliyetlerini etkileyen politik, ekonomik, sosyal, teknolojik, yasal ve diğer çevresel dış etkenler saptanmıştır. Bu kapsamda saptanan çevresel etkenlerden biri iklim değişikliği olmuştur. 3.7.8. numaralı bölümde yapılan GZFT analizinde ise iklim değişikliği ve çevre kirliliği bir tehdit olarak tanımlanmıştır.

TOBSP’nin tanımladığı yedi temel amaçtan bir tanesi iklim değişikliği, çölleşme ve erozyonla etkin mücadele etmek olarak tanımlanmıştır (Amaç 5). Ancak 2021 yılı sonunda Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü’nün Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinden alınıp Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına aktarılmasıyla bu amaç kapsamında tanımlanan hedeflerin bir kısmı söz konusu bakanlığa geçmiş sayılabilir. Bununla birlikte, çölleşme ve erozyonla mücadele konusunun tarım ve orman alanları ile başka pek çok ekosistemi doğrudan ilgilendiren konular olduğu da gözden uzak tutulmamalıdır.

İklim değişikliği, çölleşme ve erozyonla etkin mücadele etmek amacı kendi içinde 3 hedef ve bu hedefler konusundaki gelişmeleri ölçmeye yarayacak performans göstergelerine ayrılmıştır. Bu hedef ve performans göstergeleri Tablo 6.1’de gösterilmiştir.

7- PESTLE analizi bir kuruluşun kararlarını etkileyebilecek dış faktörlerle ilgili geniş kapsamlı bir bilgi toplama faaliyetidir ve kuruluşun fırsatları en üst düzeye çıkarmasına ve tehditleri en aza indirmesine yardımcı olur. PESTLE *political, economic, sociological, technological, legal ve environmental* sözcüklerinin ilk harflerinden oluşmaktadır.

Tablo 6.1. İklim değişikliği, çölleşme ve erozyonla etkin mücadele etmek amacı kapsamındaki hedefler ve performans göstergeleri.

Hedef	Performans Göstergeleri
<i>Hedef 1. İklim değişikliği, çölleşme ve erozyonla mücadele kapasitesini artırmak.</i>	PG 1. Erozyon ve Çölleşme ile mücadele kapsamında yürütülen ulusal ve uluslararası proje sayısı PG 2. İklim değişikliğine uyum konusunda yapılan farkındalık artırımı faaliyet sayısı PG 3. Erozyon ve çölleşme ile mücadele kapsamında eğitim verilen uzman/personel sayısı
<i>Hedef 2. Arazi tahribatı ve erozyonu belirlemek, önlemek</i>	PG 1. Koruma alanı ilan edilen büyük ova sayısı PG 2. Arazi tahribatı ve erozyonu önlemeye yönelik sonuçlanan araştırma projesi sayısı
<i>Hedef 3. İklim değişikliğinin tarım üzerine olası etkilerini ölçmek ve tedbir almaya yönelik öneriler geliştirmek</i>	PG 1. İklim değişikliğine uyum ve tarımsal kuraklık proje sayısı PG 2. Emisyonları ölçme, izleme ve azaltım sayısı PG 3. Tarım ve mera topraklarında erozyonu belirlemek ve önlemek için yapılan proje sayısı PG 4. Arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık sektöründen kaynaklı sera gazı emisyonu ve yutak raporu sayısı PG 5. Tarımsal kuraklıkla mücadeleye yönelik hazırlanan rapor sayısı

Açıkça görüldüğü üzere TOBSP'nin iklimle ilgili hedefleri mücadeleden çok uyum odaklıdır. Tablo 5.1'de PG 4 olarak sembolize edilen performans göstergesi önemli olmakla birlikte, sera gazı emisyonu ve yutak raporlarında ortaya çıkan durumla bağlantılı şekilde emisyonların azaltılması ve yutakların artırılmasına dönük hedef ve performans göstergelerine ihtiyaç bulunmaktadır.



Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Planı (2019-2023)

Dört stratejik amaç, bunları tanımlayan 17 hedef ve bu hedeflere ulaşılması konusunda ölçüt olacak çok sayıda performans göstergesinden oluşan ve 2019-2023 yılları arası dönemi kapsayan Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Planı (OGMSP) 2018 yılında hazırlanmıştır (OGM, 2018). OGMSP'nin stratejik amaç ve hedefleri Tablo 6.2'de gösterilmiştir.

Tablo 6.2. OGMSP stratejik amaç ve hedefleri.

Stratejik amaç	Hedef
<i>SA 1. Orman ve orman kaynaklarını biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korumak</i>	H 1. Orman yangınlarıyla mücadelede önleyici tedbirler artırılacak, müdahale kapasitesi güçlendirilecektir.
	H 2. Orman ekosistemlerinin sağlığı izlenecek, hastalık ve zararlılarla mücadelede öncelikle doğal ya da doğaya uygun önleyici tedbirler uygulanarak, orman varlığı ve sağlığı korunacaktır.
	H 3. Kadastro keskinleşen orman alanlarının tapuya tescili sağlanacak, mülkiyet sorunları giderilecektir.
	H 4. Orman köylerinde sosyo-ekonomik kalkınma desteklenecektir.
<i>SA 2. Ormanları geliştirmek, verimliliğini artırmak ve alanlarını genişletmek</i>	H 1. Odun kalitesi, tohum ve meyve verimliliği yükseltilecek, sağlıklı ormanların kurulmasına yönelik silvikültürel bakım tedbirleri artırılacaktır.
	H 2. Verimli orman alanı 14.000.000 hektara çıkarılacaktır.
	H 3. Endüstriyel ağaçlandırmaya uygunluğu tespit edilen toplam 330.000 hektarlık potansiyel alanda uygulama oranı % 9'dan % 100'e çıkarılacaktır.
	H 4. Orman varlığımız, ülke toplam alanının % 30'una çıkarılacaktır.
	H 5. Toprak kaybının azaltılmasına yönelik erozyonla mücadele edilecek, mera ıslah çalışmaları geliştirilecektir.
<i>SA 3. Ormanların ürettiği mal ve hizmetlerden toplumun optimum düzeyde faydalanmasını sağlamak</i>	H 1. 6.868.000 hektar orman alanının çok maksatlı faydalanmaya uygun olarak envanteri çıkarılacak ve amenajman planı yenilenecektir.
	H 2. Oduna dayalı orman ürünlerinde kalite ve verimlilik artırılacak, maliyetler düşürülerek iç ve dış piyasada sürdürülebilir rekabet sağlanacaktır.
	H 3. Ekoturizm hizmetleri yaygınlaştırılacak, odun dışı orman ürün çeşitliliği ve üretimi artırılacaktır.
	H 4. Ulusal koşullar ve uluslararası gelişmeler dikkate alınarak orman ürünlerinde standardizasyon ve sertifikalandırma sistemi geliştirilecek, sertifikalı orman alanı artırılacaktır.
	H 5. Ormanlık alt yapısı güçlendirilecek, ana fonksiyonu üretim olan ormanlarda yol standartlarının geliştirilmesine yönelik pilot uygulamalar yapılacaktır.
<i>SA 4. Kurumsal kapasiteyi geliştirmek</i>	H 1. Ormanlık alanındaki sorunların çözümü, yeni tekniklerin geliştirilmesi ve etkin yönetimin sağlanmasına yönelik araştırma ve geliştirme projeleri hazırlanacak ve uygulanacaktır.
	H 2. Stratejik yönetimde kurumsallaşmanın sağlanmasına yönelik; mali, hukuki, idari ve beşeri kaynaklar geliştirilecektir.
	H 3. Bilgi sistemleri ve teknoloji alt yapısı tamamlanacak, orman bilgi sistemi geliştirilecek ve yaygınlaştırılacaktır.

Diğer yandan, ilk ölçüm yılı 2018 son ölçüm yılı 2023 olmak üzere OGMSP'nin öne çıkardığı ve iklim değişikliği açısından anlam ifade eden bazı performans göstergeleri şu şekildedir:

- Orman varlığının ülke toplam alanına oranının % 29'dan % 30'a çıkarılması,
- Verimli orman alanı miktarının 12 milyon 900 bin hektardan 14 milyon hektara çıkarılması,
- Hektardaki ağaç servetinin 73,3 metreküpten 75 metreküpe çıkarılması,
- Ormanlardaki toplam yıllık artımın 47 milyon metreküpten 48 milyon metreküpe çıkarılması,
- Yangın başına yanan orman alanı miktarının 2,6 hektardan 2,2 hektara düşürülmesi.

OGMSP'nin bazı açıklayıcı ya da durum saptamaya yönelik bölümlerinde iklim değişikliğine referanslar olmasına karşın stratejik amaç, hedef ya da performans göstergeleri arasında iklim değişikliğine doğrudan atıf yapan bir ifadeye rastlanılmamıştır. Yalnızca kurumsal kapasiteyi geliştirmek stratejik amacı altında yer alan *“ormancılık alanındaki sorunların çözümü, yeni tekniklerin geliştirilmesi ve etkin yönetişimin sağlanmasına yönelik araştırma ve geliştirme projeleri hazırlanacak ve uygulanacaktır”* hedefi açıklamasında şu ifadeler yer verilmiştir:

- İklim değişikliği ve diğer etkenlerin ormanlar üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi ve etkin yönetişimin sağlanmasına yönelik veri ve bilgi üreten Ar-Ge projelerinin hazırlanması ve sonuçlandırılması yapılacak,
- İklim değişikliğine uyum konusunda projeler yürütülecek,
- İklim değişikliğinin ülkemiz ormanlarına etkileri değerlendirilerek, biyolojik çeşitliliğin korunması, ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi ve optimizasyonuna yönelik araştırmalar yapılacaktır.

Ormanlıkta İklim Değişikliğine Uyum Stratejik Planı

Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) AFD (Agence française de développement) ve ONF (Office National des Forêts) International ortaklığıyla hazırladığı Ormanlıkta İklim Değişikliğine Uyum Stratejik Planı (OİDUSP) adından da anlaşılacağı üzere uyum odaklıdır. İklim değişikliği ile mücadele ile bu kapsamda ormanların rolü ve bu rolü artırmaya dönük hedefler planda yer almamaktadır. Planda iklim değişikliğinin Türkiye üzerindeki beklenen etkileri, benzer şekilde ormanlar üzerinde gözlenen ve beklenen etkileri irdelenmiş, ormanlık sektöründe iklim değişikliğine uyumu kolaylaştıracak kurumsal düzenlemeler ve politikalar üzerinde durulmuştur.

Korunan Alanlar ve İklim Değişikliği Türkiye Ulusal Stratejisi

Korunan Alanlar ve İklim Değişikliği Türkiye Ulusal Stratejisi (KAİDTUS) Orman ve Su İşleri Bakanlığı⁸, UNDP Türkiye ve WWF-Türkiye iş birliğiyle yürütülen Küresel Çevre Fonu (GEF) destekli “Orman Koruma Alanlarının Güçlendirilmesi Projesi” kapsamında 2011 yılında hazırlanmıştır (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2011). KAİDTUS'un hazırlanmasından bu yana 10 yıldan fazla geçmiş olmasına karşın, belirli bir zaman dilimi için hazırlanmadığı ve sonrasında da başka bir politika belgesi oluşturulmadığı için geçerliliğini korumakla birlikte ilgili kurumlar tarafından stratejinin takibi yapılmadığı, stratejide öngörülen hedefler ve eylemlerle ilgili adımlar atılmadığı için etkisiz kalmıştır.

KAİDTUS korunan alanları doğrudan doğruya iklim değişikliğiyle ilişkilendirerek hazırlanan bir politika belgesi olduğundan baştan sona kayda değer bilgi ve kararlar içermektedir. Strateji, korunan alanların durumu ile ilgili genel bilgilerin aktarılmasından sonra iklim değişikliği azaltım ve etkilerine uyum konusunda korunan alanların yararlarının anlatıldığı bir bölümle devam etmektedir. Bunun ardından, geleceğe dönük 5 temel hedef, bu hedeflerle bağlantılı alt hedefler ve önerilen eylemler tanımlanmıştır. Stratejinin tanımladığı beş temel hedef araştırma ve uygulama; deneyim ve bilgi paylaşımı, kapasite artırımı; iletişim; politika; stratejinin koordinasyonu ve uygulanması şeklindedir.

8- 2011 yılındaki bakanlık yapılanması.

Ormancılık Politika Belgelerinin AB Yaklaşımları ve Küresel Gelişmelerle Karşılaştırılması

Dünya genelinde iklim değişikliğiyle mücadelenin 1992 Rio Konferansı sırasında imzaya açılan ve 1994'te yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ile başladığı söylenebilir. Bunu Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması takip etmiştir. Bu uluslararası sözleşmeler iklim değişikliğiyle mücadelede ortaklaşa benimsenmiş yol haritaları olarak değerlendirilebilir. Diğer yandan, yine 1992 yılında Rio'da benimsenen ve bağlayıcı niteliği olmayan Orman Prensipleri'nden sonra küresel çapta ormanlarla ilgili atılan en önemli adımlardan birinin BM Genel Kurulunda Nisan 2017'de kabul edilen Birleşmiş Milletler Orman Stratejik Planı 2017-2030 (BMOSP) olduğu görülecektir. 6 ana amaç ve 26 hedeften meydana gelen planın ana amaçlarından birincisi iklim değişikliğiyle doğrudan ilişkilidir. Bu ana amaç, planda şu şekilde ifade edilmiştir: *"Koruma, restorasyon, ormanlaştırma ve kaybedilen orman alanlarının yeniden ormanlaştırılmasını da içerecek şekilde sürdürülebilir orman yönetimi yoluyla orman örtüsü kaybının tersine çevrilmesi ve iklim değişikliğine yönelik küresel çabalara katkı vermek amacıyla orman bozulmasını önleme çabalarının artırılması."* Bu amacı tanımlayan hedefler ise şu şekildedir (UN Economic and Social Council, 2017):

- Dünya genelinde orman alanının % 3 oranında artırılması,
- Dünya orman karbon stoklarının korunması ve geliştirilmesi,
- 2020 itibariyle tüm orman tiplerinde sürdürülebilir yönetimin uygulanmasının teşviki, ormansızlaşmanın durdurulması, tahrip olmuş ormanların restore edilmesi, ormanlaştırma ile kaybedilen orman alanlarının yeniden ormanlaştırılmasının dünya genelinde önemli ölçüde artırılması,
- Tüm orman tiplerinin doğal afetlere ve iklim değişikliğinin etkilerine karşı dayanıklılığının ve uyum kapasitesinin dünya genelinde kayda değer ölçüde güçlendirilmesi.

BMOSP'nin diğer 5 temel amacı ise şunlardır:

- Ormana dayalı ekonominin ile sosyal ve çevresel faydaların, ormana bağımlı toplulukların geçim koşullarını iyileştirmeyi de içerecek şekilde geliştirilmesi,
- Sürdürülebilir şekilde yönetilen ormanlardan elde edilen orman ürünlerinin oranıyla birlikte dünya genelinde korunan orman alanlarını ve sürdürülebilir şekilde yönetilen diğer orman alanlarını anlamlı şekilde artırmak,
- Sürdürülebilir orman yönetiminin uygulanması için tüm kaynaklardan elde edilen, anlamlı şekilde artırılmış ve yeni ek finansal kaynakları harekete geçirmek, bilimsel ve teknik işbirliği ve ortaklığı güçlendirmek,
- Birleşmiş Milletler orman araçlarını kullanmayı da dâhil ederek sürdürülebilir orman yönetiminin uygulanmasına dönük yönetim çerçevesinin teşvik edilmesi ve ormanların 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi'ne (2030 Agenda of Sustainable Development) katkısının geliştirilmesi,
- Birleşmiş Milletler sistemi de dâhil olacak şekilde Ormanlar Üzerine İşbirlikçi Ortaklık (Collaborative Partnership of Forests) üye ülkeleri, sektörler ve ilgili paydaşlar arasında ormanlarla ilgili her düzeydeki konuda işbirliği, eşgüdüm, uyum ve sinerjiyi geliştirmek.

Diğer yandan, Avrupa Birliği (AB) uzun yıllardır iklim değişikliği ile mücadelede ormanlar ve ormancılıkla ilgili net yaklaşımlar belirlemekte ve uygulamaya aktarmaktadır. 2013 yılında Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan AB Orman Stratejisi (ABOS-1) ise ormanlar konusunda geleceğe yön veren en önemli politika belgesi haline gelmiştir. ABOS-1 birbiriyle bağlantılı 8 öncelik alanı saptamış olup bu öncelik alanlarından üçüncüsü "Değişen Bir İklimde Ormanlar" başlığını taşımaktadır (European Commission, 2013).

Avrupa Komisyonu 2021 yılında 2030 yılını hedefleyen yeni orman stratejisini (ABOS-2) hayata geçirmiştir. Bu stratejinin 3 numaralı başlığı "İklim değişikliğiyle mücadele etmek, biyoçeşitlilik kaybını tersine çevirmek ve dirençli ve çok işlevli orman ekosistemleri sağlamak için AB ormanlarının korunması, restore edilmesi ve genişletilmesi" şeklindedir.

Bu başlık altında belirtilen hedefler ise şunlardır (European Commission, 2021):

- AB'nin kalan son birincil ve yaşlı ormanlarını korumak,
- İklimle uyum ve orman dayanıklılığı için orman restorasyonunun ve güçlendirilmiş orman yönetiminin sağlanması,
- Biyolojik çeşitliliğe sahip orman alanları oluşturmak ve bu nitelikte olup bozulan orman alanlarını yeniden ormanlaştırmak,
- AB ormanlarının nitelik ve niceliğinin geliştirilmesi amacıyla orman sahipleri ve yöneticilerine dönük finansal teşvikler hazırlamak.

Bu kısa açıklamalardan da görüleceği üzere gerek dünya genelinde gerekse AB boyutunda ormanların iklim değişikliği ile ilişkileri kapsamlı biçimde ele alınmaktadır. Bu ilişkiler büyük ölçüde iki ana hat üzerinde şekillenmektedir:

1. Ormanların korunması ile nitelik ve niceliklerinin artırılması yoluyla iklim değişikliğiyle mücadele edilmesi (karbon depolama)
2. Ormanların iklim değişikliğinin etkilerinden en az zararı görmesinin sağlanması (uyum)

İncelenen üst politika ve politika belgelerinin iklim değişikliği ve ormanların karbon depolamasına yönelik dünya genelinde ve AB'de benimsenen yaklaşımlarla genel anlamda örtüşmediği görülmektedir. Türkiye'de iklim değişikliği daha çok orman ekosistemlerine zarar veren bir tehdit olarak değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım doğru olmakla birlikte eksiktir. Orman ekosistemleri aynı zamanda iklim değişikliğiyle önemli mücadele araçlarından da biridir. Ormanların toprak üstü ve toprak altı yapılarında depoladıkları karbonla birlikte sürekli olarak atmosferden karbon aldıkları, buna karşılık ormansızlaşma ve orman alanlarının farklı arazi kullanım türlerine dönüşmesi yoluyla tam tersi bir etkinin olduğu bilinmektedir. Üst politika ve politika belgelerinin bu ilişkileri incelemek, irdelemek ve geleceğe dönük somut hedefler koymak konusunda son derece yetersiz olduğu görülmektedir. Her ne kadar genel anlamda Türkiye'de orman alanları artıyor olsa da Bölüm 3'te de bahsedildiği gibi hem ormansızlaşma (orman alanlarının farklı arazi kullanım türlerine dönüşümü) hem de orman bozulması (ormanların ekolojik niteliklerinin bozulması) açısından sorunlar yaşandığı da bilinmektedir. Bu nedenle, üst politika belgelerinde olmasa bile politika belgelerinde AB ve dünya genelinde benimsenmiş yaklaşımlara paralel şekilde orman ekosistemlerindeki nicel ve nitel değişimlerin izlenmesine, bu değişimlerin olumlu yönde seyri için net hedefler konulmasına, hedeflerle ilgili somut performans göstergelerine ve bu hedeflere ulaşılmasını sağlayacak politika araçlarının tanımlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Ormanlık Politika Belgelerinin İklim Değişikliği ve Ormanların Karbon Depolaması Açısından Değerlendirilmesi

Üst politika belgelerinden 11. KP'nin iklim değişikliği olgusunu, konunun önemine paralel bir ağırlıkla ele aldığını söylemek olanaklı değildir. Bununla birlikte plan, iklim değişikliğini bazı açılardan dikkate almış ve hedefler belirlemiştir. Ancak bunların çoğu iklim değişikliğinin çeşitli sektör ve alanlarda (tarım, turizm, şehirleşme vb.) yaratacağı etkilere uyum sağlamak amacıyla yapılması gerekenlere ilişkindir. İklim değişikliğiyle mücadele konusunda ise planın Türkiye'nin gelişmekte olan bir ülke olması nedeniyle kalkınma önceliğine ağırlık veren bir yaklaşımı benimsediği görülmektedir.

Diğer yandan, 11. KP iklim değişikliği ile ormanlar ve ormanlık arasındaki girift ilişkileri (iklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki etkileri ve uyum ile ormanların iklim değişikliğiyle mücadeledeki yeri ve önemi) yeterince yansıtmamaktadır. Planda belirtilen orman ağaçlarına yönelik hastalık, zararlılar ve orman yangınlarıyla mücadele ile orman alanlarının genişletilmesi gibi hedefler iklim değişikliğiyle ilişkili olsa da bu ilişkiyi net olarak ortaya koyan ve yöneten bir içerikte değildir. Orman varlığının artırılması yoluyla net karbon emisyonlarının azaltılması hedefinin enerji başlığı altında yer alması da planın bu konuda net bir yaklaşımı olmadığını göstermektedir.

Üst politika belgelerinden bir diğeri olan On Birinci Kalkınma Planı Ormanlık ve Orman Ürünleri Çalışma Grubu Raporu (OOÜÇGR) ise ormanlar ve iklim değişikliği konusunu ele almakta bütünüyle yetersiz kalmıştır. Raporun temel bölümlerinde bu konu neredeyse hiç ele alınmamıştır. Temel amaç ve politikalara dönük uygulama stratejileri ve alınacak tedbirler kısmında ise ormanlar yalnızca iklim değişikliğinden zarar görecektir ekosistemler olarak değerlendirilmiş ve bu zararın azaltılması için öneriler belirtilmiştir. Ormanların iklim değişikliğiyle mücadeledeki rolü rapora hiç yansımamıştır.

Bir diğeri üst politika belgesi olarak incelenen Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (TİDUSEP) ise diğeri iki üst politika belgesine göre ormanlar ve iklim değişikliği konusunu çok daha geniş bir perspektiften ele almıştır. Bu planda, hem orman ekosistemlerinde yaşanan olumsuzluklar (arazi değişimi, ekosistem bozulması vb.) nedeniyle meydana gelen salımlar konusu hem orman alanları ve korunan alanların artırılması yoluyla net karbon emisyonunun azaltılması hem de iklim değişikliği nedeniyle orman ekosistemlerinde meydana gelmesi olası değişiklikler ve bu konuda alınması gerekli önlemler dengeli bir şekilde ele alınmıştır. İklim Şurası kararlarında ve Yeşil Mutabakat Eylem Planı'nda da ormanların karbon yutağı olarak üstelendiği role ilişkin kısmi değinmeler bulunmaktadır.

İncelemeye alınan ulusal politika belgelerinden birincisi olan Tarım ve Orman Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planı (TOBSP), muhtemelen OGM'nin bağlı kuruluş statüsünde kısmen özerk bir şekilde faaliyetlerini yürütüyor olması nedeniyle korunan alan yönetimi dışındaki ormancılık faaliyetlerini kapsamı dışında tutmuştur.

TOBSP iklim değişikliğini Bakanlık çalışmalarını etkileyen bir tehdit olarak tanımlamış, iklim değişikliğiyle mücadeleyi temel amaçlardan biri olarak ortaya koymuştur. Bu temel amaç altında sıralanan hedef ve performans göstergelerinde ise iklim değişikliğiyle ilgili araştırmalardan emisyon izleme ve azaltmaya, korunan alanlardan tarımsal kuraklıkla mücadeleye kadar değişik boyutlara değinilmiştir. Bu bölümde tanımlanan şu performans göstergesi (Tablo 1'deki PG 4) son derece önemlidir: *"Arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık sektöründen kaynaklı sera gazı emisyonu ve yutak raporu sayısı."* Ormanlar önemli yutak alanları olmakla birlikte, orman alanlarında meydana gelen nitelik ve nicelik değişimleri bu alanların yutak alanından salım alanına dönüşmesine yol açabilmektedir. Bu nedenle, söz konusu alanda kapsamlı çalışmaların yapılmasına, daha detaylı bilimsel incelemelere, durum analizi ve raporlara ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat durumu saptamak önemli adımlardan biri olsa da en az onun kadar önemli olan bir diğeri adım da söz konusu durumu olumlu yönde değiştirecek, ormanların karbon yutağı olarak rolünü güçlendirecek hedeflerin ortaya konulması ve bu hedeflere ulaşmayı sağlayacak yol ve yöntemlerin şekillendirilmesidir. Planın bu açıdan yetersiz kaldığını söylemek yanıltıcı olmayacaktır.

Ulusal politika belgeleri arasında büyük önemi olan Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Planı (OGMSP) ormanlar, ormancılık faaliyetleri ve iklim değişikliği arasındaki bağı kurmak ve buna yönelik bir yaklaşım sergilemekten uzakta kalmıştır. Ormanlarla ilgili hemen her faaliyet iklim değişikliğiyle doğrudan ilişkili olmasına karşın planın tanımladığı dört stratejik amaç ve 17 hedeften hiçbiri iklim değişikliğine doğrudan atıf yapan bir ifade içermemektedir. Bazı performans göstergeleri (orman varlığını, hektardaki ağaç serveti ve artımını yükseltmek ya da yangın başına yanan orman alanını azaltmak vb.) iklim değişikliğiyle mücadele açısından son derece önemli olmasına rağmen, OGMSP'nin plan dönemi içerisinde ormanlar tarafından depolanan toplam karbon miktarıyla yıllık olarak atmosferden çekilen karbon miktarı konusunda net hedefler koyması ve bu hedeflere ulaşmayı sağlayacak performans göstergelerini tanımlaması gerekirdi. Bununla birlikte, planın iklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki somut etkileri ile bu etkileri azaltmak ya da onlara uyum sağlamak amacıyla atılması gereken adımlar konusunda net bir yaklaşım sergilemesi yararlı olurdu.

Ormancılıkta İklim Değişikliğine Uyum Stratejik Planı (OİDUSP) ise esasen güncellenme çalışmaları devam eden Ulusal İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planına ormanlar ve ormancılık açısından altlık oluşturmak için hazırlanmıştır. Yalnızca uyum odaklı olarak hazırlanmış olduğundan iklim değişikliği ile mücadele ve ormanların karbon depolaması konularında yetersiz kalmaktadır.

İncelemeye alınan son ulusal politika belgesi olan Korunan Alanlar ve İklim Değişikliği Türkiye Ulusal Stratejisi (KAİDTUS) korunan alanları doğrudan doğruya iklim değişikliği perspektifinden ele alan bir belge olduğundan çok önemli saptama ve kararları bünyesinde barındırmaktadır. Bu noktadaki önemli sorun şudur: KAİDTUS'tan sonra ne ilgili bakanlıklar ne de Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) bu strateji belgesi doğrultusunda alt ölçekli plan ve programlar hazırlamamıştır. Bu olumsuz durum genel olarak, Türkiye'de iyi hazırlanmış bile olsalar bu tür plan ve stratejilerin gereklerinin günlük işleyişle entegre edilememesiyle bağlantılıdır.

6.3. Türkiye’de Ormancılıkla İlgili Mevzuatın İklim Değişikliği ve Ormanların Karbon Depolaması Açısından Değerlendirilmesi

Ormancılık Mevzuatının İklim Değişikliği ve Ormanların Karbon Depolaması Açısından Analizi

Anayasa

Anayasalar genellikle devletin yapısı ile devlet ve yurttaş arasındaki ilişkileri ortaya koyan üst hukuk normlarıdır. Atay (2008)’a göre anayasa devletin kimliği olma işleviyle siyasal erkin kullanılma şartlarını belirlemektedir. Bu nedenle, anayasalarda ormanlar ve ormancılıkla doğrudan ilişkili hükümlerin yer alması çok yaygın değildir. Ancak, Türkiye’de 1940’ların sonunda başlayan çok partili siyasal yaşam ormanları sık sık siyasi propagandanın konusu haline getirmiş, ormanlar büyük zararlar görmüş ve 1961 Anayasası yapılırken ormanları korumak amacıyla anayasaya bir madde (Madde 131) eklenmiştir. Bu madde 1970 yılında bazı açılardan değiştirilmiş, 1982 Anayasası yapılırken de büyük ölçüde önceki madde metnine bağlı kalmış, kısmi değişiklik ve eklemelerle iki maddeye (Madde 169 ve 170) çıkarılmıştır. Günümüzde halen geçerli olan bu maddelerin ormanların karbon depolaması açısından analizi Tablo 6.3’te gösterilmiştir.



Tablo 6.3. Anayasa'daki ormancılıkla ilgili hükümlerin iklim değişikliği ve karbon denkleştirme açısından analizi.

Madde No.	Fıkra No.	İçerik	Anlam ve açıklama
169	1	a) Devlet, ormanların korunması ve sahalarının genişletilmesi için gerekli kanunları koyar ve tedbirleri alır. b) Yanan ormanların yerinde yeni orman yetiştirilir, bu yerlerde başka çeşit tarım ve hayvancılık yapılamaz.	a) Karbon yutaklarının korunması ve artırılması b) Karbon yutaklarının korunması. Kamuoyunda sanıldığı aksine sıkı bir şekilde uygulanıyor.
169	2	a) Devlet ormanlarının mülkiyeti devrolunamaz. b) Devlet ormanları kanuna göre, Devletçe yönetilir ve işletilir. c) Bu ormanlar zamanaşımı ile mülk edinilemez ve kamu yararı dışında irtifak hakkına konu olamaz.	a) Mülkiyet güvencesi b) Yönetim şekli c) Karbon yutaklarının azalması. İrtifak hakkı uygulaması çok yaygın.
169	3	a) Ormanlara zarar verebilecek hiçbir faaliyet ve eyleme müsaade edilemez. b) Ormanların tahrip edilmesine yol açan siyasi propaganda yapılamaz. c) Münhasıran orman suçları için genel ve özel af çıkarılamaz. d) Ormanları yakmak, ormanı yok etmek veya daraltmak amacıyla işlenen suçlar genel ve özel af kapsamına alınamaz.	a) Karbon yutaklarının korunması. Uygulanmasında sorunlar var. b) Karbon yutaklarının korunması. Alt hukuk normlarında karşılığı olmadığı için uygulaması yok. c) Karbon yutaklarının korunması d) Karbon yutaklarının korunması
169	4	a) Orman olarak muhafazasında bilim ve fen bakımından hiçbir yarar görülmeyen, aksine tarım alanlarına dönüştürülmesinde kesin yarar olduğu tespit edilen yerler ile 31/12/1981 tarihinden önce bilim ve fen bakımından orman niteliğini tam olarak kaybetmiş olan tarla, bağ, meyvelik, zeytinlik gibi çeşitli tarım alanlarında veya hayvancılıkta kullanılmasında yarar olduğu tespit edilen araziler, şehir, kasaba ve köy yapılarının toplu olarak bulunduğu yerler dışında, orman sınırlarında daraltma yapılamaz.	a) Karbon yutaklarının azalması. Kamuoyunda 2B olarak bilinen uygulamanın anayasal temeli. 2021 yılı sonuna kadar 640.000 hektar orman alanı bu uygulama ile orman sınırları dışına çıkarıldı.
170	1	a) Ormanlar içinde veya bitişiğindeki köyler halkının kalkındırılması, ormanların ve bütünlüğünün korunması bakımlarından, ormanın gözetilmesi ve işletilmesinde Devletle bu halkın işbirliğini sağlayıcı tedbirlerle, 31/12/1981 tarihinden önce bilim ve fen bakımından orman niteliğini tamamen kaybetmiş yerlerin değerlendirilmesi; bilim ve fen bakımından orman olarak muhafazasında yarar görülmeyen yerlerin tespiti ve orman sınırları dışına çıkartılması; orman içindeki köyler halkının kısmen veya tamamen bu yerlere yerleştirilmesi için Devlet eliyle anılan yerlerin ihya edilerek bu halkın yararlanmasına tahsisi kanunla düzenlenir.	a) Karbon yutaklarının korunması (orman köylerinin kalkındırılması), karbon yutaklarının azalması (orman sınırları dışına çıkarma), iklim değişikliğine uyum (orman köylerinin kalkındırılması)
170	2	a) Devlet, bu halkın işletme araç ve gereçleriyle diğer girdilerinin sağlanmasını kolaylaştırıcı tedbirleri alır.	a) İklim değişikliğine uyum
170	3	a) Orman içinden nakledilen köyler halkına ait araziler, Devlet ormanı olarak derhal ağaçlandırılır.	a) Karbon yutak alanlarının korunması

Görüldüğü üzere Anayasa'da hem ormanların korunmasını güvence altına alan hem de bazı orman alanlarının orman sınırları dışına çıkarılmasına ya da ormancılık dışı kullanımlara tahsisine olanak sağlayan hükümler bulunmaktadır. Özellikle kamuoyunda 2B olarak bilinen orman sınırları dışına çıkarma uygulamasıyla ormanların madencilik, enerji, ulaştırma ve turizm başta olmak üzere ormancılık dışı uygulamalara tahsisinin ulaştığı güncel boyut dikkate alındığından Anayasa'daki bu maddelerin iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması açısından olumsuz bir durum yarattığı söylenebilir.

6831 Sayılı Orman Yasası

1956 yılında çıkarılan ve günümüze kadar çok sayıda değişikliğe uğrayan 6831 Sayılı Orman Yasası (OY) Türkiye’de korunan alanlar dışındaki orman alanlarının yönetim ve işletilmesi konusundaki en üst hukuk normudur. Bu nedenle OY’nin tüm maddeleri özünde iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması ile ilişki içerisindedir. Buna karşılık OY’de iklim değişikliği ve ormanların karbon depolamasına doğrudan atıf yapan bir madde bulunmamaktadır.

OY’nin iklim değişikliği ve ormanların karbon depolamasına atıf yapmasa da yaratacağı sonuçlar itibariyle iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması ile doğrudan ilişki içerisinde olan maddelerinin içerikleri Tablo 6.4’te gösterilmiştir.

Tablo 6.4. 6831 Sayılı Orman Yasası’nın iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması açısından öne çıkan hükümleri.

Madde No.	Bent/ Fıkra	İçerik	Anlam ve Açıklama
2	a	Orman içindeki köyler halkının kısmen veya tamamen yerleştirilmesi maksadıyla, orman olarak muhafazasında bilim ve fen bakımından hiçbir yarar görülmeyen aksine tarım alanlarına dönüştürülmesinde yarar olduğu tespit edilen yerler ile halen orman rejimi içinde bulunan funda ve makilerle örtülü yerlerden tarım alanlarına dönüştürülmesinde yarar olan yerlerin orman sınırları dışına çıkarılmasına ilişkin içerik.	a) Karbon yutaklarının azalması. Uygulaması bulunmuyor.
2	b	31/12/1981 tarihinden önce bilim ve fen bakımından orman niteliğini tam olarak kaybetmiş yerlerden; tarla, bağ, bahçe, meyvelik, zeytinlik, fıncıklık, fıstıklık (Antep fıstığı, çam fıstığı) gibi çeşitli tarım alanları veya otlak, kışlak, yaylak gibi hayvancılıkta kullanılmasında yarar olduğu tespit edilen araziler ile şehir, kasaba ve köy yapılarının toplu olarak bulunduğu yerleşim alanlarının orman sınırları dışına çıkarılmasına ilişkin içerik.	b) Karbon yutaklarının kaybı. 2021 yılı sonuna kadar 640.000 hektar orman alanında uygulandı.
2	3	Bu yerler dışında orman sınırlarında hiçbir suretle daraltma yapılamayacağına ilişkin içerik.	3) Karbon yutaklarının korunması
2	4	Bu madde hükümlerinin muhafaza ormanı, millî park alanları, tabiat parkları, tabiatı koruma alanları, izin ve irtifak hakkı tesis edilen ormanlık alanlar ve 3 üncü madde ile orman rejimi içine alınan yerlerde bu niteliklerinin devamı süresince; yanan orman sahalarında ise hiçbir şekilde uygulanamayacağına ilişkin içerik.	4) Karbon yutaklarının korunması
3	1	Buldukları mevki, vaziyet, haiz oldukları hususiyet noktasından memleketin ve halkın menfaat, sıhhat, selametine yarayacak veya tarihi, bedii veya turistik kıymeti bakımından muhafazası gereken, gerek Devletin ve gerek eşhasın hususi mülkiyetinde veya hüküm ve tasarrufu altında bulunan yerlerin orman rejimine alınmasına ilişkin içerik.	5) Karbon yutaklarının artırılması. 1980’li yıllardan önce üç farklı uygulaması var. Daha sonra uygulaması yok.
13	b	Yerinde kalkındırılmaları olanaklı olmayan orman köylülerinin başka yerlere nakline ve nakledilen köy arazilerinin ağaçlandırılarak ormana dönüştürülmesine dair içerik.	b) Karbon yutaklarının artırılması. Uygulaması yok.
14	a, b, c, d, e	Devlet ormanlarını korumak amacıyla yasaklanmış fillere ilişkin içerik.	a, b, c, d, e) Karbon yutaklarının korunması
16	Tamamı	Devlet ormanlarının madencilik faaliyetlerine tahsisine ilişkin içerik.	Tamamı) Karbon yutaklarının kaybı
17	3	Devlet ormanlarının savunma, ulaşım, enerji, haberleşme vb. faaliyetlere tahsisine ilişkin içerik.	3) Karbon yutaklarının kaybı
18	1	Devlet ormanlarının arkeolojik çalışmalar, balıkçılık, bitki ve mantar yetiştiriciliği, odun dışı orman ürünü işleme tesisi vb. faaliyetlere tahsisine ilişkin içerik.	1) Karbon yutaklarının kaybı
23	1	Devlet ormanları ya da maki ve fundalıkların muhafaza ormanı olarak koruma altına alınmasına ilişkin içerik.	1) Karbon yutaklarının korunması

Madde No.	Bent/Fıkra	İçerik	Anlam ve Açıklama
24	1	Devletten başkasına ait ormanlarla sahipli arazilerin muhafaza ormanı kapsamına alınabilmesine ilişkin içerik.	1) Karbon yutaklarının artırılması. Uygulaması bulunmuyor.
25	1	Ormanların milli park, tabiat parkı, tabiatı koruma alanı ve tabiat anıtı statüleriyle koruma altına alınmasına ilişkin içerik	1) Karbon yutaklarının korunması. Bu madde Milli Parklar Kanunu'nun çıkması ile işlevsiz kaldı.
57	Tamamı	Ağaçlandırmalar yoluyla orman alanlarının niteliğinin artırılmasına ve orman varlığının genişletilmesine ilişkin içerik.	Tamamı Karbon yutaklarının artırılması
68-76		Orman yangınlarının söndürülmesine ilişkin içerik.	Karbon yutaklarının korunması
Ek-9	1	Devlet ormanlarının spor ve savunma tesislerine tahsisine ilişkin içerik.	1) Karbon yutaklarının azalması
Ek-16	1	Orman olarak muhafazasında yarar görülmeyip tarım alanına dönüştürülmesi uygun olmayan yerler ile üzerinde yerleşim yeri oluşan ya da yerleşim yeri olmaya uygun orman alanlarının orman sınırları dışına çıkarılmasına ilişkin içerik.	1) Karbon yutaklarının azalması

OY de anayasa gibi bir yandan ormanların korunmasına ve varlığının artırılmasına yönelik hükümler içerirken bir yandan da orman alanlarının azalmasına ve nitelik kaybına yol açacak hükümlere sahip bulunmaktadır.

2873 Sayılı Milli Parklar Yasası

Türkiye’de ormanlar vasıf ve karakter bakımından muhafaza ormanları, milli parklar ve istihsal (üretim) ormanları olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (OY; madde 4). İstihsal ormanları ve muhafaza ormanlarına ilişkin iş ve işlemler OY hükümleri doğrultusunda yürütülmektedir. Milli parklar konusundaki iş ve işlemler de 1983 yılına kadar OY (madde 25) hükümlerine göre yürütülmüş, ancak 1983 yılında çıkarılan 2873 Sayılı Milli Parklar Yasası (MPY) ile bu konuda OY devre dışı kalmıştır.

Korunan alanlar iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması açısından büyük öneme sahiptir. MPY kapsamındaki milli park (MP), tabiat parkı (TP), tabiatı koruma alanı (TKA) ve tabiat anıtları (TA) (bu alanlara bundan sonra korunan alan denilecek ve KA ile sembolize edilecektir) Türkiye’deki korunan alan sisteminin ana bileşenlerindedir ve bu alanların saptanması, korunması, geliştirilmesi ve yönetilmesi çalışmaları MPY hükümlerine göre yapılmaktadır. Bu nedenle, MPY ile iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması arasında koparılamaz bir ilişki bulunmaktadır. Buna karşın MPY içerisinde, OY’de de olduğu gibi iklim değişikliği ve ormanların karbon depolamasına atıf yapan bir madde bulunmamaktadır.

MPY’nin iklim değişikliği ve ormanların karbon depolamasına atıf yapmasa da yaratacağı sonuçlar itibarıyla iklim değişikliği ve karbon ormanların karbon depolaması ile doğrudan ilişki içerisinde olan maddelerinin içerikleri Tablo 6.5’te gösterilmiştir.

Tablo 6.5. 2873 Sayılı Milli Parklar Yasası’nın iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması açısından öne çıkan hükümleri.

Madde No.	Bent/Fıkra	İçerik	Anlam ve Açıklama
4	1	Milli parkların gelişme planlarının yapılmasına dair içerik.	1) Karbon yutaklarının korunması. Ancak koruma yapılan gelişme planlarının içeriği ile yakından ilgili. Bu planlarda koruma-kullanma dengesi kullanma yönünde bozulursa karbon yutaklarının korunması da söz konusu olamaz.
5	1	KA’ların içinde kalan sahipli arazi ve tesislerin kamulaştırılmasına dair içerik.	1) Karbon yutaklarının artırılması. Ancak uygulama yaygın değil.

Madde No.	Bent/Fıkra	İçerik	Anlam ve Açıklama
6	Tamamı	KA'ların sınırları içinde kalan kamu taşınmazlarının tahsisine ilişkin içerik.	Tamamı) Karbon yutaklarının artırılması
7, 8, 9		KA'larda verilebilecek izinler ve bu izin haklarının devrine ilişkin içerik.	7, 8, 9) Karbon yutaklarının azalması
10	1	TKA ve TA'larda izin verilemeyeceğine ilişkin içerik.	1) Karbon yutaklarının korunması
11	1	KA'larda petrol arama ve madencilik amacıyla verilebilecek izinlere ilişkin içerik.	1) Karbon yutaklarının azalması
13	1	Doğal varlıkların korunması, geliştirilmesi ve devamlılığını sağlayacak faaliyetlere ilişkin içerik.	1) Hem karbon yutaklarının korunması hem de azalması. Özellikle son yıllarda milli parklarda da odun üretimi çalışmalarının yapılmaya başlanmış olmasının hukuki dayanağı bu madde.
14	a, b, c, d, e	KA'larda yasaklanan faaliyetlere (doğal ve ekolojik dengenin bozulması, yaban hayatının tahrip edilmesi, alanların özelliklerinin kaybolması ya da değişmesi vb.) ilişkin içerik.	a, b, c, d, e) Karbon yutaklarının korunması

MPY de hem anayasa hem de OY gibi çift yönlü hükümler içermektedir. Yani MPY hükümlerinin bazıları karbon yutaklarının korunması ve artırılması yoluyla iklim değişikliğiyle mücadeleye güç katarken bazıları da tersi sonuçlar doğurmak yoluyla zafiyet yaratmaktadır.

4122 Sayılı Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Yasası

1995 yılında çıkarılan Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Yasası (MAEKSY) anayasa ve yasaların ağaçlandırma yaparak orman varlığını artırmakla yükümlü kıldığı ormancılık örgütü dışındaki kamu kurum ve kuruluşları ile gerçek ve tüzel kişiler tarafından, orman sahasını ve ağaç servetini çoğaltmak, toprak, su ve bitki arasında bozulan dengeyi kurmak, geliştirmek ve çevre değerlerini korumak amaçlarıyla ağaçlandırma yapmalarını sağlamayı amaçlamıştır. Ne var ki kanunun çıkarılması sürecinde ve çıkmasından sonraki kısa sürede sahip olunan motivasyon ve ilgi zamanla azalmıştır. MAEKSY'nin ağaçlandırma yapmak ya da orman kurmakla yükümlü kıldığı kamu kurumlarından üniversitelere, belediyelere, odalar ve meslek örgütlerine, STK'lar ve büyük işletmelere kadar pek çok kurum ve kuruluş bu kanunda tanımlanan yükümlülüklerini bugüne kadar yerine getirmemiştir. Bu olumsuz sonucun pek çok temel nedeni bulunmaktadır. Bunlardan başlıcaları, yükümlü kılınan kurum ve kuruluşların ağaçlandırma gibi son derece teknik bir konuda bilgi ve deneyimlerinin bulunmaması, Türkiye'de büyük ölçekli ağaçlandırma yapılabilecek alanların sınırlı olması ve bu ölçeklerde ağaçlandırmaların ancak OGM gibi kurumlarca yapılabilecek durumda olmasıdır. Özet olarak aktarılan bu nedenlerle, MAEKSY teorik olarak iklim değişikliğiyle mücadele ve ormanların karbon depolaması açısından büyük bir potansiyel taşıyor gibi görünse de uygulamada bu potansiyelin yaşama geçmesi söz konusu olmamıştır.

Yönetmelikler

OY, MPY ve MAEKSY orman alanlarının korunması, geliştirilmesi ve bu alanlardan yararlanmaya ilişkin temel hükümleri içermektedir. Bununla birlikte uygulamalara yön vermek amacıyla daha alt düzey hukuk normlarına da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu hukuk normları yönetmeliklerdir. OY, MPY ve MAEKSY kapsamında yer alan pek çok konunun nasıl uygulanacağına ilişkin detaylı bilgiler bu yönetmeliklerde yer almaktadır. Söz konusu yönetmelikler içerisinde iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması konularına atıf yapan tek düzenleme Orman Amenajmanı Yönetmeliği (OAY)'dir. Bu yönetmeliğin 4. maddesi orman kaynaklarının planlanmasında uyulacak ilkeleri sıralamaktadır. Bu ilkelerden birincisi, 'a' bendinde şu şekilde tanımlanmıştır:

*“Sürdürülebilirlik, iktisadilik, verimlilik, çok amaçlı faydalanma, sosyo-kültürel geleneklerin yansıtılması, sektörler arası eşgüdüm, uluslararası sorumluluk, biyolojik çeşitliliği koruma, estetik ve diğer değerleri koruma, **karbon dengesi**, katılımcı yaklaşım, orman sahibinin belirlediği işletme amaçları ve bu amaçları gerçekleştiren teknikler.”*

Görüldüğü üzere, orman kaynaklarının planlanmasında karbon dengesinin gözetilmesi de bir ilke olarak yer almaktadır. Aynı yönetmeliğin 25. maddesi ise planlama yapılırken plan ünitesinde bulunan dikili servet ve artım hesaplandıktan sonra plan ünitesinin **karbon bilançosunun** da hesaplanmasını hükme bağlamıştır.

Diğer yandan, OAY'nin 4. maddesinde belirtilen ilkelerden biri de **ekosistem tabanlı fonksiyonel planlamadır** (ç ve d bentleri). Bu ilke planlama yapılırken ormanların ekonomik, ekolojik, sosyal ve kültürel işlevlerinin birlikte düşünülmesi gereğini ortaya koyar. Bu nedenle, söz konusu ilkenin iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması terimlerini kullanmadan da konuyla bağ kurduğunu söylemek olanaklıdır. Nitekim, OGM'nin 299 sayılı "Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar" tebliğinde ormanların ekolojik işlevlerinden biri olarak "iklim koruma işlevi"ne yer verilmiştir. Tebliğde bu işlevin tanımlaması şu şekilde yapılmıştır (Madde 4.2.2.3):

"İklim koruma ormanı yerleşim yerlerini, dinlenme tesislerini ve tarım alanlarını rüzgârın zararlı etkisinden, hava değişimlerinden koruyan ve ekstrem sıcaklıkları ılımanlaştırarak bulunduğu yerin iklimini düzenleyen ormanlardır."

Yukarıdaki tanımdan da görülebileceği üzere buradaki iklim korumanın iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması ile doğrudan bir bağı olduğunu söylemek olanaklı değildir.

İklim değişikliği ve karbon dengeleme konularında doğrudan atıfta bulunulmaması da ormanların korunması, geliştirilmesi ve ormanlardan yararlanma konusunda taşıdıkları hükümler nedeniyle iklim değişikliği ve karbon denkleştirme açısından mutlaka göz önünde bulundurulması gereken diğer yönetmelikler şunlardır:

- Ağaçlandırma Yönetmeliği
- Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği Yönetmeliği
- Muhafaza Ormanlarının Ayrılması ve İdaresi Hakkında Yönetmelik
- Milli Parklar Yönetmeliği
- Orman Kadastro ve 2B Uygulama Yönetmeliği
- Orman Kanununun 16'ncı Maddesinin Uygulama Yönetmeliği
- Orman Kanununun 17'inci Maddesinin 3'üncü Fıkrasının Uygulanması Hakkında Yönetmelik
- Orman Kanununun 18'inci Maddesinin Uygulanması Hakkında Yönetmelik
- 6831 Sayılı Orman Kanununun Ek 16'ncı Maddesi Kapsamında Orman Sınırları Dışına Çıkarma İşlemlerine İlişkin Yönetmelik
- Orman Parkları Yönetmeliği
- Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Hizmetlerine İlişkin Yönetmelik

Sera Gazı Emisyonları ve Karbon Sertifikasyonu ile ilgili Tebliğ ve Yönetmelikler

Türkiye'deki iklim değişikliği ve ormancılıkla ilgili politika belgeleri ve mevzuatın dışında karbon sertifikasyonu için yayınlanmış ikincil mevzuat da bulunmaktadır.

Sera gazı emisyon azaltımı sağlayan ve karbon sertifikası elde etmek amacıyla geliştirilen projelerin kayıt altına alınmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemek amacıyla **Gönüllü Karbon Piyasası Proje Kayıt Tebliği** 9 Ekim 2013 tarih ve 28790 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu tebliğe göre, projeyi geliştiren gerçek veya tüzel kişi (proje sahibi) Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığına kaydolmakla ve projelerini de yine aynı bakanlığa kayıt ettirmekle yükümlüdür.

Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik (17.05.2014 tarih ve 29003 sayılı Resmi Gazete) ve **Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ**'in (22.07.2014 tarih ve 29068 sayılı Resmi Gazete) amacı yönetmeliğin Ek-1'indeki listede yer alan faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının izlenmesine, raporlanmasına ve doğrulanmasına dair usul ve esasları düzenlemektir.

Sera Gazı Emisyon Raporlarının Doğrulanması ve Doğrulamayı Kuruluşların Akreditasyonu Tebliği (02.12.2017 tarih ve 30258 sayılı Resmi Gazete) ise Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik kapsamında sera gazı emisyon raporlarının doğrulanması ve bu işlemleri yapacak doğrulamayı kuruluşların niteliklerine ve akreditasyon işlemlerine ilişkin usul ve esasların belirlenmesi amacıyla yayımlanmıştır.

Türkiye'de Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) kurulması planlanmakta ve bu sistem İklim Kanunu taslağında da yer almaktadır. Hazırlanan taslak Denkleştirme Tebliği ise Çevre ve Şehircilik Bakanlığı koordinasyonunda yürütülmüş olan "Karbon Piyasalarına Hazırlık Ortaklığı (PMR) Türkiye Projesi" sürecinde çalışılmıştır. PMR kapsamında hazırlanan tebliğ taslağı mevcut Gönüllü Karbon Piyasası Tebliği'nden bağımsız olarak planlanmış, yalnızca ETS'ye uyum için denkleştirme kullanımına atıfta bulunması planlanmıştır. PMR kapsamında hazırlanan bir diğer çalışma olan taslak ETS Yönetmeliği'nin ikinci bölümünde ise sera gazı emisyon izni ve sera gazı emisyonlarının izlenmesi, açık artırma, gelirlerin kullanımı, denkleştirmeler ve maliyet koruma mekanizması ve işlem kayıt sistemi ve hesaplar hakkında maddeler bulunmaktadır.

Hâlihazırda İklim Değişikliği Kanunu çalışmaları kapsamında ikincil düzenlemelere yönelik çalışmalar da Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı koordinasyonunda devam etmektedir. Bu çalışmalar kapsamında Türkiye'de kurulacak Emisyon Ticaret Sistemi'nin uygulama alanı, uygulama dönemi, görev, yetki ve sorumlulukların dağılımı gibi hususların netleştirilmesi beklenmektedir. Azaltım projelerinin çoğunluğunu yenilenebilir elektrik üretimi aracılığı ile gerçekleşen emisyon azaltımları oluşturmaktadır. Piyasada hâlihazırda yenilenebilir enerji proje başvurularını kabul edebilen bazı standardizasyon kuruluşları Global Carbon Council (GCC), Climate, Community and Biodiversity (CCB), Voluntary Offset Standard (VOS) ve Gold Standard olarak sıralanabilir.⁹

9- <https://iklim.gov.tr/turkce/dokumanlar> (<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi6-Zbv38X9AhVMwQIHHeumBkgQFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fiklim.gov.tr%2Fdb%2Fturkce%2Fdokumanlar%2Fgonullu-karbon--8230-19-20220808234418.docx&usg=AOvVaw1uGPHITP0cJOioWaVt7W6>)

Ormanlık Mevzuatının AB Yaklaşımları ve Küresel Gelişmelerle Karşılaştırılması ile İklim Değişikliği ve Ormanların Karbon Depolaması Açısından Değerlendirilmesi

Türkiye’de ormanların korunması, geliştirilmesi ve orman kaynaklarından toplumsal gereksinimlerin karşılanmasına yönelik faaliyetleri düzenleyen temel mevzuat oldukça eskidir. OY 1956 yılında yürürlüğe girmiştir. Anayasa’daki ormancılıkla ilgili hükümler 1982 yılına aittir. MPY ise 1983 yılında yürürlüğe girmiştir. OY ve MPY’de zaman içerisinde değişiklikler yapılmış olsa da bu değişiklikler iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması açısından dünya genelinde ve AB’de oluşan yaklaşımları karşılamaktan uzaktır.

Dünya genelinde ve AB’de ortaya çıkan yaklaşımlar iklim değişikliği konusunda iki ana eksen ortaya koymaktadır. Bunlardan birincisi iklim değişikliğiyle mücadele; ikincisi de iklim değişikliğine uyum. Ormancılık mevzuatı her iki konuda da yetersizdir. Orman Amenajmanı Yönetmeliği’nde yer alan ve yukarıda belirtilen maddeler dışında ulusal ormancılık mevzuatında iklim değişikliği ve ormanların karbon depolamasına atıf yapan herhangi bir madde ya da hüküm bulunmamaktadır. Mevzuatta bu terimlerin doğrudan kullanılması elbette zorunlu değildir. Ancak, mevzuatın orman ve korunan orman alanlarını artırmak ve bu yolla karbon döngüsüne yapılan katkıyı çoğaltmak açısından somut yaklaşımlar ortaya koyması ve iklim değişikliğinin bu alanlardaki olumsuz etkilerine karşı alınması gereken önlemleri net bir şekilde tanımlaması ihtiyacı bulunmaktadır. Oysa Sonuç bölümünde de açıklanacağı üzere Türkiye’de ormanların ve korunan orman alanlarının nicelik ve nitelik olarak korunması açısından önemli sıkıntılar bulunmaktadır. Bu sıkıntıların önemli bir kısmı mevzuattan kaynaklandığı için bunların çözümü konusunda acil adımların atılması zorunludur. Bu nedenle, diğer bazı açılardan olduğu gibi iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması açısından da ormancılık mevzuatının gözden geçirilmesine ve bu mevzuatta önemli değişiklikler yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu değişiklikler için en doğru yol, mevzuat değişikliklerinin mevcut mevzuata yamalar şeklinde değil, ilgili tüm tarafların tam katılımıyla ve daha şeffaf bir süreç içerisinde büyük ölçüde toplumsal mutabakatı yansıtan bir şekilde gerçekleştirilmesidir. Ayrıca, OY ve MPY başta olmak üzere bazı temel mevzuat unsurlarının çıkar-ekle-değiştir yöntemiyle değil sıfırdan ele alınması gerekir. Bu yolla ormanların ve korunan orman alanlarının mutlak bir koruma şemsiyesi altına alınması, bu alanların ekolojik ve sosyo-ekonomik olanaklar ölçüsünde artırılması, toplumun bu alanlardan beklentilerinin söz konusu alanların ekolojik yapısına zarar vermeden karşılanması ve iklim değişikliğiyle mücadele ve ormanların karbon depolaması açısından ormanlardan ve korunan orman alanlarından en yüksek yararın elde edilmesi mümkün olur.

Özetle, iklim değişikliği gezegenimizin göz ardı edilemez bir sorunudur. Türkiye’de bugüne kadar hazırlanan ulusal ormancılık politika belgeleri uyum konusunda bazı önlemler içeriyor olmakla birlikte karbon dengeleme açısından son derece yetersizdir. Dünya genelinde orman alanları azalıyor olmasına karşın (FAO, 2022) Türkiye’de genel anlamda bir orman alanı artışı olduğu yetkili kurumların istatistiklerine yansımaktadır (OGM, 2022). Ancak bu artışın ülkenin tamamında olmadığı, bazı illerde orman azalmasının yaşandığı (Günşen ve Atmış, 2019) ve orman artışının büyük ölçüde göç nedeniyle terk edilen tarım alanları ve otlakların kendiliğinden orman alanına dönüşmesi sonucunda gerçekleştiği de (Atmış ve ark., 2022) bilinmektedir. Diğer yandan, özellikle ormanların yönetimiyle ilgili hatalı yaklaşımlar nedeniyle Türkiye’de ormanlar tarafından tutulan karbon miktarında son yıllarda azalmaların meydana geldiği bilinmektedir. Bu konuya ilişkin bilgiler “İklim Değişikliği ve Orman Ekosistemleri” başlıklı üçüncü bölümde kapsamlı olarak verilmiştir.

Türkiye, 2021 yılında Roma’da gerçekleşen G20 Liderler Zirvesi sırasında 2053 yılında net sıfır karbon hedefini açıklamıştır. Bu hedefe ulaşabilmesi için bir yandan sera gazı emisyonlarının azaltılması diğer yandan da sera gazı yutaklarının kapasitesinin olabildiğince artırılması gerekmektedir. Ormanlar, sera gazı yutağı olarak en önemli paya sahip karasal ekosistemlerdir. Ormanlarda tutulan karbon miktarında son yıllarda yaşanan düşüşün tersine çevrilmesi için ulusal ormancılık politikalarında kapsamlı değişikliklerin yapılmasına gereksinim bulunmaktadır.

Hem Tarım ve Orman Bakanlığının (TOB) hem de OGM’nin stratejik planlarının süresi 2023 yılında dolmaktadır. Bu planların yenilenmesinde öncelikle yöntem değişikliğine gidilmeli; çok taraflı, katılımcı ve şeffaf bir süreç oluşturulmalıdır. Söz konusu planlarda, iklim değişikliğinin orman ekosistemleri üzerindeki etkilerini azaltmaya ve bu etkilere uyum sağlamaya yönelik hedeflerle birlikte ormanların karbon dengeleme açısından rolünü de net şekilde ortaya koyan hedefler yer almalıdır. Plan dönemleri içerisinde ormanlar tarafından tutulacak karbon miktarlarının ne düzeyde artacağı ve bu artışların hangi yöntemlerle sağlanacağı açıkça tanımlanmalı, bu artışların izlenmesi ve değerlendirilmesi açısından somut performans göstergeleri ortaya konulmalıdır. Diğer yandan, korunan

orman alanlarını yönetmekle sorumlu olan Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün (DKMPGM) de bu alanlarla ilgili ulusal planlama çalışmalarına başlaması, bu çalışmalarda korunan orman alanlarının iklim değişikliği açısından durumunu ortaya koyarak, geleceğe dönük hedef ve stratejileri şekillendirmesi gerekmektedir. Planların hazırlanması kadar önemli bir diğer konu da söz konusu plan hedeflerini sağlamaya dönük uygulama adımlarının atılması ve bunların sonuçlarının izlenmesidir. Planları uygulamaya aktarmak ve sonuçlarını izlemek konusunda yaşanan sorunlar giderilmelidir.

Ormanlar ve karbon dengeleme söz konusu olduğunda ilk akla gelen konu ağaçlandırmalar yoluyla orman alanının artırılması olmaktadır. Türkiye'de 1940'lı yılların ortalarından günümüze kadar düzenli olarak ağaçlandırma çalışması yapılmaktadır. 2021 yılı sonuna kadar yapılan toplam ağaçlandırma miktarı yaklaşık 2,5 milyon hektardır (OGM, 2022). Buna karşılık, yapılan bu ağaçlandırmaların çok büyük bir bölümü zaten orman olan alanlarda orman niteliğini artırmak amacıyla yapılmıştır. Orman dışı alanlarda yapılan ağaçlandırmalar yoluyla kazanılan orman alanı miktarı 2020 yılı sonu itibarıyla 748 bin hektar, yani toplam orman varlığının % 3,3'üdür (Atmış ve ark., 2022). Diğer yandan, son yıllarda ağaçlandırma çalışmaları nitelik değiştirmiş ve doğal ormanlarda endüstriyel plantasyon oluşturmaya odaklanmıştır (Alan ve ark., 2022). Endüstrinin odun hammaddesi talebini karşılama önceliği ile oluşturulan bu politika değişikliğinin karbon dengeleme açısından etkilerinin de net bir şekilde ortaya konulmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Bununla birlikte, Türkiye'de gerçekçi bir ağaçlandırma eylem planına gereksinme duyulmaktadır. Bu eylem planının, bir yandan güncel arazi kullanım durumu ve sosyo-ekonomik koşulları dikkate alarak, diğer yandan da ekolojik dengeleri hesaba katarak Türkiye'de ağaçlandırma yoluyla ormanlaştırılması olanaklı potansiyel alanları ortaya koyması ve bu alanlarda yürütülecek çalışmaları planlaması gerekmektedir. Ancak bu şekilde ormanlar tarafından tutulabilecek karbon miktarının değişimine ilişkin sağlıklı senaryolar üretmek söz konusu olabilir. Ayrıca, Türkiye'nin kırsal bölgelerindeki nüfus azalmasına paralel olarak terk edilen ve atıl durumda bulunan tarım arazilerinin, tekrar tarıma kazandırılması mümkün değil ise, ağaçlandırılması bir diğer seçenek olabilir. Sahipli olan bu arazilerin özel sektör kuruluşları tarafından ağaçlandırılması yoluyla çok yönlü yararlar sağlanabilir. Bahsedilen bu arazilerin özellikle orman-bozkır bitki örtüsü geçiş bölgelerinde bulunduğu, önemli bir kısmı geçmişte ormanla kaplı olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca eğimli, erozyon oranının yüksek olduğu bu alanlarda yapılacak ağaçlandırma çalışmaları buradaki arazinin iyileştirilmesine ve ulusal karbon dengeleme çalışmalarına da katkı sağlayacaktır. Belirtilen yararların sağlanabilmesi için ağaçlandırma eylem planının özel sektör ve tarım paydaşları başta olmak üzere katılımcı yöntemle hazırlanması kaçınılmaz bir zorunluluktur.

Türkiye'de mevcut orman alanlarının sürdürülebilirliği ile ilgili yaşanan sorunların çözümü için ulusal ormancılık mevzuatında yapılması gereken bazı değişiklikler bulunmaktadır. Bu yolla hem orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliğinin güvence altına alınması hem de ormanların iklim değişikliği ve karbon dengeleme açısından rolünün güçlendirilmesi olanaklı hale gelecektir. Detaylı bir analizde pek çok alt başlığa ayrılacak olan mevzuat değişikliklerini üç ana grupta toplamak olanaklıdır:

1. Doğrudan orman alanı azalmasına yol açan yasal düzenlemeler kaldırılmalıdır. Bunlardan kamuoyunda 2B olarak bilinen uygulamayla 2021 yılı sonuna kadar 640.000 hektar orman alanı orman sınırları dışına çıkarılmıştır (OGM, 2022). Bu uygulama kadastro çalışmalarıyla birlikte bir an önce tamamlanmalı ve bu uygulamaya olanak sağlayan Anayasa'nın 169'uncu maddesindeki ilgili fıkra ile OY'nin 2'nci maddesinin B bendi söz konusu yasalardan çıkarılmalıdır. OY'ye 2018 yılında eklenen Ek 16'nci madde doğrultusunda günümüze kadar orman sınırları dışına çıkarılan orman alanı miktarı 1.600 hektarı geçmiştir. Bu maddenin de OY'den çıkarılması ve orman alanı kaybının engellenmesi zorunludur.
2. Orman alanlarının ormancılık dışı kullanımlara tahsisi konusu hızlıca gözden geçirilmelidir. Temel bazı altyapı hizmetleri ya da orman alanında yapılması zorunlu olup ormandan daha yüksek kamu yararı sağlayan bazı faaliyetler için orman alanı tahsisi kabul edilebilir. Ancak orman alanlarında hemen her türlü faaliyetin yapılması ve bu faaliyetler için orman alanı tahsisi olanaklı hale getirilmiş ve son yıllarda bu yolla yapılan tahsis miktarları büyük ölçüde artmıştır. Bu tahsisler, tahsis edilen alan yasal olarak orman olarak görünmeye devam ederken fiili olarak orman azalmasına yol açmaktadır. Diğer yandan, söz konusu tahsislerin ekosistem parçalanması yoluyla ormanlara verdiği kapsamlı zararlar doğrudan OGM tarafından hazırlanan raporlarla ortaya konulmuştur (OGM, 2009; OGM, 2020). Kuşku yok ki, bu durum iklim değişikliği ve karbon dengeleme açısından da olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bu nedenlerle;

- a. Anayasa'nın 169'uncu maddesinin 2'nci fıkrasındaki "...kamu yararı dışında irtifak hakkına konu olamaz." ifadesi "...orman ekosisteminden daha yüksek bir kamu yararının sağlanması ve mutlak zorunluluk bulunması koşulları dışında irtifak hakkına konu olamaz." şeklinde değiştirilmelidir.
 - b. OY'nin 16, 17, 18 ve Ek 9'uncu maddeleri aynı temel ilkeyle yeniden ele alınarak değiştirilmeli; bu maddelerin uygulama yönetmeliklerinde, tahsise konu faaliyetin Anayasa'ya uygun olmasını sağlayacak detaylı kriter ve göstergeler tanımlanmalıdır.
3. OY ve MPY başta olmak üzere ulusal ormancılık mevzuatında iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması konularının yer alması sağlanmalıdır. Ormanlarda ve korunan orman alanlarındaki her türlü faaliyetin karbon tutma kapasitesi üzerindeki etkilerinin ortaya konulması ve bu etkilerin karar verme süreçlerinde hesaba katılması yönünde değişiklikler mevzuatta gerçekleştirilmelidir.

Belirtilen mevzuat değişiklikleri, ulusal politika belgelerinin hazırlanmasında olması gerektiği gibi ilgili tüm paydaşların katılımıyla sağlanan ulusal bir uzlaşmaya dayanmalıdır. Tüm bunlarla birlikte ormancılıktaki örgüt yapılanmasının sık sık değiştirilmesiyle personel yönetimi konusunda izlenen politikaların ormancılık iş ve işlemlerinin sağlıklı yürütülmesine zarar verdiği bilinmektedir (Erdönmez ve ark., 2022). Örgüt yapısı ve işleyişindeki sorunların çözümü diğer açılardan olduğu gibi ormanların iklim değişikliği ve karbon dengeleme açısından rolüne de katkı yapacaktır.

OGM bünyesinde Karbon Piyasaları Bilim Kurulunun oluşturulduğu ve bu kurulun 2022 yılında iki kez toplandığı bilinmektedir. Ancak adı geçen kurulun çalışmalarının durumu ve sonuçlarıyla ilgili bugüne kadar kamuoyuna bir açıklama yapılmamıştır. OGM'nin bu adımı genel olarak olumlu sayılabilir. Ancak kurulun tam olarak amacı, oluşum şekli ve çalışmalarına ilişkin detaylı bilgiye sahip olunmadığından daha fazla yorum yapma olanağı bulunmamaktadır.

Ormanlar ve ormancılık dünya için olmadığı gibi Türkiye için de iklim değişikliği ve karbon dengeleme konusunda bütün sorunları çözecek sihirli bir değnek değildir. İklim değişikliği ve karbon dengeleme açısından gerçek çözüm emisyonların azaltılmasıdır. Mevcut doğal orman alanlarının korunması, farklı kullanım türlerine dönüşmesine izin verilmemesi, rehabilitasyon ve restorasyon yöntemleriyle niteliklerinin iyileştirilmesi ile ağaçlandırmalar yoluyla olanaklar ölçüsünde yeni orman alanlarının kazanılması iklim değişikliği ve karbon dengeleme açısından en sağlıklı yol haritası olarak görünmektedir.

Altıncı Bölüm Kaynaklar

- Akyıldız, H., Eroğlu, Ö. 2004. Türkiye Cumhuriyeti dönemi uygulanan iktisat politikaları. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 9 (1): 43-62.
- Alan, M., Kavgacı, A., Erdönmez, C. 2022. Endüstriyel Ağaçlandırma ve Özel Ağaçlandırmanın Ormansızlaşma Boyutu. Şu eserde (Editör: E. Atmış) Türkiye Ormanlığı 2022:Türkiye’de Ormansızlaşma ve Orman Bozulması. Türkiye Ormanlıklar Derneği. Ankara. ISBN: 978-605-68977-6-4. 77-89.
- Atay, E.E. 2008. Anayasa Kavramının Tanımı, Hazırlanması ve Değiştirilmesi Arasındaki İlişki. Gazi Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi CVII (1-2): 503-549.
- Atmış, E., Erdönmez, C., Özkazanç, N.K. 2022. Türkiye’de Ormansızlaşma. Şu eserde (Editör: E. Atmış) Türkiye Ormanlığı 2022:Türkiye’de Ormansızlaşma ve Orman Bozulması. Türkiye Ormanlıklar Derneği. Ankara. ISBN: 978-605-68977-6-4. 37-50.
- Bingöl, İ. 1990. Geçmişten Günümüze Ormanlarımız ve Ormanlığımız. Ormanlık Eğitim Vakfı Yayın No: 4. Cilt II. Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. 2012. Türkiye’nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı 2011-2023. Ankara.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. 2022. İklim Şurası 2022: Komisyon Tavsiye Kararları.
- Erdönmez, C., Yurdakul Erol, S., Günşen, H.B., Başaran, M.A. 2022. Ormansızlaşmaya Neden Olan Yönetimsel Düzenlemeler. Şu eserde (Editör: E. Atmış) Türkiye Ormanlığı 2022:Türkiye’de Ormansızlaşma ve Orman Bozulması. Türkiye Ormanlıklar Derneği. Ankara. ISBN: 978-605-68977-6-4. 159-173.
- European Commission. 2013. A New EU Forest Strategy: For Forests and the Forest-based Sector.
- European Commission. 2021. New EU Forest Strategy for 2030.
- FAO. 2022. The State of the World’s Forests 2022. Forest pathways for green recovery and building inclusive, resilient and sustainable economies. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9360en>
- Gümüş, C. 2018. Türk Orman Devrimi. Türkiye Ormanlıklar Derneği Yayın No: 43. Ankara. ISBN: 978-605-68977-0-2
- Günşen, H.B., Atmış, E. 2019. Analysis of forest change and deforestation in Turkey. International Forestry Review Vol.21(2): 182-194.
- İstanbul, T. 1978. Türkiye’de Devletten Başkasına Ait Ormanların İdare ve İşletilmesi Üzerinde Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İÜ Yayın No: 2485, OF Yayın No: 263. Çelikkilt Matbaası, İstanbul.
- Kalkınma Bakanlığı. 2018. On Birinci Kalkınma Planı Ormanlık ve Orman Ürünleri Çalışma Grubu Raporu. Yayın No: KB: 2988- ÖİK: 770. Ankara.
- OGM. 2009. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri 2008 Yılı Raporu. OGM Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı Yayını. Ankara.
- OGM. 2018. Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Planı (2019-2023). Ankara.
- OGM. 2020. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri 2019 Yılı Raporu. OGM Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı Yayını. Ankara.
- OGM. 2022. Ormanlık İstatistikleri 2021. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> (Erişim tarihi: 11 Aralık 2022).
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı. 2011. Korunan Alanlar ve İklim Değişikliği Türkiye Ulusal Stratejisi. Ankara.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. 2022. Tarım ve Orman Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Plan-Güncellenmiş Versiyon (2022). Ankara.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. 2019. On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023).
- Ticaret Bakanlığı. 2021. Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2021.
- UN Economic and Social Council. 2017. United Nations Strategic Plan for Forests 2017-2030 and Quadrennial Programme of Work of the United Nations Forum on Forests for the Period 2017–2020.

7. Arazi Kullanımı ve Ormancılık Sektöründe Karbon Yönetimi

Prof. Dr. Yusuf Serengil

Kyoto Protokolünde azaltım taahhüdü olmadığı için Türkiye’de bugüne dek herhangi bir karbon fiyatlandırma mekanizması uygulamaya geçmemiş, buna karşın rüzgar, hidroelektrik veya güneş gibi birçok yenilenebilir enerji projesi gönüllü karbon piyasalarına konu olmuş ve olmaktadır. Öte yandan özellikle yenilenebilir enerji projelerinin gönüllü karbon piyasalarında değerlendirilmesi aşamasında özgün fayda sağlama açısından uygunluğuna ilişkin son yıllarda bazı çekinceler ortaya çıkmaktadır. Piyasalarda talep giderek “biyotik karbon” tutumunu baz alan projelere kaymaktadır. Aşağıda da açıklandığı gibi gerek AB gerekse küresel ölçekte arazi kullanma konulu çözümler önem kazanmaktadır. Bu projelerde karbon tutumu yanında iklim değişikliğine uyumu güçlendiren eş faydaların olması, kırsal kalkınmayı, doğal ekosistemleri ve biyolojik çeşitliliği iyileştirme potansiyeli taşımaları da etkili olmaktadır.

Kamuoyu tarafından azaltım ve yutak alan artırımı ile ilgili ilk akla gelen alternatif ağaçlandırma çalışmasıdır. Ancak ağaçlandırma çalışması çok sayıda alternatiften sadece biridir. Bu açıdan bakıldığında karbon kaçaklarının azaltılması ve yutak alanların korunması iklim değişikliği ile mücadele ile ilgili yapılan çalışmalarda önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle Türkiye gibi ağaçlandırma ile karbon bağlama potansiyeli nispeten düşük olan ülkelerde AKAKDO sektörü kapsamında değerlendirilebilecek birçok alternatif uygulama bulunmaktadır. Karasal ekosistemler ve ormanlar, karbon döngüsünde önemli bir rol oynamaktadır. Antropojenik karbon emisyonlarının % 30’u ormanlar ve diğer ekosistemler tarafından atmosferden uzaklaştırılmaktadır (Pan ve ark., 2011). Bu denli önemli bir ekosistem hizmetinin arazi kullanımı ve ormancılık yönetimi karar süreçlerine hızla dâhil edilmesi gerekmektedir. Nitekim örneğin, orman yönetimi seçimlerinin birim ormanlık alan başına düşen karbon miktarı üzerinde önemli bir etkisi vardır (Tahvonen ve Rautiainen, 2017).

7.1. Arazi Kullanımı ve Ormancılık Sektöründe Karbon Tutumunun Artırılmasına Yönelik Stratejiler, Politika ve Önlemler

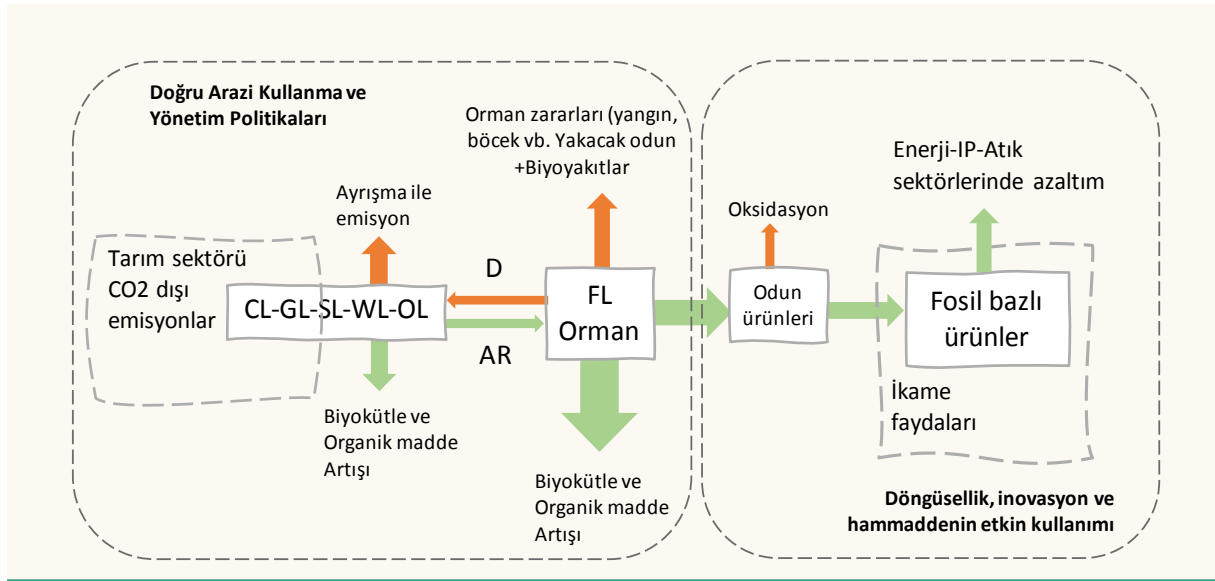
Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık Sektörü (AKAKDO), Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) kapsamında raporlanan 5 ana sektörden birisidir. BMİDÇS’ye taraf tüm ülkeler, diğer dört sektör (enerji, endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, atık ve tarım) emisyonlarının yanı sıra arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık sektörü kapsamında karbon emisyonlarını ve tutumlarını raporlamaktadır. Türkiye de BMİDÇS 24/CP.19 kararı uyarınca her yıl AKAKDO sektörünü de içerecek şekilde sera gazı envanter raporlamasını (NIR ve CRF tabloları) IPCC (2006) ve IPCC (2013) kılavuzlarına göre yapmaktadır (Serengil, 2018). Son envanter raporuna (NIR Türkiye, 2023) göre AKAKDO sektörünün toplam tutumu 2021 yılında 49,9 Mt CO₂ eşdeğeridir (eşd.). Bu toplam tutum değerinden 2,8 Mt CO₂ eşd. salımlar düşüldüğünde AKAKDO sektörünün net karbon tutumu 47,1 Mt CO₂ eşd. olarak gerçekleşmiştir. Dünya Bankası Türkiye 2022 İklim Değişikliği ve Kalkınma Raporu’na (World Bank Group, 2022) göre sektörün potansiyeli çok daha fazladır ve doğru ormancılık ve arazi kullanımı politikaları ile güçlendirildiğinde 2053 yılında 120 milyon ton CO₂ eşdeğerine ulaşılabilir. Bunun gerçekleşebilmesi için ormancılık sektörü başta olmak üzere hızlı bir dönüşüm, yani hem karbon stoklarını artırıcı politikalara geçişi, hem ekosistemlerin direncini artırıcı bilimsel ve teknolojik çözümler hem de veri şeffaflığını sağlayacak olan dijitalleşmeyi önceliklendiren bir geçiş süreci gerekmektedir. AKAKDO sektörüne özgü bazı önemli temel zorluk ve riskleri kısaca sıralamak gerekirse:

- i. Ulusal ölçekte bir arazi planlaması ve yönetimi gerçekleştirilmemektedir. Çarpık kentleşme, kentsel yayılma, batıya ve kent merkezlerine aşırı göç ve tarım arazilerinin terk edilmesi bu durumun olumsuz sonuçlarından birkaçıdır.
- ii. Ülkemizde arazi kullanımı halen çok dinamik bir süreçtir ve kentsel genişlemenin özellikle İstanbul ve Bursa gibi metropollerde tarım ve mera başta olmak üzere arazileri yuttuğu gözlemlenmektedir.
- iii. İklim değişikliğinin etkilerini tüm Akdeniz ülkeleri yaşamaktadır. Burada Türkiye’yi ayıran konu, nüfus artışının ve ekonomik büyümenin etkileridir. Önümüzdeki on yıllarda birçok kentte nüfusun hızla artması yanında ekonomik büyüme ve kişi başı gelir artışı ile su ve karbon ayak izi hızla yükselebilir. Artan su ihtiyacı hem tüm sektörleri etkileyecek hem de yeni barajların yapılmasını gerektirecek; bu da ekosistemlerin su altında kalmasına yol açarak emisyonları artıracaktır.

- iv. AKAKDO doğaya açık bir sektör olup afet ve dış etkenlerin sürekli tehdidi altındadır. Özellikle ormancılıkta iklim değişikliği kaynaklı yangın, kuraklık, böcek ve hastalık gibi riskler hem sürdürülebilirliği hem de karbon stoklarını olumsuz yönde etkileyebilir.
- v. AKAKDO sektörü açısından sera gazı envanterinde en önemli kategori “orman yönetimi ve odun ürünleri”dir. Odun ürünleri ihtiyacını sağlamaya yönelik üretim faaliyetleri karbon stoklarını etkileyen en önemli parametredir. Odun ve genel anlamda orman ürünleri sanayisinin katma değeri daha yüksek ve daha dögüsel olacak şekilde geliştirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde odun hammadde ihtiyacı sürekli artış gösterecek; bu da ormanlardan aşırı yararlanmaya neden olabilecektir.

Karbon tutumunun¹⁰ çok büyük bir kısmı orman alanlarındaki biyokütle artımı ile gerçekleşirken; salımlar diğer arazi kullanımları ve dönüşümleri ile gerçekleşmektedir (Şekil 7.1). Salımların kaynağı, genellikle, karbon stoku yüksek bir arazi kullanımından düşük olana (örn. ormandan meraya veya çok yıllık tarımdan tek yıllık tarıma) geçiştir. Sulak alanlar kategorisinde sadece turbalıkların (organik madde biriktirmiş olan zengin sulak alanlar) işletilmesi ile baraj rezervuarı yapımı hesaba katılmaktadır. Herhangi bir arazi kullanımının baraja çevrilmesi durumunda o arazideki tüm biyokütlenin enstantane oksidasyonla atmosfere salındığı hesaplanmaktadır.

Ayrıca arazi kullanım sektörü kapsamında hesaplanmayan fakat biyokütlenin yakılması veya odun hammaddesinin diğer malzemelerle ikamesi sonucu gerçekleşen azaltım faydalarından da söz edilebilir. Bu azaltım potansiyelinin tamamen kullanılabilmesi için söz konusu endüstrilerde dögüsellüğün, inovasyonun ve hammaddenin etkin kullanımının iyileştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 7.1. Arazi kullanımı ve ormancılık sektörü bileşenleri, azaltım politikaları ve diğer sektörlerle etkileşim. FL: Orman alanları, CL: Tarım arazileri, GL: Mera arazileri, SL: Yerleşimler, WL: Sulak alanlar, OL: Diğer alanlar, D: Ormansızlaşma, AR: Ormanlaştırma ve Yeniden Ormanlaştırma, IP: Endüstriyel süreçler sektörü.

10- Tutum kelimesi İngilizce “removal” kelimesine karşılık gelmektedir. Türkçede “giderim” veya “uzaklaştırma” olarak da kullanılmaktadır. Bu konuda diğer bir terim ise yutak (sink) olup net karbon stoku artışı gerçekleştiren her türlü obje, yapı veya ekosistemi ifade etmektedir. Örneğin; bir orman veya okyanus. Yutağın karşıt terimi ise kaynaktır (source). Okyanus ve karasal ekosistemler karbon dögüsünün önemli bileşenleri olup karbon rezervuarları olarak da adlandırılmaktadır. Karbon stoku terimi ise genellikle bir ekosistem karbon havuzunda (pool) değişim halindeki karbon miktarını ifade etmek için kullanılmaktadır. Örneğin; toprak karbon stoku veya stok değişimi. Toprak karbon havuzu ekosistemin karbon tutan bir bileşenini, stok ise havuzdaki karbon miktarını ifade etmektedir.

Karbon tutumunu (yutak) artıran arazi kullanımı odaklı faaliyetler



i. Arazi kullanımı sektörü genelinde doğru politikalar sayesinde kentsel genişlemenin, ormansızlaşmanın, sulak alan drenajının, tarım alanı genişlemesinin yani emisyona yol açabilecek arazi dönüşümlerinin en aza indirilmesi,



ii. Ormanların iyi yönetimi ile güçlü biyokütle artımı ve toprak dâhil diğer karbon havuzlarında yutak genişlemesi,



iii. Ormanlarda birim alanda karbon stokunu artırıcı yönetim yaklaşımları (Gelişmiş Orman Yönetimi veya karbon odaklı orman yönetimi),



iv. Başta ağaçlandırma olmak üzere düşük karbon stok seviyesinden yükseğe yönelik her türlü pozitif arazi kullanım değişikliği,



v. Önleyici tedbirler başta olmak üzere güçlü mücadele ve erken uyarı sayesinde yangın, böcek ve hastalık gibi orman zararlarında azalma ile emisyon azaltımı,



vi. Tarım alanlarında erozyona, çoraklaşmaya vb. organik madde kaybına yol açabilecek yanlış uygulamaların azaltılması, aşırı kimyasal gübre kullanımının önlenmesi, karbon tutumunu artıracak uygulamaların (azaltılmış sürüm, organik gübre vb.) yaygınlaştırılması ve birim alanda verimin ve özellikle toprak karbonu olmak üzere karbon stokunun artırılması,



vii. Tarım ve mera alanlarında doğa temelli çözümler (rüzgâr perdeleri, baklagil rotasyonu vb.) sayesinde verimin ve organik maddenin artırılması,



viii. Meralarda aşırı otlatma ve benzeri sebeplerle arazi bozulmasının önlenmesi, bozuk mera restorasyonunun artırılması,



ix. Kentlerde odunsu yeşil alan oranının artırılması ile birim alanda karbon stokunun artırılması, bu kapsamda akarsu kıyı ekosistemi restorasyonu ve benzeri doğa temelli çözümlerin yaygınlaştırılması.

Karbon tutumunu artıran odun ürünleri odaklı pozitif faaliyetler



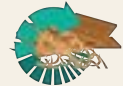
i. Odun hammaddesinin fosil bazlı malzemelerle ikamesini artıracak düzenlemeler (ör. ağaç malzemenin inşaatlarda kullanımında minimum yüzde değeri, teşvikler vb.),



ii. Mobilya veya aksesuar gibi alt sektörlerde katma değer artırılmasına yönelik inovasyon ve tasarım geliştirme çalışmaları ve teşvikler,



iii. Mobilya ve benzeri alt sektörlerde hammaddede seviyesini artırmadan sektör hacmini artırmak için inovatif Ar-Ge ve üretim çalışmalarına yönelik teşvikler (ör. kompozit malzeme kullanımı veya tasarımın ön plana çıktığı değerli ürünler),



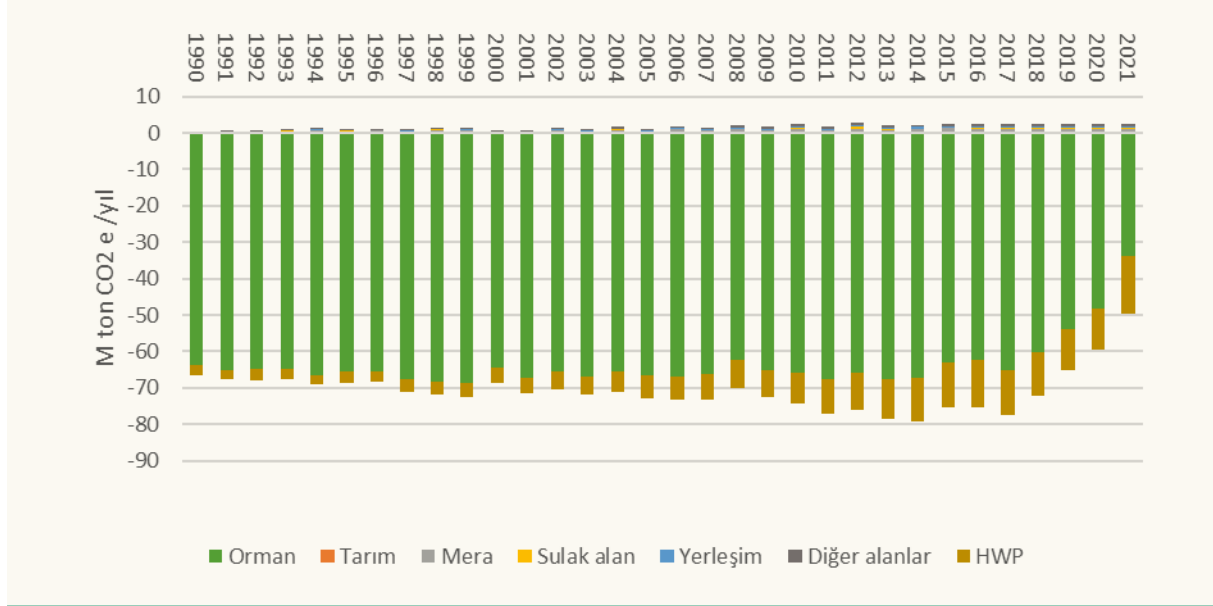
iv. Atık miktarının en düşük seviyeye indirildiği daha etkin bir döngüsellik,



v. IPCC (2019)'nin "production" yaklaşımının (Rüter ve ark., 2019) baz alınması (Türkiye Sera Gazı Envanteri'nde de bu yaklaşım kullanılmaktadır. Üretim kaynaklı emisyon, kaynak ülkeye yazıldığından dolayı odun hammaddesi ithalatının ikame faydası daha yüksektir).

Salıma yol açanlar ise genel anlamda yukarıda sıralanan pozitif politika ve önlemlerin zayıflaması, yapılmaması veya tersine uygulamalar (ör. ormansızlaşma, aşırı otlatma vb.) olarak ifade edilebilir.

Ülkemizde arazi kullanımı ve ormancılık sektörü yutak kapasitesi (AKAKDO sektörü tutumları) 1990 yılından 2017 yılına kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir (Şekil 7.2). Bunun gerekçesi büyük olasılıkla ormanlardaki artımın son yıllarda hızla artan üretim nedeniyle yavaşlamış olmasıdır. Önümüzdeki yıllarda yeni veriler bu konuda daha net bir tablo ortaya koyabilir. Eğer artım hızı önümüzdeki 2-3 yıl süresince düşüşüne devam ederse ve birim alandaki stok (dikili hacim) düşüş gösterirse bu konuda bir politika değişikliği yapılması yerinde olacaktır.



Şekil 7.2. Arazi kullanımı ve ormancılık sektörü emisyon ve tutumlarının kategoriler bazında dağılımı ve zamansal değişimi. HWP: Odun ürünleri (NIR Türkiye, 2023).

Sektörün azaltım potansiyeli en yüksek kategorisi olan ormanlar, sadece ülkemizde değil, dünya genelinde önemli bir yutak alan oluşturmakta, ormansızlaşma ise ciddi bir emisyon kaynağı olmaktadır. Dünya genelinde ormansızlaşma hızı yavaşlamış olsa da 2010-2020 döneminde net orman kaybı yıllık ortalama 4,7 milyon ha seviyesinde gerçekleşmiştir. Ormanlaştırma ise son yıllarda dünya genelinde yavaşlamıştır (FAO, 2020). Ülkemizde ise net orman varlığı hızlı kentsel genişleme, yol, baraj inşaatları ve altyapı yatırımlarına rağmen son 30 yılda genellikle korunmuştur. Orman arazisi (orman örtüsü olsun veya olmasın) ise büyük bir hızla sürekli artmıştır ve artmaktadır. Burada önemli bir soru, orman arazisine dahil olan bu mülkiyet dönüşümünün hangi arazi kullanımından gerçekleştiğidir. Orman arazilerinin madencilik başta olmak üzere diğer kullanımlara tahsisinin daha az gerçekleşmiş olsaydı, orman teşkilatının ormanlaştırma çalışmaları sayesinde net orman varlığı artabilirdi.

Ormanlar ve diğer arazi kullanımlarının karbon yutak potansiyeli BMİDÇS gündemine uzunca bir süre önce girmiş olup atmosferden sera gazlarını uzaklaştıran süreç, faaliyet veya mekanizmalara “yutak” adı verilmektedir. Genel anlamda yutak alanlar¹¹; ormanlar, otsu ve odunsu meralar ve tarım alanlarıdır.

Bu alanlarda yutak kapasitesinin sürdürülebilir şekilde artmasının anahtarı biyokütleyi ve toprak organik maddesini artırmaya yönelik iyi yönetim uygulamalarıdır. Bir ormanı odun hammaddesi üretiminden karbon tutumuna yönlendirmek veya mera restorasyonu/yönetimi ile biyokütleyi artırmak, azaltılmış ve koruyucu tarım uygulamalarını yaygınlaştırmak bu uygulamalara örnek olarak verilebilir. Bir tarım arazisinde teraslama, rotasyon ve şerit ekimi gibi iyi uygulamalar hem erozyonu ve arazi bozulmasını önleme hem de topraktaki karbon stokunu artırma potansiyeline sahiptir.

11- Doğal sulak alanlar (tatlı, tuzlu, geçiş) önemli bir yutak alan kategorisidir; ancak Birleşmiş Milletler Sera Gazı Envanter Sistemi'nde sadece antropojenik etkiler ve yönetilen araziler raporlandığı için bu alanlardan gerçekleşen salım ve tutumlar envantere yansıtılmamaktadır. Envantere yansıyan sulak alan faaliyetleri baraj yapımı nedeniyle su altında kalan arazinin emisyonu, doğal bir sulak alana insan müdahalesi (ör. drenaj veya seviye değişimi) veya yeniden sulak alan haline getirmek olabilir.

Genel çerçevede arazi kullanımı ve ormancılık sektöründe yutak alan kapasitesinin artırılmasında temel prensip, arazi kullanımı ile ilgili yerel ve ulusal ölçekte doğru politikalar üretilmesi ve uygulanmasıdır.

Dolayısıyla başta ormancılık olmak üzere arazi kullanımı odaklı azaltım projeleri sadece karbon tutumunu artırmakla kalmamakta aynı zamanda ormanların ve arazinin daha titiz ve iyi yönetilmesine katkıda bulunmaktadır.

AKAKDO sektöründe başta ormanlar olmak üzere, tarım, mera arazileri, yerleşimler, sulak alanlar ve diğer araziler olarak 6 temel arazi kullanımından bahsedilebilir; fakat bu kategoriler arasında her zaman belirgin ayrımlar olmayabilir. Örneğin, orman içi veya yakınında çalı toplulukları veya meralar ya da sulak alan içerisinde ormanlar olabilir. Dolayısıyla aslında sayısız ekosistem çeşitliliğinden bahsedilebilir ve bahsedilmelidir, çünkü iklim değişikliği ile mücadele aslında ekosistem hizmetleri ile, ekosistem hizmetleri de ekosistem çeşitliği ve biyolojik çeşitlilik ile güçlü biçimde ilişkilidir. Ekosistemler, karbon tutumu ile azaltıma ve mikro klima, madde ve su döngüsünü düzenleme gibi hizmetler ile de uyuma katkı sağlar. Arazi kullanımı ve ormancılık sektörünün iklim değişikliği ile mücadelede diğer sektörlerden farkı da burada öne çıkmaktadır. Tek projede azaltım ve uyum faydası hem yaygın hem de kademeli olarak sağlanabilmektedir. Örneğin, bir mera restorasyon projesi karbon tutumu ile azaltıma, hayvancılığı güçlendirmesi ile de kırsaldaki toplumların iklim direncine katkı sağlayabilir. İklim değişikliğine karşı direnci artan toplulukların kırsaldaki iş gücüne katkı sağlamaya devam etmesi, kente göçün yavaşlaması ile kırsaldaki yaşam ortamının iyileştirilmesi gibi birçok faydadan söz edilebilir. Arazi kullanımı projelerine özgü bu tip etkilere *kademeli etki* veya *fayda (cascading effects, cascading benefits)* adı verilmektedir.

Arazi kullanımı sektöründe iklim değişikliği ile mücadele genellikle iki çerçeve kapsamında formüle edilmektedir: iklim dostu tarım (climate smart agriculture) ve iklim dostu ormancılık (climate smart forestry). Bu kavramlar aslında yeni mekanizma ve yaklaşımlardan ziyade ilgili kategoriye ait tüm çaba ve çalışmaları bir çatı altında toplayan çerçeve yaklaşımlardır. Dolayısıyla, örneğin iklim dostu ormancılığın ifade ettiği şey aslında ormancılığın genel bir patika olarak bu yönde politikalara yöneleceğidir.

Öte yandan arazi kullanımı ve ormancılık sektöründe diğer sektörlerden farklı olarak azaltım politika ve önlemlerinin etkisi zamanla artacaktır. Diğer sektörlerdeki azaltım projelerinde azaltım kapasitesinin zamanla azalması beklenebilir çünkü önlenen emisyon hesaplanmaktadır ve önlenen emisyon miktarı enerji üretiminde yenilenebilir kaynak oranının artışı ile ters orantılı olarak azalmaktadır. Örneğin, Sera Gazı Envanter Raporu'na göre Türkiye'de üretilen elektriğin mega watt başına sera gazı emisyonu 2015 yılında 0,49 ton CO₂ eşdeğeri iken bu değer 2020'de 0,43 ton CO₂ eşdeğerine düşmüştür. Yenilenebilir enerjinin payı arttıkça yenilenebilir enerji projelerinin azaltım etkisi düşecektir. Öte yandan uyum çalışmalarının öneminin artması ile birlikte ormancılık projelerinde ek faydaların (ör. **ekosistem hizmetleri**) **da hesaba katılması ile proje cazibesi artacaktır**. Şimdiden biyolojik çeşitlilik odaklı proje ve mekanizmalar geliştirilmeye başlanmıştır. Bu konu, arazi kullanımı ve ormancılık sektöründeki azaltımın temel mekanizması ile ilgili açıklamaların ardından detaylı olarak verilmektedir.

7.2. Arazi Kullanımı Sektöründe Karbon Tutumunun Temeli ve Sertifikasyon Altyapısı

Arazi kullanımı ve ormancılık sektöründe bir proje yapılandırmasında genel yaklaşım referans senaryoya (bu konuda herhangi bir yeni uygulamada bulunulmaması ve mevcut şekilde devam edilmesi durumuna) göre sağlanacak fazladan karbon tutumunun hesaplanması mantığına dayanmaktadır.

Genel aşamalar ise:

- i. Proje sahasındaki karbon stokunun hesaplanması;
- ii. Referans senaryonun hesaplanıp ortaya konulması;
- iii. Ormancılık projeleri özelinde odun üretimi çerçevesinin belirlenmesi (bakım, üretim miktarı ve zamanlaması);
- iv. Karbon depolama aracı olarak odun ürünleri havuzunun hesaplanması;
- v. Varsa karbon kaçaklarının hesaplanması;
- vi. Proje kapsamında fazladan tutulan karbonun (projenin ilk yılı ve sonrasında 5-6 yıllık periyotlarla) doğrulanmasıdır.

Türkiye'nin, arazi kullanımı ve ormancılık sektörünün karbon tutumu ve sertifikalandırması ile ilgili yol gösterici nitelikte herhangi bir projesi ve girişimi bulunmamaktadır. Bu durum beraberinde fırsatlar getiriyor olsa da bazı zorlukların olabileceği de ortadadır.

Ulusal ölçekte net sıfır emisyon hedefine ulaşılması için arazi kullanımı sektörünün karbon tutumu ile ilgili en kritik yapıtaşı **başta ormancılık olmak üzere sektör genelinde bir dönüşüm yaşanması gerektiğidir. Bu dönüşüm hem toplumun hem de ormancılık yönetim anlayışının dönüşümü ile başlamalıdır.**

Sektörün dönüşüm ve değişimi ile ilgili sorunlar ülkemize özgü bir durum olmayıp, AB'de de sürekli tartışılan bir konudur. Winkel ve ark. (2022)'na göre sektöre özel temel prensipleri ve konuları kısaca özetlersek:

İnsan etkisi ve yönetim (*management*)

İnsan etkisi ile ortaya çıkan sera gazı tutum ve salımları dikkate alınmalıdır. Yani projeye konu ekosistemin yönetiliyor (*managed*) olması veya insan etkisine maruz kalmış olması gerekir. Doğal bir göl veya sulak alanın salım ve tutumları dikkate alınmamaktadır. Fakat gölde drenaj yapılmaya başlanması emisyonla konu; drene edilmiş bir gölün restore edilerek yeniden suya kavuşturulması ise bir azaltım projesine konu olabilir.

Sektördeki tarım ve mera alanlarındaki karbondioksit dışı emisyonlar tarım sektöründe raporlanmakla beraber proje bazındaki değerlendirmeler de dikkate alınmalıdır. Örneğin, bir mera restorasyon projesinde merada otlayan çiftlik hayvanlarının enterik fermentasyon ve gübre kaynaklı emisyonları da hesaba katılmalıdır. Bu süreçte yine doğal ekosistemin parçası olan yaban hayvanlarının emisyonları dikkate alınmamakta, her türlü çiftlik hayvanının emisyonu ise hesaplanmaktadır.

Arazi kullanımı ve ormancılık sektörü diğer sektörlerle kıyaslandığında daha karmaşıktır; ekosistemlerin sera gazı salım ve tutumları etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Ayrıca doğal emisyonları insan etkisi sonucunda oluşan emisyonlardan ayırmak teknik değerlendirmeyi ve detaylı bir modelleme çalışmasını gerektirir. Örneğin, karbon havuzları arasındaki geçişlerin anlaşılması ve hesaplanması iyi bir ekosistem bilgisini gerektirir.

Katkısallık (additionality)

Genel olarak sera gazı azaltım projeleri veya faaliyetleri, karbon piyasasının yokluğunda hayata geçirilmeyecekleri takdirde katkısaldırlar. Söz konusu azaltım yine de gerçekleşecek olursa – yani, proje sahiplerinin karbon denkleştirme kredisi satma olasılığı olmadan – katkısallık söz konusu olmayacaktır. Eğer ilişkili sera gazı azaltımları katkısız değilse, bu durumda şirketlerin kendi emisyonlarını azaltmak yerine denkleştirme kredileri satın almaları azaltım sağlamayacaktır. Sera gazı azaltımlarının katkısız olup olmadığını değerlendirmek bazen zor olabilir. Zorluk, sera gazı azaltan faaliyetlerin sürekli gerçekleşiyor olmasından kaynaklanır. Örneğin, enerji tasarrufu sağlayacak aydınlatmaya yapılan bir yatırım, önlenen enerji maliyetlerinden dolayı ekstra bir destek olmadan kendi masrafını karşılayabilir. Bir başka deyişle bir kurumun aydınlatma sistemini değiştirmesi maliyetlerden dolayı gerçekleşiyorsa yani emisyon azaltımı gibi bir hedef olmasa da yapacağı rasyonel bir yatırım kararıysa burada bir katkısallıktan söz etmek zor olabilir. Yatırımın yapılması zaten karbon kredisi alınmadan da büyük ölçüde olasıdır. Benzer şekilde, rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji teknolojileri, karbon denkleştirme satışlarından elde edilen gelir olmaksızın fosil yakıtlarla maliyet açısından giderek daha rekabetçi hale gelmektedir. Bir faaliyetin veya projenin katkısı olması için, karbon denkleştirme kredisi satma olasılığının, uygulama kararında belirleyici (“yap ya da boz”) bir rol oynaması gerekir.¹² Kısacası, bir yatırımın veya faaliyetin karbon kredisine konu olabilmesi için normal şartlarda yapılmayacak olması belirleyicidir. Ormancılıktan örnek vermek gerekirse; bir orman alanında zaten hâlihazırda karbon tutulmaktadır. Eğer bir karbon projesi planlanıyorsa yapılacak fazladan çalışmalarla karbon tutumunun artırılacağı ve bu artan tutumun krediye konu olacağı proje başlangıcından itibaren vurgulanmalıdır. Bu tip projelere Gelişmiş Orman Yönetimi (*Improved Forest Management - IFM*) adı verilmektedir. Sonuç olarak, ormancılık kurumları tarafından mevcut ağaçlandırma politikaları kapsamında yapılmış ve yapılmakta olan ağaçlandırma çalışmalarının katkısız olduğu söylenemez. Katkısız olması için normalde yapılmayacak olduğunun, proje tarafından fonlanacağı varsayımıyla yapıldığının ortaya konulması gerekmektedir. Fon sağlayıcı bu durumda yaptığı ödemenin fark yarattığını görecektir.

Sera Gazı Yönetim Enstitüsü ve Stockholm Çevre Enstitüsünün yayınladığı Karbon Denkleştirme Rehberi’ne¹³ göre karbon denkleştirme programları, bir projenin katkısallığını belirlemek için iki ana yaklaşım geliştirmiştir: Projeye özel değerlendirme ve standartlaştırılmış katkısallık.

Projeye özel değerlendirmelerde aşağıdaki noktalara dikkat edilmeli ve alternatifler ortaya konmalıdır:

- Projenin uygulanması ile ilgili yasal bir düzenlemenin mevcut olup olmadığı,
- Karbon kredisi olmadan projenin finansal olarak mümkün olmaması,
- Bariyer analizi ile projenin, örneğin, sosyal, kurumsal veya teknik anlamda alternatifinin olmadığını gösterilmesi,
- Tipik uygulama analizi ile projenin sıra dışı bir uygulama olduğunun ortaya konulması.

Standartlaştırılmış katkısallık metotları ise daha kolay ve basit bazı soruları içermekte ve genellikle projenin katkısız olmayan tipik projelerle farklarının sıralanmasını baz almaktadır.

Doğrulanmış Karbon Standardı (Verified Carbon Standard – VCS) katkısallığı tanımlanırken piyasadaki karbon fiyatına atıfta bulunmaktadır¹⁴. Proje geliştirilmesinde farkındalık, yeni teknolojilerin tanıtımı gibi birçok amaç söz konusu olabilir; fakat karbon fiyat sinyalinin ana motivasyon kaynağı olması gerekmektedir. Dolayısıyla VCS’ye göre katkısallıkla ilgili baz durumu yansıtan bir metot geliştirilirken karbon fiyatından kaynaklanan finansal teşvikin olmadığı fakat bütün diğer koşulların aynı olduğu tipik uygulama dikkate alınmalıdır.

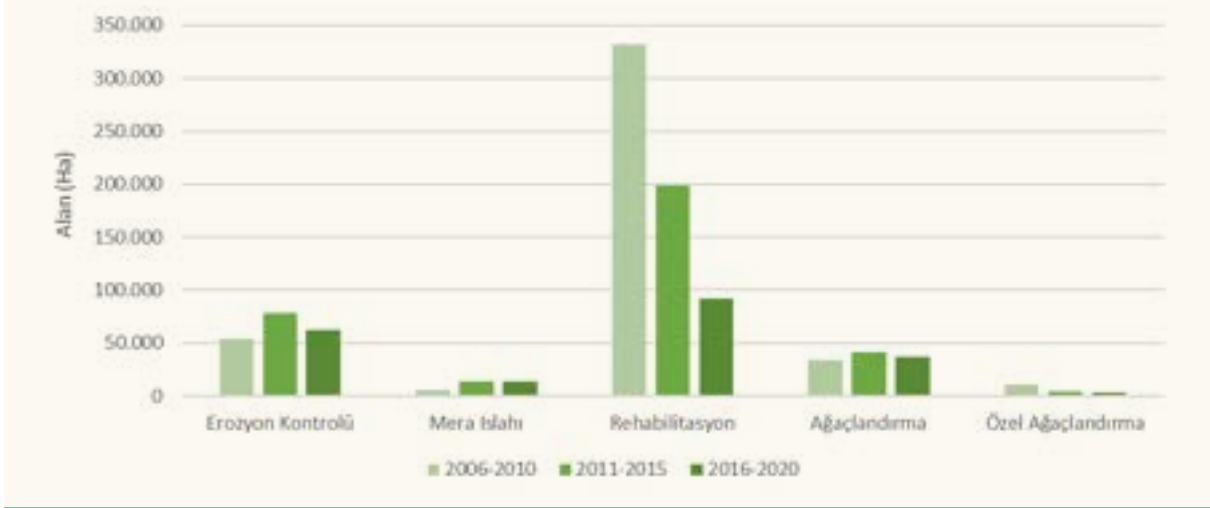
Katkısallığı değerlendirmek için ulusal çerçeveye göz atıldığında ülkemizdeki yasal çerçeve ve arazi restorasyon ve ağaçlandırma projelerinin geçmiş katkısallıkla ilgili bazı ipuçlarını ortaya koymaktadır. Anayasa’nın (ör. Madde 45, 169, 170), 6831 sayılı Orman Kanunu’nun (ör. Madde 57, 58, 59) ve 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu’nun çeşitli maddeleri ağaçlandırma ve restorasyon işlerini kamu sorumluluğuna bırakmıştır. Yani yasal

12-Offset Guide. “High-Quality Offsets Additionality: How Carbon Offset Programs Address Additionality” <https://www.offsetguide.org/high-quality-offsets/additionality/high-quality-offsets-additionality-how-carbon-offset-programs-address-additionality/>.

13-Offset Guide. <https://www.offsetguide.org/>

14-Verra. “VCS Standardized Methods: Guidance for Improved Crediting of GHG Reductions and Removals” Version 3.3. https://verra.org/wp-content/uploads/2018/03/VCS-Guidance-Standardized-Methods-v3.3_0.pdf.

çerçeve de ağaçlandırma dâhil olmak üzere ülke arazilerinin restore edilmesi Tarım ve Orman Bakanlığının görevi olarak düşünülebilir. Öte yandan gerek orman gerekse mera ve diğer araziler açısından değerlendirildiğinde halen oldukça geniş tahrip olmuş arazinin mevcut olması ve Şekil 7.3'te görüleceği gibi restorasyon faaliyetlerinin zamansal olarak değişimler göstermesi ekstra çabayla daha fazla sahanın restore edilebileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Dolayısıyla arazi sektöründe yutak alanı geliştirmeye yönelik karbon projelerinin katkısallığı konusunda ulusal çerçevede herhangi bir sorundan veya pürüzden bahsetmek mümkün değildir. Ayrıca yukarıda örnek verilen koruyucu yasal hükümler genellikle tüm devletlerin yasalarında benzer şekilde yer almaktadır.



Şekil 7.3. Orman Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen ağaçlandırma ve benzeri faaliyetlerin dönemsel performansı (OGM tarafından hazırlanan Ormanlık İstatistikleri'nden¹⁵ üretilmiştir).

Süreklilik (permanence)

Sera gazlarının atmosferik ömürleri oldukça uzun olup yüzlerce yılı bulabilir. Dolayısıyla arazi bazlı azaltım projelerinin de bu durumda uzun vadeli olması beklenir. AKAKDO sektöründeki projeler karbonu biyogenik olarak bağlamakta ve bünyesinde (biyokütle, toprak, odun ürünleri vb.) tutmakta iken bazı zararlı dış etkenler nedeniyle tutumlar tersine dönebilmektedir. Buna örnek olarak, 25 yıllık bir ağaçlandırma projesinin yangın veya fırtına zararı nedeniyle bu süreçte tuttuğu karbonun çok büyük bir bölümünü emisyon olarak yitirmesi verilebilir. Bu tip durumların etkisini ortadan kaldırmak veya hafifletmek amacıyla çoğu sertifikasyon programı Bölüm 7.3'te Kaliforniya örneğinde açıklandığı üzere bir nevi sigorta işlevi gören bir tampon rezerv havuzu oluşturmaktadır. Bir dış etken nedeniyle emisyon ortaya çıktığında birçok projeden biriken rezerv havuzundan belli miktarda karbon kredisi iptal edilmektedir. Eğer proje geliştirilirken önlemler alınmış ve risk azaltılmışsa bu durumda projenin riski düşük olacak ve tampon havuza devredebileceği kredi miktarı daha düşük olabilecektir. Projelerden ayrılan risk kredileri projenin riskine göre farklılık göstermekte, proje kapsamında planlanan önlemlere göre de düşürülebilmektedir.

Kaçaklar/Sızıntı (leakage)

Sızıntı veya kaçak, projenin uygulanmasının doğrudan bir sonucu olarak diğer alanlara taşınan emisyon (üretim vb.) miktarıdır. Örneğin, IFM projesi kapsamında alandaki biyokütle karbon stokunu artırmak için daha az üretim yapıldığında bu durum büyük ihtimalle diğer orman alanlarındaki üretimi artıracaktır. Kaçaklar Kaliforniya Orman Protokolü'nde iki şekilde hesaplanmaktadır: (1) Aktivite kaçığının (üretim faaliyetinin proje sahasından diğer sahalara taşınması nedeniyle oluşan karbon kaçakları) referans ve projeli durum üretim farkının % 20'si oranında olduğu varsayılmaktadır. (2) Piyasa kaçığı ise proje etkisinin odun ürünleri piyasasına yansması nedeniyle oluşan kaçaklardır. Odun ürünü azalmasının % 80'i olarak kabul edilmektedir.

15-T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. "Resmi İstatistikler" <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>

Bu durumda denkleştirme kredisi ilk yıl için şu şekilde hesaplanmaktadır:

Denkleştirme kredisi = (Projeli durum karbon stoku – Projesiz durum karbon stoku) – Aktivite kaçağı – Piyasa kaçağı

Örnek: IFM projesi kapsamında bir orman alanında ilk yıl 500.000 ton karbon tutulduğu saha çalışması ile belirlenmiştir. Benzer koşuldaki yakındaki orman alanlarında ise ortalama 400.000 ton karbon tutulduğu hesaplanmıştır. Proje kapsamında üretim 20.000 ton yerine 10.000 ton olarak, odun ürünü miktarı ise bu durumda 6.000 ton yerine 4.000 ton olarak gerçekleşmiştir. İlk yıl için denkleştirme kredisi bu durumda:

Denkleştirme kredisi = (500.000 – 400.000) – (20.000 – 10.000) * 0,2 – (6.000 – 4.000) * 0,8

= 100.000 – 2.000 – 1.600

= 96.400 ton C

= 353.467 ton CO₂ eşd.

olarak hesaplanır.

■ Krediye konu net karbon ■ Aktivite kaçağı ■ Piyasa kaçağı



Ormanlarda Azaltım: Arazi kullanımı ve ormancılık sektöründe azaltım potansiyelinin temel kaynağı ormanlar ve ormancılıktır. Dolayısıyla bu sektörde azaltım sağlanmasının anahtarı ormanların karbon açısından daha etkin yönetiminden geçmektedir. Ormanlarda azaltımın sağlanması için genel anlamda 2 temel yaklaşımdan söz edilebilir:

İşletme ve Koruma



Sürdürülebilir Orman Yönetimi (ormanların sürdürülebilirlik çerçevesinde ekolojik prensiplere uygun biçimde işletilmesi) ile;

- Ormanlar sürdürülebilir biçimde işletildiğinde karbon stokları artabilir veya en kötü ihtimalle sabit kalır.
- Sürdürülebilir orman yönetimi sonucunda elde edilen odun ürünleri karbon havuzu zaman içinde artar ve belli seviyede korunur. Bu havuzun genişlemeye devam etmesi için zaman içinde daha uzun ömürlü odun ürünlerine yönelmek gerekmektedir.
- Odun hammaddesinin diğer hammaddelerle olan ikame faydası (*substitution benefits*) ise sürekli bir artış gösterebilir. Bunun için yine etkin bir odun hammadde kullanım stratejisi geliştirilmelidir.

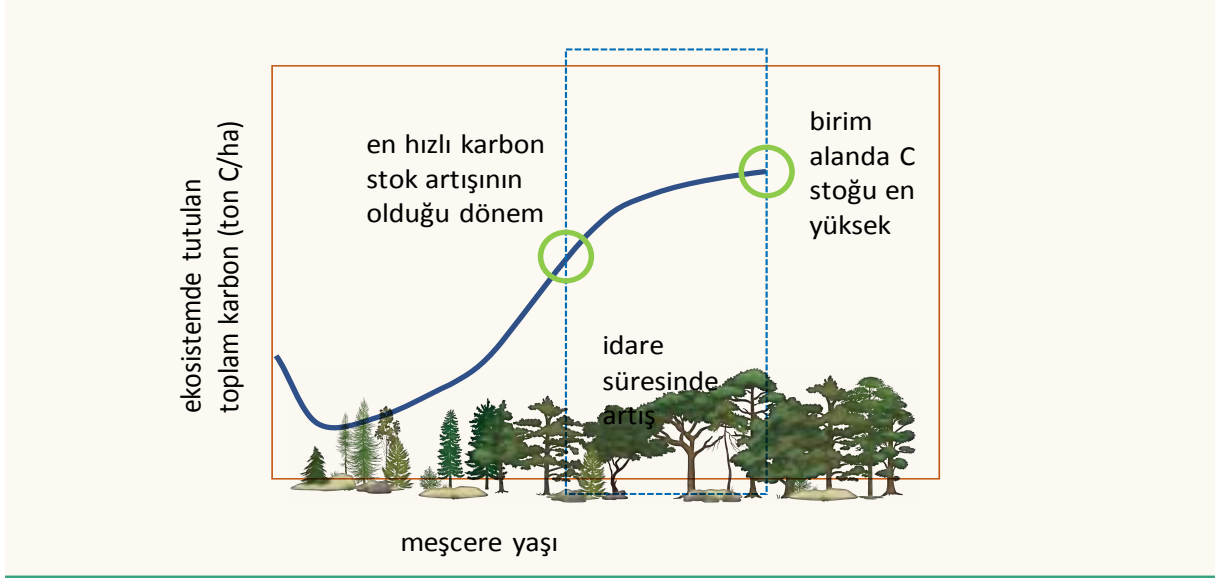


Koruma Stratejisi ile;

- Korunan alanlar (odunu üretimi yapılmayan ormanlar) zamanla artırıldığında karbon stokları da paralel olarak artar; biyolojik çeşitlilik, iklim direnci ve görsel anlamda daha üst seviye ormanlara sahip olunur.
- Üretim miktarı azalacağından odun ürünleri karbon havuzu zaman içinde daralacaktır.
- İkame faydaları işletme stratejisine nazaran daha yavaş bir artış eğilimi gösterecektir.

Karbon yönetimi açısından Türkiye ormanları için bu iki yaklaşımın dengelenebileceği hibrit bir yaklaşım düşünülmelidir. Böyle bir yaklaşımın uygulanması iklim krizi ve biyolojik çeşitlilik bakımından da eş fayda sağlayacaktır.

Karbon amaçlı orman yönetiminde idare süresinin artırılması konusunda yapılması gereken teknik çalışmanın karbon stoklarına olası etkileri Şekil 7.4'te verilmiştir. Meşcere biyokütle karbonu ilk yıllarda önceki biyokütle uzaklaştırılacağı için düşüş gösterecek, gençlik döneminde biyokütle karbonu yavaş artacak, artış hızı zamanla artacak ve tür ve ekolojik koşullara bağlı olarak en üst düzeye çıkacak (en hızlı karbon stok artışının olduğu dönem), daha sonra ise ormanda biyokütle artışı yaşlanma ile beraber yavaşlayacaktır. Meşcerede devrik veya benzeri sorunlar ortaya çıkmadan artım korunarak idare süresi bir miktar daha artırılabilirse birim alanda karbon stoku en üst seviyeye çıkartılabilir. Dolayısıyla idare süresini karbon depolama fonksiyonuna göre düzenlenmesi yerinde olacaktır.



Şekil 7.4. Ormanlarda büyüme ile karbon stoku arasındaki ilişkinin zamansal değişimi ile idare süresi artışının karbon stoklarına potansiyel etkisi. Grafik herhangi bir ağaç türü veya meşcere (orman parçası) tipini baz almamakta, ortalama durumu ifade etmektedir.



7.3. Uluslararası Örnek Mekanizmalar ve İyi Örnekler

Global çerçevede karbon emisyonlarını azaltmak için üç tür politikadan söz edilebilir:

- Doğrudan hükümet kontrolü,
- Karbon vergisi getirilmesi,
- Karbon emisyon hakları ticaret piyasası oluşturulması.

Hükümet kontrolündeki sistem ile karşılaştırıldığında, son iki yöntem piyasa tarafından yönlendirilir ve işletmelerin enerji tasarrufu yapma ve karbon emisyonlarını azaltma motivasyonunu artırma olasılığı daha yüksektir, böylece daha etkin bir azaltım çerçevesi oluşturulabilir (Atherton ve ark., 2021). Karbon vergisi yönteminde, vergi oranı nispeten sabittir ve uygulaması kolaydır, ancak toplam karbon emisyonu miktarını belirleyemez ve ayrıca uygulamada azaltma etkisi konusunda belirsizliğe sahiptir. Buna karşılık, karbon işlem piyasası, verilen karbon emisyonu azaltımı miktarı altında her bir piyasa varlığı için daha esnek bir strateji sağlayabilir (Sadayuki ve Arimura 2021).

Uygulamada, AB Karbon Emisyon Ticaret Sistemi (EU ETS), rolü ve konumu geniş çapta kabul görmüş, dünyadaki en eski karbon piyasasıdır. Ayrıca Birleşik Krallık emisyon ticareti grubu (ETG), Chicago İklim Borsası (CCX) ve California Carbon Market (CA ETS) vb. de karbon ticareti piyasasına iyi örneklerdir (Ao ve ark., 2023).

Karbon piyasalarını anlamak için CO₂'nin nasıl ölçüldüğünü ve ticaretinin nasıl yapıldığını bilmek gerekir. Standartlaştırılmış karbon birimi, genellikle t CO₂ eşd. yani "ton karbondioksit eşdeğeridir". CO₂, küresel ısınmaya katkıda bulunan atmosferdeki en yaygın sera gazlarından biridir. Hesaplama kolaylığı açısından diğer tüm gazlar CO₂'ye dönüştürülür. Bu nedenle, CO₂ eşdeğeri, farklı sera gazlarını tanımlamak için standart birim haline gelmiştir. Örnek olarak metan (CH₄), CO₂'den 25 kat daha fazla ısınma potansiyeline sahiptir, bu da 1 ton metanın 25 ton CO₂'ye eşdeğer olduğu anlamına gelir. Karbon piyasalarının temeli, düzenleyicilerin, alıcıların, komisyoncuların ve satıcıların ölçülebilir, doğrulanabilir ve izlenebilir (MRV sistemi) bir emtiyaya sahip olabilmesidir. Küresel bazda orman karbonu satıcıları genellikle gelir akışlarını çeşitlendirmek isteyen büyük orman arazisi sahipleridir.

Çok çeşitli alt varyasyonları olsa da küresel bazda karbon denkleştirmesine uygun olan üç farklı ormancılık proje türünden söz edilebilir: (1) ormanlaştırma veya yeniden ormanlaştırma, (2) ormansızlaşmanın önlenmesi ve (3) iyileştirilmiş (veya gelişmiş) orman yönetimi (IFM).

Burada ormansızlaşmadan kasıt orman örtüsünün başka bir arazi örtüsüne dönüştürülmesidir. Yangınla veya kesimle orman örtüsünün geçici süre kaldırılması ve sonrasında yeniden ormanlaştırılması, ormansızlaşma olarak ele alınmaz.

Proje geliştiricileri her üç orman projesi türünde de projenin katkısallığını (additionality) yani "BAU" senaryosundan daha fazla karbon tuttuğunu gösterebilmelidir. Ülkemizde uygulanabilecek karbon proje tiplerinden bazıları Tablo 7.1'de verilmiştir.

Tablo 7.1. Arazi kullanımı sektörüne özel, ülkemizde uygulanması olası proje tipleri (Serengil, 2020'den değiştirilerek).

Proje tipi	Açıklama	Karbon azaltım potansiyeli
AR - Ormanlaştırma/Yeniden Ormanlaştırma ¹⁶ (Afforestation/ Reforestation)	Daha önce orman bulundurmeyen bir arazide insan eliyle yapılan ormanlaştırma. Ormanlaştırma ile yeniden ormanlaştırma arasında karbon tutum oranı veya diğer özellikler bakımından bir fark bulunmamaktadır. Arazi hazırlığı ve dikim masrafları (arazi hazırlığı, fidan, işçilik vb.) nedeniyle IFM'ye göre daha düşük bir fayda maliyet oranına sahiptir, ayrıca dikilen fidanların ilk yıllarda gelişimi ve karbon tutumu düşük seyredeceği için kısa vadede karbon getirisi düşük olabilir.	Yüksek – Uzun vade
IFM - Gelişmiş Orman Yönetimi (Improved Forest Management)	Fayda maliyet oranı genellikle yüksek olan ve kısa sürede etkili karbon tutumu sağlayabilen bir proje tipidir. Genellikle üzerinde durulan yönetim uygulamaları; (1) İdare süresinin uzatılması, (2) Hastalıklı ve zayıf bireylerin uzaklaştırılmasını baz alan seçme aralama kesim, (3) Büyüme yavaşlatıcı rekabetçi çalı ve alt tabaka bireylerin uzaklaştırılması, (4) Orman içi boşlukların tamamlanması, (5) Biyokütle ve dolayısıyla karbon stoklarını artırıcı her türlü uygulama. Odun üretimi amaçlı işletilen bir ormanın korunan alan statüsüne alınarak karbonun stokunun artırılması bu kapsamda yer alabilir veya bir alt kategori olarak düşünülebilir.	Yüksek – Kısa ve orta vade
FR - Orman Restorasyonu (Restoration)	Çalı ve benzeri bitki örtüsü içeren fakat orman tanımı dışında kalan bir alanın restorasyon yoluyla ormana dönüştürülmesidir. Bozuk alanlarda verimi artırmaya yöneliktir. Baz senaryoya göre karbon stoku ve yıllık artım değerleri çeşitli yöntemlerle artırılır.	Orta – Orta vade
SGM - Sürdürülebilir Mera Yönetimi (Sustainable Grassland Management)	Mera arazisini ot verimi düzenli ve yeterli düzeyde gerçekleştirecek şekilde Doğa Temelli Çözümler gibi iyi yönetim uygulamaları ile geliştirmeye dayalı proje yaklaşımı.	Düşük – Kısa vade
PR - Turbalık Restorasyonu (Peatland Restoration)	Drenaja tabi olmuş turbalıkların restorasyonunu temel alan proje yaklaşımı. Bu sayede organik madde ayrışması kaynaklı emisyonlar azaltılabilir, karbon depolaması artırılabilir.	Orta – Kısa vade
WR - Drene Edilmiş Sulak Alanların Restorasyonu (Wetland Rewetting/ Restoration)	Daha önce drene edilmiş sulak alanların yeniden su verilerek restorasyonu. Bu konuda potansiyel belirgin değil, fakat 1960-1970'lerde binlerce hektar sulak alanın tarım amaçlı drene edildiği bilinmektedir.	Orta – Kısa vade

Paris Anlaşması öncesindeki Kyoto Protokolü deneyimi, sera gazı emisyonlarının azaltılmasında piyasa mekanizmalarının (emisyon üst sınırı olan veya olmayan ülkelerde) ek azaltma potansiyelinin harekete geçirilmesinde güçlü araçlar olduğunu göstermiştir. Bunun üzerine, Paris Anlaşması kapsamında bir çalışma başlatılmış, altı yıldan uzun süren müzakereler sonunda, 2021 Glasgow Taraflar Toplantısı'nda (COP 26), uluslararası karbon piyasa yapısını şekillendiren Madde 6 içeriği netleşmiştir.

16-Ormanlaştırma genellikle belli bir süre (30, 50 yıl veya insan ömrü kadar bir süre boyunca) orman olmadığı bilinen bir yerde insan eliyle yapılan ormanlaştırmayı ifade etmektedir. Yeniden ormanlaştırma ise daha önce orman olduğu bilinen ve bir sebeple (örn. başka kullanıma dönüşmüş, degrade olmuş) bu niteliğini kaybetmiş bir yerde yine insan eliyle yapılan ormanlaştırmayı ifade etmektedir. Doğal bitki örtüsünün gelişimi her iki tanıma da girmemektedir.

Paris Anlaşması'nın 6. maddesi, ülkelere iklim değişikliği bağlamında hem azaltım hem de uyum konularında iş birliği yapmaları için farklı seçenekler sunmaktadır. İş birliği gönüllülük esasına dayalıdır ve belirli kriterlere tabidir. Altıncı maddenin 2. paragrafı Anlaşmaya taraf ülkelerin Ulusal Katkı Beyanı (NDC) çerçevesinde azaltım hedeflerini tutturmalarına yönelik iş birliklerini düzenlerken 4. paragrafı “*karbondioksiti atmosferden uzaklaştıran ve karasal, jeolojik veya okyanus rezervuarlarında veya uzun ömürlü ürünlerde uzun süreli depolanmasını sağlayan antropojenik faaliyetler*” olarak tanımlanan azaltım faaliyetlerini düzenlemektedir. Bu azaltım faaliyetleri ormanlaştırma, yeniden ormanlaştırma, yeniden bitkilendirme, sürdürülebilir orman yönetimi, sulak alanların restorasyonu, doğrudan atmosferdeki karbondioksiti yakalama ve depolama, tarımsal ormancılık ve kentsel ormancılık olabilir.

Bir faaliyetin, Paris Anlaşması 6.4 kapsamında iş birliğine uygun olabilmesi için katkısız olması (*additionality*) ve iklim değişikliğiyle ilgili gerçek, ölçülebilir ve uzun vadeli faydalar sağlaması gerekir (UNFCCC, 2021, Ek, para 31(i)). Küresel emisyonlarda bir artışa yol açmamalıdır. Ek olarak, uygun bir faaliyet, farklı NDC uygulama periyotlarında emisyon azaltımlarının kalıcı olmaması riskini en aza indirmeli, geri dönüşleri¹⁷ tam olarak dikkate almalı, kaçak¹⁸ riskini ve olumsuz çevresel ve sosyal etkileri en aza indirmeli ve mümkün olduğunda bundan kaçınmalıdır. Yerel veya ulusal paydaş katılımı da zorunludur.¹⁹

Uluslararası mekanizmaları daha iyi anlayabilmek için öncelikle temel bazı kavramların ortaya konulması gerekmektedir. Bunlardan en temel olanı karbon fiyatlandırmasıdır. BMİDÇS web sayfasında²⁰ açıklandığı üzere karbon fiyatlandırması şu şekilde özetlenebilir:

Karbon fiyatlandırması, emisyonla bir bedel koyularak ve/veya daha az emisyon için bir teşvik sunarak sera gazı emisyonlarını engellemenin temel yöntemidir. Yaratılan fiyat sinyali sayesinde, tüketim ve yatırım modelleri değiştirilerek ekonomik kalkınma iklim değişikliği ile mücadeleyle uyumlu hale getirilmeye çalışılmaktadır. Karbon fiyatlandırması, karbon emisyonunu artıran teknolojilerin kullanımını caydırmayı, düşük karbon teknolojilerinde yatırım ve araştırma ve geliştirme çabalarını teşvik etmeyi amaçlamaktadır (Ohlendorf ve ark., 2022). Karbon fiyatlandırması, bir bakıma, karbon salımının dış maliyetlerinin yani, değişen iklim ve yağış düzenlerinin neden olduğu tarımsal veya diğer zararlar, ısı dalgalarıyla ilişkili sağlık hizmetleri maliyetleri gibi halkın ödemediği maliyetlerin kaynağına ödetilmesidir.

Karbon fiyatlandırması (*carbon pricing*) dünya genelinde politikacıların tercih etmekte isteksiz davranabileceği bir konu olsa da Paris Anlaşması'nın hedeflerine ulaşılması bakımından kaçınılmaz görünmektedir. Üstelik bunun için karbon fiyatlandırma mekanizmalarının oluşturulması da yeterli olmayıp, karbonun birim fiyatının artması gerekmektedir. Dünya genelinde vergi veya emisyon ticaret sistemi şeklinde toplam 68 karbon fiyatlandırma mekanizması operasyonel durumda olup bunlara her yıl yenileri eklenmektedir (World Bank, 2022). Dahası önümüzdeki süreçte çok yeni ve ilginç karbon düzenleme ve mekanizmalarının ortaya çıkması olasıdır. Bu konuda özel sektörün kamudan çok daha proaktif ve yaratıcı olduğu söylenebilir. Karbon emisyon ticaretinde gözlenen ilginç bir gelişme de başta orman olmak üzere doğa temelli kredilere olan talebin artışı olarak görünmektedir. Başta gönüllü piyasa olmak üzere her ortam ve ölçekte bu tip kredilerin hacmi artmaktadır.

Karbon ticaretinde arazi kullanımı ve ormancılık projeleri için olanaklar henüz sınırlıdır. EU ETS büyük endüstriyel tesislere odaklanmaktadır. Diğer bazı düzenlenmiş piyasalar (*compliance markets*) ise kısıtlamalara rağmen orman karbon kredilerinin ticaretine izin vermektedir. Örneğin, Kaliforniya ETS, ABD ve diğer ülkelerde üretilen orman karbon kredilerinin ticaretine izin verilmektedir. Yeni Zelanda ETS ise yerel ormanlarda tutulan karbon ticaretine izin vermektedir. Kısacası orman kaynaklı karbon projelerinin küresel ölçekte büyük bir kısmı gönüllü karbon piyasasına konu olmaktadır. Arazi kullanımı ve ormancılık sektöründeki fiyatlandırma seçenekleri aşağıda tartışılmıştır.

17-Geri dönüş, BMİDÇS metinlerinde herhangi bir faaliyetten kaynaklanan azaltımların insan eylemleri, doğal etkiler ve iklim değişikliği nedeniyle tersine çevrilmesi riski olarak tanımlanmaktadır.

18-Bir azaltım faaliyetinin sınırları dışında meydana gelen ancak aynı faaliyetten kaynaklandığı gösterilen emisyonlardaki artış anlamına gelmektedir.

19-Rules, modalities and procedures for the mechanism established by Article 6, paragraph 4, of the Paris Agreement, Decision 3/CMA.3, FCCC/PA/CMA/2021/10/Add.1., Ek, paragraf 31

20-UNFCCC. “About Carbon Pricing” <https://unfccc.int/about-us/regional-collaboration-centres/the-ciaca/about-carbon-pricing>

Avrupa Birliği (AB)

AB'nin 2030 azaltım hedefi sera gazı emisyonlarını 2030 yılına kadar 1990 seviyelerinin en az % 55 altına indirmek, böylece 2050'de net sıfıra ulaşmak (climate neutrality) yönündedir. Bunu 3 mekanizma ile gerçekleştirmeyi planlamaktadır: (1) EU ETS; (2) Efor Paylaşımı Düzenlemesi (ESR: Effort Sharing Regulation)²¹ ve (3) arazi kullanımı ve ormancılık sektörü. AB özellikle ormanların azaltım potansiyelini önemsemektedir; Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın ana bileşenlerinden biri olacak ve Biyoçeşitlilik Stratejisini²² güçlendirecek şekilde 2030 Orman Stratejisi'ni²³ açıklamıştır.

AB azaltım mimarisinde arazi kullanımı ve ormancılık sektörü azaltımları üye ülkeler arası emisyon denkleştirmeyi hedefleyen ESR kapsamındaki sektörlerle denkleştirilebilmekte fakat 280 Mt CO₂ eşd. ile sınırlandırılmaktadır. Bu kapsamda ulaşım, binalar, atık ve tarım sektörü emisyonları denkleştirilebilir. Ayrıca üye ülkeler için arazi kullanımı ve ormancılık sektörüne yönelik olarak 2026 ve sonrası için "no debit" kuralı getirilmiştir. Bunun anlamı tüm üye ülkelerin bu sektörde net azaltım sağlaması gerektiğidir. Yeni düzenlemede daha önceki düzenlemede dikkate alınmayan enerji üretimi amaçlı biyokütle yanma emisyonları da hesaba katılacaktır.

AB'nin temel azaltım mekanizması EU ETS olup sistem sadece enerji, sanayi ve havacılık sektörlerini kapsamaktadır. Dolayısıyla EU ETS sisteminde arazi kullanımı ve ormancılık projelerinin ticareti ve denkleştirmesi yapılmamaktadır. Bu durumda ormancılık karbon kredileri bazı kısıtlamalar çerçevesinde Kaliforniya veya Yeni Zelanda sistemlerinde ticarete konu olmaktadır (Hein ve ark., 2017).

EU ETS tüm emisyonların % 40'ını kapsamaktadır. Karbon kaçığının önlenmesi için ise Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması getirilmiştir (Mörsdorf, 2022). Bu sayede şirketlerin AB dışı ülkelerdeki tedarik süreçlerinde oluşan emisyonlar da sürece dâhil edilmiş olmaktadır. Türkiye önümüzdeki yıllarda uygulamaya koymayı hedeflediği emisyon ticaret sisteminin (TR ETS) işleme için benzer bir düzenlemeye ihtiyaç duyabilir.

Öte yandan AB kullanımı ile ilgili yeni bir düzenlemeyi hayata geçirmek üzeredir. 2023'ün ilk yarısında kabul edilmesi beklenen düzenleme "karbon tutum sertifikasyon sistemi" (*carbon removal certification scheme*) başlığı altında geliştirilecek bir sertifikasyon sistemi ile 2030 sonrasında kullanımı sektörüne yönelik bir emisyon ticaret sisteminin kurulmasını hedeflemektedir. Sertifikasyon sisteminin amacı ise "*sürdürülebilir karbon tutumunu (giderimini) genişletmek ve çiftçiler, ormancılar ve endüstriler tarafından CO₂'yi yakalamak, geri dönüştürmek ve depolamak için yenilikçi çözümlerin kullanılmasını teşvik etmek*" olup, sistem "*karbon gideriminin AB iklim politikalarına entegre edilmesi yönünde gerekli ve önemli bir adım*" olarak ifade edilmektedir²⁴. Henüz kamuoyu istişare sürecindeki düzenlemenin bazı kritik detayları aşağıda özetlenmiştir.

21-European Commission. "Effort Sharing Member States' Emission Targets" https://climate.ec.europa.eu/eu-action/effort-sharing-member-states-emission-targets_en

22-European Commission. "Biodiversity Strategy 2030" https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030_en

23-European Commission. "Forest Strategy" https://environment.ec.europa.eu/strategy/forest-strategy_en

24-European Commission. "Certification of Carbon Removals: EU Rules" https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13172-Certification-of-carbon-removals-EU-rules_en

Madde 3. Sertifikasyon için uygunluk- Karbon giderimleri, aşağıdaki koşulların her ikisini de karşıladıkları takdirde, bu Yönetmelik kapsamında sertifika almaya uygun olacaktır.

i. Madde 4-7 de belirtilen kalite kriterlerine uygun bir karbon giderme faaliyetinden üretilmiş olmaları.

ii. Bağımsız kuruluşlarca doğrulanmış olmaları.

Madde 4. Karbon giderim faaliyetinin net karbon tutum faydası pozitif olmalıdır.

Yani;

$$\text{Net karbon giderim (tutum) faydası} = CR_{\text{referans}} - CR_{\text{toplama}} - GHG_{\text{artış}} > 0$$

Burada:

CR_{referans} : Referans senaryoya göre karbon tutumu,

CR_{toplama} : Faaliyet nedeniyle sağlanan karbon tutumu,

$GHG_{\text{artış}}$: Faaliyet nedeniyle biojenik karbon havuzları dışında gerçekleşen doğrudan ve dolaylı emisyon artışları.

Denklemden tutumlar negatif, salımlar pozitifle gösterilmektedir.

Karbon muhasebesinde BMİDÇS temel envanter prensipleri (TACCC*) geçerli olacaktır.

Madde 5. Katkısalılık (additionality)

Katkısalılığın gerçekleşmesi için öncelikle faaliyetin ulusal ve AB mevzuatından kaynaklanan bir gereksesi olmamalı ve sertifikasyonun teşvikiyle gerçekleşecek olması gerekmektedir.

Madde 6. Uzun vadeli depolama (long-term storage)

Sertifikasyona konu olacak karbonun uzun dönemli tutulduğunun ve depolanması ve bunun ortaya konulması için karbon salımları izlenecek ve olası salım riskleri azaltılmaya çalışılacaktır. Ayrıca ortaya çıkabilecek salımlara yönelik sigorta mekanizmaları kullanılacaktır.

Madde 7. Sürdürülebilirlik (sustainability)

Sürdürülebilirliğin sağlanması için bir karbon giderme faaliyetinin, şu sürdürülebilirlik hedefleri üzerinde nötr bir etkisi olmalı veya eş faydalar üretmelidir: Azaltım, uyum, su ve deniz kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ve korunması, döngüsellik artırılması, kirlilik kontrolü, biyolojik çeşitlilik ve ekosistemlerin korunması.

Madde 9. Sertifikasyon (certification)

Öncelikle her ülke sertifikasyon süreçlerinde yer alan kurum ve kuruluşları AB Parlamento ve Konseyinin 765/2008 nolu Düzenlemesi** kapsamında akredite edecektir. Ayrıca Üye Ülkeler, sertifikasyon kuruluşlarının işleyişini denetleyecektir. Sertifikasyon kuruluşları, ulusal yetkili makamların talebi üzerine, Madde 9'da atıfta bulunulan denetimlerin tarihi, saati ve yeri dâhil olmak üzere, faaliyetlerini denetlemek için gerekli tüm ilgili bilgileri sunacaktır.

* Transparency (şeffaflık), Accuracy (Doğruluk), Completeness (tamlik), Comparability (karşılaştırılabilirlik), Consistency (tutarlılık)

** Regulation (EC) No 765/2008 of the European Parliament and of the Council of 9 July 2008 setting out the requirements for accreditation and market surveillance relating to the marketing of products and repealing Regulation (EEC) No 339/93 (OJ L 218, 13.8.2008, p. 30).

Özetlemek gerekirse, Düzenleme, oluşturulacak ulusal sertifikasyon sistemlerine (programlarına) dayanmaktadır. Ulusal sertifikasyon sisteminin ana omurgasını ise akredite olmuş sertifikasyon kuruluşları (*certification bodies*) oluşturmaktadır.

Bu sistemlerde de **sertifikasyon süreci** tipik olarak aşağıdaki adımları kapsamaktadır:



- Bir işletmeci veya bir işletmeciler grubu, bir sertifikasyon kuruluşuna başvuruda bulunur.
- Başvuru kabul edildiğinde, işletmeci veya bir işletmeciler grubu, sertifikasyon kuruluşuna, bu düzenlemeye uygun olacak şekilde yöntem, beklenen toplam karbon giderimi ve net karbon giderme faydası dâhil olmak üzere karbon giderme faaliyetinin kapsamlı bir tanımını sunar.
- Sertifikasyon sistemi bir doğrulayıcı ile gönderilen bilgilerin bu düzenlemeye uygunluğu denetlenir.
- Bu sertifikasyon denetiminin sonucu olarak, sistem (sertifikasyon kuruluşu), özet bir sertifikasyon denetim raporu ve bu düzenlemenin Ek-2'sinde yer alan asgari bilgileri (faaliyet adı, tipi, işletmeciler, konum, başlangıç tarihi, sertifikasyon kuruluşu, logosu, net karbon faydası, faaliyet sırasında gerçekleşen dolaylı ve doğrudan sera gazı salımları, izleme süresi, ilgili sera gazları, sürdürülebilirlik eş faydaları vb.) içeren bir sertifika düzenler.
- Bu sertifikasyon ve denetçi raporu program (sistem) tarafından incelenir ve halka açık biçimde yayınlanır.

Sertifikasyon kuruluşları bu şekilde periyodik olarak sertifikasyon süreçlerini yeniden yürüterek aynı şekilde sertifikasyon sistemine sunar.

İşletici veya bir işletmeciler grubu, belgelendirme ve yeniden belgelendirme denetimleri sırasında, özellikle faaliyet tesislerine erişim, ilgili veri ve belgeleri sağlayarak sertifikasyon kuruluşunu destekler.

Sertifikasyon programları, özellikle dâhili yönetim ve izleme, şikâyet ve itirazların ele alınması, paydaş görüşleri, şeffaflık ve bilgilerin yayımlanması, belgelendirme kuruluşlarının atanması ve eğitimi ile ilgili olarak güvenilir ve şeffaf kural ve prosedürler temelinde uygunluk sorunları, kayıtların geliştirilmesi ve yönetimi konularını kapsayacak şekilde işletilmelidir (Madde 11.2. Sertifikasyon programlarının çalışma prensipleri).

Bir sertifikasyon programı, sertifikalar, güncellenmiş sertifikalar ve sertifikalandırılan karbon giderim birimlerinin miktarı dâhil olmak üzere, sertifika süreciyle ilgili bilgileri kamuya açık hale getirmek için bir kayıt sicili (registry) oluşturmalı ve usulüne uygun olarak yürütmelidir. Bu kayıtlarda, elektronik şablonlar da dâhil olmak üzere otomatik şablonlar kullanacak ve birlikte çalışabilir olacaktır (Madde 12.1 Kayıt sistemleri).

Düzenlemenin detayları ve dokümanlar için ilgili AB komisyon web sayfası²⁵ incelenebilir.

Kaliforniya USA

Kaliforniya ARB (Air Resources Board)²⁶ Emisyon Ticaret Sistemi Orman Denkleştirme Protokolü²⁷ kapsamında ilk karbon kredisi verilmiştir.

Kaliforniya Emisyon Ticaret Sistemi'nde belli sınır emisyon değerinin üzerindeki kuruluşları kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Üst emisyon sınırı zaman içinde düşürülerek belli dönemde azaltım hedefine ulaşılması planlanmaktadır. Kuruluşlar emisyonlarının sadece belli bir kısmını denkleştirebilmektedirler (*offsetting*).

25-European Commission. "Certification of Carbon Removals: EU Rules" https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13172-Certification-of-carbon-removals-EU-rules_en

26-California Air Resources Board. <https://ww2.arb.ca.gov/about>

27-Ormanlık Projeleri Denkleştirme Protokolü. <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/compliance-offset-program/compliance-offset-protocols/us-forest-projects/2015>

Bu kısım 2025 yılına kadar % 4, 2026-30 döneminde ise % 6 olarak belirlenmiştir. Burada amaç kuruluşlara ucuz bir azaltım seçeneği sunmak olarak ifade edilmektedir. Denkleştirme emisyon azaltımı veya karbon tutumu ile gerçekleştirilebilmektedir. Program, projelerin kredi verildikten sonra en az 100 yıl boyunca karbon stoklarının izlemesini, raporlamasını ve doğrulamasını zorunlu kılarak kredilerin kalıcı olmasını sağlamaktadır. Karbon kaybını (örneğin; orman yangını, böcek ve kuraklık nedeniyle) hesaba katan prosedürler ilgili Orman Protokolü'nde belirtilmiştir. Her proje, kredilerinin bir kısmını, bu tip kayıpları telafi etmek için kullanılan bir tampon hesapta tutmaktadır. Sadece katkısallık sağlayan projeler kredilendirilmektedir.

Hesaplamalarda konservatif yaklaşım dikkate alınmaktadır. Bunun anlamı, hesaplamalarda varsayımların en olumsuz senaryoya göre yapılandırılmasıdır. Örneğin, istatistiksel belirsizliği hesaba katmak için karbon stok tahminlerine bir güven indirimi uygulanır. Bir diğer örnek; karbon kaçaklarını hesaptan düşmek için oldukça yüksek bir katsayı kullanılmasıdır. Bu, bir orman projesi kredilendirilirken birçok olası faktörün hesaba katılarak azaltıldığı anlamına gelmektedir. Orman Protokolü, periyodik, bağımsız, üçüncü taraf doğrulamalarla proje ömrü boyunca yıllık izleme ve raporlama gerektirmektedir.

Orman projelerinde karbon tutumu bir referans senaryoya göre hesaplanmaktadır. Bunun ortaya konulabilmesi için Orman Protokolü'ne uygun olarak, proje tasarımcısı, bir denkleştirme projesinin yokluğunda 100 yıl boyunca projede nelerin gerçekleşebileceğini temsil edecek şekilde referans (baz) senaryoyu ortaya koyar. Proje tasarımcısı ayrıca, proje alanındaki orman yönetimini etkileyen yasal ve mali kısıtlamaları (örneğin; orman büyümesi ve ölüm oranı, orman yönetimi çerçevesi, en iyi yönetim uygulamaları, tapu kısıtlamaları ve diğer yasal olarak bağlayıcı belgeler, üretim planları, ağaç kesme maliyetleri, üretilen odun) değerlendirir. Böylece tüm kısıtlamaları hesaba katan bir temel üretim senaryosu oluşturur. Mevcut durumun belirlenmesinde bölgeye özgü silvikültürel uygulamalar kullanılmaktadır. Temel senaryoda, proje alanına göre kalibre edilmiş, onaylanmış bir büyüme ve artım modeli kullanılarak 100 yıl boyunca tahmin edilir. Proje tasarımcısı tarafından belirlenen referans senaryo üçüncü taraf bir doğrulama kuruluşu tarafından doğrulanır ve kredi verilmeden önce ilgili Offset Proje Kayıt Sistemi tarafından gözden geçirilir.

Orman projeleri, karbonun tutulmasına ek olarak birçok ek fayda sağlamaktadır. Örneğin, daha iyi orman yönetimi, daha sağlıklı yaşam alanı ve su kaynağı sağlar, orman yangınlarından kaynaklanan önemli kayıp riskini azaltmaya yardımcı olur. Orman Protokolü geliştirilirken, onaylanmış orman projelerinden kaynaklanan emisyon azaltımlarının kalıcılığını sağlamak için orman yangınları (ve diğer dış etkenler) riski dikkate alınmaktadır. Bunun için bir Orman Tampon Hesabı oluşturulmaktadır. Bu Orman Tampon Hesabı, hesapta olmayan emisyonları (örneğin; orman yangını, hastalık veya böcek/hastalık nedeniyle biyokütle karbon stoku kaybı) telafi etmek için bir sigorta mekanizması görevi görür. Orman Protokolü'nde yer alan risk kategorileri ve yüzdeleri, Protokol'ün kabul edildiği tarihte mevcut olan en iyi ve güncel bilgilere dayanılarak geliştirilmiş olup zaman zaman da güncellenmektedir.

Bir projenin Orman Tampon Hesabı'na yıllık katkısı, finansal risk, yönetim riskleri, sosyal riskler ve doğal riskleri (orman yangını vb.) dâhil olmak üzere Orman Protokolü'nde belirtilen risk faktörlerinin yüzdesine dayalı olarak belirlenir. Her projede kendi özel koşullarına uygulanabilir risk faktörleri toplanır ve elde edilen yüzde değer Orman Tampon Hesabı'na ayrılan kredi sayısını belirler. Projeler, ortalama bir değer olarak, toplam kredilerinin % 17 ila % 19'u kadar bir miktarda Orman Tampon Hesabı'na katkıda bulunmaktadır.

2021 yılına dek orman projeleri, Orman Tampon Hesabı'na 30.836.860 kredi katkıda bulunmuştur. ABD'nin 29 eyaletinde orman projeleri geliştirilmiş olup proje koşulları (orman yangını koşulları dâhil) büyük farklılıklar göstermektedir. Şimdiye kadar, yalnızca iki proje yangın nedeniyle Orman Tampon Hesabı'nda kullanımdan kaldırıldı. Birinde projede iptal olacak seviyede toprak üstü biyokütle zarar görmüştü; diğerinde ise proje iptal olmadan Tampon Hesap'taki krediler çekilmiştir.

Yangın gibi kasıtsız bir etki gerçekleştiğinde Orman Tampon Hesabı'ndan hesaplanan emisyon kadar kredi çekilmektedir. Orman Tampon Hesabı'ndan kredi çekilirken, yangın emisyonuna ilişkin önceden bir tahminden ziyade, yangın kontrol altına alındıktan ve etkisi anlaşıldıktan sonra doğrulanmış bilgilere dayandırılır. Bir orman yangını, canlı ve ölü ağaç karbon stoklarına zarar verirse, Emisyon Üst Sınırı ve Ticareti Yönetmeliği, orman sahiplerinin 30 gün içinde komisyonu bilgilendirmesini gerektirir. Emisyon Üst Sınırı ve Ticaret Yönetmeliği uyarınca, proje geliştiricisi, olay sonrası 23 ay içinde mevcut proje karbon stoklarına ilişkin üçüncü taraflarca doğrulanmış bir tahmin sunmalıdır. Sonrasında bu tahmin komisyon personeli tarafından incelenir ve onaylanırsa

Orman Tampon Hesabı'ndan çekilecek denkleştirme kredilerinin miktarı belirlenir.

Kaliforniya Orman Karbon Denkleştirme Protokolü kapsamında önemli noktalar şunlardır:

- Projelerin uygunluğu için en başta biyokütle karbonunda artış olması gerekmektedir.
- Doğala yakın bir orman yönetimi ve sürdürülebilir dengeli bir üretim çerçevesi belirlenmelidir.
- Karbon tutumunu tersine çevirmesi riski olan durumlara yönelik değerlendirmeler ve bu durumlara yönelik tampon havuzu oluşturulmalıdır.
- Uzun dönemli izleme, doğrulama ve raporlama yapılmalıdır.
- Protokole konu olan ormancılık proje tipleri gelişmiş orman yönetimi (IFM), ormansızlaşmanın önlenmesi (AD), ve yeniden ormanlaştırmadır (R).

Yeni Zelanda

2008'de Yeni Zelanda Hükümeti, tüm önemli emisyon kaynaklarını ve sektörleri içerecek şekilde tasarlanmış bir emisyon ticaret planını yürürlüğe koymuştur. Karbon ticaret birimi Yeni Zelanda Birimi (NZU) olarak adlandırılmıştır. Bir NZU, atmosfere salınan (emisyonlar) veya atmosferden uzaklaştırılan (tutulan) bir ton karbondioksiti (CO₂) temsil etmektedir (Manley ve Maclaren, 2012). Dolayısıyla Yeni Zelanda ETS (NZ ETS) Avrupa Birliği ETS'sinden farklı olarak, yutaklardan CO₂ kredilerinin alınmasına izin vermektedir. Karbon stoklarının hesaplanmasına dâhil edilen karbon havuzları; canlı biyokütle, ölü odun ve ölü örtüdür. Toprak karbonundaki değişiklikler genellikle küçük olduğundan ve makul bir maliyetle ölçülmesi zor olduğundan toprak karbonu dâhil edilmemiştir.

NZ ETS'nin oluşturulma amacı Kyoto Protokolü'nün azaltım gereklerini yerine getirmek olduğundan orman karbonu kurallarında genellikle 1990 yılı ile ilgili farklı kurallar uygulanmaktadır (Kyoto Protokolü Madde 3.3 ile ilgili olarak). Ormanlar kuruluş tarihlerine göre "1990 öncesi" veya "1989 sonrası" olarak ayrılmaktadır. 1989 sonrası kurulan ormanların sahipleri ETS ye dâhil olmak zorunda değildir. Fakat 1990 öncesi orman olan alanların sahipleri ormansızlaşmaya gittiklerinde otomatik olarak ETS ye dâhil edilmekte ve saldıkları karbondan sorumlu tutulmaktadır. Kesim ve üretim sonrası yeniden orman oluşmasında böyle bir sorumluluk aranmamaktadır. Bu kapsamda orman karbonuna konu uygulamalar şunlar olmuştur (Carver ve ark., 2017):

- i. 1990 öncesi orman olan alanların ormansızlaşmasının önlenmesi,
- ii. 1990 öncesinde orman olan veya olmayan alanların ağaçlandırılması (AR),
- iii. İdare süresinin uzatılması ile karbon entansitesinin artırılması.

Yeni Zelanda ETS sisteminde orman karbonunun yer alması küresel ölçekte bir örnek teşkil etmekte ve sonuçları önemsenmektedir. Sistemin bir değerlendirmesi yapıldığında şu sonuçlar ifade edilmiştir (Carver ve ark., 2017):

- Orman sahipleri ETS'nin getirdiği finansal teşviklere genel anlamda rasyonel bir reaksiyon vermiştir. Ağaçlandırma ve ormansızlaşma tercihlerini karbon fiyatlarının güncel ve gelecek tahminleri yönlendirmiştir.
- Karbon fiyatının 2010'lardan sonra düşük seyretmesi yanında çevresel bütünlük (*environmental integrity*) kaygıları 2012-2015 arasındaki NZ ETS orman karbonundaki fiyat sinyaline zarar vermiştir. Bu durum ormancılık kararlarını ciddi anlamda etkilemiştir.
- Gelecek dönem için fiyatların yükselmesi ve orman karbonundaki karmaşıklığın zaman içinde giderilmesi ile daha pozitif bir yönelim beklenmektedir.

7.4. Türkiye'ye Özgü Olasılıklar

Paris Anlaşması'nın iki derece hedefini tutturabilmek amacıyla fazladan sağlanabilecek her ton karbon azaltımına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süreçte çevresel dürüstlük (*environmental integrity*), şeffaflık ve katkısallık kriterlerinin-halen uygulanan veya geliştirilebilecek - her türlü sistem veya mekanizmada gözetilmesi uluslararası kamuoyunca desteklenmesi açısından önemlidir. Öte yandan, mekanizmanın veya sistemin global standartlarla uyumluluğunun ve uluslararası geçerliliğinin sağlanması; bu sistem veya mekanizmanın uluslararası sertifikasyon sistemlerine entegre edilmesi için gerekli düzenlemelerin yapılması kritik önemdedir. Dolayısıyla geliştirilecek sistemin şeffaf ve teknik anlamda sağlam ve emisyon önleme ve tutum anlamında inandırıcı olması gerekmektedir. Bu da sistemin zaman içinde doğru yönde geliştirilmesi ile mümkündür. Örneğin Kaliforniya ETS halen etkin biçimde işleyen sistemlerden biridir.

İklim Değişikliği Başkanlığı tarafından ülkemizde bir emisyon ticaret sistemi (ETS) kurulması çalışmaları devam etmektedir. Henüz kesin olmamakla beraber kurulacak sistemin AB ETS'ye benzer şekilde enerji ve sanayi sektörlerini kapsamı beklenmektedir. Bu durumda Türkiye'nin önünde AKAKDO sektörüne yönelik iki seçenek belirlemektedir:

- i. AKAKDO tutumlarını 2030 yılına kadar sadece ulusal azaltım hedefine (NDC) yönelik kullanmak: Bu durumda ya AKAKDO mevcut azaltım oranı yeterli bulunup herhangi ek bir mekanizma düşünülmecek ya da karbon tutumunu arttırmaya yönelik karbon bazlı olan veya olmayan teşvik mekanizmaları geliştirilecek (örneğin; kişi veya kurumlara yönelik mevcut ağaçlandırma teşvik uygulamalarının geliştirilmesi).
- ii. Ulusal sisteme dahil olmasa da onunla entegre AKAKDO eylemleri bazlı bir ek sistem geliştirmek: Bu durumda bir yol haritası söz konusu olmalıdır. Bu yol haritasında ilk aşama sistemin ulusal ETS'ye entegrasyonu ile ilgili yasal düzenlemelerin yapılması ve ülkemizdeki şirketlerin emisyon denkleştirmelerinde AKAKDO karbonunu kullanabilmelerinin sağlanmasıdır. Türkiye'nin kendi ETS'sini kurması ve şekillendirmesi sürecinde bu seçenek düşünülebilir. Bu seçenek tercih edildiğinde, Türkiye'de yukarıda anlatılan Kaliforniya sistemine benzer şekilde detaylı bir sistem geliştirilmesi ihtiyacı ortaya çıkmaktadır (örneğin; şirketlerin faydalanabilecekleri AKAKDO karbon sınırı veya karbon sigorta fonu). İkinci aşamada ise sistemin global standartlarla uyumluluğunun ve uluslararası geçerliliğinin sağlanması; uluslararası sertifikasyon sistemlerine entegre edilmesine yönelik gerekli düzenlemelerin yapılması kritik önemdedir. Burada kritik olan nokta ülkemizdeki verimli orman rezervinin ve dolayısıyla proje kapasitesinin sınırlı olmasıdır.

Öte yandan incelenen emisyon ticaret sistemlerinde devlet ormanlarına karbon kredisi verilmediği görülmektedir. Bunun başlıca nedeni kamu mülkiyetindeki ormanların hâlihazırda ve genellikle koruyucu bir yaklaşımla yönetiliyor olmasıdır. Karbon projeleri esas olarak karbon stokunun en üst seviyeye çıkarılmasını hedeflediği için üretimin yüksek olduğu özel ormanları kapsamaktadır. Bu çerçevede orman yönetimindeki amacı odun üretiminden karbon tutumuna yönelmeyi hedefler. O zaman sorulması gereken başlıca soru şu olmalıdır:

Türkiye'deki orman yönetim sistemi değiştirilmek ve dönüştürülmek suretiyle ormanların daha fazla karbon tutması sağlanabilir mi?

Eğer hâlihazırda uygulanan yönetim zaten en üst veya ona yakın seviyede karbon tutumunu sağlıyorsa o zaman karbon projesi yapılmasına gerek yoktur. Ama daha fazla karbon tutma yönünde bir potansiyel varsa o zaman Türkiye'ye özgü bir orman karbonu proje ve ticaret sistemi geliştirilmelidir. Arazi gözlemleri, kapallılık ve yaş sınıfları gibi temel verilerin ormanlarda böyle bir potansiyelin olduğunu ortaya koyduğu düşünceyiz.

Öte yandan Türkiye'nin ekolojik, ekonomik ve sosyal koşulları dünyada hâlihazırda uygulanan orman karbonu mekanizmalarının Türkiye'ye uyarlanmasını zorlaştırmaktadır. Burada temel zorluklar şu şekilde sıralanabilir:

- (1) **Mülkiyet sorunu** – Türkiye'de ormanların tamamına yakını kamu mülkiyetindedir. Orman karbonu projelerinde devlet mülkiyeti beraberinde bazı sorunları getirmektedir. Bu durumun çözümü için ülkeye özgü düzenlemelere gereksinim vardır.
- (2) **Yetiştirme ortamı verim gücü** – Ülkenin genelinde topoğrafyanın dağlık, toprak derinliği ve verimin düşük olması; ayrıca yağışın düşük olması ve mevsimselliği nedeniyle ağaçlandırmanın zor ve yüksek masraflı olması bir diğer sorundur. Mevcut ormanlarda ise birim alanda artım düşüktür. Bu durum belli miktarda karbon tutumu için proje alanlarının geniş olmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu iki sorunu dikkate alan **ülkeye özgü çözümler** şunlar olabilir:



Ulusal Bir Ağaçlandırma Sertifikasyonu Sistemi – Verra²⁸ veya Gold Standart²⁹ gönüllü karbon projelerine benzer şekilde teknik altyapı oluşturularak daha düşük maliyetli bir sertifikasyon ve ticaret sistemi kurulabilir. Hâlihazırda yaygın uygulanan “şartlı bağış” ve “hatıra ormanı” mekanizmalarının geliştirilmesi ile ulusal bir sistem geliştirilebilir. Bu sistemin global standartlarla uyumlu ve uluslararası geçerliliği olan bir yapıda oluşturulması net sıfır emisyon hedefleri bağlamında önemlidir. Mevcut sisteme ek olarak:

- i. Orman Genel Müdürlüğü (OGM) ağaçlandırılan alanlarda en az 100 yıl ormansızlaşmaya izin vermeyeceğini taahhüt etmelidir ki zaten hâlihazırda pratik olarak durum bu şekildedir. Uygulama yönetmeliğinde bu taahhütün basitçe yer alması yeterli olacaktır.
- ii. Web tabanlı bir sistemde sertifikalandırılacak ağaçlandırmaların kayıt detayları ve proje dosyaları paylaşılmalıdır.
- iii. Projenin geliştiricisi ile doğrulayıcısı farklı kişi ve kurumlar olmalı ve proje periyodik olarak doğrulanmalıdır.

Sağlam bir uygulama yönetmeliği ile söz konusu sistem geliştirilebilir. Fakat burada yine iki temel sorun karşımıza çıkmaktadır. Birincisi, ağaçlandırma OGM tarafından hâlihazırda bir seferberlik halinde, hızla ve sürekli olarak uygulanmakta ve kamuoyuna duyurulmaktadır. Güçlü bir kamu ağaçlandırma istahının olduğu bir ortamda ağaçlandırma konulu karbon projelerinin temel kriteri olan katkısallığı (*additionality*) ortaya koymak oldukça zor olacaktır. İkinci olarak ise ağaçlandırmalarda ormanın kapalılığının oluşturulması ekolojik koşullara bağlı olarak 5-20 yıl arası bir süreyi alacaktır. Bu sürede tutulacak karbon oldukça düşük seviyede olacaktır. Ayrıca mevcut ağaçlandırılabilir sahalar zaten genellikle verim düzeyi düşük ekolojik ortamlardır.



Karbon Ormanları – İkinci bir seçenek olarak da mevcut ormanlarda birincil fonksiyonun karbon tutumuna dönüştürülmesini amaçlayan Gelişmiş Orman Yönetimi (IFM) uygulaması söz konusu olabilir. Burada avantaj daha geniş orman alanlarının karbon kredisine konu olabilmesidir. Bunun için geniş kapsamlı yasal bir düzenleme ihtiyacı bulunmamaktadır; zira Orman Genel Müdürlüğü tarafından mülkiyeti devlette kalmak suretiyle ürün ve hizmetin yatırımcıya bırakıldığı mevcut düzenlemeler bulunmaktadır. Bu düzenlemeler hem ağaçlandırma hem de rekreasyon amaçlı uygulamaları kapsamaktadır. Rekreasyon hizmet geliri nasıl yatırımcıya bırakılmakta ise karbon kredisinin de yatırımcıya bırakılması ihtimal dahilindedir.

Sistemin çalışma prensibi şu şekilde olabilir:

- i. OGM Orman İdaresi ve Planlama Dairesi IFM’ye konu olabilecek ormanları belirler.
- ii. Belirlenen orman parçaları için proje geliştirilir.
- iii. Proje kapsamında söz konusu orman parçasının amenajman planı güncellenir.
- iv. Doğrulama ve izleme süreçleri periyodik olarak gerçekleştirilir.
- v. Proje kapsamında tutulan karbon miktarı referans durumla (projenin olmadığı) IFM sonrası (projeli durum) karbon stok farkı kadardır.

Gelişmiş orman yönetimi kapsamında yapılabilecek uygulamalar genellikle şunlardır:

- İdare süresinin uzatılması,
- Bakım ve aralamalarla altta kalmış ve hastalıklı bireylerin uzaklaştırılması yoluyla artımın güçlendirilmesi,
- Diri örtünün temizlenmesi ile artımın güçlendirilmesi,
- Bozuk veya düşük dikili hacimdeki alanların verimli hale getirilmesi.

Bu önerilen sistem, hâlihazırda Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile UNDP tarafından yürütülmekte olan İklim Değişikliği 2030 Eylem Planı projesi kapsamında Tarım ve Orman Bakanlığı ile birlikte tartışılmakta ve geliştirilmektedir.

28-Verra. “Verified Carbon Standard” <https://verra.org/programs/verified-carbon-standard/>

29-Gold Standard. <https://www.goldstandard.org/>

7.5. Karbon Yönetiminde Fayda/Maliyet Analizi ve Şeffaflık Çerçevesi

Arazi kullanımı ve ormancılık sektörü kapsamında olası proje tiplerine yukarıda değinilmiştir. Farklı arazi kullanım tiplerinin ve azaltım alternatiflerinin yanı sıra ekosistem çeşitliliği de proje olanaklarını artırmaktadır. Sektörde proje tasarlanması ve geliştirilmesi sürecinde önemli olan hususlar şunlardır:



i. Projenin katkısallığı ve çevresel faydaları,



ii. Teknik ve hukuki olarak yapılabilirliği,



iii. Fayda-maliyet oranı.

Diğer iki konunun gerçekleştiğini varsayarsak fayda maliyet konusu aslında projenin yapılabilirliğini belirleyen temel parametredir. Zira bu durum azaltım projelerinin finansmanında kritik öneme sahiptir. Karbonun birim fiyatının zaman içinde artacağını varsayarsak, ilk etapta maliyeti düşük fakat karbon azaltım etkisi yüksek arazi kategorileri ve proje tiplerine yönelmek yerinde olacaktır. Önümüzdeki yıllarda karbon fiyatının artması ile bugün fayda-maliyet açısından uygun olmayan projeler de uygun hale gelebilir.

Ülkemizde karbonun fiyatlandırılması ve fayda maliyet analizi konularında gerek tüm sektörler bazında gerekse arazi kullanımı sektörü özelinde araştırma sayısı yok denecek kadar azdır. Arazi kullanımı sektöründe fayda maliyet analizi Kyoto Protokolü kapsamındaki Ormanlaştırma/Yeniden Ormanlaştırma (KP Madde 3.3) ve Orman Yönetimi (KP Madde 3.4) uygulamalarına yönelik olarak Bouyer ve Serengil (2017) tarafından gerçekleştirilmiştir. Sadece ağaçlandırma ve orman yönetiminin karşılaştırıldığı ve sınırlı sayıda ulusal yayına ait verinin kullanıldığı çalışmada orman yönetimi ile birim karbon tutum faydasının daha az maliyetle gerçekleştirilebildiği ortaya konulmuştur. Bu çalışmadan sonra günümüze dek Türkiye'ye özgü herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Öte yandan Dünya Bankası Ülke Raporu'nda (World Bank Group, 2022), Serengil ve Papageorgiou tarafından hazırlanan "Türkiye için Azaltım Seçenekleri" bölümünde bu konuda basit bir hesaplama yer verilmiştir. Ulusal maliyet ve veriler kullanılarak normal gelişen türle ağaçlandırma, hızlı gelişen tür ağaçlandırması ve mera restorasyonu karşılaştırılmış ve sırasıyla 106,4, 14,9 ve 1197,4 USD/t CO₂ eşd. değerleri elde edilmiştir. Buna göre fayda-maliyet yönünden hızlı gelişen tür ağaçlandırmaları normal ağaçlandırmaya göre yaklaşık 8 kat, normal ağaçlandırmalar ise mera restorasyonuna göre yaklaşık 11 kat daha fazla fayda-maliyet oranına sahiptir.

Arazi kullanımı sektöründe güncel ve kapsamlı bir fayda-maliyet analizine gereksinim vardır. Ayrıca sektörde eş faydalara ve olası problemlere de dikkat etmek gerekmektedir, çünkü ormanlar ve diğer ekosistemler insan toplulukları ile genellikle iç içe veya yakın konumdadır. Bu ormanların sağladığı farklı fonksiyonların toplumsal öneminin de göz önünde bulundurulması gerekir. Bu konu Bölüm 4'te Ekosistem Hizmetleri kapsamında ele alınmıştır. Arazi kullanımı sektöründe orman ve orman dışı proje tiplerinde birim alanda karbon depolama potansiyelleri ve tahmini fayda maliyetleri Tablo 7.2'de verilmiştir.

Tablo 7.2. Türkiye için arazi kullanımı ve ormancılık sektöründe olası proje tiplerinin diğer faydalar da gözetilerek karşılaştırılması.

Proje tipi	Yaklaşık Maliyet (USD/ha)	Yaklaşık karbon tutumu (ton C / ha)	Eş faydalar	Katkısalılık potansiyeli	Olası koruyucu önlemler (potential safeguards)
Ormanlaştırma / Yeniden Ormanlaştırma (AR)	1000-1500	0-20 yaş: 0,20 - 0,50 20+ yaş: 1,5 - 3,0	Yüksek ekosistem hizmet potansiyeli	Düşük	Meralardan dönüşümde otlatma ile ilgili sorunlar olabilir
Hızlı Gelişen Tür Ağaçlandırması	1500-2000	4 - 6	Düşük ekosistem hizmet potansiyeli	Yüksek	Genellikle sorunsuz
Gelişmiş Orman Yönetimi	100-200	0 - 2 (proje-referans)	Yüksek ekosistem hizmet potansiyeli	Yüksek	Genellikle sorunsuz
Mera Restorasyonu	150-400	İlk yıl 5 sonrasında sıfır	Yüksek kırsal kalkınma etkisi	Yüksek	Genellikle sorunsuz

İklim değişikliği ile mücadelede hesaplamaların doğruluğu Arazi Kullanımı ve Ormancılık sektörü odağında birçok kez tartışma konusu olmuştur. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde verinin ve veri elde etme sistemlerinin yetersiz olması yanında hesaplamaların açık ve net biçimde gösterilmiyor olması eleştirilmektedir. Bu konunun iyileştirilmesi ve raporlamaların daha şeffaf olması bakımından Paris Anlaşması kapsamında Artırılmış (Gelişmiş) Şeffaflık Çerçevesi (ETF) geliştirilmiştir (Bodansky, 2016).

ETF’de de Paris Anlaşması gibi temelde aşağıdan yukarı (*bottom-up*) bir çerçeve olarak tasarlanmıştır. Tasarım süreci 2015’te başlamış olup araç modaliteler, prosedürler ve yönergeleri 2018 Katowice Taraflar Toplantısı’nda (COP24) netleştirilmiş (Decision 18/CMA.1³⁰) olan ETF, aslında Kyoto Protokolü kapsamındaki ölçme, raporlama ve doğrulama sistemi (MRV) gereksinim, faaliyet ve sistemlerinin ETF’ye nasıl geçiş yapacağını ortaya koymaktadır. Örneğin, tüm raporlamalarda şeffaflık öneme vurgulanmakta hatta raporlamaların adı şeffaflığı içerecek şekilde modifiye edilmektedir (Ör. Biennial Report - BR yerine Biennial Transparency Report - BTR).

Ayrıca ETF kapsamında en geç 2024’ten başlayarak, Paris Anlaşması’nı onaylayan tüm ülkeler tek bir evrensel şeffaflık süreci izleyecektir. ETF kapsamında toplanan bilgiler, iklim değişikliği eylemlerinin ve desteğinin net bir şekilde anlaşılmasını sağlayacak ve nihai olarak Paris Anlaşması’nın uygulanmasını periyodik olarak değerlendirecek olan küresel durum değerlendirme sürecine katkıda bulunacaktır.

ETF Paris Anlaşması’nın tüm bileşenlerini kapsamaktadır. Buna önemli bir bileşen olarak Ulusal Katkı Beyanı (NDC) da dâhildir. ETF’nin kılavuz prensipleri şu şekilde sıralanabilir (18/CMA.1):

- Ülkelerin özel koşullarını tanıyarak ve şeffaflık çerçevesini kolaylaştırıcı, müdahaleci ve cezalandırıcı olmayan bir şekilde uygulayarak, BMİDÇS kapsamındaki şeffaflık düzenlemelerini geliştirmek, ulusal egemenliğe saygı göstermek ve Taraflara gereksiz yük bindirmekten kaçınmak,
- Zaman içinde iyileştirilmiş raporlama ve şeffaflığı kolaylaştırmak,
- Kapasiteleri ışığında buna ihtiyaç duyan gelişmekte olan ülke Taraflara esneklik sağlanmak,
- Şeffaflığı, doğruluğu, eksiksizliği, tutarlılığı ve karşılaştırılabilirliği teşvik etmek,

30-United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). “Decision 2/CMA.3: Adoption of the Rules of Procedure of the Conference of the Parties Serving as the Meeting of the Parties to the Paris Agreement” https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CMA2018_03a02E.pdf

- İşlerin tekrarından ve Taraflar ve sekreteryaya üzerinde aşırı yükten kaçınmak,
- Tarafların Sözleşme kapsamındaki ilgili yükümlülüklerine uygun olarak en azından raporlama sıklığını ve kalitesini korumasını sağlamak,
- Çift sayımın (*double counting*) önlenmesini sağlamak,
- Çevresel bütünlüğün (*environmental integrity*) sağlamak.

Buradan çıkarılacak önemli sonuçlardan biri MRV sistemi kapsamında ulusal ölçekte teknik kapasitenin sürekli artırılması gerektiğidir. Hem şeffaf hem de gelişmiş bir raporlama yapılması hedeflenmelidir. Bunun için de arazi kullanımı ve ormancılık sektörü özelinde:

- Arazi kullanımı altlıklarının herkese açık ve güncel şekilde geliştirilmesi gerekmektedir. Orman, tarım, sulak alan, mera, yerleşim ve diğer alanlar ve bunların alt kategorilerinin (ör. yapraklı orman, iğne yapraklı orman vb.) şimdilik 1 ha çözünürlükte zamansal değişimlerinin herkesçe ulaşılabilir olması aktivite verilerinin³¹ şeffaflığını sağlayacaktır. Ayrıca orman yangın alanlarının ve benzeri dış etken ve afetlerin de yine sayısal altlıkları kamuoyuna açık şekilde tutulmalıdır.
- Tüm arazi kullanımı bazlı çalışmaların verileri yine halka açık şekilde internet ortamında yer almalıdır. Örneğin; ormancılık üretim verileri, ormansızlaşan alanlar, restorasyona tabii alanlar vb. sera gazı hesaplamalarında kullanılacak tüm veriler erişime açık olmalıdır.
- Arazi kullanımı ve ormancılık sektöründe sera gazı hesaplamaları ile ilgili tüm verileri Kalite Kontrol ve Kalite Güvencesi (Qa/Qc) mekanizmasına tabii olmalıdır. Yani hem kurum içi hem de kurum dışı denetime tabii olmalıdır.
- Sera gazı envanter uzman sayısı artırılmalıdır.

31-Sera gazı hesaplamalarında kullanılan temel verilerden birisidir. Örneğin alan, hayvan sayısı, gübre miktarı vb.

Yedinci Bölüm Kaynaklar

- Ao, Z., Fei, R., Jiang, H., Cui, L., Zhu, Y. 2023. How Can China Achieve Its Goal of Peaking Carbon Emissions at Minimal Cost? A Research Perspective from Shadow Price and Optimal Allocation of Carbon Emissions. *Journal of Environmental Management* 325:116458. doi: 10.1016/J.JENVMAN.2022.116458.
- Atherton, J., Xie, W., Aditya, L.K., Zhou, X., Karmakar, G., Akroyd, J., Mosbach, S., Lim, M.Q., Kraft, M. 2021. How Does a Carbon Tax Affect Britain's Power Generation Composition? *Applied Energy* 298:117117. doi: 10.1016/J.APENERGY.2021.117117.
- Bodansky, D. 2016. The Legal Character of the Paris Agreement. *Review of European, Comparative & International Environmental Law* 25(2):142–50. doi: 10.1111/REEL.12154.
- Bouyer, O., Serengil, Y. 2017. Cost-Benefit Assessment of Implementing LULUCF Accounting Rules in Turkey. In: S. Erşahin ve ark. (eds.), *Carbon Management, Technologies, and Trends in Mediterranean Ecosystems, The Anthropocene: Politik–Economics–Society–Science* 15. doi: 10.1007/978-3-319-45035-3_8
- Carver, T., Patrick, D., Kerr, S. 2017. Including Forestry in an Emissions Trading Scheme: Lessons from New Zealand. Motu Working Paper 17-11, Motu Economic and Public Policy Research.
- FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. Rome.
- Hein, L., Duclaux, O., Fragu, L., Lewis, J., Roberts, P., Synhaeve, N., White, L., Zamora, A. 2017. Using Forest Carbon Credits to Offset Emissions in the Downstream Business. Prepared by the Concaawe Air Quality Management Group's Special Task Force on Cost Benefit Analysis and Externalities (STF-66) Concaawe. Brussels.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- IPCC. 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- IPCC. 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- Manley, B., Maclaren, P. 2012. Potential Impact of Carbon Trading on Forest Management in New Zealand. *Forest Policy and Economics* 24:35–40. doi: 10.1016/J.FORPOL.2010.01.001.
- Mörsdorf, G. 2022. A simple fix for carbon leakage? Assessing the environmental effectiveness of the EU carbon border adjustment. *Energy Policy* 161:112596. doi: 10.1016/j.enpol.2021.112596
- NIR Türkiye. 2023. Turkish Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2021. National Inventory Report for submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. TÜİK.
- Ohlendorf, N., Flachsland, C., Nemet, G.F., Steckel, J.C. 2022. Carbon Price Floors and Low-Carbon Investment: A Survey of German Firms. *Energy Policy* 169:113187. doi: 10.1016/J.ENPOL.2022.113187.
- Pan, Y., Birdsey, R.A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P.E., Kurz, W.A., Phillips, O.L., Shvidenko, A., Lewis, S.L., Canadell, J.G., Ciais, P., Jackson, R.B., Pacala, S.W., McGuire, A.D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S., Hayes, D. 2011. A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. *Science* 333(6045):988–93. doi: 10.1126/SCIENCE.1201609/SUPPL_FILE/PAPV2.PDF.
- Rüter, S., Matthews, R.W., Lundblad, M., Sato, A., Hassan, R.A. 2019. Harvested wood products. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1– 33.
- Sadayuki, T., Arimura, T.H. 2021. Do Regional Emission Trading Schemes Lead to Carbon Leakage within Firms? Evidence from Japan. *Energy Economics* 104:105664. doi: 10.1016/J.ENERCO.2021.105664.

- Serengil, Y. 2018. İklim Değişikliği ve Karbon Yönetimi - Tarım/Orman ve Diğer Arazi Kullanımları. UNDP.
- Serengil, Y., 2020. Karbon Sertifikalandırma Sistemi Kavramsal Mimari Raporu. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kapsamında Karbon Sertifikalandırma Sisteminin Kavramsal Mimarisinin Geliştirilmesi ve İlgili Sivil Toplum Kuruluşlarının Güçlendirilmesi Projesi. 30 sayfa, İstanbul.
- Tahvonen, O., Rautiainen, A. 2017. Economics of Forest Carbon Storage and the Additionality Principle. *Resource and Energy Economics* 50:124–34. doi: 10.1016/J.RESENEECO.2017.07.001.
- Weatherall, A., Nabuurs, G-J., Velikova, V., Santopuoli, G., Neroj, B., Bowditch, E., Temperli, C., Binder, F., Ditmarová, L., Jamnická, G., Lesinski, J., La Porta, N., Pach, M., Panzacchi, P., Sarginci, M., Serengil, Y., Tognetti, R. 2021. Defining Climate-Smart Forestry. In: Tognetti, R., Smith, M., Panzacchi, P. (eds) Climate-Smart Forestry in Mountain Regions. Managing Forest Ecosystems, vol 40. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80767-2_2
- Winkel, G., Lovrić, M., Muys, B., Katila, P., Lundhede, T., Pecurul, M., Pettenella, D., Pipart, N., Plieninger, T., Prokofieva, I., Parra, C., Pülzl, H., Roitsch, D., Roux, J-L., Thorsen, B.J., Tyrväinen, L., Torralba, M., Vacik, H., Weiss, G., Wunder, S. 2022. Governing Europe's Forests for Multiple Ecosystem Services: Opportunities, Challenges, and Policy Options. *Forest Policy and Economics* 145:102849. doi: 10.1016/J.FORPOL.2022.102849.
- World Bank. 2022. State and Trends of Carbon Pricing 2022. State and Trends of Carbon Pricing. Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/37455>
- World Bank Group. 2022. Türkiye Country Climate and Development Report. CCDR Series. Washington, DC: World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/37521> License: CC BY 3.0 IGO.

8. Sonuç: Yutak Alanların Artırılması ve Yönetilmesi için İmkân ve Kısıtların Değerlendirilmesi ve Öneriler

8.1. İklimsel İmkân ve Kısıtlar

İklimsel dinamikler, ekosistemlerin doğal yutak alanları olarak karbon bağlama ve salımı gibi potansiyellerini etkileyen ana unsurlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun en belirgin sonuçları olarak karşımıza sulak alanların kuruması, orman alanlarının azalması ve arazi bozulumu çıkmaktadır. Türkiye iklimini ve iklim değişikliğini bu çerçevede de ele almak gerekmektedir.

Türkiye'nin iç bölgeleri büyük oranda karasal iklimin hakim olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerdir. Özellikle İç Anadolu Bölgesi'nde Konya Ovası ve Nallıhan Yöresi; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Siverek, Şanlı Urfa ve Ceylanpınar ile Türkiye-Suriye sınır arasında kalan ve Suriye Çölü'nün Türkiye'ye doğru kuzey uzantısını oluşturan bölümü; Doğu Anadolu'da Iğdır Yöresi Türkiye'nin en kurak yerleridir. Bu bölgelerde biyokütle artımı düşük olduğu için karbon bağlama kapasitesi de oldukça sınırlıdır. Ayrıca kuraklığı bağlı olarak arazi bozulumu sonucunda karbon salımı gibi dinamikler de oldukça etkindir.

Bu kurak ve yarı kurak bölgenin önemli bir kısmı (Bölüm 5.4'de de açıklandığı üzere) orman yetişmesi için uygun iklimsel şartlara sahip değildir. Öte yandan iklim değişikliği bu bölgelerdeki şartların büyük oranda daha da kötü olacağını göstermektedir. Türkiye'de ve onu çevreleyen bölgelerde (genel olarak Balkanlar ve Orta Doğu bölgesini içeren Doğu Akdeniz Havzası) gözlenen iklim değişikliği ve değişkenliğine ilişkin çalışmalar Akdeniz havzasındaki birçok ülkeyle birlikte gelecekte Türkiye'nin de iklim değişikliğinden olumsuz etkileneceğini göstermektedir. Halihazırda ısınma eğilimlerinin genel olarak Akdeniz Bölgesi'nde egemen olduğu, ilkbahar ortalama hava sıcaklıklarının birkaç istasyon dışında, Türkiye'nin çok büyük bölümünde artma eğilimi gösterdiği, Ege, Akdeniz, Marmara, İç ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde kuraklaşma eğiliminin arttığı (Bölüm 2.5.), ortalama maksimum ve minimum hava sıcaklıklarında gözlenen artışlarla bağlantılı olarak, Türkiye'de don olayı, yaz ve tropik gün sayıları gibi ekstrem hava ve iklim olaylarının şiddet, sıklık ve sürelerin değiştiği bilinmektedir.

Bu değişiklikler **sulak alanlar ve ormanlar başta olmak üzere doğal ekosistemlerimizin yutak kapasitesinin azalmasına** sebep olacaktır. Öte yandan gerekli tedbirler alınmadığı takdirde **arazi bozulumu gibi süreçleri hızlandırarak karbon salımını artıracaktır**. Daha kurak hale gelen bir iklim ağaçlandırma gibi faaliyetlerle karbon bağlanması gibi yutak alan artırma çalışmalarını da daha verimsiz hale getirecektir.

8.2.Orman Ekosistemlerinin Durumu ve İhtiyaçları

İklim değişikliğinin Türkiye'deki orman ekosistemlerini gerek dağılımlarında yaşanacak daralma gerek ekosistem yapısında görülecek bozulma ile olumsuz yönde etkileyeceği bilinmektedir. Oysa sağladıkları ekosistem hizmetleri ile orman ekosistemleri iklim değişikliğine uyum için oldukça önemlidir.

İklim değişikliğinin etkilerine karşı orman ekosistemlerinde yönetim ve uygulama kapsamında geleceğe yönelik önlemler alınmalıdır. Artan sıcaklıklarla beraber yangına hassas orman alanlarının, biyotik ve abiyotik zararların, istilacı yabancı türlerin girişinin artması, gençliğin azalması gibi orman ekosistemlerini etkileyen birçok olumsuz etki beklenmektedir.

İklim değişikliğinin etkilerine ek olarak daha çok odun üretimine odaklanan ormancılık uygulamaları, ormanlardaki türlerin iklim değişikliğine karşı verdikleri tepkilerin ve kırılma noktalarının farklılığı, ormanlarda toprak, eğim, bakı, yükselti gibi mikro iklimi etkileyen ekolojik faktörlerin değişkenliği ormanların iklim değişikliğine uyumunu zorlaştırmaktadır. Ek olarak aralama gibi silvikültürel önlemlerin orman içine ulaşan yağış, ışık ve sıcaklık ile ağaç başına düşen su miktarını değiştirebilmesi, ormanların uyumunu olumlu ya da olumsuz olarak etkileyebilmektedir.

Orman ekosistemlerinin uyum kapasitesinin artırılması için alınması gereken bazı tedbirler aşağıda açıklanmıştır:

- 

- **Orman yangınlarıyla mücadele:** Önleyici tedbirler, yangınların çıkmasını önlenmesi ve/veya kısa sürede müdahale gibi
- 

- **Biyotik ve abiyotik zararlılarla mücadele:** İzleme çalışmaları, biyolojik mücadele, dirençli ağaçların seçilmesi ve islah edilerek ağaçlandırma ve ormanlaştırma çalışmalarında bunların kullanılmasının sağlanması, tek türden oluşan ormanlardan kaçınmak ve sağlıklı ağaçları ormanlardan uzaklaştırma
- 

- **İstilacı yabancı türlerle mücadele:** Karantina uygulamaları ve izleme, farkındalığın artırılması
- 

- **Ormanların gençleştirilmesi:** Ağaç islahı çalışmaları ile gelecekteki iklim koşullarına daha iyi uyum sağlayan genetik materyal oluşturulması ve islah çalışmaları
- 

- **Silvikültürel müdahaleler:** Ormanlardaki yerelliği dikkate alarak karışık ormanları destekleme ve meşcere dayanıklılığını koruma
- 

- **Altyapıda alınacak önlemler:** Depo ve fidanlık yer seçimlerinde sel ve taşkın riskinin göz önünde bulundurulması ve
- 

- **Orman yönetimi:** Bozulmuş ormanların onarımı ve iyileştirilmesi, iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin amenajman planlarına entegrasyonu

İklim değişikliğine uyum konusunda ormanlarda yukarıda bahsedilen yapılabilecek eylem ve önlemlere ek olarak **orman tabanlı uyum** kavramının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. IPCC Altıncı Değerlendirme Raporu'nda (IPCC, 2022) mikro iklim düzenlemesi, artan yeraltı suyu beslemesi, iyileştirilmiş hava ve su kalitesi, azaltılmış toprak erozyonu ve iyileştirilmiş ve iklime uyarlanmış yollar da dâhil olmak üzere orman temelli çözümlerin ekosistemlerin iklim değişikliğine uyum sağlama kapasitesini desteklediğine dair güçlü kanıtlar olduğu ifade edilmektedir.

Yutak alan miktarına ek olarak ormanlardaki artımın da artırılması ve aynı zamanda odun üretimi ve yangınlar gibi nedenlerle oluşan karbon kayıplarının da önlenmesi gerekmektedir. Ayrıca karbon stoklarının yüksek olduğu ormanların korunması da diğer bir yaklaşımdır. Kısaca artırma, kaçınma ve koruma olarak üç ayaklı bir yaklaşım uygulanabilir. Aşağıda bu yaklaşım ve ön plana çıkan uygulama önerileri verilmiştir:



Artırma:

- Ağaçlandırma, ormanlaştırma ve yeniden ormanlaştırma
- Ağaçlandırmada kullanılacak ağaç türünün ve dikim aralığının seçimi
- Orman alanlarındaki özel ağaçlandırma ve gelir getirici türlerle ağaçlandırmaların sınırlandırılması
- Ekosistem onarımı (restorasyon) ve verim artışı için iyileştirme (rehabilitasyon)
- Ölü örtü, ölü odun ve toprak organik karbon havuzlarındaki birikimi artırma



Kaçınma:

- Ormansızlaşma ve arazi kullanım değişikliklerini önleme
- Aşırı odun üretiminin önlenmesi
- Orman yangınlarının önlenmesi



Koruma:

- İdare süresini uzatma ve korunan alan miktarını artırma

Ağaçlandırma çalışmalarıyla orman alanlarının genişletilmesi olanağı oldukça sınırlıdır. Ancak tarım alanları içinde rüzgâr perdeleri, hayvanlar için gölgelik gibi amaçlarla ağaçlandırmalar yapılarak az da olsa ağaçlı alanlar oluşturulabilir. Akarsu kenarı ağaçlandırmaları da su sıcaklığının azaltılması ve taşkınların önlenmesi açısından önemlidir. Tarım topraklarının toplulaştırılması çalışmalarında bazı alanlarda ağaçlandırmalar yapılması, hem biyolojik çeşitlilik hem de karbon depolanması açısından değerlendirilmelidir. Ancak günümüzdeki arazi toplulaştırması uygulamalarında tarla sınırlarındaki ağaçlar kaldırıldığı için tarım alanlarındaki ağaç varlığı da azalmaktadır.

8.3. Ekosistem Hizmetleri: Ormanların Sağladığı Diğer Faydalar

Ekosistem hizmetleri, dünya üzerindeki ekosistemlerin insanlara ve diğer canlılara sağladığı ürün ve hizmetlerin tamamını tanımlar.

Ekosistem hizmetleri ile ilgili temel çalışma olarak kabul edilen Costanza ve ark. (1997)'na göre dünyadaki tüm ekosistemler, yani doğanın sağladığı tüm hizmetler, 1 milyardan fazla insanın yaşamını doğrudan desteklemektedir. Costanza ve ark. (1997), dünya üzerindeki ekosistemlerin sağladığı 17 farklı hizmetin her yıl küresel ekonomiye ortalama en az 33 trilyon Amerikan doları bir katkı sağladığını göstermiştir. Costanza ve ark. (2014) aynı çalışmayı 2011 yılı verileriyle güncellediğinde genel olarak ekosistem hizmetlerinin tahmini değerini yılda 125 trilyon Amerikan doları olarak belirlemiştir.

Orman ekosistem hizmetleri iklim değişikliğine uyum ve azaltım açısından oldukça önemli fırsatlar sunmaktadır. Ekosistem hizmetleri dört ana başlık altında toplanmaktadır (MEA, 2005):

1. Tedarik hizmetleri,
2. Düzenleyici hizmetler,
3. Kültürel hizmetler ve
4. Destekleyici hizmetler.

Orman ekosistem hizmetlerinin sosyal ve ekonomik önemini vurgulayan birçok çalışma ve küresel süreç bulunmaktadır (UNDESA, 2019):

- Dünyada 1,6 milyar insan odun, gıda, yakıt, istihdam ve barınak için ormanlara bağımlıdır (Tedarik Hizmeti)
- Dünyadaki tatlısu kaynaklarının % 75'i ormanlarla kaplı su havzalarından gelir (Düzenleyici hizmet)
- Doğa tabanlı turizm, küresel turizm pazarının % 20'sini oluşturur (Kültürel hizmet)
- Toprak oluşumunun değeri, yıllık 17,1 trilyon Amerikan doları olarak öngörülmekte ve ekosistemlerin sağladığı en değerli fayda olarak kabul edilmektedir (WRI, 2007) (Destekleyici Hizmet)

Son yıllarda konuyla ilgili yapılan küresel ve ulusal çalışmalarda ekosistem hizmetlerinin doğal kaynakların planlanması süreçlerine nasıl entegre edilebileceği çalışmaları önem kazanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda üretilen bilgi, ormancılık, tarım, doğa koruma, balıkçılık, turizm ve diğer sektörlerle ilgili karar alma süreçlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Türkiye'de orman ekosistemlerinin yönetilmesi için hayata geçirilen **"Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Planlama" yaklaşımı, ormanların odun üretimi odaklı yönetilmesi anlayışının bırakılıp ormanın bir ekosistem olarak ele alınmasına ve bu çerçevede farklı tipteki fonksiyonlarının (ekosistem hizmetlerinin) tanımlanıp buna göre yönetilmesine fırsat sağlamaktadır.** Bu yaklaşım, orman ekosisteminin bir bütün olarak yönetilmesine ve farklı açılardan öncelikli unsurlarının da korunmasına imkân vermektedir. Ormanların sağladığı ekonomik, sosyal ve kültürel fonksiyonları gözeterek şekilde hayata geçirilen bu planlama yaklaşımı, ormanların içinde ve civarında yaşayan insanların ihtiyaçlarının da gözetilmesine olanak sağlamaktadır.

Ormanların odun üretimi ve karbon tutma için yönetilmesi ile ilgili değerlendirmelerde ormanların sağladığı **diğer faydalara zarar vermeyecek ve onlarla uyumlu çözümlere ihtiyaç** vardır. Bu faydaların sürdürülebilir yönetimi için en iyi araç, orman ekosistem hizmetlerinin planlanması ve sürdürülebilir yönetimidir. **Ekosistem hizmetlerinin çok sektörlü ve çok ölçekli bir planlama yaklaşımı ile orman yönetim planlarına entegre edilmesi toplumsal refah, kalkınma ve bundan faydalanan farklı sektörlerin devamlılığı için kaçınılmazdır.**

8.4. İklim Krizi ve Biyolojik Çeşitlilik Krizi Etkileşimi

Biyolojik çeşitlilik, ya da kısaca biyoçeşitlilik genetik materyalden, türlerin içinde barındığı cansız çevreyi de içeren ekosistemlere kadar geniş bir yelpazede değişen farklı düzeylerde ele alınabilir. Genellikle biyolojik çeşitlilik kavramı dar bir çerçevede türlerin sayısı olarak ele alınmakla birlikte genetik, tür, ekosistem ve ekolojik süreçler çeşitliliği olarak ele alınmalıdır. Bugüne kadar yapılan araştırmalar sonucunda yaklaşık 2 milyon tür adlandırılarak bilim dünyasına tanıtılmıştır. Ancak bu sayı yeryüzünün tahmin edilen tür zenginliğinin küçük bir kısmıdır. Yapılan son tahminlere göre dünyadaki toplam tür sayısı 9 milyon civarındadır. Dünya üzerinde tür zenginliği her coğrafyada aynı değildir. Genel olarak bol yağışlı tropikal bölgelerde bu sayı en yükseğe ulaşır. Kutuplara yakın, soğuk veya fazlasıyla kurak bölgelerde ise kaydedilmiş tür sayıları oldukça düşüktür.

Günümüzde bütün bu zenginliğin ciddi tehlike altında olduğuna dair elimizde birçok kanıt var. 2019 yılında Birleşmiş Milletler tarafından hazırlanan rapora göre, birçoğu birkaç on yılda ortadan kalkacak, 1 milyonu aşkın bitki ve hayvan türü yok olma tehdidi altındadır. Son yüzyıl içinde yeryüzündeki canlı popülasyonlarının büyüklükleri, yani nüfusları en az % 20 oranında azalmıştır. Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından yapılan bir çalışmaya göre çiftyapımlı (Amphibia) türlerin % 40'ı, resif oluşturan mercan türlerinin üçte biri ve deniz memelilerinin % 35'i tehlikededir.

Diğer ılıman kuşak ülkeleriyle karşılaştırıldığında Türkiye, 11.840 damarlı bitki taksonu, ~1.500 omurgalı ve ~19.000 omurgasız tür kaydı ile biyolojik çeşitlilik açısından zengin bir ülkedir. Ancak, ülkemizin tür envanter çalışmaları tamamlanmadığından, eldeki verilerin yetersizliği nedeniyle gerçek zenginliğimiz bilinmemektedir. Bilimsel tahminler ülkemizde bitki, hayvan ve diğer canlı gruplarına ait, çoğu henüz keşfedilmemiş toplam ~100.000 tür olduğu yönündedir.

Ülkemizin biyolojik çeşitliliği denince özellikle bitki zenginliği ve endemik bitki türü sayısının çokluğu ön plana çıkmaktadır. Ancak bunun yanı sıra küçük memeli, içsu balığı ve kelebek tür gruplarındaki endemizm ve ekosistem zenginliğinin de önemli olduğunu vurgulamak gerekir. Canlı grubuna göre değişiklik göstermekle birlikte endemik türlerimizin Batı Toroslar, Doğu Toroslar, Anadolu Çaprazı hattı, Kaçkar Dağları ve Hakkari-Van bölgesindeki dağlık kesimlerde yoğunlaştığı söylenebilir.

Bu kadar hızlı biyoçeşitlilik kaybının bir başka sonucu olarak ekosistemlerin basitleşmesi, işlevsel çeşitliliğin azalması ve önemli ekosistem işlevlerinin yitilmesi söz konusudur. Örneğin büyük otçulların ortadan kalkmasıyla orman ekosistemlerinde şiddetli yangınlar daha sık görülür ve sistem daha kararsız hale gelirken, böcek çeşitliliğinde azalma da tozlaşma ve besin döngüsü gibi temel ekosistem işlevlerinin kaybolmasına yol açabilir. Bu yüzden iklim krizi ve biyolojik çeşitlilik krizi birlikte ele alınmalı, yapılacak çalışmalarda her iki kriz için de eş fayda sağlayacak etkinliklere ağırlık verilmelidir.

Aralık 2022'de Kanada'da yapılan Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi 15. Taraflar Konferansı sonucu olarak alınan bir dizi önemli kararın önümüzdeki on yılda önemli yansımaları olması beklenmektedir. **Bozulmuş ekosistemlerin onarımı bu hedefler arasında belki başarılması en mümkün hedeftir.**

Ekosistem onarımı çalışmaları hem biyolojik çeşitlilik hem de iklim krizine hizmet edecek nitelikte düzenlenebilir potansiyeline sahiptir. **Bu yüzden geleneksel ağaçlandırma çalışmaları yerine karbon bağlama fonksiyonunu da göz önünde bulunduran ekosistem onarımı çalışmalarına ağırlık vermek gerekmektedir.** Ekosistem onarımı, herhangi bir sebepten tahrip olmuş bir alanın, tür kompozisyonu, yapısal özellikleri, ekosistem dinamikleri ve ekosistem hizmetleri açısından orijinal haline dönüştürülmeye çalışılması olarak tanımlanabilir. Kamuoyu, hatta birçok uzman ekosistem onarımı denince ekosistemin bütün bileşenlerini göz önünde bulunduran bütüncül bir yaklaşım yerine sadece ağaçlandırma çalışmasını algılayabilmektedir. Bu süreçle ilgili bazı temel bileşenleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- İlgili ekosistemi olumsuz etkileyen girdilerin azaltılması
- Ekosistem yönetiminin iyileştirilmesi
- Ekosistem işlevlerinin geliştirilmesi
- Doğal iyileşme sürecine destek olunması

Biyolojik çeşitlilik krizi ve iklim krizinin birlikte ele alınması gereken diğer bir önemli konu da yutak alan oluşturma amacıyla yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında biyolojik çeşitlilik açısından önemli alanlardan kaçınılması olacaktır. Bölüm 5.4'te Türkiye'de ağaçlandırma açısından uygun yerlerin belirlenmesi ile ilgili bir çalışma ortaya konmuştur. Bu çalışma kapsamında iklim açısından uygunluğun yanı sıra biyolojik çeşitliliğe olumsuz bir etkiye bulunulmaması da göz önünde bulundurulmuştur.

8.5. Politika, Mevzuat ve Yönetmelik İmkân ve Kısıtlar

Ormanların iklim değişikliği açısından taşıdığı önemle birlikte iklim değişikliğiyle mücadele ve ormanların iklim değişikliğine uyumu konusunda geliştirilecek olan politikaların ve mevzuatın bu temellerle uyumlu olması zorunluluğu bulunmaktadır. Gerek dünya genelinde gerekse Avrupa Birliği boyutunda ormanların iklim değişikliği ile ilişkileri kapsamlı biçimde ele alınmaktadır. Bu ilişkiler büyük ölçüde iki ana hat üzerinde şekillenmektedir:



1. Orman ekosistemlerinin iklim değişikliğinin etkilerinden en az zararı görmesinin sağlanması (uyum),
2. Ormanların karbon depolama kapasitelerinin güçlendirilmesi yoluyla iklim değişikliğiyle mücadeledeki rollerinin güçlendirilmesi (ormanların karbon depolaması).

Türkiye’de **bugüne kadar hazırlanan ulusal ormancılık politika belgeleri uyum konusunda bazı önlemler içeriyor olmakla birlikte ormanların karbon depolaması konusunda son derece yetersizdir.** Türkiye, 2021 yılında Roma’da gerçekleşen G20 Liderler Zirvesi sırasında 2053 yılında net sıfır karbon hedefini açıklamıştır. Bu hedefe ulaşılabilmesi için bir yandan sera gazı emisyonlarının azaltılması diğer yandan da sera gazı yutaklarının kapasitesinin olabildiğince artırılması gerekmektedir. Ormanlar, sera gazı yutağı olarak en önemli paya sahip karasal ekosistemlerdir. **Ormanlarda tutulan karbon miktarında son yıllarda yaşanan düşüşün tersine çevrilmesi için ulusal ormancılık politikalarında kapsamlı değişikliklerin yapılmasına gereksinim bulunmaktadır.**

Her ne kadar genel anlamda Türkiye’de orman alanları artıyor olsa da Bölüm 3’te de bahsedildiği gibi hem ormansızlaşma (orman alanlarının farklı arazi kullanım türlerine dönüşümü) hem de orman bozulması (ormanların ekolojik niteliklerinin bozulması) açısından sorunlar yaşandığı da bilinmektedir. Hem TOB hem de OGM’nin stratejik planlarının süresi 2023 yılında dolmaktadır. Bu planların yenilenmesinde, öncelikle yöntem değişikliğine gidilmeli, çok taraflı, katılımcı ve şeffaf bir süreç oluşturulmalıdır. Söz konusu planlarda, **iklim değişikliğinin orman ekosistemleri üzerindeki etkilerini azaltmaya ve bu etkilere uyum sağlamaya yönelik hedeflerle birlikte ormanların karbon depolaması açısından rolünü de net şekilde ortaya koyan hedefler** yer almalıdır. Plan dönemleri içerisinde ormanlar tarafından tutulacak karbon miktarlarının ne düzeyde artacağı ve bu artışların hangi yöntemlerle sağlanacağı açıkça tanımlanmalı, bu artışların izlenmesi ve değerlendirilmesi açısından somut performans göstergeleri ortaya konulmalıdır.

Diğer yandan, korunan orman alanlarını yönetmekle sorumlu olan Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü’nün de bu alanlarla ilgili ulusal planlama çalışmalarına başlaması, bu çalışmalarda korunan orman alanlarının iklim değişikliği açısından durumunu ortaya koyarak, geleceğe dönük hedef ve stratejileri şekillendirmesi gerekmektedir. Planların hazırlanması kadar önemli bir diğer konu da söz konusu plan hedeflerini sağlamaya dönük uygulama adımlarının atılması ve bunların sonuçlarının izlenmesidir. Planları uygulamaya aktarmak ve sonuçlarını izlemek konusunda yaşanan sorunlar giderilmelidir.

Ormancılık mevzuatının da hem uyum hem de ormanların karbon depolaması konusunda yetersiz olduğu söylenebilir. Orman Amenajmanı Yönetmeliği’nde yer alan ve ulusal ormancılık mevzuatında iklim değişikliği ve ormanların karbon depolamasına atıf yapan herhangi bir madde ya da hüküm bulunmamaktadır. Mevzuatta bu terimlerin doğrudan kullanılması elbette zorunlu değildir. Ancak, mevzuatın hiç değilse orman ve korunan orman alanlarını artırmak ve bu yolla karbon döngüsüne yapılan katkıyı çoğaltmak açısından somut yaklaşımlar ortaya koyması ve iklim değişikliğinin bu alanlardaki olumsuz etkilerine karşı alınması gereken önlemleri net bir şekilde tanımlaması beklenir.

Türkiye’de gerçekçi bir ağaçlandırma eylem planına gereksinim duyulmaktadır. Bu eylem planının, bir yandan güncel arazi kullanım durumu ve sosyo-ekonomik koşulları dikkate alarak, diğer yandan da ekolojik dengeleri hesaba katarak Türkiye’de ağaçlandırma yoluyla ormanlaştırılması olanaklı potansiyel alanları ortaya koyması ve bu alanlarda yürütülecek çalışmaları planlaması gerekmektedir.

Detaylı bir analizde pek çok alt başlığa ayrılabilir olan mevzuat değişikliklerini üç ana grupta toplamak olanaklıdır:

- 1) Doğrudan orman alanı azalmasına yol açan yasal düzenlemeler kaldırılmalıdır.
- 2) Orman alanlarının ormancılık dışı kullanımlara tahsisi konusu hızlıca gözden geçirilmelidir.
- 3) OY ve MPY başta olmak üzere ulusal ormancılık mevzuatında iklim değişikliği ve ormanların karbon depolaması konularının yer alması sağlanmalıdır.

Belirtilen mevzuat değişiklikleri, ulusal politika belgelerinin hazırlanmasında olması gerektiği gibi ilgili tüm paydaşların katılımıyla sağlanan ulusal bir uzlaşmaya dayanmalıdır.

8.6. Sürdürülebilir Arazi ve Orman Yönetimi Çerçevesinde İmkân ve Kısıtlar

Karbon piyasalarında talep giderek “biyotik karbon” tutumunu baz alan projelere kaymaktadır. Bu projelerde karbon tutumu yanında iklim değişikliğine uyumu güçlendiren eş faydaların olması, kırsal kalkınmayı, doğal ekosistemleri ve biyolojik çeşitliliği iyileştirme potansiyeli taşımaları da etkili olmaktadır. Türkiye gibi ağaçlandırma ile karbon bağlama potansiyeli nispeten düşük olan ülkelerde AKAKDO sektörü kapsamında değerlendirilebilecek birçok alternatif uygulama bulunmaktadır. Geliştirilen projelerin uluslararası kamuoyunda desteklenmesi için çevresel dürüstlük (*environmental integrity*), şeffaflık ve katkısallık kriterlerinin gözetilmesi önemlidir. Global standartlara uyumluluk ve uluslararası sertifikasyon sistemlerine entegrasyon konusunda gerekli düzenlemelerin yapılması kritik önemdedir.

İklim Değişikliği Başkanlığı tarafından hazırlıkları sürdürülen emisyon ticaret sistemi (ETS) kapsamında ise Türkiye'nin önünde AKAKDO sektörüne yönelik iki seçenek belirmektedir:

- i. AKAKDO tutumlarını 2030 yılına kadar sadece ulusal azaltım hedefine (NDC) yönelik kullanmak,
- ii. Ulusal sisteme dahil olmasa da onunla entegre AKAKDO eylemleri bazlı bir ek sistem geliştirmek

Türkiye'nin ekolojik, ekonomik ve sosyal koşulları dünyada hâlihazırda uygulanan orman karbonu mekanizmalarının uyarlanmasını zorlaştırmaktadır. Burada temel zorluklar şu şekilde sıralanabilir:

- (1) **Mülkiyet sorunu** – Türkiye’de ormanların tamamına yakını kamu mülkiyetindedir. Orman karbonu projelerinde devlet mülkiyeti beraberinde bazı sorunları getirmektedir.
- (2) **Yetiştirme ortamı verim gücü** – Ağaçlandırmanın topografya, yağış rejimi gibi nedenlerle yüksek masraflı ve mevcut ormanlarda karbon tutma miktarının düşük olması da diğer sorun alanlarıdır.

Bu iki sorunu dikkate alarak **Ulusal Bir Ağaçlandırma Sertifikasyonu Sistemi ve Karbon Ormanları ülkeye özgü çözümler** olarak değerlendirilebilir.

Ulusal Bir Ağaçlandırma Sertifikasyon Sistemi’nde Verra³² veya Gold Standart³³ gönüllü karbon projelerine benzer şekilde teknik altyapı oluşturularak daha düşük maliyetli bir sertifikasyon ve ticaret sistemi kurulabilir. Bu sistemin global standartlarla uyumlu ve uluslararası geçerliliği olan bir yapıda oluşturulması net sıfır emisyon hedefleri bağlamında önemlidir. Karbon Ormanları bağlamında mevcut ormanlarda birincil fonksiyonun karbon tutumuna dönüştürülmesini amaçlayan Gelişmiş Orman Yönetimi (*Improved Forest Management - IFM*) değerlendirilebilir. Bunun için geniş kapsamlı yasal bir düzenleme ihtiyacı bulunmamaktadır; zira Orman Genel Müdürlüğü tarafından mülkiyeti devlette kalmak suretiyle ürün ve hizmetin yatırımcıya bırakıldığı mevcut düzenlemeler bulunmaktadır. Bu yapıda karbon kredisinin de yatırımcıya bırakılması ihtimal dahilindedir.

Karbon yönetimi açısından Türkiye ormanları için sürdürülebilir orman yönetimi ve koruma stratejisinin dengelenebileceği hibrit bir yaklaşım düşünülmelidir. Böyle bir yaklaşımın uygulanması iklim krizi ve biyolojik çeşitlilik bakımından eş fayda da sağlayacaktır. Sürdürülebilir orman yönetim yaklaşımı potansiyel azaltım projelerinin belirlenmesi bakımından ipuçları sağlayacaktır. Bu çerçevede ana başlıkları aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

1. Korunan alanlar genişletilmelidir.
2. Doğal yaşlı ormanlar koruma altına alınmalıdır.
3. Orman tiplerinin idare süreleri bilimsel/teknik olarak gözden geçirilmeli ve mümkün olan durumlarda uzatılmalıdır.
4. Odun üretimini dengeleyebilmek için odun dışı ürün ve hizmetlerden elde edilen gelir artırılmalıdır. Bu artış sürecinde orman köylüsünü ekonomik anlamda destekleyecek odun dışı orman ürünlerine ağırlık verilmelidir.
5. Deneysel ve daha teknik/bilimsel bir ormancılığa geçiş için bir eylem planı hazırlanmalı ve uygulanmalıdır. Bu eylem planının özünü veriye dayalı karar verme süreçleri oluşturmalıdır. Ayrıca tüm ormancılık verilerinin kalite kontrol ve kalite güvence süreçleri titizlikle gerçekleştirilmelidir.
6. Ulusal orman envanteri çalışmaları titizlikle devam ettirilmelidir.

32-Verra. “Verified Carbon Standard” <https://verra.org/programs/verified-carbon-standard/>

33-Gold Standard. <https://www.goldstandard.org/>

7. Ormancılığın ve geniş anlamda arazi kullanımının uzun dönemli stratejileri ve eylemleri ortaya konulmalı, önümüzdeki en az 30 yıllık dönem için projeksiyonlar yapılarak kamuoyu ile paylaşılmalıdır.
8. Hızla artan odun hammaddesi ihtiyacının karşılanmasına yönelik stratejiler geliştirilmelidir. Bu stratejiler içerisinde endüstriyel plantasyonlar, ithalat, üretim seviyelerinin payları ve tahminleri orman endüstrisinin geleceği ile ilgili belirsizliklerin ortadan kaldırılması açısından kamuoyu ile paylaşılmalıdır.

Gelişmiş orman yönetimi kapsamında yapılabilecek uygulamalar da şu şekilde özetlenebilir:

- İdare süresinin uzatılması,
- Bakım ve aralamalarla altta kalmış ve hastalıklı bireylerin uzaklaştırılması yoluyla artımın güçlendirilmesi,
- Diri örtünün temizlenmesi ile artımın güçlendirilmesi,
- Bozuk veya düşük dikili hacimdeki alanların verimli hale getirilmesi.

Arazi kullanımı sektörüne özel, ülkemizde uygulanması olası proje tipleri ormanlaştırma/yeniden ormanlaştırma, gelişmiş orman yönetimi, orman restorasyonu, sürdürülebilir mera yönetimi, turbalık restorasyonu ve drene edilmiş sulak alanların restorasyonu (Serengil, 2020) örnek olarak verilebilir. Bu projelerin yaklaşık maliyetleri 100 ila 2000 USD/ha olarak değişmektedir (Tablo 7.2).

Şu an ülkemizin İklim Değişikliği ile mücadele konusunda yetkili üst makamları 2053 Net Sıfır Emisyon hedefini tutturmak yönünde şu sorunun yanıtını aramaktadırlar: **AKAKDO sektörünün ve en önemli kategorisi olan orman yönetiminin önümüzdeki on yıllar içinde daha fazla karbon tutması sağlanabilir mi?** Çünkü net sıfır emisyon hedefi demek sera gazı emisyon sektörlerinden gerçekleşecek emisyonların başta ormancılık olmak üzere arazi kullanımı sektörü ile denkleştirilmesi anlamına gelmektedir. Sorunun yanıtı ise net biçimde “evet” tir; çünkü hâlihazırda ormancılık sektöründe sera gazı tutumlarını teşvik eden, salımları ise ücretlendiren bir yaklaşım veya mekanizma mevcut değildir. Oysa hükümetlerin karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik ulusal ve uluslararası taahhütleri, karbon vergileri ve/veya sektöre veya teknolojiye özgü kısıtlamalar, standartlar veya sübvansiyonlar gibi diğer politikalar yoluyla karbon salmanın maliyetini artırmak için sıkı politika eylemleri gerektirmektedir (Trinks ve ark., 2022).

Karbonun fiyatlandırılması, emisyon azaltımının ve karbon stokunun artırılmasının ana koşuludur. Arazi kullanımı ve ormancılık sektöründe karbon tutan ve salan süreç ve aktörler olduğuna göre teşvik edilmesi gereken eylemler şunlardır:



- Canlı biyokütle ve toprak verimliliği başta olmak üzere karbon stoklarını artıracak her türlü eylem (ağaçlandırma, restorasyon vb.),
- Arazi kullanımını ve yönetimini daha etkin hale getirecek eylemler (orman yönetimi, mera yönetimi, havza yönetimi vb.),
- Ekosistem zararları ve afet risk azaltmayı sağlayacak doğal ve teknolojik çözümler (örneğin; sel-taşkın önlemede doğa temelli çözümler, heyelan ve kuraklığa yönelik erken uyarı sistemleri),
- Odun endüstrisinde döngüsellliği artırıcı eylemler ve katma değeri yüksek, daha uzun ömürlü teknolojik ürünlerin yaygınlaştırılması,
- Sektör genelinde enerji tüketimini düşürmeye yani enerji verimliliğine yönelik her türlü eylem (örneğin, daha az araç kullanımı),
- İyi tarım uygulamaları (örneğin; azaltılmış sürüm, düşük gübre kullanımı, malçlama, nitrifikasyon inhibitörleri vb.).

Vergi veya benzeri fiyatlandırmaya konu olması gereken faaliyetler ise şunlar olabilir:

- Odun hammaddesinin işlenmeden veya çok az işlenerek ihracatı,
- Yol ve altyapı inşaatı ile madencilik gibi ormansızlaşmaya yol açan veya uzun süre orman varlığını ortadan kaldıran her türlü uygulama,
- Ekosistemlerin üzerine kurulan baraj ve bentler (önceki arazi kullanım durumuna kıyasla karbon hesabı yapılmalı ve çıkan miktara göre arazi kullanım değişikliği vergilendirilmeli veya salınan karbon eşdeğer bir ağaçlandırma ile kompanse edilmelidir).

Öte yandan arazi kullanımı ve ormancılık sektöründe özel sektör katılımını artırıcı bazı uygulamalar da düşünülebilir. Örneğin, yukarıda açıklanan sertifikasyon ve raporlama çalışmaları AB örneğinde olduğu gibi özel sektöre devredilebilir ve devlet sadece düzenleme ve kontrol süreçlerinde yer alabilir. Bu konuda olası bazı seçenek ve modeller Serengil (2020)'den ele alınmıştır. Son olarak altı çizilmesi gereken nokta ulusal ölçekte net sıfır emisyon hedefine ulaşılması için başta ormancılık olmak üzere sektör genelinde bir dönüşüm yaşanması gerektiğidir. Bu dönüşüm hem toplumun hem de ormancılık yönetim anlayışının dönüşümü ile başlamalıdır.

Sekizinci Bölüm Kaynakları

- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hanna, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystems services and natural capital, *Nature* 387: 253-260.
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S., Turner, R.K. 2014. Changes in the global value of ecosystem services, *Global Environmental Change*, 26: 152-158.
- IPCC. 2022. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, USA.
- MEA. 2005. Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis, Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, DC.
- Serengil, Y., 2020. Karbon Sertifikalandırma Sistemi Kavramsal Mimari Raporu. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kapsamında Karbon Sertifikalandırma Sisteminin Kavramsal Mimarisinin Geliştirilmesi ve İlgili Sivil Toplum Kuruluşlarının Güçlendirilmesi Projesi. 30 sayfa, İstanbul.
- Trinks, A., Mulder, M., Scholtens, B. 2022. External Carbon Costs and Internal Carbon Pricing. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 168:112780. doi: 10.1016/J.RSER.2022.112780.
- UNDESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs). 2019. Global Forest Goals and Targets of The UN Strategic Plan For Forests 2030. United Nations, New York.
- WRI. 2007. Estimates of Various Ecosystem Services. Valuing Ecosystem Services. World Resources Institute. <http://pubs.wri.org/pubs_content_text.cf m?ContentID=1387> Erişim tarihi: 5 Temmuz 2007.

Ekler



EK 1: IPCC Risk Yaklaşımı, İklim Değişikliğiyle Mücadele ve Uyum³⁴

Prof. Dr. Murat Türkeş

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin 6. Değerlendirme Raporu (IPCC AR6) kapsamında yaklaşık 4 yıl süren çalışmaların ikinci ayağı olan IPCC İkinci Çalışma Grubu'nun "İklim Değişikliği: Etkiler, Uyum ve Etkilenebilirlik" başlıklı yeni raporu 2022 Şubat sonunda tamamlandı.

IPCC 2. Çalışma Grubu Raporu (IPCC, 2022a) üst başlıkları ana çizgileriyle şöyle özetlenebilir:

- 1- Gözlenen ve Öngörülen Etkiler ve Riskler:** İklim değişikliğinden kaynaklı gözlenen etkiler; ekosistemlerin ve insanların maruziyeti ve etkilenebilirliği; yakın vadedeki riskler (2021-2040); orta ve uzun vadeli riskler (2041-2100); karmaşık, bileşik ve aşamalı riskler ve geçici aşmanın etkileri.
- 2- Uyum Önlemleri ve Etkinleştirme Koşulları:** Güncel uyum ve yararları; geleceğe uyum seçenekleri ve uyumun fizibilitesi; adaptasyonun sınırları; yanlış uyum (maladaptasyon) uygulamalarından kaçınmak ve etkinleştirme koşulları
- 3- İklim Dayanıklı Kalkınma:** İklim değişikliğine dirençli (kısaca iklim direngen) kalkınma koşulları; iklim direngen gelişmenin ve ilerlemenin sağlanması; doğal ve insan sistemleri için iklim direngen kalkınmaya ulaşılması.

IPCC 2. Çalışma Grubu Raporu, iklim değişikliğinin Dünya'nın her yerinde doğa ve insanlar üzerindeki etkilerini incelemektedir. Farklı ısınma düzeylerinde gelecekteki etkileri ve ortaya çıkan riskleri araştırıyor ve doğanın ve toplumun sürmekte olan iklim değişikliğine karşı direngenliğini artırmak, açlık, yoksulluk ve eşitsizlikle savaşım ve Dünya'yı gelecek nesillere yaşamaya değer bir yer olarak tutmak için seçenekler sunuyor. Rapor kendi alanında, başka sözlerle "İklim Değişikliğinin Etkileri, Uyum ve Etkilenebilirlik" konusunda birkaç yeni bileşen sunuyor: Bunlardan biri, deniz ve okyanus kıyılarındaki (kıyasal) şehirler ve yerleşimler, tropikal ormanlar, dağlar, biyolojik çeşitlilik sıcak noktaları, kurak alanlar ve çöllerin, Akdeniz ve kutup bölgeleri için harekete geçmeye yönelik iklim değişikliğinin etkileri, riskleri ve seçenekler hakkındaki özel bir bölümdür. İkincisiyse, küresel ölçekten bölgesel ölçeklere kadar gözlemlenen ve öngörülen iklim değişikliği etkileri ve riskleri hakkında veri ve bulgular sunarak, karar vericiler için daha fazla iç görü sunabilecek olan bir atlasın varlığıdır.

Raporun ana mesajlarını doğru anlamak için, önce iklim değişikliği kapsamında, Direngenlik, Etkilenebilirlik ve Risk, Uyum (Adaptasyon) ve Yanlış Uyum (Uyumsuzluk, Maladaptasyon) kavramlarını kısaca tartışıp tanımlamak yararlı olacaktır: *Dirençlilik*, iklim değişikliğinin etkilerine hazırlanmamız gerektiğini ve bunu nasıl başaracağımızı düşünmenin ve tasarlanmanın bir yoludur (Türkeş, 2021d). İklim değişikliği açısından, direngenlik, "insan ve doğal sistemlerin Yerküre'nin iklimindeki değişikliklere dayanma ve bunlara yanıt verme yeteneğinin güçlendirilmesi" anlamına gelir ve "bir yandan iklim değişikliğine yönelik önleme ve etkilerini azaltma (iklim değişikliği savaşımı) yaklaşımları, bir yandan da uyum yaklaşımları arasındaki kavramsal ayrımı kapatmanın bir yolu" olarak düşünülebilir. Bu kapsamda direngenlik, uyum, öğrenme ve/ya da ekonomik ve sosyal dönüşüm kapasitesini koruduğunda olumlu bir nitelik ya da girişim olarak kabul edilebilir. Toplumsal direngenliği artırmanın başlıca yollarından biri, diğerlerinin yanı sıra, az gelişmiş toplumların, yoksulların, kadınların, yaşlıların ve çocukların iklim değişikliğinin etkilerine açık olma derecesi, gerilimi karşılama ya da yanıtlama düzeyi ve uyum kapasitesine ilişkin yetersiz ve zayıf göstergeleri geliştirmek ve kuvvetlendirmektir (Türkeş, 2021d).

İklim değişikliğinden *etkilenebilirlik*, "bir topluluk ya da sistemin (fiziki coğrafyaya ilişkin ve ekolojik sistemin ya da sosyoekonomik sektörün) iklim değişikliği stresinden etkilenme ya da etkiye açık olma derecesi, gerilimi karşılama ya da yanıtlama düzeyi (duyarlılık) ve iklim değişikliklerine uyum düzeyi ya da uyum kapasitesi arasındaki ilişki" şeklinde tanımlanabilir. Bu tanımda, iklim değişikliği terimi yerine iklim kullanılırsa, bu durumda iklimsel

34- Editör notu: Bu ekte kullanılan kaynaklar Bölüm 2'nin kaynakça kısmında verilmiştir.

etkilenebilirlik kavramını elde ederiz (Türkeş, 2014). Konu yine iklim ve iklim değişikliği açısından ele alındığında, bilimsel bir afet riski anlayışının ve/ya da yaklaşımının başlıca öğelerini, Hava ve İklim Ekstremleri (Aşırılıkları) ve Afetleri (bu kapsamdaki olayları içermek koşuluyla kısaca Afet terimi), Etkilenebilirlik ve Maruziyet oluşturur. Çok genel olarak, söz konusu öğeler arasındaki ilişkilerin ve etkileşimlerin doğası ve büyüklüğü ise, alansal ve zamansal olarak yüksek değişkenlik gösteren bir afet riskini doğurur ve onu yakından denetler (Türkeş, 2021d).

Afet Riski, “doğal ya da insan kaynaklı afet tehlikesi ve etkilenebilirlik arasındaki etkileşimlerin yol açtığı kayıp ve hasarların (ör. can ve mal/mülk kayıpları, insanların yaralanması, çiftlik hayvanlarının telef olması, ekonomik etkinliklerin kesintiye uğraması ya da çevrenin ve ekosistemin hasar görmesi, vb. hasar/zarar verici sonuçların) oluşma ya da gerçekleşme olasılığı” şeklinde tanımlanabilir (Türkeş, 2017b, 2018). IPCC (2012) ise, afet riskini şöyle tanımlamıştır: “*Yaygın olumsuz can, mal ve ekonomik hasar ve kayıpların ya da çevresel etkilerin oluşmasına yol açan, bir topluluğun ya da bir toplumun normal işlevselliğinde ... afet boyutundaki fiziksel olaylar nedeniyle belirli bir dönem süresince oluşabilecek olası şiddetli bozulmalar (değişiklik, hasar ve kayıplar)*”. Her iki tanımdan da anlaşılacağı gibi, bu yazının kapsamını da dikkate aldığımızda, afet riski, çoğunlukla kuraklık, fırtına gibi fiziksel afetlerin ve etkilenen (maruz kalan) öğelerin etkilenebilirliğinin bir bileşimidir.

IPCC’ye (2022b) göre, insan sistemlerinde *uyum*, zararı azaltmak ya da faydalı fırsatlardan yararlanmak için var olan ya da beklenen iklime ve etkilerine uyarlanma sürecidir. Doğal sistemlerde uyum ise, bugünkü (güncel) iklime ve etkilerine uyarlanma sürecidir; insan girişimi, beklenen (gelecek) iklime ve etkilerine uyumu kolaylaştırabilir. Gerçekte uyum, sürdürülebilir bir kalkınma sürecinin en başında ve her aşamasında düşünülmesi gereken bir etmenddir. Hükümetler bunu politika ve stratejileriyle önceden bütünleştirerek, iklim değişikliğine karşı etkilenebilirliği azaltırken sağlam ekonomik kalkınmayı da hızlandırabilir. Uyum yaklaşımları coğrafyaya, zamana, finansman kaynaklarına, siyasi destek seviyelerine ve düzinelerce başka faktöre göre değişir.

Öte yandan, *maladaptasyon*, artan sera gazı salımları, iklim değişikliğine karşı artan ya da değişen etkilenebilirlik, daha adaletsiz sonuçlar ve şimdi ya da gelecekte azalan refah dahil olmak üzere iklimle ilgili olumsuz sonuçların riskinde artışa yol açabilecek ‘yanlış uyum’ eylemleridir (IPCC, 2022b).

Özetle, sistemlerin –örneğin iklimin, tarımın, vb.- dirençlilik kapasitesi üç etmenin ortak fonksiyonudur: tehlike/afet, maruz kalma ve etkilenebilirlik, ki bunlar aynı zamanda riskin (genel risk modelinin) ana bileşenlerini ya da faktörlerini oluşturur (Türkeş, 2021d). Başka bir deyişle, sistemlerin iklim değişikliği etkilerine, özellikle aşırı hava ve iklim olayları ve afetlerine hangi ölçüde dayanabileceği ve bunlarla nasıl baş edebileceği, belirli bir tehlikenin ciddiyetine, tehlikenin sistemi etkileme ve afete dönüşme olasılığına ve tehlikeye tamamen maruz kaldığı varsayıldığında sistemin etkilenebilirliğine bağlıdır. Ayrıca, dirençliliği farklı uygulamalar yoluyla oluşturulmuş bir kapasite olarak düşünmek, bireylere, topluluklara ve hatta hükümetlere karşı karşıya kaldıkları iklim değişikliğinin belirli etkilerine karşı dirençliliklerini geliştirmek için hangi önlemlerin en mantıklı olduğuna karar verme esnekliği de verebilir.

Geleceğe Uyum Seçenekleri ve Fizibiliteleri

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli’nin (IPCC) 6. Değerlendirme Raporu’ndaki (IPCC, 2022a) bulgu ve değerlendirmelere göre, insana ve doğaya yönelik riskleri azaltabilecek uygulanabilir ve etkili uyum seçenekleri vardır. Kısa vadede uyum seçeneklerinin uygulanmasının fizibilitesi sektörler ve bölgeler arasında farklılık gösterir. İklim riskini azaltmak için uyumun etkinliği, belirli bağlamlar, sektörler ve bölgeler için belgelenmiştir ve artan ısınma ile azalacaktır. Bu kapsamda, sosyal eşitsizlikleri ele alan, iklim riskine dayalı yanıtları farklılaştıran ve sistemler arası geçişi sağlayan kamucu, sosyal, bütüncül, çok sektörlü çözümler, birden çok sektörde uyumun fizibilitesini ve etkinliğini artırır. Söz konusu çözümlere ulaşılmasında özel sektörün katkısı önemlidir ve özel sektörün katkısı yalnız bu alanda değil iklim değişikliği savaşımında da hızla artmalıdır.

Son yıllarda birçok sektör ve bölgedeki uyum çabalarının zayıf-yetersiz ya da yanlış uyum uygulamaları olduğuna ilişkin artan kanıtlar var. İklim değişikliğine verilen böyle uyumsuz yanıtlar, değiştirilmesi zor ve pahalı olan ve var olan eşitsizlikleri şiddetlendiren etkilenebilirlik, maruz kalma ve risklerin kilitlenmesine neden olabilir. Uyum eylemlerinin kamucu, esnek, çok sektörlü, kapsayıcı ve uzun vadeli planlanması ve uygulanması yoluyla, birçok sektör ve sistem için yararlı uyum uygulamaları gerçekleştirilebilir. Rapora göre, gözlenen etkilerin kanıtı, öngörülen

riskler, etkilenebilirlik düzeyleri ve eğilimleri ve uyum sınırları, Dünya ölçeğinde iklim direngen kalkınma eyleminin yaklaşık 10 yıl önce değerlendirildiğinden daha acil olduğunu göstermektedir. Kapsamlı, etkili ve yenilikçi yanıtlar ya da karşı önlemler, sürdürülebilir kalkınmayı ve ilerlemeyi sağlamak için sinerjilerden yararlanabilir ve uyum ile iklim değişikliği savaşımı arasındaki ödünleşimleri azaltabilir.

Gözlenen etkilerin kanıtı, öngörülen riskler, etkilenebilirlik düzeyleri ve eğilimleri ve uyum sınırları, Dünya ölçeğinde iklim direngen kalkınma eyleminin daha önce değerlendirildiğinden daha acil olduğunu göstermektedir. Hükümetler, sivil toplum ve özel sektör, riski azaltma, hakkaniyet (denkserlik) ve iklim adaletine öncelik veren kapsayıcı kalkınma seçimleri yaptığında ve karar alma süreçleri, finans ve eylemler yönetim seviyeleri, sektörler ve zaman dilimleri arasında bütünleştirildiğinde iklim direngen kalkınma olanaklıdır. Rapora göre, iklim direngen kalkınma, uluslararası işbirliği ve topluluklar, sivil toplum, eğitim kurumları, bilim ve diğer kurumlar, medya, yatırımcılar ve işletmelerle birlikte çalışan her düzeydeki hükümetler tarafından ve kadınlar, gençler, yerli halklar, yerel topluluklar ve etnik azınlıklar dahil olmak üzere geleneksel olarak marjinalleştirilmiş gruplarla ortaklıklar geliştirerek kolaylaştırılır. Bu ortaklıklar, siyasi liderliğin, kurumların, finans dahil kaynakların yanı sıra iklim hizmetleri, bilgi ve karar destek araçlarının etkinleştirilmesiyle desteklendiğinde en etkilidir.

İklim Değişikliği Savaşımı ve Başlıca Savaşım Seçenekleri

İklim değişikliğinin etkisini azaltmak ve iklim değişikliği önlemek için, insan kaynaklı sera gazı salımlarının çok hızlı ve etkili bir biçimde azaltılması gerekiyor. İklim değişikliği savaşımı (mitigasyon) yalnızca azaltımı içermez, tüm sosyoekonomik sektörlerde CO₂, CH₄ ve N₂O gibi başlıca sera gazı salımlarını azaltmayı ve sera gazlarının yutaklarını iyileştirme ve artırmaya yönelik tüm insan girişimlerini ve eylemlerini de içerir (Türkeş, 2021b). Öte yandan, olanaksız ama sera gazı salımları hemen tümüyle örneğin 2015 yılı düzeyinde durdurulsa bile, atmosferdeki CO₂ ve diğer sera gazlarının birikimlerinin olasılıkla önümüzdeki on yıllar boyunca normal düzeylerinin çok üstünde kalacağı dikkate alınarak (Türkeş, 2022b), değişen iklime ve etkilerine uyum sağlanması gerekiyor. Ancak uyum, yalnızca iklim değişikliğinden kurtulmakla da ilgili değildir. Yeni ya da değişen bir çevre açısından “doğal ya da insan sistemlerindeki ayarlamalara” ek olarak, uyum önlemleri, iklim değişikliği ile ilişkili olası “yararlı fırsatlardan” ya da bazı “zayıf-orta olumsuz etkilerden” yararlanabilir.

Kısaca, sera gazı salımlarını azaltma stratejileri, binaları daha enerji verimli hale getirmek için güçlendirmeyi; güneş, rüzgar ve küçük hidro gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesini ve bu enerjilerin birincil enerji içindeki payının hızla artırılmasını; şehirlerin hızlı ve elektrikli otobüs, metro ve tramvay taşımacılığı, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektriğin kullanıldığı elektrikli araçlar ile biyolojik çeşitliliğe ve gıda güvenliğine zarar vermeden üretilen biyoyakıtlar (ör. biyodizel) gibi daha sürdürülebilir ulaşım uygulamalarını geliştirmelerine yardımcı olmayı ve arazi ve ormanların daha sürdürülebilir kullanımının teşvik edilmesini içerir.

Karbon yoğun işletme ve fabrikalar için başlıca sera gazı azaltım politika ve stratejileri (Cadez ve Czerny, 2016):

1. Fosil yakıt değişimi
2. Artan kazan verimliliği
3. Birleşik ya da karma ısı ve güç sağlama
4. Enerji kaynağı değiştirme
5. Erken CO₂ yakalama ve depolama (CCS) uygulamaları
6. Geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı
7. Malzeme ikamesi
8. Ürün ve karma ürün değişiklikleri
9. Genel son kullanım enerji verimliliği
10. Süreç değişiklikleri ve optimizasyon

11. Sürece özel bir teknolojinin (BAT) uygulanması
12. CO₂ olmayan gaz salımlarının kontrolü
13. Gaz çıkışını azaltma
14. Üretimin durdurulması
15. Üretimin başka bir ülkeye transferi
16. Tedarik zinciri önlemleri
17. Devlet işleri ve diplomasi önlemleri
18. Karbon ticareti önlemleri

Günümüzde Dünya çapında yaklaşık 1,4 milyar insan, temel enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kömür ve odun gibi geleneksel yakıtlara güveniyor. Bu sadece çevreye zararlı değil, başta kadın ve çocuklar olmak üzere milyonlarca insanın erken ölümlerine de yol açabilmektedir. 2035 yılına kadar, küresel enerji talebinin yüzde 50'den fazla ve gelişmekte olan ülkelerde daha da hızlı artması bekleniyor. Tüm bu yeni tüketicilerin kendilerine ya da çevreye zarar vermeyecek temiz enerjiye ihtiyacı var.

IPCC 1.5°C Küresel Isınma Özel Raporu (IPCC, 2018), iklim değişikliği mitigasyonu kapsamındaki gerekli iklim eylemlerinin aciliyetini vurgulamaktadır. Eğer bu başarılabilirse, küresel salımların 2030'a kadar zirveye ulaşması ve 2050'ye kadar hızla net sıfıra düşmesi gerekecek. Bu ise Paris Anlaşması tarafından belirlenen güvenlik sınırları içinde kalınması anlamına gelir.

EK 2: Sözlük³⁵

Terim	Açıklama	Bölüm
Afet riski	Doğal ya da insan kaynaklı afet tehlikesi ve etkilenebilirlik arasındaki etkileşimlerin yol açtığı kayıp ve hasarların (ör. can ve mal/mülk kayıpları, insanların yaralanması, çiftlik hayvanlarının telef olması, ekonomik etkinliklerin kesintiye uğraması ya da çevrenin ve ekosistemin hasar görmesi, vb. hasar/zarar verici sonuçların) oluşma ya da gerçekleşme olasılığıdır (Türkeş, 2017b, 2018).	Bölüm 2
Arazi bozulumu (<i>Land degradation</i>) / çoraklaşma	Tarım alanlarının yanı sıra, bozkır, mera, maki/fundalık, ağaçlık ya da ormanlık alanlarda toprağın su ve rüzgâr erozyonuyla kaybedilmesi başta olmak üzere, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin bozulması, bitki örtüsünün uzun süreli kaybı ve bunların sonucunda arazinin ekolojik ve ekonomik verimliliğinin azalması ve/ya da kaybidir (UNCCD, 1995; Türkeş, 2012).	Bölüm 2
Boşluklu kapalı orman	Ağaçların tepe çatılarının % 10'dan az oranda alanı örttüğü ormanlardır (OGM, 2014).	Bölüm 3
Brüt primer üretim (<i>Gross primary production - GPP</i>) / Toplam birincil üretim	Belli bir dönem boyunca (ör. 1 yıl) klorofilli bitkilerce CO ₂ kullanılarak fotosentezle yapılan toplam organik madde üretimidir (solunumla kayıplar dâhil) (GPP = Net primer üretim (NPP) + Bitki solunumu).	Bölüm 3
Çölleşme	Özellikle kurak, yarıkurak, kurakça-yarınemli ve nemlice-yarınemli alanlar ile Akdeniz ikliminin egemen olduğu alanlarda, iklimsel değişimler ve insan etkinliklerini de içeren, fiziksel, biyolojik, siyasal, sosyal, kültürel ve ekonomik etmenlerin ve onların arasındaki ilişkilerin ve karmaşık etkileşimlerin oluşturduğu arazi bozulması ve/ya da ekolojik üretkenliğin azalması sürecidir (Türkeş, 2012, 2017a; Türkeş ve ark., 2020).	Bölüm 2
Dirençlilik	İklim değişikliğinin etkilerine hazırlanmamız gerektiğini ve bunu nasıl başaracağımızı düşünmenin ve tasarlanmanın bir yoludur (Türkeş, 2021d).	Bölüm 2
Doğal gençleştirme	Ömrünü tamamlamış ormanların ağaçlardan dökülen tohumlarla gerektiğinde tohum takviyesi de yapılarak gençleştirilmesidir.	Bölüm 3
Doğal kararlı (klimaks) bitki örtüsü	Bir görüşe göre kızılçam gibi hızlı büyüyen çam türlerinin oluşturduğu aynı yaşlı meşcereler Akdeniz iklimi için doğal kararlı vejetasyondur. Bir diğer görüş, uygun koşullarda meşinyapraklı maki türlerinin, bazen yaprakdöken türlerle karışım yaparak bodur ormanlar oluşturabildikleri gözlemlerden yola çıkarak çam fidanlarını baskılayan bu vejetasyon tipini doğal kararlı bitki örtüsü kabul etmektedir.	Bölüm 5
Doğal sistemlerde uyum	Bugünkü (güncel) iklime ve etkilerine uyarlanma sürecidir (IPCC, 2022b).	Bölüm 2
Drene edilmiş sulak alanların restorasyonu (<i>Wetland rewetting/ restoration</i>)	Geçmişte drenaja uğramış sulak alanların yeniden su verilerek restorasyonu (Serengil, 2020'den değiştirilerek).	Bölüm 6

35- Editör notu: Bu ekte kullanılan kaynaklar ilgili bölümlerdeki kaynakça kısmında verilmiştir.

Terim	Açıklama	Bölüm
Ekolojik restorasyon (onarım) (<i>Ecological restoration</i>)	Bozulmuş bir ekosistemin yeniden eski haline getirilmesidir. Bozulmuş ekosistemin eski haline benzer bir referans ekosistem seçilerek yapılacak onarıcı çalışmalarla bozulmuş ekosistem çeşitli kriterler açısından referans ekosisteme yaklaştırılmaya çalışılır. Bu kriterler biyolojik çeşitlilik, net birincil üretim, karbon stokları ve ekosistem hizmetleri olabilir.	Bölüm 3
Ekosistem tabanlı uyum	İnsanların iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine uyum sağlamasına yardımcı olmak için uyum stratejisinin bir parçası olarak biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin kullanımını (CBD, 2009).	Bölüm 3
Gelişmiş orman yönetimi (<i>Improved Forest Management</i>)	Fayda maliyet oranı genellikle yüksek olan ve etkili karbon tutumu sağlayabilen bir ormancılık proje tipidir (Serengil, 2020'den değiştirilerek). Bu proje tipinde artımı güçlendirecek ormancılık uygulamalarına yer verilmektedir.	Bölüm 6
Hava	Herhangi bir yerde ve zamandaki atmosfer koşullarının kısa süreli durumudur (Türkeş, 2022c).	Bölüm 2
İklim	Belirli bir alandaki hava koşullarının, atmosfer öğelerinin değişkenlikleri ve ortalama değerleri gibi uzun süreli (geleneksel olarak 30 yıl ve daha fazla) istatistikleri ile tanımlanan bireşimidir (Türkeş, 2022c).	Bölüm 2
İklim değişikliği	İklimin ortalama durumunda ya da onun değişkenliğinde onlarca ya da daha uzun yıllar boyunca süren istatistiksel olarak anlamlı değişimlerdir (Türkeş, 2022c).	Bölüm 2
İklim değişikliği savaşımı	Sera gazı salımlarını tüm insan sistemlerinde azaltmak, yutakları geliştirip artırmak vb. insan girişimleri, politika ve önlemleridir.	Bölüm 2
İklim değişikliğinden etkilenebilirlik	Bir topluluk ya da sistemin (fiziki coğrafyaya ilişkin ve ekolojik sistemin ya da sosyoekonomik sektörün) iklim değişikliği stresinden etkilenme ya da etkiye açık olma derecesi, gerilimi karşılama ya da yanıtlama düzeyi (duyarlılık) ve iklim değişikliklerine uyum düzeyi ya da uyum kapasitesi arasındaki ilişkidir.	Bölüm 2
İklim dostu ormancılık (<i>Climate smart forestry</i>)	İklim dostu ormancılık, iklim değişikliği ile mücadelede ormanları koruyarak ve/veya potansiyelini daha etkin kullanarak uyum ve azaltımı güçlendirecek şekilde sürdürülebilir, adaptif bir orman yönetim ve idare anlayışıdır (Weatherall ve ark., 2021).	Bölüm 6
İklim dostu tarım (<i>Climate smart agriculture</i>)	İklim dostu ormancılıkla benzer bir yaklaşımla tarımsal faaliyetlerin azaltım ve uyum kapasitesini artıracak biçimde yönetim ve idaresi.	Bölüm 6
İklim pozitif/Karbon negatif (<i>Climate positive/Carbon negative</i>)	Net sıfır emisyonun da ötesine geçerek örneğin yutak alanlarca tutulan sera gazlarından daha az emisyon gerçekleştirilmesidir.	Bölüm 3
İklimsel değişkenlik	Tüm zaman ve alan ölçeklerinde iklimin ortalama durumunda ve standart sapmalar ile uç olayların gerçekleşme sıklık ve olasılıkları gibi öteki istatistiklerinde ortaya çıkan değişimlerdir (Türkeş, 2022c).	Bölüm 2
İklimsel kuraklık (<i>Aridity</i>)	Yeryüzünün herhangi bir yerinde egemen olan fiziki coğrafya denetçilerinin ve uzun süreli atmosfer dolaşımı düzeneklerinin oluşturduğu sürekli yağış ve nem açığı koşulları ya da klimatolojik kuraklıktır (Türkeş, 2012 ve 2017a)	Bölüm 2
İnsan sistemlerinde uyum	Zararı azaltmak ya da faydalı fırsatlardan yararlanmak için var olan ya da beklenen iklime ve etkilerine uyarlanma sürecidir (IPCC, 2022b).	Bölüm 2

Terim	Açıklama	Bölüm
İstilacı yabancı tür	Belirli bir bölgeye veya yakın bir yere özgü olmayan, doğal kontrollerden yoksun ve bolluğu hızla artarak yerli türleri yerinden etme eğiliminde olan bir tür. İstilacı yabancı türler insan ekonomisine veya insan sağlığına da zarar verebilmektedir (IPCC, 2022b).	Bölüm 3
Kademeli etki (fayda) (Cascading effects, cascading benefits)	Bir proje veya faaliyetin faydalarının farklı yön veya sektörlerde dalga dalga yaygınlaşması.	Bölüm 6
Karbon denkleştirme/ Karbon offset (Carbon offset)	Bir kişi, kurum ya da şirketin atmosfere verdiği sera gazı miktarı kadar ağaçlandırma yapmak, yenilenebilir enerjiye yatırım yapmak ya da başkalarının yapılmış sera gazı indirimlerini satın almak şeklinde uyguladıkları yöntemdir.	Bölüm 3
Karbon döngüsü (Carbon cycle)	Karbonun atmosfer, canlılar, topraklar, kayalar ve sular arasındaki, değişik moleküller (örneğin atmosferde CO ₂ , bitkilerde organik madde, kayalarda karbonat, sularda bikarbonat gibi) halinde dolaşımıdır. Dünya üzerindeki biyojeokimyasal döngülerden birisidir.	Bölüm 3
Karbon fiyatlandırması (Carbon pricing)	Emisyon bedelinin vergilendirme veya bir piyasa mekanizmasıyla, emisyonu neden olan kişi veya kurumlara ödetilmesini baz alan temel azaltım çerçevesi.	Bölüm 6
Karbon havuzu (Carbon pool)	Karbon döngüsü sırasında karbonun değişik moleküller ya da bileşikler halinde depolandığı ve CO ₂ salımı ya da birikimi olan alanlardır. Bunlar orman, otlak, tarım, yerleşim, sulak alan ve denizler gibi ekosistemlerdir. Karasal ekosistemlerde biyokütle, ölü organik madde, topraklar da birer karbon havuzudur. Ormanlardan kesilen odunlar da yapacak odun olarak kullanılıyorsa hasat edilmiş odun ürünleri karbon havuzu olarak adlandırılmaktadır.	Bölüm 3
Karbon nötr/İklim nötr (Carbon neutrality/ climate neutrality)	Bir mal, hizmet, kişi, kurum, şirketi ya da ülkenin atmosfere saldığı sera gazı miktarı ile atmosferden alınan CO ₂ miktarının dengede olmasıdır. Karbon nötrlüğü ve Net sıfır karbon emisyonu küresel ölçekte birbiriyle örtüşen kavramlardır. Karbon nötrlüğü dolaylı (kapsam 3) emisyonları dâhil olmak üzere yaşam döngüsü üzerinden değerlendirilir. Bazı durumlarda karbon nötrlüğünü sağlamak için yenilenebilir enerji, karbon yakalama ve depolama, ormanlaştırma gibi projeler geliştirilerek ya da karbon denkleştirme amacıyla başkalarının yapılmış sera gazı indirimlerini satın alarak net sıfır emisyon hedefi yakalanabilir (IPCC, 2022a'dan değiştirilerek).	Bölüm 3
Karbon yutak alanı (Carbon sink)	Karbon salımından daha fazla karbon biriktirilen karbon havuzudur.	Bölüm 3
Katkısalılık (Additionality)	Bir azaltım proje veya faaliyetinin karbon faydasının projersiz durumda gerçekleşmeyecek olması durumu. Karbon projelerinin başlıca kriterlerinden biri olup farklı yöntemlerle ortaya konulmaktadır.	Bölüm 6
Kent ormancılığı	Kentin içinde yer alan orman alanlarının yönetimini kapsayan bir ormancılık yaklaşımı.	Bölüm 6
Kuraklık (Drought)	Yeryüzündeki çeşitli sistemlerce kullanılan doğal su varlığının, belirli bir zaman süresince ve bölgesel ölçekte uzun süreli ortalamasının ya da normalin altında gerçekleşmesi sonucunda, temel olarak şiddet, süre ve coğrafi yayılış bileşenleri ile nitelendirilebilen üç boyutlu bir doğa olayı biçiminde etkili olan su açığı ve yetersizliğidir (Türkeş, 2017b, 2022c).	Bölüm 2

Terim	Açıklama	Bölüm
Maladaptasyon	Artan sera gazı salımları, iklim değişikliğine karşı artan ya da değişen etkilenebilirlik, daha adaletsiz sonuçlar ve şimdi ya da gelecekte azalan refah dâhil olmak üzere iklimle ilgili olumsuz sonuçların riskinde artışa yol açabilecek 'yanlış uyum' eylemleridir (IPCC, 2022b).	Bölüm 1
Malmitigasyon (Yanlış azaltım) (<i>Malmitigation</i>)	Şimdi veya gelecekte sera gazı salımlarının artmasına, iklim değişikliğine karşı artan kırılganlık veya azalan refah da dâhil olmak üzere, iklimle ilgili olumsuz sonuçların riskinde artışa yol açabilecek eylemler. Yanlış azaltım genellikle istenmeyen bir sonuçtur (IPCC, 2022b). Yenilebilir enerji tesisi yapılırken karbon yutak alanlarına zarar verilmesi, bunun sonucunda karbon emisyonu gerçekleşmesi, sel ve erozyon oluşması yanlış azaltıma örnek olarak verilebilir.	Bölüm 3
Net biyom üretimi (<i>Net biome production - NBP</i>)	Belli bir dönem boyunca net ekosistem üretiminden (NPP) böcek ve mantar zararları, orman yangınları, odun üretimi, arazi kullanım değişikliği gibi nedenlerle kaybedilen organik madde miktarının düşülmesinden sonra geriye kalan organik madde miktarı (NBP = NEP - (yangın + odun üretimi + arazi kullanım değişikliği + zararlılar)). Karbon havuzlarındaki salım ya da birikimlerin hesaplanmasında temel yaklaşım net biyom üretiminin belirlenmesidir.	Bölüm 3
Net ekosistem üretimi (<i>Net ecosystem production - NEP</i>)	Belli bir dönem boyunca net primer üretim (NPP) ile yaprak, dal, gövde, kök gibi bitki bileşenlerinde biriktirilmiş olan organik maddenin diğer canlılar tarafından yenilen miktarının düşülmesinden sonra geriye kalan organik madde miktarıdır (NEP = NPP - Heterotrofik solunum).	Bölüm 3
Net primer üretim (<i>Net primary production - NPP</i>)	Belli bir dönem boyunca klorofilli bitkilerce gerçekleştirilen brüt primer üretimden fotosentetik solunum ile kaybedilen organik madde çıkarıldıktan sonra kalan organik madde üretimidir (NPP = GPP - Bitki solunumu).	Bölüm 3
Net sıfır CO ₂ emisyonu (<i>Net zero CO₂ emission</i>)	Atmosfere verilen CO ₂ miktarı ile karbon yutaklarınca atmosferden uzaklaştırılan CO ₂ miktarının eşit olmasıdır. Bu kavramın net sıfır emisyon farkı sadece CO ₂ emisyonlarına odaklanmasıdır.	Bölüm 3
Net sıfır emisyon / Net sıfır sera gazı emisyonu / Net sıfır karbon emisyonu (<i>Net zero emission</i>)	Atmosfere verilen tüm sera gazları miktarı ile karbon yutaklarınca atmosferden uzaklaştırılan CO ₂ miktarının eşit olmasıdır.	Bölüm 3
Niyet Edilmiş Ulusal Katkı (NDC)	Paris Anlaşmasına taraf ülkelerin 2030 gibi ileriye dönük kritik tarihler için hesaplayıp Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Sekreteryasına gönderdikleri ulusal azaltım çerçevesi.	Bölüm 6
Odun paneli (Ahşap esaslı levha, sunta, MDF, ahşap panel)	Odun veya lignin ve selüloz içeren hammaddelerin yonga ve lif haline getirildikten sonra çeşitli yapıştırıcılar eklenerek preslenmesiyle elde edilen malzemelerdir (İstek ve ark., 2017).	Bölüm 3
Orman alanı net değişimi (<i>Forest area net change</i>)	İki referans dönem arasında orman alanlarındaki değişimdir (FAO, 2018a).	Bölüm 3
Orman amenajman planı (<i>Forest management plan</i>)	Orman işletmelerinden ürün ve hizmetlerin yerinde, zamanında, sürekli ve kesintisiz bir biçimde karşılanabilmesi için ekonomik, ekolojik, sosyal ve teknik faaliyetlerin orman işletmelerinin neresinde, ne zaman ve ne ölçüde yapılacağını gösteren planlardır (Oral ve ark., 2018).	Bölüm 3

Terim	Açıklama	Bölüm
Orman tahribatı (<i>Forest degradation</i>)	İnsan eliyle ormanlardaki ağaç serveti ve kapalılığın uzun süreli bozulması, böylece ormanların karbon stokları ile üretmiş olduğu ekosistem ürün ve hizmetlerinin azalmasıdır (IPCC, 2003'ten değiştirilerek)	Bölüm 3
Orman restorasyonu (<i>Restoration</i>)	Yasal olarak içinde fakat fiziksel olarak orman tanımı dışında kalan bir alanın bakım çalışmaları ile eski verimli haline dönüştürülmesidir. Bozuk orman alanlarında verimi arttırmaya yöneliktir (Serengil, 2020'den değiştirilerek).	Bölüm 6
Ormanlaştırma (<i>Afforestation</i>)	En az 50 yıldır orman olmayan tarım, mera, madencilik gibi amaçlarla kullanılan bir alanın ağaçlandırma, tohum ekimi ve/veya insan tarafından doğal tohum kaynaklarının teşvik edilmesi ile doğrudan insan eliyle ormana dönüştürülmesidir (UNFCCC, 2001). FAO (2000)'ya göre de ormanlaştırma en az 10 yıldır orman olmayan alanların doğal yollarla ya da doğal gençleştirme veya ağaçlandırma gibi silvikültürel tedbirler ile ormana dönüştürülmesidir. Belli bir süre (30, 50 yıl veya insan ömrü kadar bir süre boyunca) orman olmadığı bilinen bir yerde insan eliyle yapılan ormanlaştırmayı ifade etmektedir (Serengil, 2020'den değiştirilerek).	Bölüm 3
Ormansızlaşma (<i>Deforestation</i>)	Ormanların doğrudan insan eliyle ormansız araziye dönüştürülmesidir (UNFCCC, 2001). Buna karşılık FAO (2000)'ya göre ormanların insan eliyle ya da doğal olarak uzun süreli (en az 10 yıl) olarak başka arazi kullanımlarına dönüştürülmesi ormansızlaşmadır.	Bölüm 3
Referans senaryo (<i>Business as usual - BAU</i>)	Projesiz durumu ifade eden senaryo.	Bölüm 6
Rehabilitasyon (iyileştirme) (<i>Rehabilitation</i>)	Bozulmuş bir ekosistemdeki sel, erozyon, heyelan gibi olumsuzlukları gidermek için bitki örtüsünün oluşturulması ya da var olan bitki örtüsünün artırılmasıdır.	Bölüm 3
Silvikültürel müdahale (<i>Silvicultural intervention</i>)	Ormanların değişik gelişim çağlarında ağaç sayısının azaltılması için yapılan seyreltme, aralamalar, yaşlanan ormanların gençleştirilmesi için ışık, tohumla ve boşaltma kesimleri, budamalar, doğal gençleştirme sırasında yetersiz tohum olması durumunda tohum takviyesi gibi insan eliyle ormanların korunması, geliştirilmesi ve gençleştirilmesi için insanlar tarafından yapılan uygulamalardır.	Bölüm 3
Sürdürülebilir mera yönetimi (<i>Sustainable Grassland Management</i>)	Mera arazisini ot verimi düzenli ve yeterli düzeyde gerçekleştirecek şekilde Doğa Temelli Çözümler gibi iyi yönetim uygulamaları ile geliştirmeye dayalı proje yaklaşımıdır (Serengil, 2020'den değiştirilerek).	Bölüm 6
Sürdürülebilir orman yönetimi	Ormanların hem bugünün hem de geleceğin ihtiyaçlarını karşılayacak mal ve hizmetleri sağlaması ile toplumun sürdürülebilir kalkınmasına katkıda bulunan ormancılık anlayışı.	Bölüm 6
Tarımsal ormancılık (<i>Agroforestry</i>)	Tarım alanlarında otsu veya odunsu ürünlerle ağaçların kombine edildiği arazi yönetim yaklaşımı.	Bölüm 6
Tehlike (<i>Hazard</i>)	Can kaybı, yaralanma veya diğer sağlık etkilerinin yanı sıra mülk, altyapı, geçim kaynakları, hizmet temini, ekosistemler ve çevresel kaynaklarda hasar ve kayba neden olabilecek doğal veya insan kaynaklı bir fiziksel olayın veya eğilimin potansiyel oluşumu (IPCC, 2022a).	Bölüm 3
Turbalık restorasyonu (<i>Peatland restoration</i>)	Drenaja tabi olmuş turbalıkların çeşitli yöntemlerle eski haline getirilmesi (Serengil, 2020'den değiştirilerek).	Bölüm 6

Terim	Açıklama	Bölüm
Verimli orman (Normal kapalı orman)	Ağaçların tepe çatılarının % 11-100 oranlarında alanı örttüğü ormanlardır (OGM, 2014).	Bölüm 3
Yaşambirlikleri	Bir bölgede yaşayan ve birbirleriyle ekolojik ilişkiler kapsamında etkileşim içerisinde olan farklı türlerin popülasyonlarına denir.	Bölüm 5
Yeniden bitkilendirme (Revegetation)	En az 0,05 ha'lık bir alanda gerçekleştirilen, ancak ormanlaştırma ve yeniden ormanlaştırma tanımlarında yer almayan çalı ve ağaççık gibi bitki örtüsünün yetiştirilerek karbon stoklarını artırıcı yönde doğrudan insanın eliyle gerçekleştirilen faaliyetlerdir (UNFCCC, 2001).	Bölüm 3 Bölüm 6
Yeniden ormanlaştırma (Reforestation)	Önceden orman olan ancak üzerindeki ağaçların kısa süreli olarak kaybedilmesinden sonra ağaçlandırma, tohum ekimi ve/veya insan tarafından doğal tohum kaynaklarının teşvik edilmesi ile doğrudan insan eliyle ormana dönüştürülmesidir (UNFCCC, 2001). FAO tarafından ise insan etkisi ya da doğal nedenlerle kapalılığı 10 yıldan daha az süre % 10'un altına düşmüş ormanların kapalılığının yeniden % 10'un üzerine çıkarılmasıdır. Tıraşlama kesimleri, yangınlar ya da fırtına nedeniyle kapalılığı % 10'nun altına düşen ormanlar da geçici olarak orman vasfını kaybeden alanlar olarak değerlendirilmekte ve bu alanlarda yapılan çalışmalar yeniden ormanlaştırma olarak adlandırılmaktadır (FAO, 2000). Yeniden ormanlaştırma daha önce orman olduğu bilinen ve bir sebeple (örn. başka kullanıma dönüşmüş, degrade olmuş) bu niteliğini kaybetmiş bir yerde yine insan eliyle yapılan ormanlaştırmayı ifade etmektedir (Serengil, 2020'den değiştirilerek).	Bölüm 3 Bölüm 6

A photograph of a dense forest. The scene is filled with tall, slender trees, likely deciduous, with light-colored bark. In the center, a large, dark green evergreen tree stands out. The ground is covered with fallen leaves and some green plants. The lighting is soft, suggesting a shaded forest environment.

TUŠIAD