Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 5

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN EKOLOJİK SİSTEMLERDEKİ YERİ

Modüller
Elektronik versiyonu için QR kodu

Ekoloji Modülü
Elektronik versiyonu için QR kodu

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN EKOLOJİK SİSTEMLERDEKİ YERİ

Hazırlayan:
Prof. Dr. Doğanay Tolunay
2019, Ankara

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN EKOLOJİK SİSTEMLERDEKİ YERİ

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR.....2
YÖNETİCİ ÖZETİ.....5
1. EKOSİSTEMLERİN VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEYE KATKILARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....9
2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR.....28
3. EKOSİSTEM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİ KORUMAKLA İLGİLİ ULUSLARARASI SÖZLEŞME UYGULAMALARININ İKLİM MÜCADELESİNDEKİ YERİ.....38
4. DOĞA KORUMA PERSPEKTİFİNDEN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ.....44
5. TÜRKİYE'NİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ POLİTİKA DOKÜMANLARINDA EKOSİSTEM KORUMA HEDEFLERİNİ GERÇEKLEŞTİRMEK AÇISINDAN DEĞERLENDİRME.....51
6. TARIMSAL BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİ KORUMANIN TÜRKİYE'NİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEYE VE İKLİM-AKILLI TARIM UYGULAMALARINA KATKISININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....57
KAYNAKÇA.....62
TEKNİK TERİMLER SÖZLÜĞÜ.....67

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
AHP	Analytical Hierarchy Process *Analitik Hiyerarşi Süreci*
ATD	Arazi Tahribatının Dengelenmesi
BM	Birleşmiş Milletler
BMBÇS	Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BÜGEM	Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
BMÇMS	Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi
CICES	Common International Classification of Ecosystem Services *Ekosistem Hizmetlerinin Ortak Uluslararası Sınıflandırması*
COP	Conference of Parties *Taraflar Konferansı*
CR	Kritik (türler için IUCN risk sınıflandırması)
ÇEM	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
DD	Veri Yetersiz (türler için IUCN risk sınıflandırması)
DKM	Doğa Koruma Merkezi
DKMP	Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü
EEA	European Environmental Agency *Avrupa Çevre Ajansı*
EN	Tehlikede (türler için IUCN risk sınıflandırması)
EW	Doğal ortamında tükenmiş (türler için IUCN risk sınıflandırması)
EX	Tükenmiş (türler için IUCN risk sınıflandırması)
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations *Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü*
GEF	Global Environmental Fund *Küresel Çevre Fonu*
GSMH	Gayrisafi Milli Hâsıla
GSYİH	Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla
INDC	Intended Nationally Determined Contribution *Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanı*
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change *Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli*
IUCN	International Union for Conservation of Nature *Uluslararası Doğayı Koruma Birliği*
İDEP	İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı (2011-2023)
İDES	Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2020)
LC	Düşük riskli (türler için IUCN risk sınıflandırması)

LULUCF/AKAKDO	Land Use, Land-Use Change, and Forestry *Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık*
MAES	Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services *Ekosistemlerin ve Hizmetlerinin Değerlendirilmesi ve Haritalanması*
MDG-F	Millennium Development Goals Achievement Fund *Binyıl Kalkınma Hedefleri Başarı Fonu*
MEA	Millennium Ecosystem Assessment *Binyıl Ekosistem Değerlendirme*
NGS	National Geographic Society *Ulusal Coğrafi Toplum*
NPP	Net Primer Production *Net Primer Üretim*
NT	Tehdide açık (türler için IUCN risk sınıflandırması)
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
SAY	Sürdürülebilir Arazi Yönetimi
SEEA CF	System of Environmental Economic Accounting Central Framework *Çevresel-Ekonomik Muhasebe Sistemi Merkez Çerçevesi*
SEEA EEA	System of Environmental Economic Accounting – Experimental Ecosystem Accounting *Çevresel-Ekonomik Muhasebe Sistemi – Deneysel Ekosistem Muhasebesi*
SKH	Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
TEEB	The Economics of Ecosystems and Biodiversity *Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Ekonomisi*
TOK	Toprak Organik Karbonu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UBSEP	Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı
UNDP	United Nations Development Programme *Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı*
UNEP-WCMC	United Nations Environmental Programme-World Conservation Monitoring Center *Birleşmiş Milletler Çevre Programı-Dünya Koruma İzleme Merkezi*
VU	Duyarlı (türler için IUCN risk sınıflandırması)

YÖNETİCİ ÖZETİ

İklim değişikliği ile biyolojik çeşitlilik arasında karşılıklı etkileşim bulunmaktadır. İklim değişikliği genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği ve ekosistem çeşitliliği olarak üç farklı seviyede değerlendirilen biyolojik çeşitliliği her üç seviyede de olumsuz olarak etkilemektedir. Genetik düzeydeki etki, türlerin değişen iklim koşullarına uyum sağlayıp sağlayamayacağı ile ilgilidir. Canlılar değişen koşullara mutasyon yoluyla genetik olarak uyum sağlamaktadır. Ancak değişimin hızlı olması halinde uyum zorlaşmaktadır. Yine iklim değişikliği organizmaların yaşamsal döngülerini etkilemektedir. Örneğin, iklim değişikliğinin etkisiyle bitkilerin daha erken çiçek açtığı, büyüme döneminin uzadığı ya da kuşların daha erken kuluçkaya yattıkları tespit edilmiştir. Bu durum da beraberinde birçok risk getirmektedir. Örneğin, ısınmaya bağlı olarak bitkilerin daha erken çiçek açması fakat artan sıcaklıklara arılar gibi tozlaşmayı sağlayan türlerin aynı hızda uyum sağlayamaması halinde tohum ve meyve oluşumunda sorunlar yaşanabilmektedir. Bu şekilde birbirleri ile ilişkileri (rekabet, mutualizm, parazitizm, av/avcı) olan türlerin de olumsuz etkilenecekleri tahmin edilmektedir. Yine popülasyonların, ekosistemlerin ve biyomların enlemsel olarak kuzeye ve dikey yönde de daha yükseklere doğru göçleri beklenmektedir. Bu durumda da örneğin tayga ormanlarının tundralara doğru ya da dağlık alanlardaki ormanların subalpin ve alpin kuşağa doğru genişlemesi söz konusu olabilecektir. Bu durumda da tundra ve alpin kuşaktaki türler daha kuzeye ya da yükseğe göç imkânı bulamazlarsa yok olma riskiyle karşılaşacaklardır. Yine artan sıcaklıkların ve buharlaşmanın etkisiyle bazı sulak alanların ve su ekosistemlerinin (akarsu, göller, bataklık, turbalık, vb.) de kuruması ve buralarda yaşayan türlerin de yok olması söz konusu olabilecektir. Biyolojik çeşitliliğin üzerindeki yoğun baskılar (habitat değişimi, istilacı türler, aşırı kullanım, kirlilik) ve iklim değişikliğinin gelecekteki olası etkileri dikkate alındığında birçok bilim insanı 6. Yok Oluş olarak adlandırılan sürecin yaşanabileceğini öne sürmektedirler. IPCC yayınlanan 1,5°C Raporu'nda da sıcaklık artışının 2°C olması halinde böceklerin %18'i, omurgalıların %8'i ve bitkilerin %16'sı coğrafi yayılışlarının yarısından fazlasını kaybedebileceği açıklanmaktadır.

İklim değişikliği biyolojik çeşitlilik üzerinde etkili olduğu gibi özellikle ekosistem ve biyom düzeyindeki biyolojik çeşitlilik de küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerinde etkilidir. Bu etki ekosistemlerin karbonun depolandığı önemli havuzlar (ya da yutaklar) olmasından kaynaklanmaktadır. Dünya üzerinde karbon atmosfer, okyanuslar, vejetasyon ve toprak gibi alanlarda depolanmaktadır. Karbon çeşitli formlarda (CO_2, CH_4 vb.) bu havuzlar arasında yer değiştirebilmektedir. Karbonun bir havuzda azalması diğer bir havuzda artması anlamına gelmekte olup, karbonun bu havuzlar arasında dolaşması karbon döngüsü olarak adlandırılmaktadır. Dünya üzerindeki en önemli karbon havuzu okyanuslardır. 38 trilyon ton kadar karbon depolandığı tahmin edilen okyanusların diplerinde biriken sedimentlerde de 1,75 trilyon ton karbon olduğu hesaplanmıştır. Bu havuzları yaklaşık olarak 2 trilyon ton karbon stoku ile topraklar izlemektedir. Karalardaki bitkilerde depolanmış olan karbonun 450-650 milyar ton arasında olduğu ve arazi kullanım değişiklikleri nedeniyle sanayi devrimi sonrasında toplam karbon stoklarında 30 milyar ton kadar azalma olduğu belirtilmektedir. Yıllık olarak ise bitkiler tarafından fotosentez ile 2,6 milyar t C/yıl, okyanuslar tarafından ise hem CO_2'nin suyla reaksiyona girerek karbonik asit (H_2CO_3) şeklinde hem de denizlerde yaşayan klorofilli canlıların fotosenteziyle 2,3 milyar t C/yıl atmosferden geri alınabilmektedir. Buna karşılık karbon havuzlarının tahrip olması, alanlarının daralması gibi nedenlerle bu havuzlarda depolanmış karbon atmosfere geri

dönebilmektedir. Örneğin, otlak ve tarım alanlarının kaybedilmesi ve ormansızlaşma nedeniyle 1,1 milyar t C/yıl her yıl atmosfere salınmaktadır.

Ekosistemlerin iklim değişikliği ile mücadeleye diğer bir katkısı da sağlamış oldukları ekosistem hizmetleri ile gerçekleşmektedir. Ekosistem hizmetleri, insanların ekosistemlerden doğrudan ve dolaylı olarak elde ettiği faydalar ya da mal ve hizmetler olarak tanımlanmaktadır. Örneğin, ormandan üretilen odun, denizlerde avlanan balıklar, tarlalarda üretilen meyve, sebze ve tahıllar ekosistemlerden sağlanan mallardır. Bu gibi ürün ve hammaddeler doğrudan gelir getirirken, ormanların ürettiği oksijen, önledikleri taşkın ve erozyon ya da depoladıkları karbon gibi hizmetler için herhangi bir ödeme yapılmamakta, ancak yararlanılmaktadır. Ekosistemlerden sadece insanlar değil diğer canlılar da faydalanmaktadır. Örneğin, ekosistemler canlılara habitatlar sunmakta, beslenmeleri için gıda üretmektedir. Ekosistemlerin canlılara sağlamış olduğu mal ve hizmetler ekosistemlerdeki madde döngüleri, enerji akışları, besin zinciri gibi süreçlerden kaynaklanmaktadır. 2005 yılında Binyıl Ekosistem Değerlendirme (MEA) tarafından ekosistem hizmetleri dört ana kategori altında toplanmıştır. Bu kategoriler tedarik, düzenleme, destekleme ve kültürel hizmetlerdir.

20. yüzyılın sonlarına doğru ekosistemlerin kirlilik, aşırı kullanım ya da yerleşim, tarım gibi nedenlerle zarar görmeye başlaması üzerine ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi, sınıflandırılması ve ekonomik değerinin hesaplanması için çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Ekosistem hizmetlerinin muhasebeleştirilmesine ek olarak doğal sermaye muhasebesi ve toplam ekonomik değerin belirlenmesi gibi yaklaşımlar, ülkelerin ekonomik performanslarının değerlendirilmesinde sadece ülke içinde insanlar tarafından üretilen mal ve hizmetlerin parasal değerinin kullanılması, buna karşılık doğal varlıkların ve ekosistemlerin sağlamış olduğu faydaların göz ardı edilmesi nedeniyle giderek yaygınlaşmaktadır. Örneğin, ülkemizde yapılan bir çalışmada Bolu ve Düzce illerindeki ormanların bir yıl içinde 716 milyon dolar kadar toplam ekonomik değer ürettiği ve bunun %89,5'nin GSMH hesaplamalarına dâhil edilmediği de belirlenmiştir.

Kalkınma odaklı ekonomi politikalarının çevre sorunlarının derinleşmesine ve doğal varlıkların tahribatına yol açması nedeniyle ortaya çıkan diğer bir yaklaşım da sürdürülebilir kalkınmadır. 1987 yılında hazırlanan "Ortak Geleceğimiz" raporu ile gündeme gelen sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı bu tarihten itibaren Birleşmiş Milletler'in (BM) çevre ve ekolojik sorunların çözümüne yönelik attığı adımların temelini oluşturmaktadır. Gündem 21 ve Rio Sözleşmeleri olarak bilinen İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ve Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi'nin de temel hedefleri ekosistemleri koruyarak sürdürülebilir kalkınma hedefine ulaşmaktır. Son olarak ise 2015 yılında BM Genel Kurulu tarafından BM 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) oluşturulmuştur. Toplam 17 SKH bulunmakta olup, bunlardan 13 üncüsü iklim, 14. ve 15.'si sırasıyla sulardaki ve karalardaki yaşamla ilgilidir. Diğer yandan 2010 yılında BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (BMBÇS) 10. Taraflar Konferansı'nda 2020 yılına kadar biyolojik çeşitliliğin kaybedilmesinin önlenmesi için stratejik plan oluşturulmuştur. Aichi Hedefleri olarak bilinen bu planda 20 hedefe yer verilmiş olup, bu hedefler arasında sürdürülebilirlik, iklim değişikliği etkilerinin azaltılması, ekosistemlerin karbon bağlanmasının arttırılması, habitat kaybının, kirliliğin ve istilacı türlerin yayılmasının önlenmesi bulunmaktadır.

Ülkemizde ise başta Anayasa'da yer alan bazı maddeler olmak üzere çeşitli kanunlar doğa koruma ile doğrudan ilgilidir. Anayasanın 45., 63. ve 169. Maddeleri doğrudan doğruya doğal ekosistemlerin, tabiat varlıklarının ve tarım arazilerinin korunması ile ilgilidir. Doğa koruma ile doğrudan ilgili kanunlar ise 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu, 2872 sayılı Çevre Kanunu, 6831 sayılı

Orman Kanunu, 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu ve 4915 sayılı Kara Avcılığı Kanunu'dur. 2018 yılı itibarıyla 8,1 milyon hektara ulaşan korunan alanların yönetiminden Tarım ve Orman Bakanlığı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlıkları sorumludur. Bu sorumluluk, Tarım ve Orman Bakanlığında Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) ve Orman Genel Müdürlüğü, Çevre ve Şehircilik Bakanlığında ise Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü tarafından üstlenilmektedir.

BMİDÇS Sekretaryası'na sunmakla yükümlü olduğumuz raporlarda yer alan ekosistemler ve doğa koruma ile ilgili plan ve politikaların temelini ise Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2020) (İDES) ve İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı (2011-2023) (İDEP) oluşturmaktadır. Bunlardan İDES'te sera gazı emisyonlarının kontrolü ve iklim değişikliğine uyum konularındaki kısa, orta ve uzun vadedeki stratejiler bulunmaktadır. İDEP de İDES'te açıklanan stratejiler doğrultusunda hazırlanmıştır.

İDEP'te azaltım kapsamındaki eylemler çoğunlukla ormansızlaşmanın ve orman tahribatının azaltılması, arazi kullanım değişikliklerinin sınırlandırılması, yutak alanlarında depolanan karbon miktarlarının belirlenmesi ve arttırılması şeklinde özetlenebilir. Uyum konusunda ise doğa koruma ile ilgili eylemlere daha fazla yer verilmiş ve ekosistem hizmetleri, biyolojik çeşitlilik ve ormancılık ayrı bir başlık olarak eylem planında ele alınmıştır. Tarım ve gıda güvenliği ile su kaynakları yönetimi başlıkları altında da doğa koruma ile ilgili eylemler bulunmaktadır. İDEP'te doğrudan doğa koruma ile ilgili olan ekosistem hizmetleri, biyolojik çeşitlilik ve ormancılık başlığı altında 2 amaç, 9 hedef ve 39 eyleme yer verilmiştir.

Genel olarak İDEP'teki hedefler iklim değişikliğinin türler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve izlenmesi üzerinedir. Yine benzer şekilde İDEP'te arazi kullanım değişikliklerinin belirlenmesi hedef olarak yer alırken arazi kullanım değişikliklerinin önlenmesi ya da azaltılması hedefinin olmaması eksiklik olarak değerlendirilebilir. İklim değişikliğinin türler ve ekosistemler üzerindeki diğer bir etkisinin göçler olması beklenmektedir. Bunun için korunan alanların türlerin göç yollarını ve potansiyel yayılım alanlarının da dikkate alınarak planlanması önerilmektedir. Bu doğrultuda, örneğin dağlık alanlardaki korunan alanların subalpin ve alpin kuşağı alacak şekilde ilan edilmesi ve buralarda göçleri engelleyecek bariyerlere (yol, çit, vb.) izin verilmemesi gerekmektedir. Ek olarak İDEP'te doğal sermaye ve ekosistem hizmetlerinin muhasebeleştirilmesi ve bunların doğal alanlardaki yatırımlarda dikkate alınmasına yönelik eylemlerin olmadığı görülmektedir.

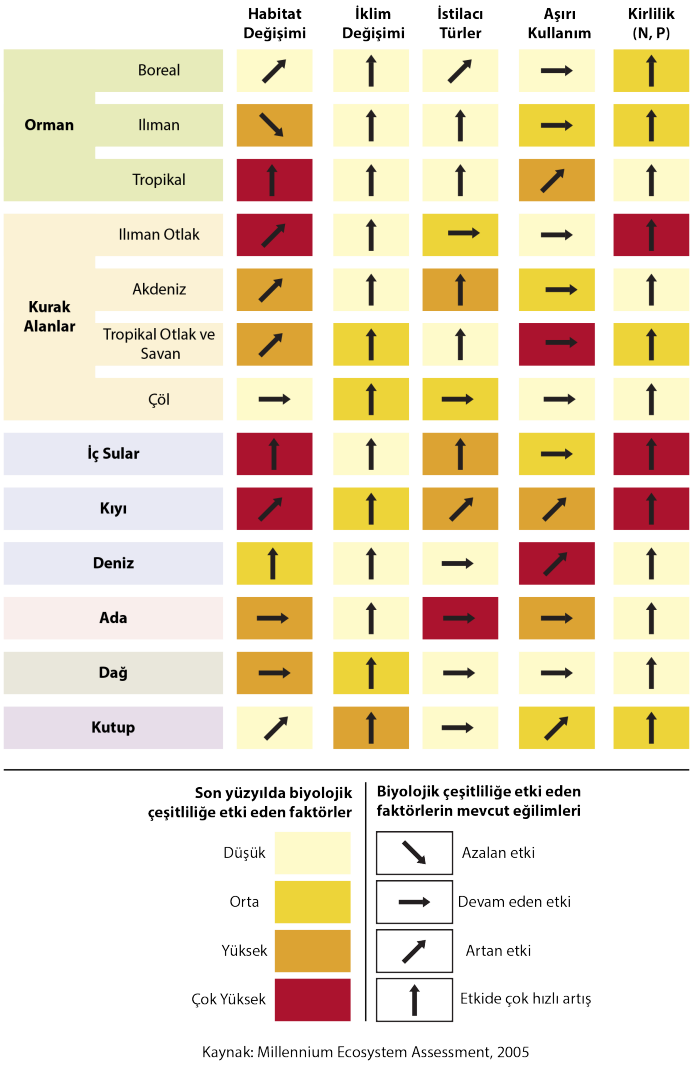
1. EKOSİSTEMLERİN VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEYE KATKILARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Biyolojik çeşitlilik, BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesinde "diğerlerinin yanı sıra kara, deniz ve diğer su ekosistemleri ile bu ekosistemlerin bir parçası olduğu ekolojik kompleksler de dahil olmak üzere tüm kaynaklardan canlı organizmalar arasındaki farklılaşma anlamındadır; türlerin kendi içindeki ve türler arasındaki çeşitlilik ve ekosistem çeşitliliği de buna dahildir" şeklinde tanımlanmaktadır (BMBÇS, 1992). Tanımdan da anlaşılacağı üzere biyolojik çeşitlilik, genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği ve ekosistem çeşitliliği olmak üzere üç farklı seviyeyi kapsamaktadır.

Son yüzyılda yoğunlaşan insan faaliyetleri küresel ölçekte biyolojik çeşitlilik kaybını hızlandırmıştır. Gitay ve ark. (2002) tarafından bu insan faaliyetleri, arazi kullanımı/arazi örtüsü değişimleri, habitat parçalanması, hava, su ve toprak kirliliği, arazi tahribatı ve çölleşme, doğal olmayan türlerin kullanımının yaygınlaşması olarak sıralanmaktadır. MEA (2005) tarafından ise biyolojik çeşitlilik kaybına neden olan 5 ana faktör habitat değişimi, iklim değişikliği, istilacı türler, aşırı kullanım ve kirlilik olarak verilmiştir. MEA (2005) ayrıca demografik, ekonomik, sosyo-politik, kültürel ve dini, bilimsel ve teknolojik faktörler olarak 5 ana başlıkta toplanabilecek faktörlerin de dolaylı olarak biyolojik çeşitlilik kaybına neden olduğunu açıklamaktadır. Pereria ve ark. (2012) tarafından Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) verileri kullanılarak biyolojik çeşitliliğin azalmasına doğrudan neden olan faktörler değerlendirilmiş ve habitat değişimi (parçalanması) ile aşırı kullanımın daha baskın olduğu ortaya konmuştur. Her ne kadar Pereria ve ark. (2012) tarafından yapılan değerlendirmede iklim değişikliği dördüncü sırada gelse de Leadley ve ark. (2010) önümüzdeki birkaç on yıl içinde iklim değişikliğinin neden olduğu biyolojik çeşitlilik kayıplarının habitat parçalanmalarını geçebileceğini ifade etmektedir. Nitekim Binyıl Ekosistem Değerlendirme (MEA-Millennium Ecosystem Assessment) tarafından da iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistemler üzerindeki etkisinin giderek arttığı ifade edilmektedir (MEA, 2005) (Şekil 1).

Tür çeşitliliğinin günümüzdeki durumu IUCN tarafından değerlendirilmektedir. IUCN (2018) tarafından yapılan bir araştırmada incelenen 94 bin türden 26 binin kritik (CR), tehlikede (EN) ve duyarlı (VU) kategorisinde yer aldığı tespit edilmiştir (Kutu 1). Biyolojik çeşitliliğin üzerindeki yoğun baskılar ve iklim değişikliğinin gelecekteki olası etkileri dikkate alındığında birçok bilim insanı 6. Yok Oluş olarak adlandırılan sürecin yaşanabileceğini öne sürmektedirler (Barnosky ve ark., 2011; Ceballos ve ark., 2015). 20. yüzyılda artan ve gelecekte de hızlanarak artacağı öngörülen biyolojik çeşitlilik kayıplarına 6. Yok Oluş denmesinin nedeni son 500 milyon yıl içinde beş defa yaşanan ve o dönemdeki canlı türlerinin büyük bir çoğunluğunun yok olmasına neden olan süreçlerdir. Bunların ilki 443 milyon yıl önce yaşanan ve canlı türlerinin yaklaşık olarak %86'sının kaybedildiği toplu yok oluştur. 2. Yok Oluş 359 milyon yıl önce yaşanmış ve türlerin yaklaşık %75'i kaybedilmiştir. Daha sonraki yok oluşlar 251, 200 ve 65 milyon yıl önce yaşanmış ve sırasıyla türlerin %96'sı, %80'i ve %76'sı yok olmuştur (Barnosky ve ark., 2011). Tüm bu yok oluşlara küresel ısınma ya da soğuma, atmosferdeki CO_2 derişimlerinin artması gibi nedenlerin yol açmış olduğu düşünülmektedir.

Şekil 1: *Biyolojik çeşitlilik ve ekosistemler üzerindeki etkili olan faktörlerin son yüzyıl ve günümüzdeki eğilimleri (MEA, 2005)*



Kaynak: Millennium Ecosystem Assessment, 2005

Ceballos ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmaya göre insan faaliyetleri nedeniyle 1900-2014 yılları arasında 468 omurgalı türünün neslinin tükendiği tespit edilmiştir. Bunların dağılımı 69 memeli türü, 80 kuş türü, 24 sürüngen, 146 amfibi (iki yaşamlı) ve 158 balık türü şeklindedir.

İklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri Şekil 2'de gösterildiği gibi sadece türlerin yok olmasıyla sınırlı değildir. Sıcaklık artışları, yağış düzensizlikleri, aşırı hava olaylarındaki artışlar ve bunlara bağlı olarak buzulların erimesi ve deniz seviyelerinin yükselmesi gibi etkenlerin genetik seviyeden ekosistemlere hatta biyomlara (tropikal yağmur ormanları, savanlar, tundralar gibi büyük hayat zonları) kadar her düzeyde biyolojik çeşitliliği etkilemesi beklenmektedir. Bu etkilerin büyük çoğunluğunun ise olumsuz olacağı değerlendirilmektedir.

Kutu 1: Dünyada ve Türkiye'de Tür Çeşitliliği

Dünyadaki canlı türlerinin sayısı tam olarak bilinmemektedir. IUCN tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda 2018 yılına kadar 1,74 milyon tür tanımlanabilmiştir. (IUCN, 2018) (Kutu 1 Tablo 1). Bu türlerin önemli bir kısmını omurgasızlar oluşturmaktadır. Dünya genelinde tür çeşitliliğinin en fazla olduğu alanlar tropikal ve subtropikal nemli geniş yapraklı ormanlarken tundralar en düşük tür çeşitliliğine sahip biyomlardır.

IUCN ayrıca türlerin tehlike durumunu değerlendirerek kırmızı liste olarak adlandırılan raporlar da hazırlamaktadır. Kırmızı listede türler çeşitli ölçütlere göre değerlendirilerek tükenmiş (EX), doğal ortamında tükenmiş (EW), kritik (CR), tehlikede (EN), duyarlı (VU), tehdide açık (NT), düşük riskli (LC) ve veri yetersiz (DD) kategorilerinden hangisinde yer aldığı belirtilmektedir. Herhangi bir tür henüz değerlendirilmediyse "değerlendirilmedi" (NE) kategorisinde yer almaktadır. IUCN (2018) tarafından değerlendirilen amfibilerden %40'ının, iğne yapraklı ağaç türlerinden %34'ünün, mercanlardan %33'ünün, memelilerden %25'inin, kuşlardan ise %14'ünün yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bulunduğunu açıklamaktadır.

Kutu 1 Tablo: *Dünyada ve Türkiye'de tanımlanmış ve tehlike altındaki tür sayıları*

Canlı Türleri		Dünya (IUCN, 2018)		Türkiye (DKMP, 2008)	
		Tanımlanmış Tür Sayısı	Tehlike Altındaki Tür Sayısı[1]	Tanımlanmış Tür Sayısı	Nadir ve Tehlike Altındaki Tür Sayısı
Omurgalılar	Memeliler	5.677	1.210	161	23
	Kuşlar	11.122	1.469	460	17
	Sürüngenler	10.711	1.236	141	10
	Amfibiler	7.866	2.100		
	Balıklar	33.900	2.385	716	
	Alt Toplam	69.276	8.400	1.478	50
Omurgasızlar	Böcekler	1.000.000	1.478	20.114	
	Yumuşakçalar	85.000	2.195	522	
	Kabuklular	47.000	730		
	Mercanlar	2.175	237		
	Örümcekler	102.248	171		
	Kadife Solucanlar	165	9		
	At Nalı Yengeçler	4	1		
	Diğerleri	68658	146		
	Alt Toplam	1.305.250	4.967	20.636	
Bitkiler	Karayosunları	16.236	76	910	2
	Eğreltiler	12.000	246	101	1
	Açık Tohumlular	1.052	401	35	1
	Çiçekli Bitkiler	268.000	12.049	10.865	1.280
	Yeşil Algler	6.050	0	2.150	
	Kırmızı Algler	7.104	9		
	Alt Toplam	310.442	12.781	14.061	1.284
Mantarlar ve Protistler	Likenler	17.000	10	1.000	
	Mantarlar	31.496	33		
	Kahverengi Algler	3.784	6		
	Alt Toplam	52.280	49	1.000	
TOPLAM		1.737.248	26.197	37.175	1.334

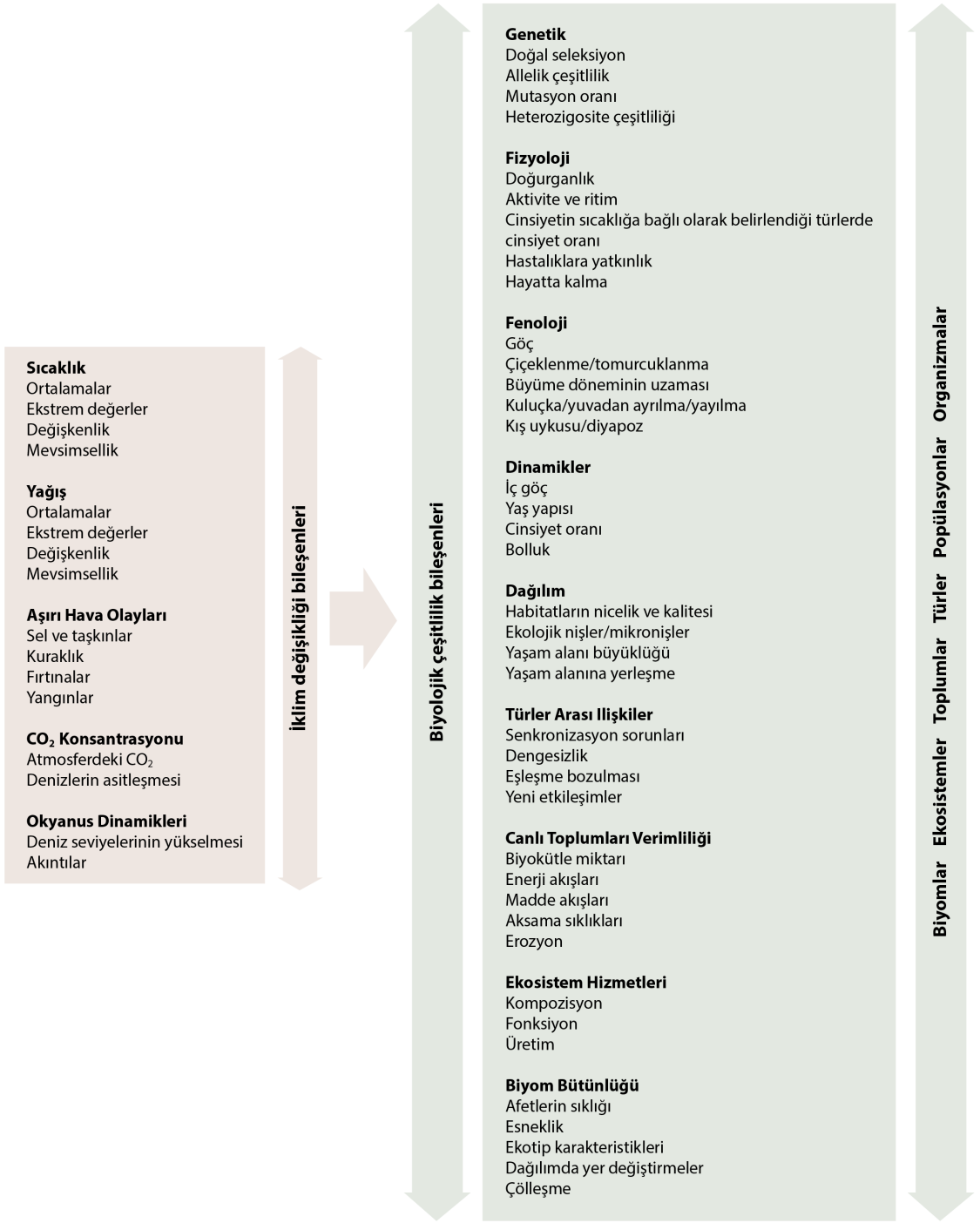
[1] Kritik (CR), tehlikede (EN) ve duyarlı (VU) türleri içermektedir.

Türkiye tür çeşitliliği açısından oldukça zengin bir ülkedir. Bu durumun en büyük nedeni Türkiye'nin buzul çağlarında ve buzullar arası dönemlerde göç etmek zorunda kalan canlıların göç yolları üzerinde olmasıdır. Yine ülkemizin topoğrafik yapısı ve çok farklı lokal iklimlerin bulunması bu göçler sırasında canlıların sığınabileceği alanlar yaratmıştır. Türkiye'deki biyolojik çeşitlilik ile ilgili olarak 2007 yılında Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (UBSEP) hazırlanmış olup tür sayılarına buradan ulaşılabilmektedir. Halen devam eden Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi kapsamında il bazında yapılan envanterlerden elde edilen veriler Nuh'un Gemisi Veri Tabanına işlenmektedir. UBSEP'te ülkemizde 1.478 omurgalı, 26.636 omurgasız, 14.061 bitki ve 1.000 kadar liken türü olduğu açıklanmıştır (DKMP, 2008). Toplam olarak ise 37.175 tanımlanmış tür bulunmaktadır. Bu türlerden 8 bin kadarının (yaklaşık 4 bin bitki ve 4 bin hayvan türü) endemik olduğu hayvanlardan 50, bitkilerden ise 1.284 türün tehlike altında olduğu eylem planında yer almaktadır. 8 hayvan ve 11 bitki türünün ise neslinin tükendiği tahmin edilmektedir (DKMP, 2008) (Kutu 1 Tablo 1). Ancak daha sonra yapılan çalışmalarla tanımlanan tür sayıları artmıştır. Örneğin, UBSEP'te 460 olarak verilen kuş sayısı daha sonraki gözlemlerle 481'e ulaşmıştır (Bacak ve ark., 2015). Benzer şekilde eylem planında 141 olarak açıklanan Kurbağa ve Sürüngen sayısının ise 157'e çıktığı Baran ve ark. (2012) tarafından açıklanmaktadır. Bitki türleri ile ilgili olarak ise 2012 yılında yayınlanan "Türkiye Bitkileri Listesi" kitabında Türkiye'de cins altı taksonlar olarak 13 kibrit otu, 73 eğrelti, 37 açık tohumlu ve 11.343 kapalı tohumlu takson bulunduğu, bunlardan 3.649'unun endemik olduğu belirtilmektedir (Güner ve ark., 2012).

Genetik düzeydeki etki, türlerin değişen iklim koşullarına uyum sağlayıp sağlayamayacağı ile ilgilidir. Canlılar değişen koşullara mutasyon yoluyla genetik olarak uyum sağlamaktadır. Ancak değişimin hızlı olması halinde uyum zorlaşmaktadır. Yine iklim değişikliği organizmaların yaşamsal döngülerini etkilemektedir. Örneğin, iklim değişikliğinin etkisiyle bitkilerin daha erken çiçek açtığı, büyüme döneminin uzadığı ya da daha erken kuluçkaya yattıkları tespit edilmiştir. Bu durum da beraberinde birçok risk getirmektedir. Örneğin, ısınmaya bağlı olarak bitkilerin daha erken çiçek açması fakat artan sıcaklıklara arılar gibi tozlaşmayı sağlayan türlerin aynı hızda uyum sağlayamaması halinde tohum ve meyve oluşumunda sorunlar yaşanabilmektedir. Bu şekilde birbirleri ile ilişkileri (rekabet, mutualizm, parazitizm, av/avcı) olan türlerin de olumsuz etkilenecekleri tahmin edilmektedir. Yine popülasyonların, ekosistemlerin ve biyomların enlemsel olarak kuzeye ve dikey yönde de daha yükseklere doğru göçleri beklenmektedir. Bu durumda da örneğin tayga ormanlarının tundralara doğru ya da dağlık alanlardaki ormanların subalpin ve alpin kuşağa doğru genişlemesi söz konusu olabilecektir. Bu durumda da tundra ve alpin kuşaktaki türler daha kuzeye ya da yükseğe göç imkânı bulamazlarsa yok olma riskiyle karşılaşacaklardır (Alo & Wang, 2008). Yine artan sıcaklıkların ve buharlaşmanın etkisiyle bazı sulak alanların ve su ekosistemlerinin (akarsu, göller, bataklık, turbalık, vb.) de kuruması ve buralarda yaşayan türlerin de yok olması söz konusu olabilecektir.

İklim değişikliği biyolojik çeşitlilik üzerinde etkili olduğu gibi özellikle ekosistem ve biyom düzeyindeki biyolojik çeşitlilik de küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerinde etkilidir. Bu etki ekosistemlerin karbonun depolandığı önemli havuzlar (ya da yutaklar) olmasından kaynaklanmaktadır. Dünya üzerinde karbon atmosfer, okyanuslar, vejetasyon ve toprak gibi alanlarda depolanmaktadır. Karbon çeşitli formlarda (CO_2, CH_4, vb.) bu havuzlar arasında yer değiştirebilmektedir. Karbonun bir havuzda azalması diğer bir havuzda artması anlamına gelmekte olup, karbonun bu havuzlar arasında dolaşması karbon döngüsü olarak adlandırılmaktadır.

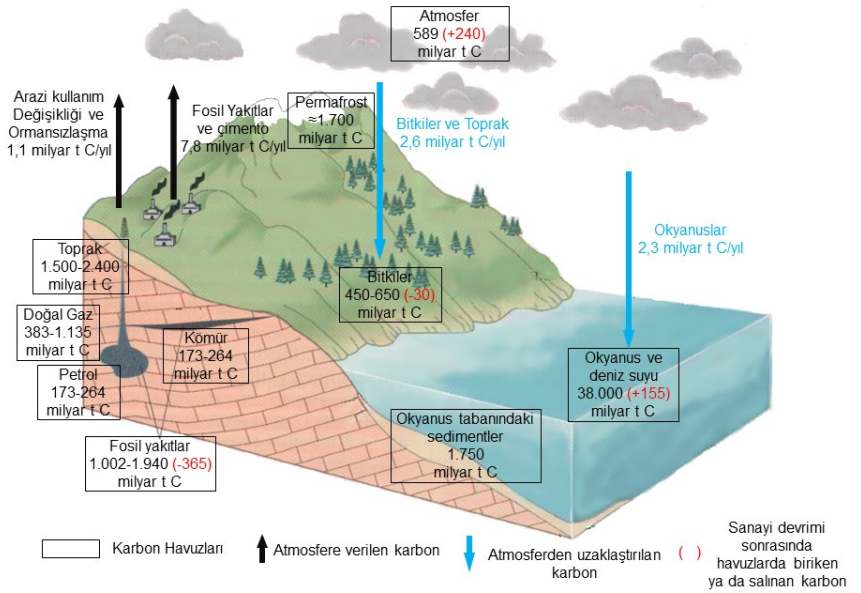
Şekil 2: *İklim değişikliğinin farklı biyolojik çeşitlilik düzeyleri üzerinde olası etkilerine bazı örnekler (Bellard ve ark., 2012)*



Yer altında depolanmış olan fosil yakıtlar (kömür, doğal gaz, petrol ve kaya gazı) da ayrı bir havuzdur. Milyonlarca yıldır yer altında kalan ve karbon döngüsüne katılmayan fosil yakıtlardaki karbonun sanayi devriminden sonra atmosfere verilmesi ile birlikte karbon döngüsü bozulmuş ve doğal döngüye fazladan karbon girdisi olmuştur. Bu durum da küresel ısınma ve iklim değişikliği olayları ile sonuçlanmıştır. Fosil yakıt kaynaklı CO_2 ve diğer sera gazları emisyonlarına ek olarak arazi kullanım değişikliği olarak adlandırılan örneğin orman alanlarının tarıma ya da yerleşime dönüştürülmesi gibi süreçler de CO_2 emisyonlarına yol açmaktadır. Sanayi Devrimi'nin başlangıcı sayılan 1750 yılından 2011 yılına kadar geçen sürede atmosfere kümülatif olarak fosil yakıt tüketimi ve çimento sektöründen 375 milyar ton karbon (1,38 trilyon ton CO_2 eşdeğeri), arazi kullanım değişikliği ve ormansızlaşmadan ise 180 milyar ton karbon (0,66 trilyon ton CO_2 eşdeğeri) olmak üzere 555 milyar ton karbon (2 trilyon ton CO_2 eşdeğeri) emisyonu gerçekleştiği hesaplanmıştır (IPCC, 2013).

Dünya üzerindeki en önemli karbon havuzu okyanuslardır. 38 trilyon ton kadar karbon depolandığı tahmin edilen okyanusların diplerinde biriken sedimentlerde de 1,75 trilyon ton kadar karbon olduğu hesaplanmıştır (IPCC, 2013) (Şekil 3). Bu havuzları yaklaşık olarak 2 trilyon ton karbon stoku ile topraklar izlemektedir. Topraklardaki karbon stoklarının da önemli bir kısmı permafrost (donmuş) topraklardadır. Karalardaki bitkilerde depolanmış olan karbonun 450-650 milyar ton arasında olduğu ve arazi kullanım değişiklikleri nedeniyle sanayi devrimi sonrasında karbon stoklarında 30 milyar ton kadar azalma olduğu belirtilmektedir (IPCC, 2013). Buna karşılık 1750 yılı öncesinde 589 milyar ton kadar karbon içeren atmosferdeki karbon stoklarının insan aktivitelerine bağlı olarak 240 milyar ton kadar artarak 829 milyar tona ulaştığı kabul edilmektedir (a.g.e.).

Şekil 3: *Küresel karbon havuzları ile atmosfere salınan ve atmosferden alınan yıllık karbon miktarları (Botkin ve Keller (1995) ile IPCC (2013)'ten değiştirilerek)*



Karasal biyomlardaki karbon stokları Tablo 1'de verilmiş olup boreal ormanlar ile tropikal ormanlar karbonun en fazla depolandığı alanlardır. Beklendiği gibi bu biyomlarda vejetasyonda birim alanda en fazla karbon, tropikal ormanlarda bulunmaktadır. Buna karşılık topraklarda ise sulak alanlar ve boreal ormanlarda diğer biyomlara oranla daha fazla karbon stoklanmıştır.

Tablo 1: *Dünya üzerindeki biyomlarda vejetasyon ve topraklarda tahmini karbon stoku (Janzen, 2004)*

Biyomlar	Alan (milyar ha)	Bitki (milyar t)	Toprak (milyar t)	Toplam (milyar t)	Bitki (t/ha)	Toprak (t/ha)
Tropikal Ormanlar	1,76	212	216	428	120,5	122,7
Ilıman Bölge Ormanları	1,04	59	100	159	56,7	96,2
Boreal Ormanlar	1,37	88	471	559	64,2	343,8
Tropikal Savanlar ve Otlaklar	2,25	66	264	330	29,3	117,3
Ilıman Bölge Otlakları ve Çalılıklar	1,25	9	295	304	7,2	236,0
Çöller ve Yarı Çöller	4,55	8	191	199	1,8	42,0
Tundra	0,95	6	121	127	6,3	127,4
Tarım	1,6	3	128	131	1,9	80,0
Sulak Alanlar	0,35	15	225	240	42,9	642,9
TOPLAM	**15,12**	**466**	**2011**	**2477**		

IPCC (2013) tarafından 2000'li yılların başında yıllık ortalama olarak atmosfere fosil yakıtlar ve çimento sektöründen 7,8 milyar ton, arazi kullanım değişikliği ve ormansızlaşmadan da 1,1 milyar ton olmak üzere toplam 8,9 milyar ton C/yıl kadar emisyon olduğu raporlanmaktadır. Fotosentez ile 2,6 milyar t C/yıl kadar karbonun bitkiler tarafından depolandığı belirtilmektedir. Diğer önemli bir havuz olan okyanuslarda ise hem CO_2'nin suyla reaksiyona girerek karbonik asit (H_2CO_3) şeklinde hem de denizlerde yaşayan klorofilli canlıların fotosenteziyle yılda 2,3 milyar ton karbon atmosferden geri alınabilmektedir. Ancak yıllık olarak salınan karbonun tamamı geri alınamadığı için atmosferde her yıl 4 milyar ton kadar karbon fazladan birikmektedir.

Görüldüğü üzere karasal ekosistemler (orman, bozkır, vb.), yarı karasal ve su ekosistemleri (sulak alanlar, deniz, okyanuslar, vb.) önemli miktarlarda karbon depolamakta olup, atmosfere salınan karbonun bir kısmını da yıllık olarak bağlamaktadır. Ancak arazi kullanım değişiklikleri ve ormansızlaşma ile birlikte karasal ekosistemler sera gazı kaynağı haline dönüşebilmektedir. Nitekim FAO tarafından yapılan değerlendirmelerde ılıman iklim kuşağındaki orman alanlarının artmasına rağmen tropikal ormanların sürekli azaldığı ve dünya genelinde bir ormansızlaşma olduğu ortaya çıkmaktadır. Dünya genelinde 2010-2015 yılları arasında her yıl 3,3 milyon ha orman alanı kaybedilmektedir ancak bu ormansızlaşma tropikal ormanlar dikkate alındığında 5,5 milyon ha/yıl kadardır (Keenan ve ark., 2015). Köhl ve ark. (2015) tarafından ise yine FAO verilerinden ormanların yıllık olarak atmosferden uzaklaştırılan ya da atmosfere salınan karbon miktarları hesaplanmıştır. Yazarlar ormansızlaşma ve ormanların bozulması nedeniyle 2011-2015 yılları arasında atmosfere fazladan 0,79 milyar t C/yıl emisyon yapıldığını belirlemişlerdir (a.g.e.).

Ancak, IPCC (2013) tarafından verilen atmosfere salınan ve atmosferden alınan karbon miktarları Le Quéré ve ark. (2018) tarafından güncellenmiştir. Yazarlar tarafından 2007-2016 yılları arası için

yapılan değerlendirmede fosil yakıt ve endüstriden kaynaklanan karbon emisyonlarının 9,4 milyar t C/yıla ve arazi kullanım değişikliği ve ormansızlaşmadan kaynaklanan karbon emisyonlarının da 1,3 milyar t C/yıla çıktığı hesaplanmıştır. Karalar ve okyanuslar tarafından bağlanan karbon miktarı da artarak sırasıyla 3 ve 2,4 milyar t C/yıl olmuştur. Ancak atmosferde net olarak kalan karbon miktarı 4 milyar tondan 4,7 milyar ton/yıla yükselmiştir (a.g.e.).

Sera gazı emisyonlarının hızla artması ve Kyoto Protokolü'nün bu emisyonların azaltılması yönünde etkisiz kalması nedeniyle 2015 yılında 21. Taraflar Konferansı'nda Paris İklim Sözleşmesi imzaya açılmıştır. Bu sözleşmede sera gazı emisyonlarının azaltılarak küresel ortalama sıcaklık artışlarının 2°C ile hatta mümkünse 1,5°C ile sınırlı tutulması gerektiği belirtilmektedir. 2°C sıcaklık artışının önemi bu sıcaklık artışından sonra küresel ısınma ve iklim değişikliğinin durdurulmasının oldukça güç olacağı tahminleridir. Çünkü karbon havuzlarında depolanmış olan karbonun CO_2 ya da CH_4 olarak atmosfere yayılacağı ve fosil yakıt tüketimine son verilse dahi atmosferdeki sera gazı emisyonlarının artabileceği öngörülmektedir. Küresel sıcaklık artışlarının 1,5°C ile sınırlandırılmasının 2°C'lik olası artışa göre etkileri IPCC tarafından bir rapor halinde de yayınlanmıştır (IPCC, 2018) (Kutu 2).

Kutu 2: Dünyanın 1,5°C ya da 2°C Isınması Halinde Ekosistemlerde Olabilecekler

Dünyada ortalama sıcaklıklar Sanayi Devrimi'nden günümüze kadar 0,87°C kadar artmıştır (IPCC, 2018). Bu sıcaklık artışının 2°C ile sınırlı tutulması gerektiği, çünkü 2°C daha fazla ısınma sonucunda başta okyanuslar, sulak alanlar ve tundralar olmak üzere depolanmış karbonun da atmosfere salınabileceği ve fosil yakıt kaynaklı emisyonların durdurulmasına rağmen doğal süreçlerdeki değişimler nedeniyle sera gazı emisyonlarının devam edeceği öngörülmektedir. IPCC tarafından hiç önlem alınmaması halinde 21. yüzyılın sonunda ortalama sıcaklıkların 4°C kadar artabileceği öngörülmektedir. Bu nedenle 2015 yılında Paris'te toplanan 21. Taraflar Konferansı'nda (COP21) görüşülen ve 2016 yılında yürürlüğe giren Paris İklim Anlaşması'nda küresel ısınmaya bağlı sıcaklık artışlarının 2°C, hatta mümkünse 1,5°C ile sınırlı tutulması yer almaktadır. Bu amaçla IPCC tarafından 2018'in Ekim ayının başlarında 1,5°C Raporu olarak bilinen rapor yayınlanmıştır. Bu raporda sıcaklık artışının 2°C yerine neden 1,5°C ile sınırlandırılması gerektiğine değinilmiştir. 1,5 ve 2 °C sıcaklık artışlarında ekosistemler ve biyolojik çeşitlikte neler olabileceğine dair bilgiler aşağıda özetlenmiştir (IPCC, 2018).

- **Türler:** 1,5°C sıcaklık artışında böceklerin %6'sı, omurgalıların %4'ü ve bitkilerin %8'i coğrafi yayılışlarının yaklaşık yarısını kaybedebilecektir. Türlerin yayılımlarının doğal ya da insan etkisiyle engellenmesi halinde iki yaşamlıların %10'unun, sürüngenlerin %8'inin, memelilerin %6'sının, kuşların %5'inin, böceklerin %10'unun ve bitkilerin %8'inin coğrafi yayılışlarının yaklaşık yarısını kaybedebileceği öngörülmektedir. Bu durumda genel olarak türlerin yayılış alanlarının kaybı %20-27 kadar olabilecektir. Sıcaklık artışının 2°C olması halinde ise böceklerin %18'i, omurgalıların %8'i ve bitkilerin %16'sı coğrafi yayılışlarının yarısından fazlasını kaybedebilecektir.

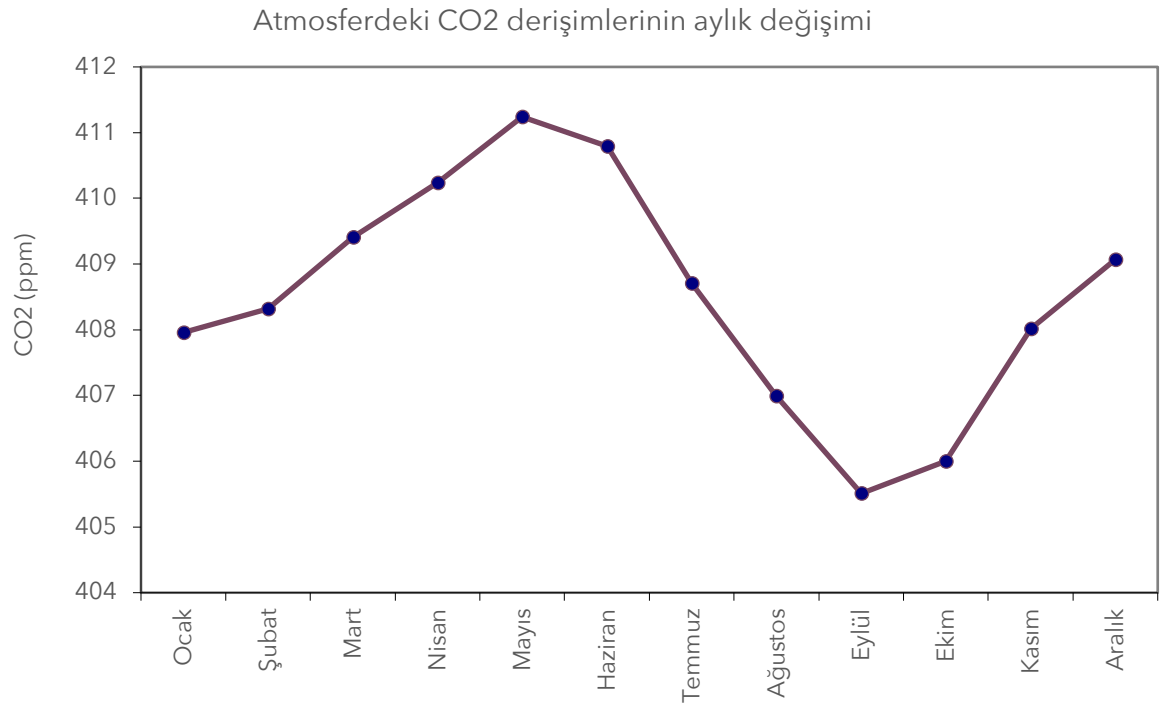
- **Biyomların yer değiştirmesi:** Sıcaklık artışı 1,5°C ile sınırlı tutulduğunda biyomların %7'sinin başka biyomlara, 2°C artışta ise yaklaşık 2 kat daha fazla biyomun (%13) başka biyomlara dönüşebileceği tahmin edilmektedir.
- **Fenoloji:** Günümüzde kuzey yarımkürede ilkbaharda fenolojik süreçler 3 gün kadar önce başlamaktadır. 1,5°C ısınmada birkaç gün daha önce başlayacaktır. Isınmanın 1,5°C ile sınırlı tutulması türler arasındaki fenolojik uyumsuzluklar ve ekosistem hizmetlerindeki kayıp risklerini azaltabilir. 2°C sıcaklık artışında ise fenolojik süreçlerin daha da erken başlaması öngörülmektedir. Örneğin ılıman bölge ormanlarında büyüme döneminin 10 gün daha öne gelebileceği tahmin edilmektedir.
- **Karbon stokları:** Isınma ile ekosistemlerdeki toplam solunum artmaktadır. Isınmanın sınırlı tutulması halinde net primer üretim (NPP) ve karasal karbon stoklarına etki sınırlı kalacaktır. 2°C sıcaklık artışında böcek ve mantar zararları, fırtınalar, yangınlar gibi afetlerdeki artışların daha fazla olması beklenmektedir. Bu gibi afetler bitkisel kütledeki ve topraktaki karbon stoklarında azalmaları derinleştirecektir.
- **Boreal ormanlar ve tundralar:** Halen odunsu çalılar tundralara doğru genişlemektedir. 1,5°C sıcaklık artışı ile 2°C'ye göre 2 milyon km^2 daha az permafrost alan eriyecektir.
- **Ekosistem hizmetleri:** Karasal ekosistemlerin ve okyanusların sağlamış olduğu ekosistem hizmetlerindeki azalma 1,5°C sıcaklık artışında sınırlı kalacaktır.
- **Okyanuslar:** 1,5°C sıcaklık artışında okyanuslardaki verimliliğin azalması, türlerin yüksek enlemlere doğru kayması, balıkçılığın zarar görmesi ve okyanus kimyasındaki değişimler (asitleşme, hipoksiya, ölü bölgeler gibi) daha az görülecektir.
- **Mercan resifleri:** 2°C sıcaklık artışında mercan resiflerinin %70-90'ı yok olacaktır.
- **Ürün ve beslenme:** Batı ve Güney Afrika, Sahra altı ülkeler, Güneydoğu Asya, Orta ve Güney Amerika gibi bölgelerde 1,5°C sıcaklık artışı ürün verimindeki ve besinlerdeki etkilenmeyi azaltacaktır. 2°C sıcaklık artışı mera hayvancılığında %7-10 kadar bir kayba yol açabilecektir.
- **Gıda:** Sahel kuşağı, Güney Afrika, Akdeniz, Orta Avrupa ve Amazon bölgelerinde gıda kıtlığı riskleri 2°C'ye kıyasla 1,5°C küresel ısınmada daha düşük olacaktır.
- **Ormanlaştırma ve yeniden ormanlaştırma çalışmaları ile arazi kullanım değişiklikleri:** Biyoenerji ile karbon yakalama ve depolama, ormanlaştırma, yeniden ormanlaştırma ve arazi kullanım değişiklikleri düşük maliyetleri nedeniyle sıcaklık artışını 1,5°C ile sınırlı tutmak için önemlidir. Ancak biyoenerji, ormanlaştırma ve yeniden ormanlaştırma çalışmalarının geniş alanlara yayılması halinde arazi ve su ayak izinin artması söz konusu olabilecektir. Bu tür çalışmaların biyolojik çeşitlilik, gıda üretimi, karasal ekosistemlerdeki karbon stokları, doğal ekosistemlerin korunması üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Özetle ekosistemlerin iklim değişikliği ile mücadeledeki en önemli katkıları karbon havuzu olarak görev almaları ve önemli miktarlarda karbon stokuna sahip olmalarıdır. Ekosistemlerin tahrip olması ya da yok olması atmosferdeki CO_2 miktarının artması ile sonuçlanmaktadır. Örneğin, iklim değişikliğine bağlı olarak sulak alanların kuruması ile bu ekosistemlerdeki karbon hızla ayrışarak CO_2 halinde atmosfere ulaşmaktadır. Benzer şekilde ısınmaya bağlı olarak tundralar, alpin kuşak ve boreal ormanlarda topraklarda bulunan karbonun da ayrışması söz konusu olabilecektir.

Buna karşılık ormanlaştırma ve yeniden ormanlaştırma çalışmaları, bozulmuş ekosistemlerin rehabilitasyonu/restorasyonu ile daha fazla karbon depolamaları sağlanabilmektedir. Nitekim atmosferdeki CO_2 derişimlerinin seyri incelendiğinde bitkilerin büyüme dönemine karşılık gelen Mayıs-Eylül ayları arasında derişimlerin düştüğü görülmektedir (Şekil 4).

Ekosistemlerin iklim değişikliği ile mücadeleye diğer bir katkısı da sağlamış oldukları ekosistem hizmetleri ile gerçekleşmektedir (Kutu 3).

Şekil 4: *Atmosferdeki CO_2 derişimlerinin 2018 yılında aylara göre değişimi (NOAA/ESRL, 2019'dan alınan verilerden çizilmiştir)*



Kutu 3: Ekosistem Hizmetleri

Ekosistem hizmetleri, insanların ekosistemlerden doğrudan ya da dolaylı olarak elde ettiği faydalar ya da mal ve hizmetler olarak tanımlanmaktadır (Costanza ve ark., 1997). Örneğin, ormanlardan elde edilen odun, denizlerde avlanan balıklar, tarlalarda üretilen meyve, sebze ve tahıllar ekosistemlerden sağlanan mallardır. Bu gibi ürün ve hammaddeler doğrudan gelir getirirken, ormanların ürettiği oksijen, önledikleri taşkın ve erozyon ya da depoladıkları karbon gibi hizmetler için herhangi bir ödeme yapılmamakta, ancak yararlanılmaktadır. Ekosistemlerden sadece insanlar değil diğer canlılar da faydalanmaktadır. Örneğin, ekosistemler canlılara habitatlar sunmakta, beslenmeleri için gıda üretmektedir. Ekosistemlerin canlılara sağlamış olduğu mal ve hizmetler ekosistemlerdeki madde döngüleri, enerji akışları, besin zinciri gibi süreçlerden kaynaklanmaktadır (Kutu 3, Şekil 1). Örneğin, ekosistemlerdeki klorofilli bitkiler fotosentez yaparak atmosferden CO_2'yi alıp organik maddeye dönüştürmekte, bu sırada da karbon depolama, oksijen ve gıda üretme gibi fonksiyonları yerine getirmektedir. Benzer şekilde su döngüsünde bitkiler yağışların hızını azaltmakta, yağış sularının toprağa daha fazla sızmasını sağlayarak suyun depolanmasını sağlamakta, böylece erozyonu da önlemektedir. Toprağa sızan su ise toprağın filtrelemesi ile akarsulara ve yer altı sularına temiz su olarak ulaşmakta, canlıların su ihtiyacının karşılanmasında kullanılmaktadır. 20. yüzyılın sonlarına doğru ekosistemlerin kirlilik, aşırı kullanım ya da yerleşim, tarım gibi nedenlerle zarar görmeye başlaması üzerine ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi ve sınıflandırılması için çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. 2005 yılında Binyıl Ekosistem Değerlendirme (MEA) tarafından Ekosistem hizmetleri 4 ana kategori altında toplanmıştır (Kutu 3, Tablo 1). Bu kategoriler; tedarik, düzenleme, destekleme ve kültürel hizmetlerdir (MEA, 2005) (Kutu 3, Tablo 1).

Kutu 3 Şekil 1: *(a) Ekosistemlerde madde, enerji değişim/dönüşümleri (Tolunay ve ark., 2013) ile* (b) Ekosistem hizmetleri (MEA, 2005) arasındaki ilişkiler

Ekosistemlerin sağlamış olduğu hizmetler uzun yıllardır bilinmektedir. Örneğin, ülkemizde orman ekosistemlerinin sağlamış olduğu faydalar orman fonksiyonları olarak adlandırılmaktadır. Bu orman fonksiyonları orman ürünleri üretimi, erozyon önleme, toplum sağlığı, doğayı koruma, rekreasyon, ulusal savunma, hidrolojik, estetik, klimatik ve bilimsel fonksiyonlardır. 10 yıldan uzun bir süredir de ormanların planlanması sağlamış oldukları fonksiyonlar göz önünde bulundurularak yapılmaktadır.

Dünya genelinde de ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılması ile ilgili olarak tam bir görüş birliği bulunmamaktadır. Genel olarak Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi kabul görse de konu ile ilgili diğer bazı kurumların birbirinden küçük farklılıklarla ayrılan çeşitli sınıflandırmaları bulunmaktadır. Bunlara Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Ekonomisi (TEEB) girişiminin sınıflandırması ile Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından geliştirilen Ekosistem Hizmetlerinin Ortak Uluslararası Sınıflandırması (CICES) örnek olarak verilebilir.

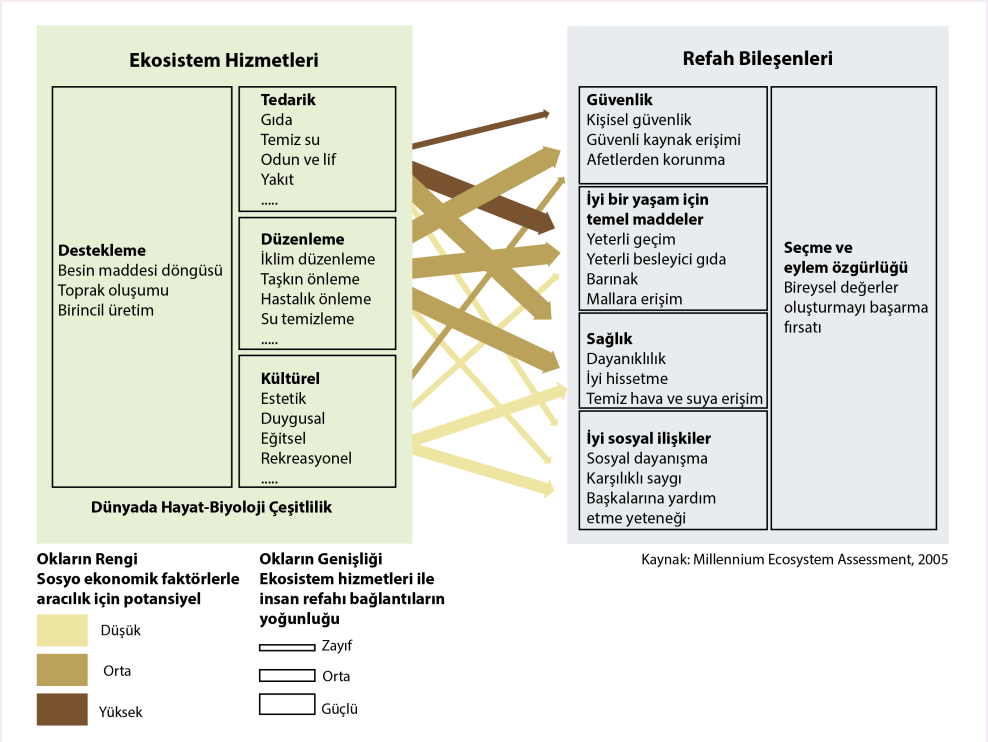
Ekosistemlerin zarar görmesi halinde, sağladıkları hizmetler de zarar görmekte ve bu durum da insan refahını oluşturan sağlık, güvenlik, temel yaşam maddeleri ile sosyal ilişkilerde de bozulmalara yol açmaktadır. İklim değişikliğinin ekosistem hizmetlerini olumsuz olarak etkileyerek insan refahını azaltacağı da öngörülmektedir. Dolayısıyla biyolojik çeşitliliğin ve ekosistemlerin korunması bir bakıma insan refahının korunması anlamına da gelmektedir (Kutu 3, Şekil 2).

Kutu 3 Tablo 1: *Ekosistem hizmetleri (MAE, (2005) ve De Groot ve ark. (2010)'dan değiştirilerek)*

Ekosistem Hizmet Kategorileri	Ekosistem Hizmetleri	Örnekler
Tedarik	Gıda	Meyve, sebze, tahıl, odun dışı orman ürünleri, av ve çiftlik hayvanları vb.
	Temiz su	İçme ve kullanma suyu
	Odun ve lif	Odun, kâğıt, ahşap esaslı levha, pamuk, ipek, keten, yenilenebilir enerji, vb.
	Balık ve diğer deniz ürünleri	Balık, midye, ıstakoz vb.
	Süs	Peyzaj düzenlemede kullanılan bitkiler, takılar, kürk, akvaryum balıkları, deniz kabukları vb.
	Mineral hammaddeler	Kum, çakıl, toprak vb.
	İlaçlar, biyokimyasallar	Etken madde elde edilmesi, kanser vb. hastalıkların tedavisi için potansiyel oluşturması
	Diğer	Deri, boynuz vb.
	Genetik kaynaklar	Biyokimyasal modeller, testler için kullanılan canlılar
Düzenleme	Tozlaşma ve tohum dağılımı	Böcekler, rüzgâr gibi faktörler ile polenlerin ve tohumların taşınması,
	İklim düzenleme	Ağaçların tepe taçlarıyla toprağı gölgeleyerek düşük sıcaklık oluşturması, fotosentezle ve okyanuslarda karbonik asit oluşumu ile CO_2'nin azaltılması
	Doğal afet önleme	Ormanların ve sulak alanların suyun toprağa sızmasını sağlayarak depolaması ve hızını azaltması
	Su temizleme	Toprak içinde suyun filtrelenmesi, sulak alanlarda kirleticilerin çökmesi ve organik atıkların parçalanması, tuzluluğun azaltılması vb.
	Erozyon önleme	Bitkilerin yağış şiddetini azaltarak ve kökleriyle toprağı tutarak erozyonu önlemesi, rüzgâr perdesi oluşturarak rüzgâr erozyonunu önlemesi
	Hava kalitesi düzenleme	Atmosferdeki toz ve diğer kirleticilerin azaltılması, fotosentezle oksijen üretilmesi

Ekosistem Hizmet Kategorileri	Ekosistem Hizmetleri	Örnekler
	Hastalık ve zararlıların azaltılması	Kuşların böcekleri yemesi, yılanların fare popülasyonunu azaltması vb.
	İstilacı türlere dayanıklılık	Direnci yüksek ekosistemlerde istilacı türlerin yayılmasının güç olması
Destekleme	Habitat oluşturma	Doğadaki bitki ve hayvanlar için uygun yetişme/yaşama ortamları oluşturması
	Toprak oluşumu	Kayaların ayrışması, humus oluşturma, toprağın taşınmasının önlenmesi
	Fotosentez (birincil üretim)	Bitkilerin fotosentezle organik madde üretmesi
	Besin maddesi döngüsü	N, P, K, S gibi besin maddelerinin canlılarda birikmesi ve biyojeokimyasal döngüsü
	Su döngüsü	Suyun atmosfer, canlılar, karalar ve sular arasında evapotranspirasyon ve intersepsiyon ile gerçekleşen döngüsü, haliçlere ve nehir ağzı ekosistemlere su taşınması vb.
Kültürel	Rekreasyon ve estetik değerler	Doğa yürüyüşleri, piknik, kampçılık, dağcılık, su sporları vb.
	Eğitsel ve ilham verici değerler	Film, kitap, şiir, resim gibi sanat dalları ile mühendislik, mimarlık gibi alanlarda doğadan esinlenilmesi
	Ahlaki ve ruhani değerler	Doğanın din ve kültürlerdeki yeri
	Bilim ve Eğitim	Okul gezileri, doğadaki bilimsel araştırmalar

Kutu 3 Şekil 2: *Biyolojik çeşitlilik, ekosistem hizmetleri ve insan refahı arasındaki ilişkiler (MEA, 2005)*



Kaynak: Millennium Ecosystem Assessment, 2005

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR

Sanayileşme ve hızlı nüfus artışının neden olduğu ekolojik tahribatların giderek artması ve bu durum üzerinde ülkelerin büyüme odaklı ekonomi politikalarının etkili olduğunun anlaşılması üzerine çeşitli arayışlar başlamıştır. 1970'li yıllarda ülkelerin ekonomik gelişmişlik ve sosyal refah seviyelerinin değerlendirilmesinde ekosistemlerin sağladığı kaynakların göz önünde bulundurulmamasının çevre sorunlarını arttırdığı ortaya konmuştur. Zira ülkeler ekonomik performanslarının değerlendirmesi için Gayrısafi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) gibi çeşitli makroekonomik göstergeleri kullanmakta olup, bu göstergeler sadece ülke içinde insanlar tarafından üretilen mal ve hizmetlerin parasal değerini içermektedir. Ancak bu göstergeler doğal varlıkların ve ekosistemlerin sağlamış olduğu faydaları göz önüne almamaktadır. Örneğin, sulak alanları kurutarak tarım alanlarının genişletilmesiyle belli bir süre tarımsal gelir arttırılabilir, ancak zamanla bu tarım alanlarında tuzlanma, taşkın gibi olaylarla tarım yapılamaz hale geldiğinde hem tarım hem de sulak alanlar kaybedebilir ve ülke gelirleri azalır. Benzer durumlar orman, maden ve denizler gibi diğer doğal varlıklar için de geçerlidir. Ülkelerdeki ekosistemlerin oluşturmuş olduğu doğal sermaye ve bu ekosistemlerin ekonomiye katkıları yeterince değerlendirilemediği için geçerli ekonomik kalkınma modelleri doğa tahribatını arttırmaktadır.

Bu gibi sorunlar çevresel muhasebe kavramının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu kavram üzerinde net olarak uzlaşılmamış olup, "çevresel muhasebe", "yeşil muhasebe", "doğal kaynak muhasebesi", "doğal sermaye muhasebesi", "ekosistem muhasebesi" gibi kavramlar birbirinin yerine kullanılabilmektedir. Genel olarak doğal sermaye muhasebesi bir ekonomik faaliyette doğal sermaye ve ekosistem hizmetlerinin kullanılmasının oluşturduğu etkilerin muhasebeleştirilmesidir şeklinde tanımlanabilir. Bir ülkenin ekonomik gelişmişlik ve sosyal refah seviyesi üretilen sermaye, doğal sermaye, insan sermayesi ve sosyal sermayeye bağlıdır. Bunlardan doğal sermaye doğada stok halinde bulunan materyal ya da bilgi olarak tanımlanmaktadır (Costanza ve ark., 1997). Doğal sermaye hem yeraltı zenginliklerini ve güneş, rüzgâr, jeotermal gibi abiyotik akışları hem de ekosistem zenginliğini ve bu ekosistemlerin sağlamış oldukları mal ve hizmetleri içeren bir kavramdır (Şekil 5).

Şekil 5: *Doğal sermayenin bileşenleri ve ilişkili mal ve hizmetlerin akışı (ten Brink ve ark., 2015)*

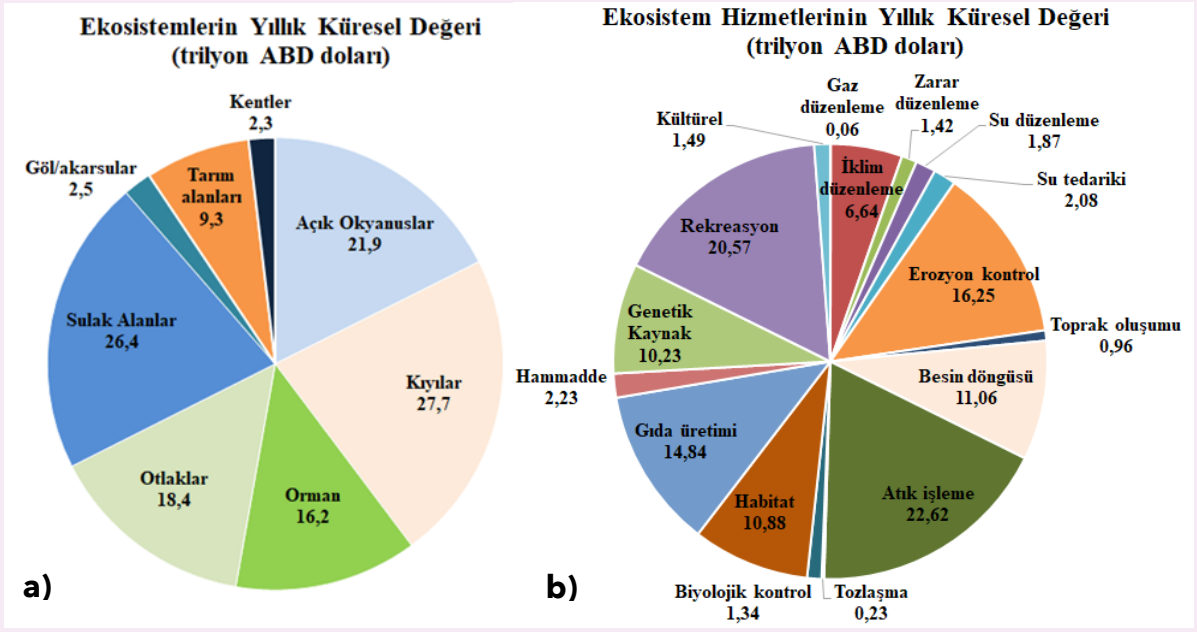
Ekosistemlerin ve doğal sermayenin ekonomik ve ekolojik değerinin belirlenmesi için çok sayıda yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan bir kısmı sadece yeraltı zenginleri ve bu abiyotik zenginlikler arasındaki akışları (rüzgâr, güneş, vb.) değerlendirirken bir kısmı ise ekosistem hizmetlerinin de ekonomik değerini belirlemeye çalışmaktadır. Doğal sermaye ya da ekosistem muhasebesi teknikleri, özellikle ulusal düzeyde, istatistiksel sonuçlar üretmek için bilgi toplamayı amaçlamakta, doğal sermayenin ve ekosistemlerin ülkedeki insanların refah düzeyine olan katkısını yansıtmaya yardımcı olmakta ve böylece politik karar verme sürecinde bu değerlerin dikkate alınmasını sağlamaktadır (WWF, 2014).

Doğal sermaye/ekosistem muhasebesi yaklaşımları ülkelerin ulusal muhasebe sistemlerinde doğal varlıkların refah düzeyine sağlamış olduğu katkının göz ardı edilmesi üzerine başlamıştır (Kutu 4). Bu konudaki ilk adımlardan biri BM tarafından 1993 yılında yayınlanan Bütünleşik Çevresel ve Ekonomik Hesaplar Sistemi el kitabının hazırlanmasıdır. 2012 yılında bu el kitabı revize edilerek Çevresel-Ekonomik Muhasebe Sistemi Merkez Çerçevesi (SEEA CF) BM tarafından uluslararası standart olarak kabul edilmiştir. SEEA CF'de su, madenler, enerji, odun hammaddesi, balıkçılık, karasal ekosistemler, toprak, üretim, tüketim ve birikimle ilgili bilgileri fiziksel ve parasal olarak sunarak çevre ve ekonomiyi entegre etmek amaçlanmaktadır. Ancak SEEA CF ekosistem hizmetlerinin ekonomiye katkısı yansıtılamamaktadır (Kutu 5). Bunun için de SEEA Deneysel Ekosistem Muhasebesi (SEEA EEA) yaklaşımı oluşturulmuştur. SEEA EEA'da ekosistemlerin sağladığı hizmetler ile ekonomi arasında bağlantı kurulması amaçlanmaktadır (WWF, 2014). SEEA EEA'da ekosistem hizmetlerinin de fiziksel olarak ölçülmesi ve parasal değerlerinin ortaya konulması hedeflenmiş olup henüz standartları oluşturulmamıştır.

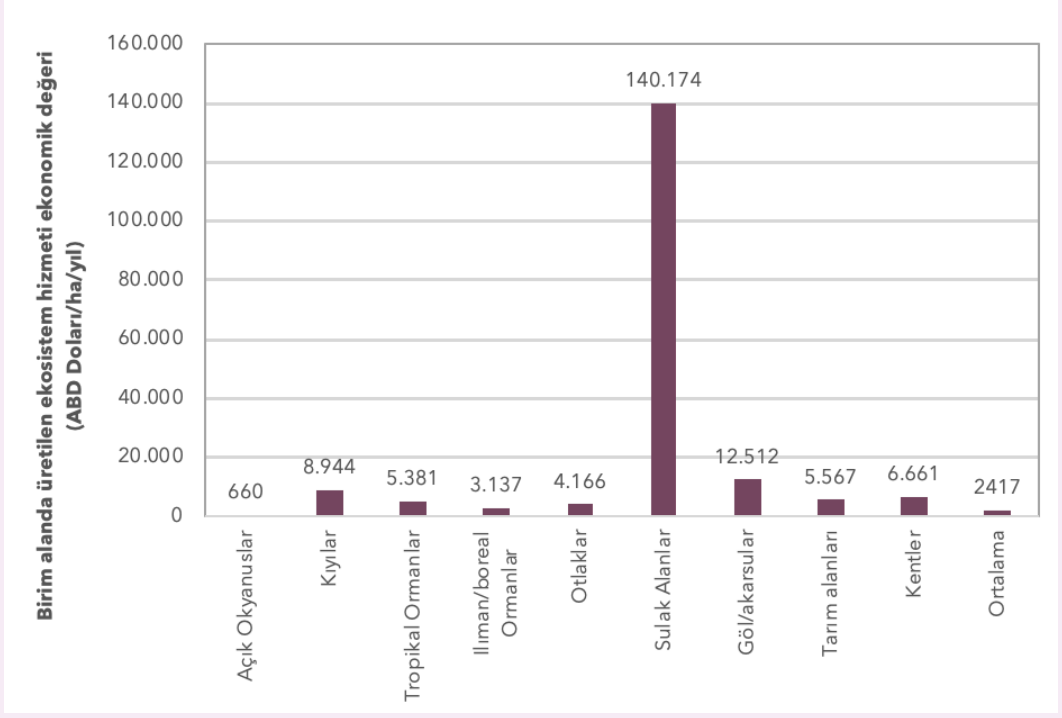
Kutu 4: Ekosistem Hizmetlerinin Küresel Ölçekteki Ekonomik Değeri

Ekosistem hizmetlerinin ulusal muhasebe sistemlerinde yer almaması ve bu nedenle sağladıkları faydaların değerlendirilmemesi üzerine, ekosistem hizmetlerinin önemini göstermek için bir dizi araştırma yapılmıştır (Costanza ve ark., 1997; Costanza ve ark., 2014). 1995 yılında tüm biyomların sağlamış oldukları faydaların ekonomik karşılığı yıllık 33 trilyon ABD doları olarak hesaplanmıştır (Costanza ve ark., 1997). Bu çalışma 2011 yılı için tekrarlanmış ve biyomların ekosistem hizmetlerinin karşılığı yıllık 125 trilyon dolar olarak bulunmuştur. Ancak hesaplamada kullanılan birim değerlerin farklı olmasından dolayı karşılaştırma yapılabilmesi için 1995 yılındaki ekosistem hizmetleri değerleri 2011 yılındaki birim değerler kullanılarak tekrar hesaplanmıştır. Sonuç olarak biyomların 1995 yılı için 145 trilyon dolar olan yıllık ekosistem hizmeti ekonomik değerinin 2011 yılında 125 trilyon dolar/yıla düştüğü belirlenmiştir. Ekosistemler tarafından üretilen mal ve hizmetlerin ekonomik değerinin azalmasının arazi kullanım değişikliklerinden kaynaklandığı açıklanmıştır (Costanza ve ark., 2014). 2011 yılında dünya geneli için insanlar tarafından üretilen mal ve hizmetlerin yaklaşık 70 trilyon dolar olduğu düşünüldüğünde ekosistem hizmetlerinin değeri daha iyi anlaşılmaktadır. Costanza ve ark. (2014) tarafından 2011 yılı için yapılan değerlendirmede kıyıların ve sulak alanların ekosistem hizmetlerinin diğer biyomlara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (Kutu 4 Şekil 1). Küresel ölçekte ise ekonomik değeri en yüksek olan ekosistem hizmeti atık işleme olup onu rekreasyon ve erozyon kontrol izlemektedir. Ekosistem hizmetlerinin biyom seviyesinde karşılaştırılması için birim alandaki ekonomik değerleri hesaplanarak Kutu 4 Şekil 2'de gösterilmiştir. Buna göre sulak alanlar yıllık 140 bin Dolar ile birim alanda en fazla ekonomik değer üreten ekosistemlerdir ve bu ekonomik değerin yaklaşık %80'i atık işleme hizmetidir. Sulak alanları yıllık 9 bin Dolar ile kıyılar ve 6.661 Dolar ile kentler izlemektedir. Kentlerin diğer birçok ekosistemden daha yüksek bulunmasının nedeni kentlerde rekreasyonel faaliyetlerin fazla olmasıdır. Rekreasyon kentlerde üretilen ekosistem hizmetlerinin %86'sını oluşturmaktadır.

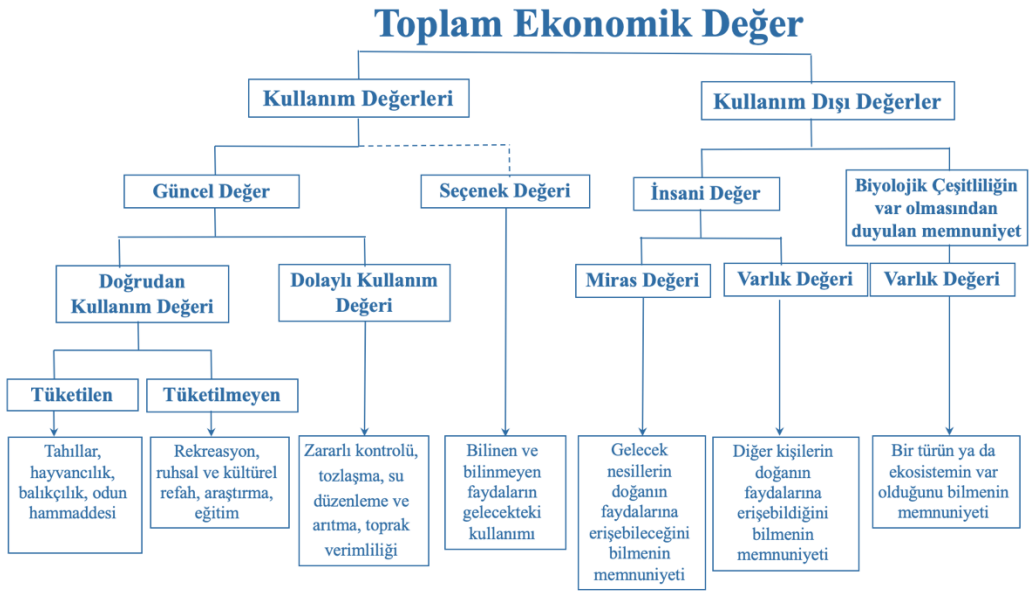
Kutu 4 Şekil 1: *a) Biyomların sağlamış olduğu ekosistem hizmetlerin ve b) ekosistem hizmetlerinin 2011 yılındaki ekonomik değeri (Costanza ve ark., 2014'den sağlanan verilerden çizilmiştir)*



Kutu 4 Şekil 2: *Biyomlar tarafından üretilen ekosistem hizmetlerinin birim alandaki ekonomik değeri (ABD Doları/ha/yıl) (Costanza ve ark., 2014'den sağlanan verilerden çizilmiştir)*



Şekil 6: *Toplam ekonomik değer yaklaşımı (Pascual ve ark., 2010)*



Avrupa Birliği (AB) 7. Çevre Eylem Programı'nda çevresel-ekonomik muhasebenin geliştirilmesi yer almaktadır. AB 2020 Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi de 2020 yılına kadar üye devletlerin ekosistemlerin ve bu ekosistemlerin sağlamış olduğu hizmetlerin durumunun haritalanmasını, ekonomik durumlarının değerlendirilmesini ve bu değerlerin muhasebeleştirilmesini öngörmektedir. Bu amaçla Ekosistemlerin ve Hizmetlerinin Değerlendirilmesi ve Haritalanması (MAES) girişimi oluşturulmuştur (MAES, 2018).

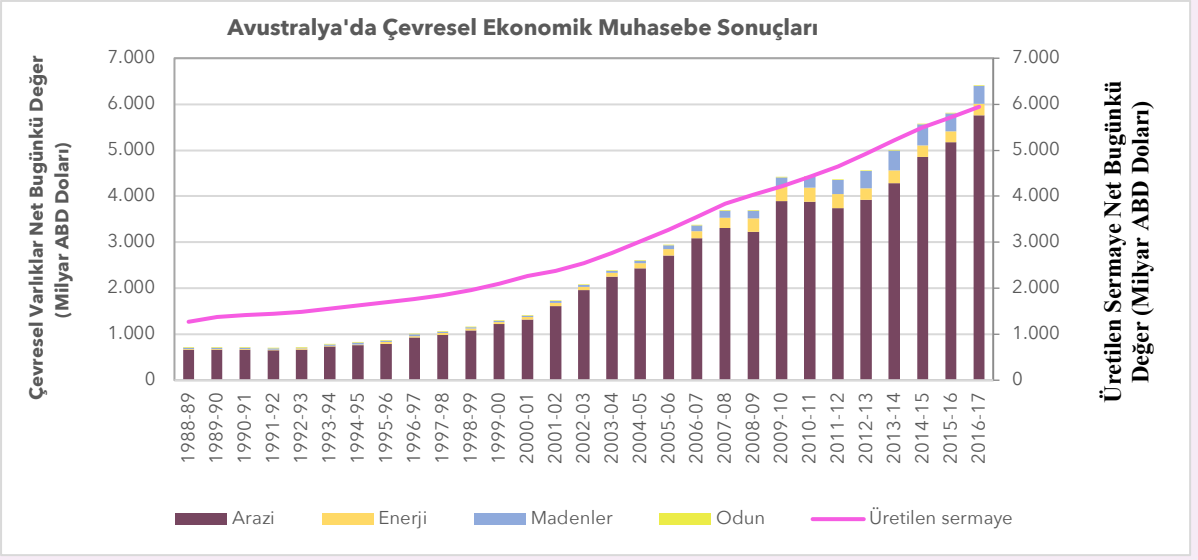
Ekosistemlerin üretmiş olduğu mal ve hizmetlerin ekonomik değerinin belirlenmesi oldukça güçtür. Ekonomide değer kavramı dışsal ve içsel değer olarak ikiye ayrılmaktadır. Dışsal değer ürünün piyasadaki parasal karşılığı iken içsel değer etik bir anlam taşır. Örneğin, bir canlı türünün ya da ekosistemin insanlar için hiçbir faydası olmasa da gelecek kuşaklara bırakılacak bir miras değeri bulunmaktadır. Bu nedenle Toplam Ekonomik Değer Belirleme kavramı ortaya çıkmıştır (Şekil 6) (Kutu 6).

İklim değişikliği ile mücadelede son yıllarda öne çıkan diğer bir yenilikçi yaklaşım ekosistem tabanlı uyumdur. BMBÇS Biyolojik Çeşitlilik ve İklim Değişikliği Teknik Uzmanlar Grubu tarafından ekosistem tabanlı uyum "insanların iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine uyum sağlamasına yardımcı olmak için genel bir uyum stratejisinin parçası olarak biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin kullanılması" olarak tanımlanmaktadır (CBD, 2009). İnsanların iklim değişikliğine uyum sağlamalarında kullanılabilecek ekosistem tabanlı stratejiler genelde ekosistemlerin sürdürülebilir yönetimini, korunmasını ve restorasyonunu temel almaktadır (IUCN, 2009) (Tablo 2). Ekosistem tabanlı uyum yaklaşımı, iklim değişikliğine uyum ve ekosistem hizmetlerinin korunması ve iyileştirilmesi gibi konulara odaklansa da yerel toplulukların çoklu sosyal, ekonomik ve kültürel faydalarını da dikkate almaktadır (Pauleit ve ark., 2017) (Kutu 7).

Kutu 5: Avustralya'da Çevresel-Ekonomik Muhasebe Sonuçları

Avustralya tarafından SEEA CF uygulanarak çevresel ekonomik muhasebe sistemine göre yıllık olarak değerlendirmeler yapılmaktadır. 1988 yılından itibaren yapılan değerlendirmeye göre doğal sermayeyi oluşturan arazi, enerji, madenler ve odun hammaddesinin 1988-1989'da 708 milyar ABD doları kadar olan ekonomik değeri 2017 yılında 6,4 trilyon dolara yükselmiştir. Buna karşılık üretilen sermayenin aynı dönemde 1,3 trilyon dolardan 5,9 trilyon dolara çıktığı belirlenmiştir (Kutu 5, Şekil 1) (Kutu 5, Tablo 1).

Kutu 5 Şekil 1: *Avustralya'da doğal sermaye ve üretilen sermayenin net bugünkü değerinin yıllara göre değişimi (ABS, 2018)*



Kutu 5 Tablo 1: *Avustralya'da doğal 2017 yılında sermaye bileşenlerinin net bugünkü değeri (milyar ABD Doları) (ABS, 2018)*

Arazi		Enerji		Maden		Odun	
Arazi	5.765,3	Doğal Gaz	183,5	Bakır, Altın ve Antimon	102,9	Ağaçlandırma	9,9
		Ham Petrol	21,3	Boksit	15,1	Doğal orman	1,7
		Kondanseyt	20,9	Demir cevheri	243,9		
		LPG	3,8	Kurşun, Çinko, Gümüş ve Kadmiyum	18,1		
		Taş kömürü	7,6	Nikel, Platini ve Kobalt	5,1		
		Linyit	0,3	Elmas			
		Uranyum	0,2	Lityum	0,1		
				Manyezit	1,4		
				Kum, İlmenit ve Zirkon	11,7		
				Kalay	0,1		
Toplam	5.765,3		237,6		398,2		11,6

Kutu 6: Toplam Ekonomik Değer Belirleme: Bolu Orman Bölge Müdürlüğü ve Düzlerçamı Ormanı Örnekleri

Türkiye'de ekosistem hizmetlerinin muhasebesine ya da değerinin belirlenmesine yönelik çalışma sayısı oldukça azdır. Sınırlı sayıdaki bu çalışmalarından birisi Bolu ve Düzce illerini içine alan Bolu Orman Bölge Müdürlüğü için gerçekleştirilmiştir. 628.935 ha kadar olan Bolu Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki ormanların doğrudan kullanım, dolaylı kullanım, seçenek ve kullanım dışı değerlerinin tamamı olmasa da önemli bir kısmı hesaplanmıştır. Buna göre incelenen bölge müdürlüğü için dolaylı kullanım değerleri yıllık olarak 389,5 milyon ABD doları olarak bulunmuştur. Bunu 288,2 milyon dolar/yıl ile doğrudan kullanım değerleri, 32,2 milyon dolar/yıl ile kullanım dışı değerler ve 6,1 milyon dolar/yıl ile seçenek değerlerinin izlediği ortaya konmuştur. Toplam ekonomik değerin yıllık 716 milyon dolar olarak bulunduğu bölge müdürlüğünde 17,5 milyon dolar kadar harcama yapıldığı ve net toplam ekonomik değerin 698,5 milyon dolar civarında olduğu açıklanmaktadır (Kutu 6, Tablo 1). Çalışmada ormanların bir yıl içinde oluşturduğu ekonomik değerin %89,5'nin GSMH hesaplamalarına dâhil edilmediği de belirtilmiştir (Çelikkol Erbaş, 2015). Birim alanda ise Bolu ve Düzce ili ormanları 1.139 dolar/ha/yıl bir değer üretmekte olup, bunun ancak 91 doları odun hammaddesinden gelmektedir.

Kutu 6 Tablo 1: *Bolu Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki ormanların toplam ekonomik değeri (Çelikkol Erbaş, 2015'den değiştirilerek)*

Değerler	Ürün ya da Hizmet	2013 Yılındaki Toplam Ekonomik Değer (Milyon ABD Doları/Yıl)	Birim Alandaki Toplam Ekonomik Değer (ABD Doları/Ha/Yıl)
Doğrudan kullanım değerleri	Yapacak odun	48,9	77,7
	Yakacak odun	8,1	12,9
	Odun dışı orman ürünleri -bitkiler	0,5	0,8
	Bal	5,3	8,5
	Rekreasyon	12,0	19,1
	Otlatma için yem değeri	212,8	338,5
	Avcılık	0,5	0,7
	Toplam doğrudan kullanım değeri	288,2	458,4
Seçenek değerleri	Farmosötik	6,1	9,7
	Toplam seçenek değeri	6,1	9,7
Dolaylı kullanım değerleri	Su havzası koruma (yağış düzenleme ve su akışı, su kalitesi, yüzeysel akışı ve taşkınları azaltma	39,4	62,7
	Su tedariki	125,4	199,5
	Karbon depolama	120,9	192,3
	Erozyon kontrolü (besin kaybı ve taşkın)	103,7	165,0
	Toplam dolaylı kullanım değeri	389,5	619,6
Kullanım dışı değerler	Biyolojik çeşitlilik	19,2	30,6
	Varlık ve miras değeri	12,9	20,5
	Toplam kullanım dışı değer	32,2	51,1
	Toplam Ekonomik Değer	716,0	1138,7
Genel harcamalar ve negatif dışsallıklar	Toprak koruma, ağaçlandırma, mera amenajmanı, bozuk meşe baltalıklarının rehabilitasyonu için harcamalar	3,1	4,9
	Bozuk ormanlardan erozyon	14,0	22,3
	Kaçak kesimler	0,4	0,6
	Toplam harcamalar	17,5	27,8

Türkiye'deki diğer bir örnek ise Antalya'da bulunan Düzlerçamı Ormanı için gerçekleştirilmiştir. Akdeniz Orman Ekosistemlerinin Ürün ve Hizmet Üretiminin Küresel Değişiklikler Bağlamında İyileştirilmesi projesi kapsamında Düzlerçamı Ormanı'nda bazı ekosistem mal ve hizmetleri belirlenmiş ve ekonomik değerleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak Düzlerçamı Ormanı'nda odun üretiminin 16,15 euro/ha/yıl, biyolojik çeşitlilik korumanın 4,57 euro/ha/yıl, rekreasyon ve turizmin 18,73 euro/ha/yıl ve karbon depolamanın 59,74 euro/ha/yıl kadar bir ekonomik değer ürettiği ifade edilmiştir (Balkız, 2016).

Tablo 2: *Bazı iklim değişikliği etkileri, bunlara karşı alınabilecek ekosistem tabanlı uyum önlemleri ve yararlanıcılara dair örnekler (Donatti ve ark., 2011)*

İklim Değişikliği Etkileri	Ekosistem Tabanlı Uyum Müdahaleleri	Yararlananlar
Aşırı yağış ya da kuraklığın suyu kullananlara etkileri	Su depolama potansiyelini arttırmak, taşkınları azaltmak veya kurak dönemde suyu yavaş yavaş salıvermek için sulak alanların korunması ve rehabilitasyonu	Çiftçiler, işletmeler
Deniz seviyesinin yükselmesi ve dalga dinamiklerindeki değişimler sonucunda artan kıyı erozyonu	Mercan resiflerinin korunması	Kıyılarda yaşayanlar, turizm sektörü, balıkçılar
Fırtınaların ve taşkınların şiddeti ve sıklığının artması	Dalga etkisini azaltmak için mangrovların korunması ve restorasyonu	Kıyılarda yaşayanlar, turizm sektörü, balıkçılar
Nemli veya kurak dönemlerin değişimi ya da aşırı hava olayları nedeniyle tarımsal üretimde azalma	İklim değişikliği etkilerinin tarımsal üretim üzerindeki çeşitli etkilerini tamponlayabilmek için sürdürülebilir çiftlik yönetimi yaklaşımlarının (toprak ve su koruma uygulamaları, tarımsal ormancılık sistemleri, örtü bitkilerinin kullanımı) uygulanması	Küçük çiftçiler, büyük ölçekli çiftlikler, kırsal toplum

Kutu 7: Ekosistem Tabanlı Uyum Çalışmaları: Azerbaycan'da Ekosistem Tabanlı Erozyon Kontrolü

Azerbaycan'daki İsmayıllı bölgesinde aşırı kullanım ve iklim değişikliği etkisi sonucunda otlakların baskı altında kalması nedeniyle bir çalışma başlatılmıştır. Bölgedeki tehlikeler çölleşme, kuraklık, düzensiz yağışlar, artan sıcaklıklar, arazi ve orman tahribatı, biyolojik çeşitlilik kaybı olarak belirlenmiştir. Çözüm için çalışmalara önce karar alıcıların ve çiftçilerin erozyon ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilir yönetimi konusunda bilinçlendirilmesi ile başlanmıştır. Daha sonra erozyonun önlenmesi için eğimli arazilerin teraslanması, meyve ağaçları ile ağaçlandırılması, nehir yataklarının stabilizasyonu, oyuntu erozyonu olan yerlerde çitler oluşturulması ve ağaçlandırılması, erozyona uğramış otlakların ıslahı gibi çalışmalar yapılmıştır. Ek olarak meyvecilik, arıcılık ve ot üretimi gibi alternatif gelir getirici uygulamalar da gerçekleştirilmiştir. Bütün uygulamalar karar alıcılara ve çiftçilere alınan önlemlerin maliyetinin düşük olmasına rağmen erozyonu önlemede etkili olduğunu göstermek için örnek olarak kullanılmıştır (GIZ, 2018).

3. EKOSİSTEM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİ KORUMAKLA İLGİLİ ULUSLARARASI SÖZLEŞME UYGULAMALARININ İKLİM MÜCADELESİNDEKİ YERİ

Türkiye ekosistemler ve biyolojik çeşitlilikle ilgili çok sayıda uluslararası sözleşmeye taraftır. Bu sözleşmelerden bir kısmı doğrudan bir kısmı ise dolaylı olarak biyolojik çeşitlilik ve ekosistemlerle ilgilidir (Tablo 3). Ayrıca Türkiye, AB ile adaylık müzakereleri yürüttüğü için AB Mevzuatı'nda yer alan biyolojik çeşitlilikle ilgili direktif, tüzük ve kararlara da uyması gerekmektedir (Tablo 4). Ekosistemleri ve biyolojik çeşitliliği korumakla "dolaylı olarak ilgili" şeklinde değerlendirilen sözleşmeler daha çok kirliliğin önlenmesi ile ilgilidir.

Türlerin korunması ile ilgili olarak 1956 yılında kabul edilen ve Paris Sözleşmesi olarak bilinen "Kuşların Himayesine Dair Milletlerarası Sözleşme" biyolojik çeşitlilikle ilgili olarak bir mihenk taşıdır. Diğer önemli bir mihenk taşı da 1971 yılında İran'ın Ramsar kentinde imzalanan ve bu nedenle Ramsar Sözleşmesi olarak bilinen "Özellikle Su Kuşları Yaşama Alanı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Sözleşmesi'dir.

Kuş türlerinin ve yaşam alanlarının korunması ile ilgili olarak bu adımlar atılırken diğer yandan özellikle İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra ortaya çıkan başta hava kirliliği ve asit yağışlar olmak üzere çevre sorunlarının ekosistemleri olumsuz etkilemeye başlaması çözüm arayışlarına yol açmıştır. Bu amaçla 1972 yılında Stockholm'de düzenlenen BM İnsan Çevresi Konferansı çevre konusundaki ilk adım olarak kabul edilmektedir. 1973 yılında imzalanan CITES ile nesli tehlikede olan hayvanların ticaretine sınırlama getirilmiştir. 1976 yılında imzalanan Barselona Sözleşmesi ve bu sözleşmeye ait protokollerde hem kirliliğin önlenmesi hem de biyolojik çeşitliliğin yok olmasının önlenmesi ile ilgili hükümler bulunmaktadır. 1979 yılında imzalanan Bern Sözleşmesi de yaban hayatının ve doğal yaşama ortamlarının korunması ile ilgili oldukça önemli bir sözleşmedir. 1980'li yıllarda hızlanan ekonomik gelişmelerin çevre sorunlarının derinleşmesine neden olmasıyla yeni arayışlar gündeme gelmiştir. Böylece sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı ortaya çıkmıştır. 1987 yılında hazırlanan "Ortak Geleceğimiz" raporu "bugünün gereksinim ve beklentilerini, gelecek kuşakların kendi gereksinimlerini ve beklentilerini karşılama olanaklarını tehlikeye atmaksızın karşılamak" şeklinde sürdürülebilir kalkınma tanımı yapmıştır. Raporu hazırlayan Gro Harlem Brundtland'ın adıyla da anılan bu rapor BM tarafından çevre ve ekolojik sorunların çözümüne yönelik atılan adımların temelini oluşturmaktadır (WCED, 1987). Nitekim çevre sorunları ile ilgili olarak günümüze kadar ki en önemli toplantı sayılan ve 1992 yılında Rio de Janeiro'da toplanan BM Çevre ve Kalkınma Konferansında alınan kararlarda sürdürülebilir kalkınmaya çok sayıda atıf bulunmaktadır. Kısaca Rio Zirvesi olarak bilinen toplantıda bir eylem planı olan Gündem 21 ile Rio Bildirgesi ve Ormancılık Prensipleri oluşturulmuş, aynı zamanda İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ve Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi imzaya açılmıştır. Bu üç sözleşmeye Rio Sözleşmeleri de denilmektedir. Gündem 21'de özetle ekosistemlerin korunması ve daha iyi yönetilmesi, kirliliğin önlenmesi, sürdürülebilir kalkınmanın sosyal ve ekonomik boyutlarını, temel grupların rollerinin geliştirilmesi ve bu eylemlerin uygulama araçlarını içermektedir. Rio Sözleşmeleri de Gündem 21 ile ortaya konulan sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlamak için oluşturulmuşlardır. Her üç sözleşme de temelde birbirleriyle bağlantılı olup, kesişme noktaları ekosistemleri koruyarak sürdürülebilir kalkınma hedefine ulaşmaktır.

Tablo 3: *Türkiye'nin taraf olduğu ekosistemleri ve biyolojik çeşitliliği korumakla ilgili uluslararası sözleşmeler*

Ekosistemleri ve Biyolojik Çeşitliliği Korumakla Doğrudan İlgili Sözleşmeler	**Türkiye'nin İmzaladığı Tarih**
Kuşların Himayesine Dair Milletlerarası Sözleşme (Paris)	1966
Akdeniz'in Kirlenmeye Karşı Korunması Sözleşmesi (Barselona) ▪ Akdeniz'de Gemilerden ve Uçaklardan Boşaltma veya Denizde Yakmadan Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi ve Ortadan Kaldırılması Protokolü ▪ Akdeniz'de Tehlikeli Atıkların Sınır Ötesi Hareketleri ve Bertarafından Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Protokolü ▪ Akdeniz'in Kara Kökenli Kaynaklardan ve Faaliyetlerinden Dolayı Kirlenmeye Karşı Korunması Protokolü ▪ Olağanüstü Hallerde Akdeniz'in Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Yapılacak Mücadele ve İşbirliğine Ait Protokol ▪ Akdeniz'de Özel Koruma Alanları ve Biyolojik Çeşitliliğe İlişkin Protokol ▪ Akdeniz'de Bütünleşik Kıyı Alanları Yönetimi Protokolü ▪ Akdeniz'de Kıta Sahanlığı ve Deniz Dibinin Keşfi ve İşletilmesinden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Protokolü	1980
Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunması Sözleşmesi (Paris)	1983
Avrupa Yaban Hayatı ve Yaşama Ortamlarının Korunması Sözleşmesi (Bern)	1988
Karadeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması Sözleşmesi (Bükreş) ▪ Karadeniz Deniz Çevresinin Kara Kökenli Kaynaklardan Kirlenmeye Karşı Korunmasına Dair Protokol ▪ Karadeniz Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesine Karşı Acil Durumlarda Yapılacak İşbirliğine Dair Protokol ▪ Karadeniz Deniz Çevresinin Boşaltmalar Nedeniyle Kirlenmesine Karşı Protokol ▪ Karadeniz'in Biyolojik Çeşitliliğin ve Peyzajın Korunması Protokolü	1994
Özellikle Su Kuşları Yaşama Alanı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Sözleşmesi (RAMSAR)	1994
Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme (CITES)	1996
BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ▪ Cartagena Biyogüvenlik Protokolü ▪ Aichi Biyolojik Çeşitlilik Hedefleri	1997
BM Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi	1998
Avrupa Peyzaj Sözleşmesi	2003
BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ▪ BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Dair Kyoto Protokolü	2004
Gıda ve Tarım Bitki Genetik Kaynakları Uluslararası Antlaşması	2006
Balinacılığın Düzenlenmesine ilişkin Uluslararası Sözleşme	2018
Ekosistemleri ve biyolojik çeşitliliği korumakla dolaylı ilgili sözleşmeler	
Uzun Menzilli Sınır Aşan Hava Kirliliği Sözleşmesi ▪ Avrupa'da Hava Kirliliğinin Takibi ve Değerlendirilmesi İçin İş birliği Programı (EMEP)	1983
Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletilmesinin Önlenmesine Ait Uluslararası Sözleşme (MARPOL)	1990
Ozon Tabakasının Korunmasına Dair Sözleşme (Viyana) ▪ Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü	1990
Tehlikeli Atıkların Sınırlar Ötesi Taşınımının ve Bertarafının Kontrolüne İlişkin Sözleşme (Basel)	1994
Kalıcı Organik Kirleticilere İlişkin Stockholm Sözleşmesi (Stockholm Sözleşmesi)	2009

Tablo 4: *Türkiye'nin Avrupa Birliği Adaylık Sürecinde Uygulamak Zorunda olduğu AB Mevzuatı*

AB Mevzuatı
Yabani kuşların korunmasına ilişkin 79/409/EEC sayılı Konsey Direktifi (2009/147/EEC sayılı direktifle değiştirilmiştir)
Balinalardan ve diğer deniz memelilerinden elde edilen ürünlerin ithaline ilişkin ortak kuralları belirleyen 348/81/EEC sayılı Konsey Tüzüğü
Yavru fok kürklerinin ve bunlardan elde edilen ürünlerin üye devletlere ithaline ilişkin 83/129/EEC sayılı Konsey Kararı
Avrupa Topluluğu içerisinde "bacak kapan tuzak"ların kullanılmasının ve bu tuzaklar ile uluslararası insancıl tuzak standartlarını karşılamayan diğer yöntemlerin kullanıldığı ülkelerden gelen belirli yabani hayvan türlerinden elde edilen deri ve diğer ürünlerin Avrupa Topluluğu'na sokulmasının yasaklanmasına ilişkin 3254/91/EEC sayılı Konsey Tüzüğü
Doğal yaşam alanları ile yabani flora ve faunanın korunmasına ilişkin 92/43/EEC sayılı Konsey Direktifi
Yabani flora ve faunanın, bunların ticaretinin düzenlenmesi suretiyle korunmasına ilişkin 338/97/EC sayılı Konsey Tüzüğü
Bonn Sözleşmesi'nin 5. Taraflar Konferansı'nda kararlaştırılan -Sözleşme'nin I ve II No'lu eklerinde göçmen yaban hayvan türlerinin korunmasına yönelik- değişikliklerin Avrupa Topluluğu adına onaylanmasına ilişkin 98/145/EC sayılı Konsey Kararı
Yabani hayvanlara hayvanat bahçelerinde yapılacak muamelelere ilişkin 1999/22/EC sayılı Konsey kararı
Su politikası alanında Topluluk eylemi için bir çerçeve oluşturan 2000/60/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi
Gelişmekte olan ülkelerdeki tropik ormanların ve diğer ormanların korunmasını ve sürdürülebilir yönetimini teşvik edecek adımlara ilişkin 2494/2000/EC sayılı Konsey Tüzüğü
AB'ye Kereste İthalatına ilişkin FLEGT Lisanslama Sisteminin Kurulmasına İlişkin 2173/2005/EC sayılı Konsey Tüzüğü
338/97/EC sayılı CITES Tüzüğünün Uygulanmasına İlişkin Ayrıntılı Kuralları Ortaya Koyan 865/2006/EC sayılı Konsey Tüzüğü
Deniz çevre politikası alanında (Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi) bir topluluk eylemi çerçevesi oluşturan 2008/56/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin Direktifi
2173/2005/EC sayılı AB'ye Kereste İthalatına ilişkin FLEGT Lisanslama Sisteminin Kurulmasına Dair Tüzük Uygulanması Konusunda Ayrıntılı Önlemleri Ortaya Koyan 1024/2008/EC sayılı Konsey Tüzüğü
Fok Balığı Ürünlerinin Ticaretine İlişkin 1007/2009/EC sayılı Konsey Tüzüğü
İstilacı Yabancı Türlerin Tanıtımı, Yayılmasının Önlenmesi ve Yönetimine İlişkin 2013/0307/COD Sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Tüzüğü

Hem ekosistemlerin korunması hem de iklim değişikliği ile ilgili hükümler içeren en önemli sözleşme Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'dir (BMİDÇS). Bu sözleşmede öncelikle iklim değişikliğinin doğal ekosistemlere zarar verebileceği, ada devletleri, dağlık ekosistemler ile çölleşme riski taşıyan kurak alanların iklim değişikliğinin zararlı etkilerine daha açık oldukları belirtilmiştir. Aynı zamanda kara ve deniz ekosistemlerine karbon havuzu ve yutak olarak yaklaşılarak korunmasına yönelik ifadeler yer almaktadır. Yine bu sözleşmeye yönelik olarak hazırlanan Kyoto Protokolünde de ormansızlaşma, ormanlaştırma, yeniden ormanlaştırma ile arazi kullanım değişikliklerinden kaynaklanan sera gazı emisyon/tutulumlarının şeffaf ve doğrulanabilir şekilde raporlanması hükümleri bulunmaktadır. Nitekim Ülkemiz tarafından 2006 yılından itibaren her yıl Ulusal Sera Gazları Envanteri hazırlanmakta olup, bu envanterde tarım, orman, otlak, sulak alanlar ve yerleşim alanlarından salınan/tutulan sera gazları hesaplanmakta ve BMİDÇS Sekretaryası'na raporlanmaktadır.

Rio Sözleşmeleri kapsamında taraf olan devletler değişik periyotlarda "Taraflar Konferansı" adı verilen toplantılar yapmakta ve sözleşmelerle ilgili olarak çeşitli kararlar almaktadırlar. Örneğin, İklim değişikliği ile ilgili olarak 2015 yılında imzaya açılan ve Kyoto sonrasındaki yol haritasının imzalandığı Paris İklim Sözleşmesi 21. Taraflar Konferansı'nda görüşülmüştür.

2000 yılında New York'taki Binyıl Zirvesinde Binyıl Bildirgesi ve 2002 yılında Johannesburg'taki Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesinde Sürdürülebilir Kalkınma Bildirgesi ve Uygulama Planı oluşturulmuştur. Bu bildirgelerde özetle yoksulluğun azaltılması ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması yer almıştır. Daha sonra 2012 yılında yine Rio de Janeiro'da yapılan BM Sürdürülebilir Kalkınma Konferansında da bu konular üzerinde durulmuştur. 2015 yılında ise BM Genel Kurulu tarafından BM 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) oluşturulmuştur. Toplam 17 SKH bulunmakta olup, bunlardan 13.'sü iklim, 14. ve 15.'si ise sırasıyla sulardaki ve karalardaki yaşamla ilgilidir (Şekil 7).

Şekil 7: *BM 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (UNDP, 2018)*

Diğer yandan 2010 yılında BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (BMBÇS) 10. Taraflar Konferansı'nda 2020 yılına kadar biyolojik çeşitliliğin kaybedilmesinin önlenmesi için stratejik plan oluşturulmuştur. Aichi Hedefleri olarak bilinen bu planda 20 hedefe yer verilmiştir (Şekil 8). Bunlardan 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14 ve 15 numaralı hedefler, BM 2030 SKH'den su ve karalardaki yaşamlarla ilgili

olan 14. ve 15. SKH ile yakın ilişki bulunmaktadır (CBD, FAO, World Bank, UNE, UNDP, n.d.).

Rio sözleşmelerinden Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi kapsamında da 2015 yılında Arazi Tahribatının Dengelenmesi (ATD) yaklaşımı geliştirilmiştir. Bu yaklaşımla arazilerin çeşitli faktörlerin etkisiyle tahrip olmasının önüne geçilmesi hedeflenmektedir. ATD'de temel hedef ülke genelinde tahrip olan arazi ile rehabilite/restore edilen arazi miktarının eşit olmasıdır. Bunun için 3 temel gösterge belirlenmiştir. Bu göstergeler arazi kullanım değişikliği, net birincil üretim ve toprak organik karbon stoklarıdır (TOK). Bu üç göstergeden birisi kötüyse (örneğin arazi kullanım değişikliği olduysa) arazi tahrip olmuş kabul edilmekte ve tahrip olmuş arazilerden aynı miktarda arazinin net birincil üretimi ile TOK stokları arttırılarak tahrip olan arazi miktarı dengelenmektedir (Orr ve ark., 2017). Ek olarak bu sözleşme kapsamında 5 stratejik amaç içeren BMÇMS 2018-2030 Stratejik Çerçeve Belgesi hazırlanmıştır. Bu belgedeki 1 numaralı stratejik amaç "Etkilenmiş ekosistemlerin koşullarını iyileştirmek, çölleşme/arazi tahribatıyla mücadele etmek, sürdürülebilir arazi yönetimini teşvik etmek ve ATD'ye katkıda bulunmak" şeklindedir (UNCCD, 2017). Özetle, hem ATD yaklaşımı hem de BMÇMS 2018-2030 Stratejik Çerçeve Belgesi ile ekosistemlerin tahribatı azaltılarak karbon havuzlarındaki stokların korunması ve arttırılması yoluyla iklim değişikliği ile mücadeleye katkı sağlanması mümkün olabilecektir.

Şekil 8: *BMBÇS Aichi Hedefleri (CBD, 2010'dan değiştirilerek)*

AB'de doğa koruma çalışmalarına oldukça önem verilmekte olup çoğunlukla tür ve habitat koruma üzerine odaklanılmıştır (Tablo 4). 2011 yılında ise 2020 yılına kadar biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin kaybını durdurmak için 6 hedef ve 20 eylem içeren bir strateji benimsenmiştir (Avrupa Komisyonu, 2011). Ülkemizde 2008 yılında yayınlanan Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (UBSEP) (2007-2017) Aichi Hedefleri de göz önünde bulundurularak 2018-2028 yıllarını kapsayan Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Eylem Planı (UBEP) hazırlanmıştır (DKMP, 2019). Söz konusu eylem planı ile UBSEP'te yer alan eylemlere ek olarak 7 ulusal hedef ve 24 eylem tanımlanmıştır.

4. Doğa Koruma Perspektifinden İklim Değişikliği

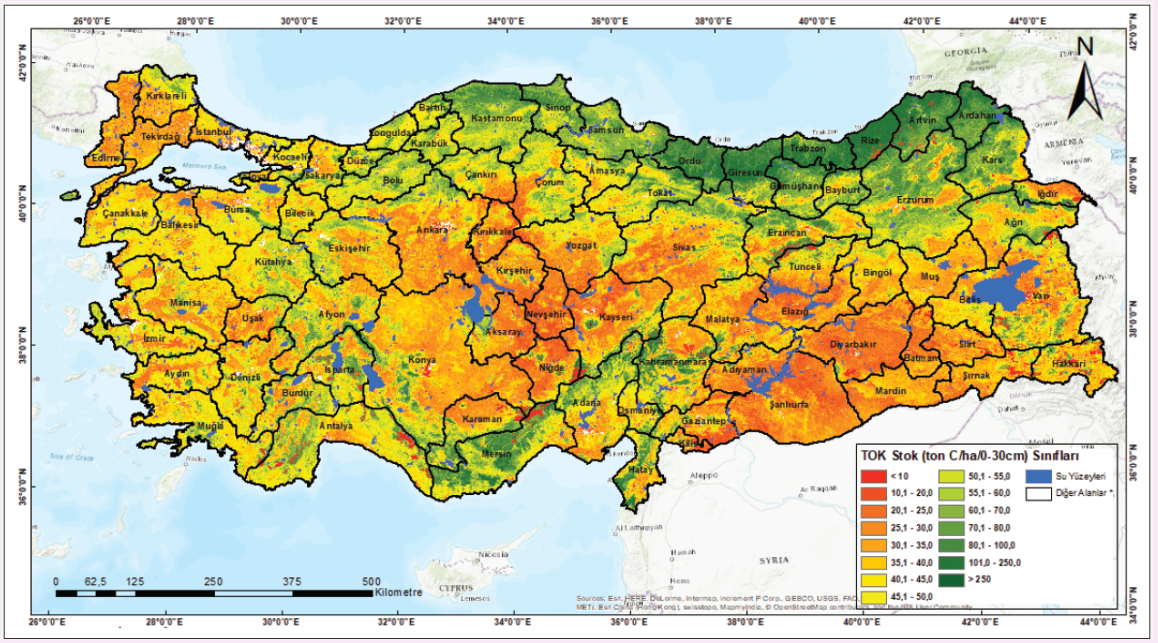
Ülkemizde başta orman ekosistemleri olmak üzere doğal ekosistemler ile tarım alanlarının iklim değişikliği ile mücadelede başta yutak alanı olmaları nedeniyle büyük önemi bulunmaktadır. Örneğin, 2016 yılı itibarıyla ülkemizin toplam sera gazı emisyonu 496,1 milyon ton CO_2 eşdeğeri kadardır ve bunun ancak 57,7 milyon tonu ormanlardan olmak üzere 68,3 milyon tonu atmosferden geri alınabilmektedir (Kutu 8).

Bu ekosistemler her ne kadar GSMH içinde gösterilmese de birçok ekosistem hizmeti üreterek insanlara ve diğer canlılara mal ve hizmet üretmektedir.

Kutu 8. Türkiye'de Karasal Ekosistemlerdeki Karbon Stokları ve Yıllık Karbon Birikimleri

Ülkemizde karasal ekosistemler ile sulak alanlarda depolanmış karbon stokları ile ilgili araştırmalarda önemli eksiklikler bulunmaktadır. Karasal ekosistemlerden sadece ormanlardaki canlı ağaçlarda depolanmış karbon miktarları hesaplanmışken, tarım, mera ve sulak alanlar için böyle bir hesaplama bulunmamaktadır. Tolunay ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada 22,3 milyon ha kadar olan orman alanlarında ağaçlardaki karbon stoklarının 646 milyon ton kadar olduğu hesaplanmıştır. Tolunay ve ark. (2018) verimli ormanlardaki birim alandaki karbon stokunun 48,42 t/ha ve bozuk ormanlardaki karbon stokunun ise 3,20 t/ha kadar olduğunu açıklamaktadırlar. Ekosistemlerde karbon sadece bitkilerde depolanmamaktadır. Bitkilerden dökülen yaprak ve diğer organik maddeler (ölü örtü ve ölü odun) ile topraklar da diğer karbon depolanan alanlardır. Tolunay (2011) tarafından Türkiye ormanlarında ölü örtülerde 84,1 milyon ve ölü odunlarda ise 3,8 milyon t karbon stoku olduğu belirtilmektedir. Daha önce de açıklandığı üzere diğer ekosistemlerde değişik ekosistem bölümlerinde depolanan karbon stokları ile ilgili olarak veri bulunmamaktadır. Buna karşılık Türkiye topraklarında depolanmış organik karbon stoklarının haritalandığı (Kutu 8 Şekil 1) ve çeşitli arazi kullanımlarındaki toprak organik karbon (TOK) stoklarının belirlendiği başka bir çalışmada ülke genelinde 30 cm derinlik için toplam TOK stoku 3,5 milyar ton olarak hesaplanmıştır (Kutu 8 Tablo 1) (ÇEM, 2018).

Kutu 8 Şekil 1: *Türkiye topraklarındaki organik karbon stokları (ÇEM, 2018)*



Türkiye Toprak Organik Karbon Haritasına göre birim alandaki en fazla TOK stoku 55,68 ton/ha ile orman topraklarında en az ise 12,78 t/ha ile çıplak alanlar ve 16,12 t/ha ile yapay (yerleşim) alanlardadır (ÇEM, 2018). Bu TOK stok değerleri arazi kullanım değişikliği sonucunda oluşacak karbon emisyonları ya da tutulumları hakkında ipuçları da vermektedir. Örneğin, bir hektar orman alanının tarıma dönüştürülmesi halinde TOK stokları yaklaşık 20 ton azalabilecektir. Buna ek olarak dönüştürme sonucunda ağaçlar da kesileceği için ağaçlardaki ortalama karbon stoku kadar da (Türkiye ortalaması 48,42 t/ha) karbon stoku azalacaktır. Tam tersi durumda, tarım alanlarının ya da boş arazilerin ağaçlandırılması ise karbon depolanmasını arttıracaktır.

Kutu 8 Tablo 1: *Türkiye topraklarındaki organik karbon stoklarının arazi kullanımına göre değişimi (ÇEM, 2018)*

Arazi Kullanım Sınıfları	Alan (ha)	Alan (%)	TOK Miktarı (t C/ha)	TOK Stoku (t C)	TOK Stoku (%)
Orman	24.180.644	31,64	55,68	1.346.434.101	38,33
Mera	23.568.338	30,84	49,77	1.172.981.521	33,39
Tarım	26.316.375	34,43	35,96	946.317.555	26,94
Çıplak Alanlar	1.172.581	1,53	12,78	14.981.558	0,43
Yapay Alanlar	796.519	1,04	16,12	12.838.873	0,37
Sulak Alanlar ve Su Yüzeyleri	393.100	0,51	49,71	19.542.037	0,56
Toplam	76.427.557	100	45,97	3.513.095.645	100

Ekosistemlerdeki karbon havuzlarındaki stok karbon miktarları yıllık olarak emisyon ya da tutulum şeklinde değişebilmektedir. Atmosferdeki CO_2 fotosentez ile bitkiler tarafından alınmakta ve bitkisel kütleye dönüştürülmektedir. Bitkilerden dökülen yaprak, dal ve meyve gibi artıklar ise ölü örtü ya da toprakta birikebilmektedir. Ancak, ağaç varlığının azalması, ölü örtü ve topraklardaki organik karbonun hızlı bir şekilde ayrışması ya da arazi kullanım değişikliği ile karbon tekrar atmosfere dönmektedir. Ülkemiz tarafından her yıl düzenli olarak Sera Gazları Ulusal Envanter Raporu hazırlanmakta ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Sekretaryası'na gönderilmektedir (TÜİK, 2018). Bu raporda Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (LULUCF/AKAKDO) sektöründe 6 arazi kullanımı için yıllık olarak atmosferden alınan ya da atmosfere salınan sera gazları hesaplanmaktadır. Ancak, bu raporda ölü örtü ve topraklarda biriken ya da salınan karbon miktarları hesaplanmamakta, sadece bitkiler tarafından bağlanan karbon ile arazi kullanım değişikliklerinden kaynaklanan emisyon/tutulum miktarları raporlanmaktadır. Buna göre 2016 yılı için orman alanlarında fotosentez sonucunda 37,2 milyon ton CO_2 ve tarım alanlarında ise 50 bin ton CO_2 tutulmuştur. Ayrıca, ormanlaştırma çalışmaları sonucunda da 23,2 milyon ton CO_2 bağlandığı belirtilmiştir. Buna karşılık, meralardan 2,7 milyon ton CO_2 ve yerleşime dönüştürülen arazilerden 45 bin ton CO_2 emisyonu olmaktadır. Net olarak ise ülkemiz arazileri tarafından yıllık 57,7 milyon ton CO_2 atmosferden alınmaktadır (TÜİK, 2018). Ayrıca, ormanlardan kesilen ağaçların yakacak odun olarak kullanılması sonucunda karbon mobilya vb. şekildeki ürünlerde de depolanmaktadır. Hasat edilmiş odun ürünleri olarak adlandırılan bu şekildeki ürünlerde de 10,6 milyon ton CO_2 biriktirildiği ulusal sera gazları envanterimizde yer almaktadır. Toplam olarak ise 68,3 milyon ton CO_2 2016 yılında atmosferden alınmıştır (TÜİK, 2018).

Yasalarımızda doğrudan iklim değişikliği ile ilgili ifadeler bulunmasa da orman, tarım ve mera alanlarının korunması ile ilgili olarak başta Anayasa olma üzere çok sayıda mevzuat bulunmaktadır. Anayasa'nın 45. Maddesi'nde "Devlet, tarım arazileri ile çayır ve meraların amaç dışı kullanılmasının ve tahribatının önlenmesi için çiftçilerin araç, gereç ve diğer girdilerini sağlanmasını kolaylaştırır." hükmü bulunmaktadır. 169. Madde'de ormanların korunması ve sahalarının genişletilmesi, kamu yararı dışında irtifak hakkına konu olamayacağı ve 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 yapılamayacağı belirtilmiştir. 63. Madde'de "Devlet, tarih, kültür ve tabiat varlıklarının ve değerlerinin korunmasını sağlar, bu amaçla destekleyici ve teşvik edici tedbirleri alır" denmiştir. Bu maddeler doğrudan doğal ekosistemlerin, tabiat varlıklarının ve tarım arazilerinin korunması ile ilgilidir.

Kanun olarak ise doğrudan korunan alanlar ile ilgili başlıca beş kanun bulunmaktadır. Bunlar 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu, 2872 sayılı Çevre Kanunu, 6831 sayılı Orman Kanunu, 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu, 4915 sayılı Kara Avcılığı Kanunu'dur. Bu kanunlarda yer alan korunan alan kategorileri Tablo 5'te verilmiştir. 2018 yılı itibarıyla 8,1 milyon hektara ulaşan korunan alanların yönetiminden Tarım ve Orman Bakanlığı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlıkları sorumludur. Bu sorumluluk, Tarım ve Orman Bakanlığı'nda Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) ve Orman Genel Müdürlüğü, Çevre ve Şehircilik Bakanlığında ise Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü tarafından

üstlenilmektedir (Tablo 6). Küresel ölçekte karasal alanların %17'si, denizlerin ise %7'si korunmaktadır (UNEP-WCMC, IUCN ve NGS, 2018). Ülkemizde ise korunan alanlar yüzölçümünün %10'u kadardır. Yukarıda sayılan kanunlara ek olarak 4342 Sayılı Mera Kanunu, 5488 Sayılı Tarım Kanunu, 5553 Sayılı Tohumculuk Kanunu gibi kanunlarda da biyolojik çeşitliliğin korunması ile doğrudan ya da dolaylı olarak ilgili hükümler yer almaktadır.

Doğa koruma konusunda yetkili DKMP Genel Müdürlüğü ile Tabiat Varlıkları Genel Müdürlüklerince tür koruma ve izleme projeleri yapılmaktadır. Bu kurumlar tarafından ek olarak sorumluluklarında bulunan korunan alanların yönetim planları da hazırlanmaktadır. Ancak plan ve projelerde iklim değişikliğinin etkilerine ve uyum konularına sınırlı olarak yer verilmektedir.

Tablo 5: *Türkiye'de korunan alanlarla ilgili kanunlar ve bu kanunlardaki korunan alan kategorileri*

2873 Sayılı Milli Parklar Kanunu	6831 Sayılı Orman Kanunu	2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu	2872 Sayılı Çevre Kanunu	4915 Sayılı Kara Avcılığı Kanunu
▪ Milli park ▪ Tabiat parkı ▪ Tabiat anıtı ▪ Tabiatı koruma alanı	▪ Muhafaza ormanı ▪ Tohum meşceresi ▪ Tohum bahçesi ▪ Gen koruma alanı ▪ Şehir Ormanı (Kanunda yazılmasa da DKMP tarafından ilan edilen Korunan Alanlar İstatistiğinde verilmektedir. Ancak şehir ormanlarının korunan alan olarak değerlendirilmemesi gerekmektedir.)	▪ Doğal sit ▪ Tabiat Varlığı ▪ Mağaralar ▪ Anıt ağaçlar	▪ Özel Çevre Koruma Bölgeleri ▪ Sulak alanlar (mahalli ve ulusal öneme sahip sulak alanlar) ▪ Ramsar Alanı	▪ Yaban hayatı koruma sahası ▪ Yaban hayatı geliştirme sahası

Tablo 6: *2018 yılı itibarıyla Türkiye'nin korunan alan sayısı, büyüklüğü, mevzuat ve sorumlu kuruluşlar (bkz. http://www.says.gov.tr/istatistik; bkz. http://www.milliparklar.gov.tr/resmiistatistikleryeni; DKMP, 2019)*

Adı	Adet	Toplam Alan (ha)	Tabi Olduğu Mevzuat	Sorumlu Kuruluş
Tabiatı Koruma Alanı	30	46.797	2873 Sayılı Milli Parklar Kanunu	TOB-DKMP
Milli Park	44	846.288	2873 Sayılı Milli Parklar Kanunu	TOB-DKMP
Tabiat Anıtı	112	7.488	2873 Sayılı Milli Parklar Kanunu	TOB-DKMP
Tabiat Parkı	243	106.453	2873 Sayılı Milli Parklar Kanunu	TOB-DKMP
Yaban Hayatı Geliştirme Sahası	81	1.189.305	4915 Sayılı Kara Avcılığı Kanunu	TOB-DKMP
Yaban Hayatı Koruma Sahası	1	8.000	4915 Sayılı Kara Avcılığı Kanunu	TOB-DKMP
Ramsar Alanı	14	184.487	Ramsar Sözleşmesi	TOB-DKMP
Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan	48	714.133	Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği	TOB-DKMP
Mahalli Öneme Haiz Sulak Alan	9	10.289	Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği	TOB-DKMP
Biyosfer Rezervi	1	25.258	UNESCO İnsan ve Biyosfer Programı	TOB-DKMP
Özel Çevre Koruma Bölgesi	18	2.582.970	383 Sayılı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı Kurulmasına Dair Kanun Hükmünde Kararname	ÇŞB-TVK
Doğal Sit	2.434	1.991.700	2863 Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu	ÇŞB-TVK
Tabiat Varlığı (Anıt Ağaç)	8724		2863 Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu	ÇŞB-TVK
Tabiat Varlığı (Mağara)	249		2863 Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu	ÇŞB-TVK
Muhafaza Ormanları	55	251.519	6831 Sayılı Orman Kanunu	TOB-OGM
Gen Koruma Ormanları	308	42.093	6831 Sayılı Orman Kanunu	TOB-OGM
Tohum Meşcereleri	321	42.228	6831 Sayılı Orman Kanunu	TOB-OGM
Tohum Bahçeleri	185	1.424	6831 Sayılı Orman Kanunu	TOB-OGM
Şehir (Kent) Ormanı	142	10.444	6831 Sayılı Orman Kanunu	TOB-OGM
Toplam		8.060.876		

5. TÜRKİYE'NİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ POLİTİKA DOKÜMANLARINDA EKOSİSTEM KORUMA HEDEFLERİNİ GERÇEKLEŞTİRMEK AÇISINDAN DEĞERLENDİRME

Türkiye BMİDÇS'yi sözleşmenin Ek-I ve Ek-II listelerinde yer alması nedeniyle uzun süre imzalamamıştır. Ancak 2001 yılında Fas'ın Marakeş kentinde yapılan 7. Taraflar Konferansı'nda (COP7) ülkemizin Eklerde yer alan diğer ülkelerden farklı durumunun kabul edilerek Ek-II listesinden çıkarılması, Ek-I listesinde ise kalması yönünde karar verilmesi üzerine 2004 yılında imzalamıştır. Bunun üzerine 2006 yılından itibaren BMİDÇS Sekretaryası'na çeşitli raporlamalar yapmaya başlamıştır. Bunlardan ilki 2006 yılından itibaren hazırlanan ve yıllık olarak raporlanan sera gazları ulusal raporlarıdır. Bu raporlarda enerji, endüstriyel süreçler ve ürün kullanımı, tarım, arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık (LULUCF/AKAKDO) ve atık sektörlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonları/tutulumları ülke geneli için hesaplanmaktadır. 2007 yılında ise hazırlamakla yükümlü olduğumuz diğer bir rapor olan 1. İklim Değişikliği Ulusal Bildirimi Sekretarya'ya sunulmuştur. Ulusal bildirimlerde sera gazları envanterine ek olarak sera gazlarının azaltılmasına yönelik politika ve önlemler ile geleceğe yönelik senaryolar ile alınacak uyum tedbirlerine yer verilmektedir. Her dört yılda bir verilmesi gereken ulusal bildirimler ülkemizin BMİDÇS'yi geç imzalamasından dolayı diğer ülkelerden geç kalmış ve 2013 yılında 2., 3., 4. ve 5. Ulusal Bildirimler tek bir bildirim halinde teslim edilmiştir. 6. Ulusal Bildirim 2016 ve 7. Ulusal Bildirim 2018 yılında hazırlanmıştır.

İlk ulusal bildirimden sonra ülkemizin iklim değişikliği konusundaki temel politika dokümanı olan Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2020) (İDES) hazırlanmıştır (ÇŞB, 2012). Bu strateji belgesinden sonra da sera gazları azaltımı ve iklim değişikliğine uyum konularındaki yapılacakları içeren İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı (2011-2023) (İDEP) oluşturulmuştur (ÇŞB, 2011).

Ülkemizde bu çalışmalar yapılırken BMİDÇS uyarınca Kyoto sonrası için yol haritası oluşturulması yönünde çalışmalara başlanmış olup, bunun için 2015 yılında Paris'te düzenlenen 21. Taraflar Konferansı öncesinde ülkelerden 2030 yılı için Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı (INDC) raporu hazırlanması talep edilmiştir.

2016 yılında ise hazırlanmakla yükümlü olunan diğer bir rapor olan İklim Değişikliği İki Yıllık Raporu BMİDÇS Sekretaryası'na sunulmuştur. İlk İki Yıllık Rapor birlikte hazırlanmış olup, üçüncüsü ise 2018 yılında raporlanmıştır.

Hazırlamakla yükümlü olunan raporlar ile İDES ve İDEP'te doğa koruma ile ilgili olarak çeşitli envanter sonuçları ve hedefler yer almaktadır. Örneğin, sera gazları ulusal envanterinde ülkemiz orman, tarım ve mera alanlarının neden olduğu emisyonlar ya da tutulumlar yıllık olarak belirlenmektedir (Kutu 7). Bu envanter sonuçlarına ulusal bildirimler ve iki yıllık raporlarda da yer verilmektedir. Ulusal bildirimlerde ayrıca ekosistem hizmetlerinin, karasal, iç su ve deniz ekosistemlerinde beklenen iklim değişikliği etkilerine yer verilmekte ve iklim değişikliğine uyum kapsamında gerçekleştirilen çalışmalara değinilmektedir. Örneğin, Türkiye'nin 6. Ulusal Bildirimi'nde, Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Strateji ve Eylem Planı ve Korunan Alanlar ve İklim Değişikliği Ulusal Stratejisi üzerinde durulmuştur.

Hazırlanan diğer bir uluslararası politika dokümanı olan INDC'de ise tarım ve ormancılıkla ilgili planlara yer verilmiştir. Örneğin, tarımla ilgili olarak arazi toplulaştırması, minimum toprak işlemenin desteklenmesi ve otlak ve meraların ıslahının yapılacağı açıklanmıştır. Ormanlarla ilgili olarak ise arazi tahribatının azaltılması, yutak alanlarının genişletilmesi, bozuk orman alanlarının rehabilitasyonu ve ağaçlandırma eylem planlarının uygulanması hedefleri sıralanmıştır (INDC of Turkey, 2015).

BMİDÇS Sekretaryası'na sunmakla yükümlü olduğumuz raporlarda yer alan ekosistemler ve doğa koruma ile ilgili plan ve politikaların temelini ise İDES ve İDEP oluşturmaktadır. Bunlardan İDES'te sera gazı emisyonlarının kontrolü ve iklim değişikliğine uyum konularındaki kısa, orta ve uzun vadedeki stratejiler bulunmaktadır. İDES'te doğa koruma ile ilgili olduğu düşünülen azaltım stratejileri aşağıda verilmiştir (ÇŞB, 2012).

- Ormansızlaşma ve orman tahribatlarının durumunun ortaya konması ve sorunların çözümüne yönelik strateji oluşturulması,
- İklim değişikliğinin orman ekosistemleri üzerine etkilerinin değerlendirilmesi ve uyum stratejilerine yönelik araştırmaların yapılması ve bu araştırmalara dayalı politikalar üretilmesi,
- Toprakların korunması, iyileştirilmesi ve verimli kullanılmasına yönelik standartlar oluşturulması, toprakların arazi yetenek sınıflarına göre kullanılmasının sağlanması,
- Tarım, çayır ve mera alanlarının korunması ve geliştirilmesi için çıkarılan yasaların etkin uygulanmasının sağlanması,
- Ağaçlandırma ve tarım alanlarında tutulan karbon miktarının arttırılması,
- Su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için ormanların üst havza yönetimi ilkeleri doğrultusunda planlanması,
- Kırsal ve doğal alanlar üzerindeki kentleşme baskısının azaltılmasına yönelik önlemlerin alınması,

İDES'te doğa koruma konusu ile ilgili uyum stratejileri ise

- İklim değişikliğinin olumsuz etkileri sebebiyle artacak orman yangınlarını önlemeye ve ormansızlaşma yüzünden azalan yutak alanların korunmasına, doğal ormanların korunup geliştirilmesine ve ağaçlandırma çalışmalarına hız verilmesi,
- Orman alanlarında artabilecek muhtemel böcek, mantar ve benzeri zararlılara karşı etkili önlemlerin alınması,
- Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ile ilgili bilimsel çalışmaların geliştirilmesine devam edilmesi,
- İklim değişikliğinin su kaynaklarına etkilerinin (miktar ve kalite olarak) tespit edilerek, hassas bölgeler için uyuma yönelik uygulama önerilerinin geliştirilmesi,
- İklim değişikliğinin hassas ekosistemler, kentsel biyotoplar ve biyolojik çeşitlilik üzerine olabilecek olumsuz etkilerinin tespit edilerek, hassasiyet değerlendirmesinin yapılması ve bunların korunmasına ilişkin tedbirlerin alınması,
- Sıcağa, kuraklığa, hastalık ve zararlılara dayanıklı bitki ve hayvan tür ve çeşitlerinin geliştirilmesi çalışmalarının hızlandırılması,
- Tahıllarda kuraklığa toleransı yüksek çeşitlerin bölgesel olarak tespit edilerek tohumlukların üretimlerinin sağlanması şeklinde özetlenebilir (ÇŞB, 2012).

İDEP de, İDES'te açıklanan stratejiler doğrultusunda hazırlanmıştır. Eylem planında yine sera gazları azaltımı ve iklim değişikliğine uyum konularında sektörler bazında amaç ve hedefler ile bunlar kapsamında gerçekleştirilecek eylemlere yer verilmiştir.

İDEP'te azaltım kapsamındaki eylemler çoğunlukla ormansızlaşmanın ve orman tahribatının azaltılması, arazi kullanım değişikliklerinin sınırlandırılması, yutak alanlarında depolanan karbon miktarlarının belirlenmesi ve arttırılması şeklinde özetlenebilir. Uyum konusunda ise doğa koruma ile ilgili eylemlere daha fazla yer verilmiş ve ekosistem hizmetleri, biyolojik çeşitlilik ve ormancılık ayrı bir başlık olarak eylem planında ele alınmıştır. Tarım ve gıda güvenliği ile su kaynakları yönetimi başlıkları altında da doğa koruma ile ilgili eylemler bulunmaktadır (ÇŞB, 2011).

İDEP'te doğrudan doğa koruma ile ilgili olan ekosistem hizmetleri, biyolojik çeşitlilik ve ormancılık başlığı altında 2 amaç, 9 hedef ve 39 eyleme yer verilmiştir (Tablo 7). Bu eylemlerin birçoğunun 2011-2015 yılları arasında gerçekleştirilmesi öngörülmüştür.

Tablo 7: *İDEP'te iklim değişikliğine uyum kapsamında ekosistem hizmetleri, biyolojik çeşitlilik ve ormancılık konularındaki amaç ve hedefler (ÇŞB, 2011)*

AMAÇLAR	HEDEFLER
AMAÇ UO1. İklim değişikliğine uyum yaklaşımının ekosistem hizmetleri, biyolojik çeşitlilik ve ormancılık politikalarına entegre edilmesi	HEDEF UO1.1. Mevcut stratejilerin iklim değişikliği etkilerine uyum için gözden geçirilmesi
AMAÇ UO2. İklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve izlenmesi	HEDEF UO2.1. İklim değişikliğinin orman alanlarındaki türler üzerine etkilerinin tespiti ve izlenmesi
	HEDEF UO2.2. Orman alanlarında iklim değişikliğinin etkilerinde kaynaklanan arazi kullanım değişiminin tespit edilmesi
	HEDEF UO2.3. Orman ekosistemlerinin sağlığının izlenmesi
	HEDEF UO2.4. Korunan alanlarda iklim değişikliğinin etkilerini belirleme ve izlemeye yönelik Ar-Ge çalışmalarının yapılması
	HEDEF UO2.5. Orman köylülerinin sosyo-ekonomik kalkınmasında iklim uyum faaliyetlerinin dikkate alınması ve bu yolla kırsal kalkınmaya destek olunması
	HEDEF UO2.6. Dağ, step, iç su, deniz kıyı ekosistemlerinde ve sağladıkları ekosistem hizmetlerinde iklim değişikliği etkilerinin belirlenmesi, izlenmesi iklim değişikliğine uyuma yönelik önlemlerin geliştirilmesi
	HEDEF UO2.7. Deniz ve kıyı alanları yönetimi çerçevesine iklim değişikliğine uyumun entegre edilmesi
	HEDEF UO2.8. Ormanların yangınlara karşı korunması

Genel olarak İDEP'teki hedefler iklim değişikliğinin türler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve izlenmesi üzerinedir. İDEP'te arazi kullanım değişikliklerinin belirlenmesinin hedef olarak yer alması oldukça olumludur. Nitekim ülkemizde biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik sorunların Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi ile değerlendirildiği bir çalışmada en önemli sorun arazi tahribatı olarak belirlenmiştir (Karagöz ve ark., 2016). İklim değişikliğine uyumda parçalanmış

habitatların ekolojik koridorlarla birbirine bağlanması en fazla önerilen tedbirlerden olup İDEP'in revizyonunda yer verilmesi yararlı olacaktır. İklim değişikliğinin türler ve ekosistemler üzerindeki diğer bir etkisinin göçler olması beklenmektedir. Bunun için korunan alanların türlerin göç yollarını ve potansiyel yayılım alanlarının da dikkate alınarak planlanması önerilmektedir. Bunun için örneğin dağlık alanlardaki korunan alanların subalpin ve alpin kuşağı alacak şekilde ilan edilmesi ve buralarda göçleri engelleyecek bariyerlere (yol, çit, vb.) izin verilmemesi gerekmektedir. Ancak, bu gibi uyum tedbirleri de İDEP'te bulunmamaktadır. Ek olarak İDEP'te doğal sermaye ve ekosistem hizmetlerinin muhasebeleştirilmesi ve bunların doğal alanlardaki yatırımlarda dikkate alınmasına yönelik eylemlerin olmadığı görülmektedir.

İDEP'te doğa koruma ile ilgili mevzuatın AB direktifleri ve uluslararası sözleşmeler doğrultusunda revize edilmesi ile ilgili eylemlerin yer almasında fayda vardır.

Bu olumsuzluklara rağmen son yıllarda özellikle dış kaynaklı projelerle doğa koruma konusundaki araştırmaların sayısında artış olması oldukça olumludur. Bunlardan birisi Binyıl Kalkınma Hedefleri Başarı Fonu (MDG-F) tarafından desteklenen Seyhan Havzası'nda Orman Ekosistemlerinin ve Ormancılığın İklim Değişikliğine Uyum Sağlaması Projesi'dir. Proje kapsamında Adana Orman Bölge Müdürlüğünde yayılış gösteren ağaç türlerinin (kızılçam, karaçam, sedir ve göknar) günümüzdeki dağılımını açıklayan modeller çevresel faktörler gözetilerek oluşturulmuş ve beklenen iklim değişikliği etkisiyle gelecekteki hassaslaşması beklenen alanlar ve uygun yetişme ortamları haritaları ortaya konmuş, daha sonra da ağaç türlerinin uyumu açısından öneriler sıralanmıştır (DKM, 2011).

AB tarafından desteklenen Natura 2000 Gerekliliklerinin Uygulanması İçin Ulusal Doğa Koruma Sisteminin Güçlendirilmesi Teknik Yardım Projesi 2018 yılında tamamlanmıştır. Proje ile AB Kuş ve Habitat Direktiflerinin uyumlaştırılması ve uygulanmasına yönelik kurumsal ve teknik kapasite oluşturulduğu, ülkemizde bulunan tür ve habitatların belirlendiği, Natura 2000 alanlarının seçimine yönelik yeni "Sistematik Koruma Planlaması" metodolojisi geliştirildiği, İç Anadolu Ekolojik Bölgesindeki proje alanında potansiyel Natura 2000 alanları tespit edildiği ve AB ile uyumlu bir yeni Natura 2000 veri tabanı oluşturulduğu açıklanmaktadır (OSİB, 2018).

Diğer bir çalışma AB Natura 2000 Konseptinin Türkiye'nin Orman Alanlarında Uygulanabilirliği projesi kapsamında Yenice ve Karabük ormanlarında yürütülmüştür (Güngöroğlu, 2017). Çalışmada incelenen ormanlarda 22 bitkinin endemik olduğu ve bunların farklı IUCN tehlike kategorilerinde olduğu belirlenmiştir. Yine Yenice ve Karabük ormanlarında 7'si sadece Türkiye'ye özgü 12 farklı orman habitatı tespit edilmiştir. Çalışmada Türkiye'nin sahip olduğu habitatların birçoğunun AB Habitat Direktifleri'nde yer alan habitat tiplerinde listelenmediği, endemik bitki türlerinin de tehlike kategorilerinin belirsiz olduğu açıklanmıştır (a.g.e.).

2017 yılında başlanan Küresel Çevre Fonu'nun (GEF) finanse ettiği, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) ile Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü (BÜGEM) tarafından yürütülmekte olan Türkiye'nin Bozkır Ekosistemlerinin Korunması ve Sürdürülebilir Yönetimi Projesi'nin de bozkırların korunması konusunda katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

6. TARIMSAL BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİ KORUMANIN TÜRKİYE'NİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEYE VE İKLİM-AKILLI TARIM UYGULAMALARINA KATKISININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Dünya nüfusunun hızla artması buna karşılık tarım alanlarının kentleşme ve sanayileşme ile azalması üzerine sürdürülebilir arazi yönetimi (SAY) kavramı ortaya çıkmıştır. 1992 yılındaki BM Yeryüzü Zirvesinde sürdürülebilir arazi yönetimi "toprak, su, hayvan ve bitkiler de dahil olmak üzere bu kaynakların uzun vadeli üretim potansiyelinin sağlanarak ve çevresel işlevlerinin sürdürülerek değişen insan ihtiyaçlarını karşılamak için malların üretilmesi için arazi kaynaklarının kullanımı" olarak tanımlanmıştır (Sanz ve ark., 2017). Ancak SAY pratikte iklim değişikliğini içermediği için ilerleyen yıllarda biyolojik çeşitliliğin korunması, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliğine uyum konularının da dikkate alındığı iklim dostu tarım uygulamaları kavramı ortaya çıkmıştır. 2010 yılında ise FAO tarafından iklim-akıllı tarım yaklaşımı oluşturulmuştur ve "verimliliği sürdürülebilir bir şekilde arttıran, dayanıklılığı (uyumu) sağlayan, sera gazı emisyonlarını azaltan/ortadan kaldıran, ulusal gıda güvenliği ve kalkınma hedeflerinin başarısını arttıran tarım" olarak tanımlanmıştır (FAO, 2010). İklim-akıllı tarım değişen iklim koşullarında değişen iklim koşullarında gelişmeyi etkin bir şekilde desteklemek ve gıda güvenliğini sağlamak için tarım sistemlerini dönüştürmek ve yeniden yönlendirmek için gerekli eylemlere rehberlik eden bir yaklaşımdır. Tanımdan da anlaşılacağı iklim-akıllı tarımının üç ana hedefi bulunmaktadır (FAO, 2013).

- Sürdürülebilir tarımsal verimlilik ve gelirlerin artırılması
- İklim değişikliğine uyumu sağlamak ve dayanıklılığı arttırmak
- Mümkünse sera gazı emisyonlarını azaltmak ve/veya ortadan kaldırmak

İklim-akıllı tarım küresel ölçekte uygulanabilecek tek bir teknoloji ya da uygulamayı içermemektedir. Yukarıda sıralanan üç ana hedefi (verimlilik, uyum ve azaltım) gerçekleştirmek için uygun tarımsal üretim teknolojilerini ve uygulamalarını belirlemek, yerel düzeyde özel değerlendirmeler gerektiren bir yaklaşımdır. İklim akıllı tarım uygulamaları sadece tarımsal alanlarda değil hayvancılık, ormancılık, su ürünleri yetiştiriciliği gibi alanlarda da iklim değişikliğine uyum ve sera gazları emisyonlarının azaltılarak sürdürülebilir gelişmenin sağlanmasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu nedenle farklı ekosistemlerdeki doğal ve insanlar tarafından yönlendirilen süreçlerin sürdürülebilir yönetimin entegre edilmesini de temel almaktadır. Farklı ekosistemlerin ya da sektörler için birbirinden bağımsız olarak değil birbiri ile koordineli olarak belirlenen politikaların oluşturulmasını ve bunun da katılımcı bir yaklaşımla yapılmasını içermektedir (FAO, 2013).

İklim-akıllı tarım uygulamaları yerel ölçekte uygulanacak teknoloji ve pratikleri içerdiği için oldukça geniştir. Ancak söz konusu uygulamaların belirlenmesindeki temel yaklaşım sera gazı emisyonu kaynaklarının belirlenmesi, olası iklim değişikliklerinin incelenmesi ve risklerin ortaya konması, uyum için öneriler geliştirilmesi ile sektörlerin ve toplumların iklim değişikliğine karşı direncinin arttırılması şeklinde sıralanabilir (Kutu 9). Bu amaçlara ulaşmak için de toprakların organik madde içeriklerinin arttırılması, su hasadı çalışmaları, su miktarı ve kalitesinin arttırılması, tarımsal ormancılık ya da silvopastoral (orman-hayvancılık) gibi entegre sistemlerin oluşturulması, gıda ve atıkların azaltılması, üretim kayıplarının engellenmesi, ürün çeşitliliğinin arttırılması, doğal habitatların korunması, tahrip olmuş otlak ve havzaların ıslahı, enerji verimliliğinin sağlanması,

katılımcılığın ve farkındalığın arttırılması, yeni pazarlar oluşturulması, değer zincirleri ve pazarlama stratejileri oluşturulması ve finansman kaynaklarının çeşitlendirilmesi gibi çok sayıda konuda yerel düzeyde birbirinden farklılaşabilen çözümler üretilmesi gerekmektedir (FAO, 2013; Lipper 2018).

Ülkemiz iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkeler arasındadır. En fazla etkilenmesi beklenen sektörler ise meteorolojik olaylardan doğrudan etkilenen tarım, hayvancılık ve su ürünleri ile ormancılıktır. Örneğin, Dellal ve ark., (2011) tarafından Türkiye'de 2050 yılı iklim projeksiyonlarına göre ülke genelinde buğday ve arpa verimlerinde %7,6, mısır veriminde %10,1, pamuk veriminde %3,8 ve ayçiçeği veriminde %6,5 azalma olacağı tahmin edilmiştir. Tolunay (2016) tarafından da doğal ekosistemlerde ve tarım alanlarında iklim değişikliğine bağlı olarak oluşabilecek olumsuz etkiler aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

- Akarsu akışlarında düzensizlik, göllerin kuruması, içme, kullanma ve sulama suyu miktarlarının azalması,
- Kuraklıklara bağlı olarak yeraltı su kaynaklarının daha fazla kullanılması ile birlikte su kaynaklarında daralma,
- Şiddetli sağanakların etkisiyle özellikle Doğu Karadeniz ve Akdeniz kıyılarında sel ve taşkın olaylarında artış,
- Tarımsal üretimde kuraklık, sel ve taşkın, dolu, fırtına gibi zararlar nedeniyle azalma,
- Bazı tarım alanlarının çölleşme nedeniyle kullanılamaz hale gelmesi,
- Tarım alanlarının azalması, verim kayıpları ve hastalıklar nedeniyle daha fazla gübre ve ilaç kullanımı,
- Deniz seviyelerinde artış ve derelerin taşıdığı su miktarındaki azalmaya bağlı olarak tuzlu deniz suyunun dere yatakları boyunca iç kesimlere ulaşması, tarım alanlarında tuzlanma,
- Yem üretimindeki azalma ve meraların artan kuraklıktan zarar görmesi sonucunda hayvancılığın zarar görmesi
- İç suların kuraklık nedeniyle azalması ve denizlerin ısınmasına bağlı olarak su ürünleri üretiminde azalış,
- Üretimdeki azalmaya bağlı olarak et ve gıda fiyatlarında artış,
- Ormanlarda ve tarım alanlarında yangın, böcek ve mantar zararlarının artması,
- Biyolojik çeşitlilikte azalma ve bazı türlerin yok olma riski ile karşı karşıya kalması,
- Bazı canlı türlerinin göç etmek zorunda kalması, ancak parçalanan habitatlar nedeniyle göç edememesi,
- Rüzgâr ve su erozyonunda artış,
- Denizlerde ve karalarda istilacı tür olarak tanımlanan yabancı canlı türlerinin sayısında artış.

Kutu 9. İklim-Akıllı Tarım Uygulamaları: Pakistan Örneği

Başta FAO ve Dünya Bankası olmak üzere çeşitli kuruluşlar az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerde iklim-akıllı tarım uygulamalarına destekler vermektedirler. Bunlardan Dünya Bankası Arjantin, Meksika, Zambiya, Bangladeş, Pakistan ve Moldova gibi bazı ülkeler için iklim-akıllı tarım uygulamaları ülke profillerini oluşturmuştur. Bu profillerin oluşturulmasında ülkedeki tarımsal faaliyetlerin ekonomiye katkısı, kırsal nüfusun özellikleri, temel ihtiyaçlara ulaşımları, arazi kullanımı, tarımsal girdi kullanımı, gıda güvenliği, tarım sektöründeki zorluklar, tarımdan kaynaklanan sera gazı emisyonları, iklim değişikliği projeksiyonları ve beklenen iklim değişikliğinin tarımsal faaliyetlere olası etkileri gibi birçok konuda değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu değerlendirmelerden sonra tarımsal faaliyetlerin her biri için bölgesel düzeyde iklim-akıllı uygulama önerileri getirilmektedir. Ek olarak bu önerilerin kabul edilebilirlikleri de incelenmektedir. Ayrıca iklim-akıllı tarım uygulamaları ürün, gelir, su, toprak, riskler, enerji, karbon ve azot emisyonları açısından değerlendirilerek iklim akıllığı skorları belirlenmektedir. Bütün bu değerlendirmelerden sonra incelenen ülkelerde iklim-akıllı tarım uygulamaları ile ilgili kurumlar ve politikalar ortaya konmaktadır. Son olarak da iklim-akıllı tarım uygulamaları için potansiyel finansal kaynaklar sıralanmaktadır (World Bank, 2017).

Dünya Bankası tarafından Pakistan için oluşturulan iklim-akıllı tarım uygulamaları ülke profili örneği Kutu 9 Tablo 1'de verilmiştir.

Kutu 9 Tablo 1: *Dünya Bankası tarafından Pakistan için önerilen bazı iklim-akıllı tarım pratikleri (World Bank, 2017'den değiştirilerek oluşturulmuştur)*

	İklim-Akıllı Tarım Pratiği	Bölge-Kabul Etme Oranı	İklim Akıllılığı	İklim-Akıllı Tarım Uygulamasının Etkileri
Buğday	Kuraklığa dayanıklı varyete kullanımı	Sind <%30 Pencap <%30	1,3 1,2	**Verimlilik:** Birim alan başına verimi özellikle kurak dönemlerde arttırır, böylece çiftçilere gelir sağlar. **Uyum:** Su kullanım verimliliğini arttırır. Nem stresine ve diğer iklim şoklarına karşı direnci arttırır. **Azaltım:** Üretilen birim gıda başına sera gazı emisyonlarında orta düzeyde azalma sağlar.
Buğday	Ekim zamanlarının mevsime göre belirlenmesi	Sind %30-60 Pencap %30-60	1,4 1,3	**Verimlilik:** Birim su başına arazi ve ürün verimliliğini arttırır. **Uyum:** Ekim zamanını yağmurun başlangıcına ayarlamak, değişen hava düzenlerinden kaynaklanan kayıpları azaltır. **Azaltım:** Üretilen birim gıda başına sera gazı emisyonlarında orta düzeyde azalma sağlar.
Pamuk	Organik gübre kullanımının entegre edilmesi	Sind <%30 Pencap <%30	0,7 1,0	**Verimlilik:** Üretimi ve ürün kalitesini arttırır, dolayısıyla gelir de potansiyel olarak artar. **Uyum:** Sistemin iklim şoklarını atlatma potansiyelini artırarak toprak kalitesini, su tutma kapasitesini ve toprak fonksiyonlarını iyileştirir. **Azaltım:** Üretilen birim gıda başına sera gazı emisyonlarında orta düzeyde azalma sağlar.
Pamuk	Sıcaklığa dayanıklı varyete kullanımı	Sind <%30 Pencap <%30	0,9 0,7	**Verimlilik:** Özellikle kurak ve sıcak dönemlerde birim alandaki verimi arttırır, böylece çiftçilere gelir sağlar. **Uyum:** Su kullanım verimliliğini arttırır. Nem stresine ve diğer iklim şoklarına karşı direnci arttırır. **Azaltım:** Üretilen birim gıda başına sera gazı emisyonlarında orta düzeyde azalma sağlar.

	İklim-Akıllı Tarım Pratiği	Bölge-Kabul Etme Oranı	İklim Akıllılığı	İklim-Akıllı Tarım Uygulamasının Etkileri
Mısır	Erken olgunlaşan varyeteler kullanımı	Hayber Pahtunhva <%30 Pencap <%30	5,0 4,7	**Verimlilik:** Birim alan başına yüksek verim sağlar, böylece üretim maliyetlerinin düşmesi ile gelir ve karda artış olur. **Uyum:** Ürün kaybını önlemeye katkıda bulunur, yararlanılabilir toprak suyu kullanımını ve su kullanım etkinliğini arttırır. **Azaltım:** Üretilen birim gıda başına sera gazı emisyonlarında orta düzeyde azalma sağlar.
	Ürün rotasyonu	Hayber Pahtunhva <%30 Pencap <%30	4,0 4,4	**Verimlilik:** Birim arazi başına toplam üretimi ve verimliliği arttırarak gelir ve gıda güvenliğini arttırır. **Uyum:** Olumsuz hava koşulları altında ürünlerin çeşitlendirilmesinden dolayı toplam ürün kaybı riskini azaltır **Azaltım:** Toprak yapısını ve organik karbon rezervlerini korur. Baklagillerin de kullanılması azotlu suni gübre ihtiyacını azaltır.
Hayvancılık	Gübre yönetimi	Kuzey Pencab <%30 Güney Pencap <%30	2,6 2,5	**Verimlilik:** Üretim maliyetini düşürür ve dolayısıyla tarımdan elde edilen karı artırır. **Uyum:** Organik madde içeriği ve mikrobiyal aktiviteleri yükselterek toprak sağlığını iyileştirir ve bozulmuş topraklarda tarım olasılığını arttırır. **Azaltım:** Toprak özellikleri iyileştirilir ve karbon depolama için daha iyi bir toprak kapasitesi sağlar. Metan emisyonlarını azaltır ve biyo-sindiriciler gibi diğer uygulamalarla entegre edilebilir.
	Kontrollü barınaklar	Kuzey Pencab <%30 Güney Pencap <%30	3,0 2,5	**Verimlilik:** Uygun barınaklar sayesinde daha hızlı büyüme ve daha yüksek yem dönüşüm oranı sağlanır. **Uyum:** Olumsuz iklim koşullarına maruz kalmayı azaltır, hayvanın stresini azaltır (örneğin, soğuk hava dalgaları). **Azaltım:** Daha iyi gübre yönetimi sağlar, böylece ilgili sera gazı emisyonlarını azaltır.

Beklenen bu etkilerin hafifletilmesi ve tarım sektöründe dayanıklılığın arttırılmasında tarımsal biyolojik çeşitliliğin korunması son derece önemlidir. Örneğin, uzayan büyüme dönemine, kuraklığa, don zararlarına, sellere, böcek, mantar ve hastalıklar gibi olumsuzluklara dayanıklı çeşitler ve ırkların belirlenmesi, üretilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması gıda güvenliğini sağlayabilecektir. Bu nedenle, mahsullerin, ırkların ve onların akrabalarının genetik kaynaklarının korunması, iklim değişikliğinin etkilerine karşı dayanıklılığın geliştirilmesinde, kaynakların verimli kullanımının iyileştirilmesinde, üretim döngülerinin kısaltılmasında ve arazi başına daha yüksek verim alınmasına temel oluşturmaktadır (FAO, 2010).

KAYNAKÇA

- ABS, (2018). *Australian Bureau of Statistics, Australian Environmental-Economic Accounts 2017*. http://www.abs.gov.au/AUSSTATS/abs@.nsf/DetailsPage/4655.02017?OpenDocument#Data adresinden erişildi.
- Alo, C.A. & Wang, G.L. (2008). Potential Future Changes of the Terrestrial Ecosystem Based on Climate Projections by Eight General Circulation Models, *Journal of Geophysical Research*, 113.
- Avrupa Komisyonu, (2011). Our Life Insurance, Our Natural Capital: An EU Biodiversity Strategy to 2020. *European Commission*, Brussels.
- Bacak, E., Özkoç, Ö.Ü., Bilgin, S. ve Beşkardeş, V. (2015). *İstanbul Kuşları*. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı 1. Bölge Müdürlüğü, İstanbul. ISBN: 978-605-4610-80-8.
- Balkız, Ö. (2016). *Assessment of the Socio-Economic Values of Goods and Services Provided by Mediterranean Forest Ecosystems-Düzlercami Forest, Turkey*. Orman Genel Müdürlüğü, Doğa Koruma Merkezi ve Plan Bleu, Valbonne.
- Baran, İ., Ilgaz, Ç., Avcı, A., Kumlutaş, Y. ve Olgun, K. (2012). *Türkiye Amfibi ve Sürüngenleri*. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 207, TÜBİTAK Kitaplar Müdürlüğü, Ankara.
- Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O.U., Swartz, B., Quental, T.B., Marshall, C., McGuire, J.L., Lindsey, E.L., Maguire, K.C., Mersey, B. ve Ferrer, E.A. (2011). Has the Earth's Sixth Mass Extinction Already Arrived?. *Nature*, 471: 51–57.
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., Courchamp, F. (2012). Impacts of Climate Change on the Future of Biodiversity. *Ecology Letters*, 15: 365–377.
- BMBÇS, (1992). Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi. Kanun No: 4177. Kanun Tarihi: 28/08/1996. Resmi Gazete Tarih: 03/09/1996. Sayı: 22746. Esas No:1/289.
- Botkin, D. & Keller, E. (1995). *Environmental Science Earth As a Living Planet*, John Wiley&Sons, Inc.
- CBD, (2009). *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.
- CBD, (2010). *Aichi Biodiversity Targets*. https://www.cbd.int/sp/targets/ adresinden erişildi.
- CBD, FAO, The World Bank, UN Environment, ve UNDP (t.y.). *Biodiversity and the 2030 Agenda For Sustainable Development: Technical Note*. Montreal. https://www.cbd.int/development/doc/biodiversity-2030-agenda-technical-note-en.pdf adresinden erişildi.
- Ceballos G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., García, A., Ringle, R.M. ve Palmer, T.M. (2015). Accelerated Modern Human-Induced Species Losses: Entering the Sixth Mass Extinction. *Sci Adv* 1: e1400253.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Oneill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. ve van den Belt, M. (1997). The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, 387: 253-260.
- Costanza, R., de Groot, R., Paul Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S. ve Turner, R.K., (2014). Changes in the Global Value of Ecosystem Services. *Global Environmental Change*, 26: 152-158.

- Çelikkol Erbaş, B. (2015). Economic Valuation of Forest Goods and Services: The Pilot Study in Bolu Region. *Natural Capital Accounting Regional Workshop for Europe and Central Asia (ECA) Region Organized by The World Bank and Turkish Ministry of Development*, March 9-11, 2015, Pera Palace Hotel, Istanbul, Turkey.
- ÇEM, (2018). *Toprak Organik Karbonu Projesi, Teknik Özet*. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara.
- ÇŞB, (2011). *İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı 2011-2023*. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- ÇŞB, (2012). *İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2020)*. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- De Groot, R.S., Fisher, B., Christie, M., Aronson, J., Braat, L., Haines-Young, R., Gowdy, J., Maltby, E., Neuville, A., Polasky, S., Portela, R. ve Ring, I. (2010). *Integrating the Ecological and Economic Dimensions in Biodiversity and Ecosystem Service Valuation*. [P. Kumar (der.)] TEEB Foundations, The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations, Earthscan, London.
- Dellal, I., McCarl, B.A. ve Butt, T. (2011). The Economic Assessment of Climate Change on Turkish Agriculture. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 12(1): 376- 385.
- DKM, (2011). *İklim Değişikliği ve Ormancılık: Modellerden Uygulamaya Adana Orman Bölge Müdürlüğü için Uyum Önerileri* (Yazarlar: U. Zeydanlı, A.T., C. Bilgin, Y. Kınıkoğlu, S. Yalçın, H. Doğan) Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- DKMP, (2008). *Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı 2007*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Yayınları.
- DKMP, (2019). *Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Eylem Planı 2018-2028 UBSEP Ek Eylem Planı*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Donatti, C.I., Dunlop, M., Harvey, C.A., Hole, D., Lavorel, S., Locatelli, B., Mumba, M., Vignola, R., Watson, J. ve Wise, R. (2011). Ecosystem-Based Adaptation Essential for Achieving the Sustainable Development Goal. *Conservation International*.
- FAO, (2010). *Climate-Smart Agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation*. Rome, FAO.
- FAO, (2013). *Climate-Smart Agriculture Sourcebook*. Rome, Italy: FAO.
- Gitay, H., Suárez, A., Watson, R.T. ve Dokken, D.J. (2002). *Climate Change and Biodiversity*. (IPCC Technical Paper V). Geneva.
- GIZ, (2018). Solutions in Focus: Ecosystem-Based Adaptation from Mountains to Oceans. *How People Adapt to Climate Change by Using Nature*. Bonn and Eschborn.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M.T. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Güngöroğlu, C. (2017). Türkiye Ormancılığında Bir Natura 2000 Uygulaması (Karabük ve Yenice Örneği). *IV. Ulusal Ormancılık Kongresi İnsan-Doğa Etkileşiminde Orman ve Ormancılık*. 15-16 Kasım 2017, Antalya, 91-101.
- INDC of Turkey, (2015). *Republic of Turkey Intended Nationally Determined Contribution*. https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The_INDC_of_TURKEY_v.15.19.30.pdf adresinden erişildi.

- 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 (der.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- 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. *Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- IUCN, (2009). Ecosystem-Based Adaptation (EbA) *UNFCCC Climate Change Talks*, 28th September – 9th October 2009 Bangkok, Thailand, IUCN (International Union for Conservation of Nature): Position Paper.
- IUCN, (2018). *International Union for Coservation of Nature (IUCN). Table 1: Numbers of Threatened Species by Major Groups of Organisms (1996–2018).* https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics adresinden erişildi.
- Janzen, H.H. (2004). Carbon Cycling in Earth Aystems – A Soil Science Perspective. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104: 399-417.
- Karagöz, A., Özbek, K. ve Sarı, N. (2016). Türkiye'nin Bitkisel Biyolojik Çeşitliliğinin Korunması ve Sürdürülebilir Kullanımına İlişkin Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25: 88-99.
- Keenan, R.J., Reams, G.A., Achard, F., de Freitas, J.V.,Grainger, A., Lindquist, E. (2015). Dynamics of Global Forest Area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015 (This article is part of a special issue entitled "Changes in Global Forest Resources from 1990 to 2015"). *Forest Ecology and Management*, 352: 9-20.
- Köhl, M., Lasco, R., Cifuentes, M., Jonsson, Ö., Korhonen, K.T., Mundhenk, P., Navar J.J. ve Stinson, G. (2015). Changes in Forest Production, Biomass and Carbon: Results from the 2015 UN FAO Global Forest Resource Assessment. *Forest Ecology and Management* 352: 21-34.
- Le Quéré, C., Andrew, R. M., Friedlingstein, P., Sitch, S., Pongratz, J., Manning, A. C., Korsbakken, J. I., Peters, G. ve ark. (2018). Global Carbon Budget 2017. *Earth Syst. Sci. Data*, 10: 405-448.
- Leadley, P., Pereira, H.M., Alkemade, R., Fernandez-Manjarres, J.F., Proenca, V., Scharlemann, J.P.W. ve ark. (2010). *Biodiversity Scenarios: Projections of 21st Century Change in Biodiversity and Associated Ecosystem Services*. [*Secretariat of the Convention on Biological Diversity* (der. Diversity SotCoB)] Published by the Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, sy. 1-132. Technical Series no. 50.
- Lipper, L., McCarthy, N., Zilberman, D., Asfaw, S. ve Branca, G. (2018). Climate Smart Agriculture. *Natural Resource Management and Policy*, 52.
- MAES, (2018). *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services (MAES),* https://biodiversity.europa.eu/maes adresinden erişildi.
- MEA, (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis.* Millennium Ecosystem Assessment, World Resources Institute, Washington, DC.

- NOAA/ESRL, (2019). *Mauna Loa CO_2 Monthly Mean Data*. [P. Tans ve R. Keeling (der.)] ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_mm_mlo.txt adresinden erişildi.
- Orr, B.J., A.L. Cowie, V.M., Castillo Sanchez, P. Chasek, N.D. Crossman, A. Erlewein, G. Louwagie, M. Maron, G.I. Metternicht, S. Minelli, A.E. Tengberg, Walter, S ve Welton, S. (2017). *Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality*. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany.
- OSİB, (2018). Natura 2000 Gerekliliklerinin Uygulanması için Ulusal Doğa Koruma Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Natura 2000. http://natura2000.ormansu.gov.tr/tr/about-project/ adresinden erişildi.
- Pascual, U., Muradian, R., Brander, L., Gómez-Baggethun, E., Martin-López, B., Verma, M., Armsworth, P., ve ark. (2010). Chapter 5: *The Economics of Valuing Ecosystem Services and Biodiversity*. [Kumar, P. (der.)] The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations, TEEB: The Economics of Ecosystems and Biodiversity, UNEP/Earthscan, London.
- Pauleit S., Zölch T., Hansen R., Randrup T.B. ve Konijnendijk van den Bosch, C. (2017). *Nature-Based Solutions and Climate Change – Four Shades of Green*. [Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J. ve Bonn A. (der)] Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas. Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions. Springer, Cham.
- Pereira, H.M., Navarro, L.M. ve Martins, I.S. (2012). Global Biodiversity Change: The Bad, the Good, and the Unknown. *Annual Review of Environment and Resources,* 37: 25-50.
- Sanz, M.J., de Vente, J., Chotte, J.-L., Bernoux, M., Kust, G., Ruiz, I., Almagro, M., Alloza, J.-A., Vallejo, R., Castillo, V., Hebel, A. ve Akhtar-Schuster, M. (2017). *Sustainable Land Management Contribution to Successful Land-Based Climate Change Adaptation and Mitigation*. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany.
- ten Brink, P., Russi, D., Tinch, R., Schoumacher, C., Agarwala, M. ve Bateman, I. (2015). The Use of (Economic & Social) Values of NC/ES in National Accounting. D3.4 Discussion Paper. European Commission (OPERA project).
- 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., Karabıyık, B. ve Özturna, A.G. (2018). *Türkiye Ormanlarında Bitkisel Kütledeki Karbon Stokları*. 71. Türkiye Jeoloji Kurultayı 23-27 Nisan 2018, sy. 1027-1027.
- Tolunay, D., Öztürk, S., Gürlevik, N., Karakaş, A., Akkaş, M. E., Adıgüzel, U., Taşdemir, C. ve Aytar, F. (2014). *Türkiye Ormanlarının Sağlık Durumu (2008-2012)*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman Zararlılarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı.
- Tolunay, D. (2016). *7. Küresel Isınma Kurultayı Sonuç Bildirgesi*. Ekonomi Gazetecileri Derneği V. Küresel Isınma Kurultayı, İstanbul, 16 Eylül 2015.
- TÜİK, (2018). *National Greenhouse Gas Inventory Report of Turkey 1990-2018*. Ankara: Turkish Statistical Institute. https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/national-inventory-submissions-2018 adresinden erişildi.

- UNCCD, (2017). *The UNCCD 2018–2030 Strategic Framework*. Decision of the Conference of the Parties on its Eighth Session. ICCD/COP(13)/21/Add.1.
- UNDP, (2018). *Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri*. http://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/sustainable-development-goals.html.
- UNEP-WCMC, IUCN ve NGS, (2018). *Protected Planet Report 2018*. UNEP-WCMC, IUCN and NGS: Cambridge UK; Gland, Switzerland; and Washington, D.C., USA
- WCED, (1987). *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development.
- World Bank, (2017). *Climate-Smart Agriculture in Pakistan*. CSA Country Profiles for Asia Series. International Center for Tropical Agriculture (CIAT); The World Bank: Washington, D.C.
- WWF, (2014). *Accounting for Natural Capital in EU Policy Decision-Making*. A WWF Background Paper on Policy Developments.

TEKNİK TERİMLER SÖZLÜĞÜ

Allelik Çeşitlilik: Bir karakteri temsil eden kromozomların karşılıklı bölgelerinde bulunan iki gen çiftine allel denilmekte olup, allelik çeşitlilik ise genlerin bulundukları yerlerdeki (lokus) farklı mutasyonlar sonucunda aynı fenotipik özelliğin ortaya çıkmasıdır.

Alpin Kuşak: Yüksek dağlarda belirli bir yükseklikten (örneğin 2200-2400 m) sonra gelen ve doğal olarak ağaç yetişmeyen, otsu türlerin halim olduğu vejetasyon kuşağı.

Arazi ve Su Ayak İzi (Ekolojik Ayak İzi): Mevcut teknoloji ve kaynak yönetimiyle bir bireyin, topluluğun ya da faaliyetin tükettiği kaynakları üretmek ve yarattığı atığı bertaraf etmek için gereken biyolojik olarak verimli toprak ve su alanıdır. Buna Ekolojik Ayak İzi adı da verilmekte olup "küresel hektar" (kha) ile ifade edilir. Buna altyapı ile atık karbondioksitin (CO_2) emilimini sağlayacak bitki örtüsü için gerekli alanlar da dâhildir.

Biyolojik çeşitlilik: Diğerlerinin yanı sıra kara, deniz ve diğer su ekosistemleri ile bu ekosistemlerin bir parçası olduğu ekolojik kompleksler de dahil olmak üzere tüm kaynaklardan canlı organizmalar arasındaki farklılaşma anlamındadır; türlerin kendi içindeki ve türler arasındaki çeşitlilik ve ekosistem çeşitliliği de buna dahildir.

Biyom (Büyük hayat zonu, büyük yaşam kuşağı): Dünyadaki büyük iklim kuşaklarındaki (tropik, suptropik, vb.) koşullara uyum sağlamış canlı toplumlarının oluşturduğu birlikler. Büyük yaşam kuşağı olarak da adlandırılan biyomların her biri benzer bitki ve hayvan topluluklarından oluşurlar. Bu biyomlar çoğunlukla o iklim kuşağında hakim olan bitki toplumlarının adıyla anılırlar. Örneğin, tropikal yağmur ormanları, maki, savan, ılıman bölge yaprak döken ormanlar, tundra, vb.

Boreal: Kuzey coğrafi bölgeler. Arktik bölgeye bitişik olan Baltık Denizinin doğusundan Asya'nın doğusuna kadar uzanan bölge.

Diyapoz: Bazı eklembacaklıların (böcekler, vb.) olumsuz koşullar altında (kuraklık, yüksek ya da düşük sıcaklıklar gibi) hayatının belirli bir döneminde gelişmesini bir süre durdurması olayı.

Fenoloji: Bitkilerde tomurcuk patlaması, yaprak büyümesi, çiçek açma, tohum dağılımı, vb., hayvanlarda ise tüy dökme, deri değiştirme, çiftleşme, kuluçka, kış uykusu, göç gibi mevsimsel olarak değişen ve iklim koşullarının şekillendirdiği periyodik yaşam döngüleri.

Heterozigot: Homolog kromozomlar üzerinde, birbirine karşılık gelen allellerin farklı olması durumu.

Hipoksiya: Deniz ve göl gibi su ekosistemlerinde sudaki çözünmüş oksijen derişimlerinin doygunluk düzeyinin altına düşmesi.

Kondanseyt: Düşük yoğunluğa sahip hidrokarbon karışımı.

Mangrov: Tropik ve subtropik bölgelerde deniz dalgalarının getirdiği kumlu-killi, organik maddece zengin yığıntılara sahip korunmuş deniz kıyılarındaki ormanlar.

Mutualizm (Simbiyozis-Ortak Yaşama): Farklı türlerdeki organizmaların sıkı ortak ilişkileri. Her iki organizma da bu ilişkiden pozitif olarak yararlanırlar.

Net primer üretim (NPP): Klorofilli bitkiler tarafından belli bir zaman dilimi içinde fotosentez ile üretilen ve solunumla tüketilen organik maddeler çıktıktan sonra bitkisel doku olarak birikmiş olan organik madde miktarı.

Niş: Bir ekosistem ya da habitatta canlıların yaşadıkları yer. Örneğin, tek bir ağaç birçok tür için habitat oluşturmak olup, canlılar bu ağacın değişik bölümlerini kullanabilmektedir. Sincaplar ağacın kovuklarına yerleşmişken, kuşlar da dallarına yuva yapmaktadırlar.

Parazitizm: Bir türün (parazit, asalak) konak olarak adlandırılan diğer bir türden besinlerini sağladığı, parazit türün yarar sağladığı buna karşılık konağın sürekli olarak zarar gördüğü ekolojik ilişkiler.

Permafrost: Arktik ve subarktik bölgeler ile yüksek dağlık alanlarda çok uzun yıllardır sürüp giden don olayı. Bu olay sonucunda sürekli olarak donmuş topraklar oluşmuştur.

Rekreasyon: İnsanların boş zamanlarını değerlendirmek, iş stresinden uzaklaşmak, dinlenmek, yenilenmek için yaptıkları faaliyetlerdir. Bu faaliyetler doğa yürüyüşü, piknik gibi kent dışında olabildiği gibi, kent içindeki spor aktiviteleri ile sinema, tiyatro, konser gibi faaliyetler de rekreasyon olarak kabul edilir.

Sahel Kuşağı: Sahra Çölü'nün güneyinde kalan Atlantik Okyanusu'ndan Kızıldeniz'e kadar uzanan Moritanya, Senegal, Mali, Burkina Faso, Nijer, Nijerya, Çad, Sudan ve Eritre'yi kapsayan bölgenin adı.

Savan: Belirgin kurak dönemlere sahip tropik yaz yağışlarının olduğu Muson kuşağındaki bitki toplumlarına verilen ad. Savan vejetasyonu yoğun otsu türler ve çok seyrek tek ya da gruplar halinde ağaçlardan oluşmaktadır.

Subalpin Kuşak: Yüksek dağlarda orman kuşağının bittiği buna karşılık ağaç ve çalıların yaşamaya devam edebildiği yükselti kuşağı. Orman sınırı ile alpin kuşak arasında yer almaktadır.

Sürdürülebilir Arazi Yönetimi: Toprak, su, hayvan ve bitkiler de dahil olmak üzere bu kaynakların uzun vadeli üretim potansiyelinin sağlanarak ve çevresel işlevlerinin sürdürülerek değişen insan ihtiyaçlarını karşılamak için malların üretilmesi için arazi kaynaklarının kullanımı.

Tayga: Kuzey yarımkürede hem Kuzey Amerika'da hem de Avrupa ve Asya'da soğuk ve ağaçsız tundraların güneyindeki bölgelerde yetişen iğne yapraklı ormanlar.

Tundra: Kuzey Amerika ve Avrasya'nın kuzeyinde taygalar (kuzey enlemlerin ibreli ormanları) ile buzullar arasında geniş, çıplak ve ağaçsız olan alanlardır. Genellikle yosun, çimen, otsu türler ile kısa boylu çalılar bulunur.

Varyete: Bir türün içinde morfolojik bakımdan ayrılabilen bireyler grubu.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Mustafa Kemal Mah. Eskişehir Devlet Yolu
(Dumlupınar Bulvarı) 9. Km No:278 Çankaya / Ankara
Tel: +90 (312) 410 10 00

Bu yayın Avrupa Birliğinin maddi desteği ile hazırlanmıştır. İçerik tamamıyla WEglobal Danışmanlık A.Ş.'nin liderliğindeki konsorsiyumun sorumluluğu altındadır ve Avrupa Birliğinin görüşlerini yansıtmak zorunda değildir.

iklimin.org

facebook.com/iklimin

twitter.com/iklimin

iklimIN Projesi

instagram.com/ikliminprojesi