

Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi

The effects of Global Climate Change on Biodiversity and Ecosystems Resources

Aynur DEMİR

*A.Ü. Biyoteknoloji Enstitüsü Sosyoekonomik Gelişme ve Biyoteknoloji Anabilim Dalı,
aynurdemir1@yahoo.com*

Özet: Fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma, tarımsal faaliyet vb. antropojenik etkinlikler, özellikle sanayi devrimiyle birlikte, metan, karbondioksit gibi doğal sera gazları emisyonlarında önemli ölçüde artışa neden olmuştur. Atmosferde sera gazları emisyonlarında meydana gelen bu artış doğal sera etkisinin bozulmasına ve atmosferin ısınmasına neden olmuş ve olmaya da devam etmektedir. Küresel ısınmanın potansiyel etkisi ise biyosferde küresel iklim değişikliğidir. Özellikle 1980'li yıllardan itibaren daha belirgin hale gelen küresel ısınma ve küresel iklim değişikliği su kaynaklarının azalması, besin kıtlığı, enerji sıkıntısı, kuraklık, çölleşme, göç gibi sosyoekonomik ve politik etkileri yanında, doğal peyzaj dokusunun bozulması, ekosistemler, türler ve gen kaynakları gibi biyolojik çeşitliliğin temel parçaları olan sistemleri de olumsuz etkilemektedir. Su ve kara ekosistemlerinde meydana gelen değişim bu ekosistemlerin biyolojik kompozisyonlarında da değişime neden olmaktadır. Su ekosistemlerinde ısınmaya bağlı olarak buradaki canlı türleri üretkenliğini yitirmekte ya da daha serin sulara göç etmektedir. Örneğin somon balıklarının üretkenliğinde %20 azalma saptanmış, göçün ise besin bakımından bu türlere bağımlı olan diğer canlıların geleceğini tehdit ettiği ortaya konmuştur. Karasal ekosistemler ve bu ekosistemlerin parçası olan biyolojik çeşitlilik de ciddi risk altındadır. Özellikle tropikal ve orta kuşak ormanları, bitki ve hayvan türleri önemli ölçüde zarar görecektir, adaptasyon sürecini olumsuz etkileyecek, bu arada da yeni koşullara uygun yeni türlerin ortaya çıkması da söz konusu olabilecektir.

Anahtar kelimeler: Küresel ısınma, İklim değişikliği, Biyolojik çeşitlilik, Ekosistem, Sera etkisi

Abstract: Especially with the industrial revolution, use of fossil fuels, deforestation, agricultural activity, anthropogenic events have caused a dramatic increase in natural transmission gas emissions such as methane and carbon dioxide. This increase occurred in greenhouse gases in the atmosphere, has caused destabilisation of the natural greenhouse effect and it has caused the atmosphere become warmer. The global warming potential impact is global climate change in the biosphere. Global warming and global climate change, which especially have become more pronounced since the 1980s, have some socioeconomic and political effects, such as less water resources, the reduction of the food shortage, energy shortages, drought, desertification, and migration. Furthermore, being messed up of natural landscape tissue degradation, ecological systems, species and like gene resources have affect negatively to the systems which are basic part of biological diversity. Changing on water and land ecological systems also caused to the changing of this ecological system's biological composition. On water ecosystems, type of live are loosing their productivity or they are migrating to cooler places because of warming. For example, it is determined that the productivity of salmons decreased at the rate of %20, and also it is stated that migration threatened the future of other living organisms which are dependent to these kind on account of nutrition. Territorial ecosystems and biological diversity which their part is under very serious risk. Especially, tropical and middle latitude forests, plant and animal species of a significant will be damaged. This will affect to the adaptation process negatively and in the meantime the new conditions of new species that the will be possible.

Key words: Global warming, Climate change, Biodiversity, Ecosystem, Greenhouse effect

1. Giriş

Yaşlı küremiz tarihi boyunca iklim koşullarında pek çok değişiklik sergilemiştir. Bunların bazıları, iklim koşullarında yıllar veya on yıllar içerisinde büyük değişikliklere neden olan tekil olaylardır. Diğerleri ise, farklı döngüler izleyen düzenli bir davranış sergilemektedir. Söz konusu diğer değişikliklerin çoğu, yüzlerce, binlerce veya milyonlarca yıllık dönemler içerisinde meydana gelmişlerdir. Bunlar, Dünya'nın kendi ekseninde ve güneş etrafındaki yörüngesinde meydana gelen varyasyonlar, güneşin faaliyetlerindeki dalgalanmalar ve volkanik patlamalar gibi doğal fenomenler tarafından tetiklenmiştir. Son 400000 yılda, iklim, buzul çağları ve sıcak dönemlerden oluşan periyodik bir döngü sergilemiştir. Bu varyasyonlarla kıyaslandığında, son 8000 yıldaki dünya iklimi, çok küçük sıcaklık dalgalanmaları haricinde son derece istikrarlıdır (Anonim, 2004). Bu istikrar, insan toplumunun gelişimi için bu dönemde son derece olumlu koşullar sunmuştur.

Ancak 1860'lı yıllarda yaşanan sanayi devrimiyle birlikte antropojen faaliyetlerin artması, insanların durmak bilmeyen "daha fazla" istemleri, hızlı nüfus artışı ve sanayileşme, çarpık yerleşme

ve kentleşme, yanlış arazi kullanımı, ormansızlaşma ve doğal çevrenin hızlı tahribatı doğal iklim değişiminde istikrarı bozmuştur. Bunun sonucunda antropojen faaliyetlere dayalı, geri dönüşümü zor hatta imkansız olan "küresel ısınma ve küresel iklim değişikliğinin" gerçekleştiği karmaşık bir sürece girilmiştir.

Küresel ısınmanın kaynağı, insan faaliyetleri sonucu açığa çıkan karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄), kloroflorokarbon (CFC), ozon (O₃) gibi sera gazlarının emisyonlarındaki aşırı artıştır. Yerküre'nin sıcak yüzeyinden salınan uzun dalgalı yer ışınımının bir bölümünü, uzaya kaçmadan önce atmosferin yukarı seviyelerinde bulunan çok sayıdaki doğal sera gazı tarafından emilir ve sonra tekrar salınır. Doğal sera gazları bu özelliği ile yerkürenin doğal sıcaklık dengesini ayarlayarak dünyayı yaşanabilir kılmaktadır. Ancak sera gazları emisyonlarında meydana gelen aşırı artış yerkürenin normalden daha fazla ısınmasına neden olur. Bu artışın kaynağı ise, %49 enerji kullanımı, %24 endüstri, %14 ormansızlaşma, %13 tarımsal faaliyetlerdir (Türkeş vd., 2000). Bu antropojen faaliyetler sonucu artan sera gazı emisyonları sıcaklık artışı ile birlikte yağış, nem, hava hareketleri vb ekstrem koşulları da beraberinde getirir. Bu da ekosistem ve canlılar için potansiyel tehlike oluşturan "küresel iklim değişikliği" olarak karşımıza çıkar.

Yirminci yüzyılın başlangıcından beri, Dünyanın iklimi, Avrupa'da 0.95 C°'lik bir artış göstermekle birlikte ortalama olarak 0.7 C°'lik hızlı bir ısınma yaşamıştır. Söz konusu ısınma, son 1000 yılda yaşanan bütün iklim değişimlerinin çok ötesindedir. Özellikle 1990'lar, bu dönem içerisindeki en sıcak on yıl özelliği taşımaktadır (Anonim, 2004). Çeşitli iklim modellere göre ise, 2100 yılı itibarıyla ortalama küresel yüzey sıcaklığı 1990'lardaki seviyelerinin 1.4 ve 5.8 C° üzerinde olacaktır (Türkeş, 2008b).

Kritik sıcaklık düzeylerindeki değişiklik oranları sanayi öncesi döneme göre küresel ve bölgesel olarak duyarlı ekosistemlerde farklılıklara yol açar. Örneğin, 2,7 C°'lik bir bölgesel artış, Grönland buzul örtüsünün erimesini tetikleyen bir sınır değeri olurken, küresel sıcaklıkta yaklaşık 1 C°'lik artış yaygın mercan beyazlamasına neden olur (Dunn and Falavin, 2002; Hertsgaard, 2001). İklim etkilerinin, özellikle en yıkıcı olanları, ekstrem olayların sıklığı ya da şiddetindeki artışlar ile bağlantılı olanlardır. 1980'lerde başlayan kutup buzullarının erimesi, 2003 yazında Avrupa'yı etkileyen sıcak hava dalgası, 1990 ve 1997 yıllarında görülen El Nino' nun tropikal bölgelerdeki yıkıcı etkileri buna önemli birer örnek oluşturur (Hertsgaard, 2001).

Gerçekte, küresel ortalama yüzey sıcaklığında gözlenen ısınma eğilimi, dünya üzerinde eşit coğrafi bir dağılım göstermemekte, uzun süreli ısınma eğilimi, Türkiye'nin de içinde yer aldığı 40 °K ve 70 °K enlemleri arasındaki anakarada en fazladır (Türkeş vd., 2000, Türkeş, 2007). İklim değişikliğinin durumu ve küresel etkileri; atmosfer ve iklim, buzullar, kar ve buz, deniz sistemleri, karasal ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik, su, tarım, ekonomi, insan sağlığı olmak üzere farklı kategoride verilen göstergeler ile açıklanabilir.

İnsanların yaşam destek sistemleri olan ekosistemler ve bunların bileşenleri olan biyolojik çeşitlilik hızlı iklim değişiminden en fazla etkilenen ve etkilenecek sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Buzulların erimesi başata kutup ayıları ve kral penguenleri ve onların habitatlarını tehdit etmekte, besin bulmalarını zorlaştırmaktadır. Yapılan gözlemler kutup ayılarının vücut ağırlığında daha şimdiden %10 azalma olduğunu göstermiştir (Çepel ve Ergun, 2002). Aynı şekilde su ekosistemlerinin aşırı ısınması planktonların zarar görmesine, balıkların üretkenliğinin azalmasına, göç etmesine ve bunun sonucu su ekosistemlerinde besin zincirinde kopmaların oluşmasına neden olmaktadır (Anonim, 2004). Bitki türlerinin yok olması, toprak yapısındaki değişime bağlı olarak mikroorganizmaların yok olması, dağ buzullarının erimesi ile bitki ve hayvan türlerinin kaybolması, kuşların göç yollarının uzaması, adaptasyon süreçlerinin olumsuz etkilenmesi gibi birçok ekolojik felaketle insan toplumları karşı karşıya kalmıştır. Gözlemler bu baskının gelecek 100 yılda daha fazla hissedileceğini gösterir niteliktedir.

Bu çalışmada da insanın kendi bireysel amaçlarını gerçekleştirme uğruna, yerküreyi karşı karşıya bıraktığı "küresel iklim değişikliğinin" dünyanın akciğerleri olan ekosistem ve biyolojik çeşitlilik üzerine etkileri tartışılmıştır. Antropojen faaliyetlere bağlı iklim değişiminin, ekosistem ve

biyolojik çeşitliliğin dinamik bileşenlerini tür ve habitat (yaşam alanı) temelinde ne şekilde etkilediği vurgulanmıştır. Ekosistem farklaşmasına bağlı habitat bölünmeleri ve değişiminin su ve kara ekosistemlerinde yaşayan ve de besin döngüsünün birer parçası olan türler üzerine olan etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır. Ayrıca zengin çeşitliliğe sahip olan Türkiye'nin de bu durumdan ne ölçüde etkileneceği vurgulanmıştır.

2. Antropojen Faaliyetlere Bağlı Küresel İklim Değişikliği

İnsanlığın yerleşik düzene geçişinden sonra dünya iklim sistemleri her ne kadar değişmiyor gibi görünse de geçmişten günümüze dek elde edilen bulgular bunun aksini ortaya koymaktadır. İnsanların tarih sahnesine çıkışına kadar olan süreçte, dünyanın coğrafi özellikleri bir kaç defa değişmiştir. Belirli dönemlerde, dünyamızın unsurları arasındaki doğal dengenin çeşitli nedenlerle bozulmasına bağlı olarak, iklimde de büyük değişimler olmuştur. Nitekim insanlık tarihinin başladığı dönemden günümüze kadar olan süreçte, yeryüzünün buzullarla kaplandığı, buzul ve buzullar arası dönemlerde yaşanmış doğal ve beşerî çevre büyük ölçüde etkilenmiştir. Doğal etkenlerle ilişkili olan bu değişimlere, 19. yy. ortalarından itibaren, antropojen faaliyetlerin de katkısı olduğu artık kesindir.

Tarih boyunca dünya iklim koşullarında pek çok değişiklik sergilenmiştir. Bunların bazıları, iklim koşullarında yıllar veya on yıllar içerisinde büyük değişikliklere neden olan tekil olaylardır. Diğerleri ise, farklı döngüler izleyen düzenli bir davranış sergilemektedir. Söz konusu diğer değişikliklerin çoğu, yüzlerce, binlerce veya milyonlarca yıllık dönemler içerisinde meydana gelmişlerdir. Bunlar, Dünya'nın kendi ekseninde ve güneş etrafındaki yörüngesinde meydana gelen varyasyonlar, güneşin faaliyetlerindeki dalgalanmalar ve volkanik patlamalar gibi doğal fenomenler tarafından tetiklenmiştir.

Son 400000 yılda, iklim, buzul çağları ve sıcak dönemlerden oluşan periyodik bir döngü sergilemiştir. Bu değişikliklerle kıyaslandığında, son 8000 yıldaki dünya iklimi, çok küçük sıcaklık dalgalanmaları haricinde son derece istikrarlıdır (Anonim, 2004).

Sanayi devrimi ile birlikte ortaya çıkan ve hızını 20.yy itibarı ile artıran insan etkinliği ile doğal iklim değişimi yerini küresel ısınmaya bağlı iklim değişimine bırakmıştır. İnsan faaliyetleri sonucunda CO₂, CH₄, N₂O, CFC, arseoller gibi sera gazı emisyonlarının atmosferde yoğun bir şekilde artması sonucunda, yeryüzüne yakın atmosfer tabakaları ile yeryüzü sıcaklığının yapay olarak yükselme süreci "küresel ısınma" olarak ifade edilirken, küresel ısınmaya bağlı olarak, yağış, nem, hava hareketleri, kuraklık vb diğer iklim unsurlarının değişmesi de "küresel iklim değişikliği" şeklinde ifade edilmektedir (Doğan, 2005). Bu durumda küresel ısınmaya neden olan sera gazları ve bu gazların yaratmış olduğu sera etkisi küresel iklim değişikliğinde de itici güç özelliği taşımaktadır.

Doğal koşullarda Yerküre'nin sıcak yüzeyinden salınan uzun dalgalı yer ışınımının bir bölümü, uzaya kaçmadan önce, sera gazları tarafından emilmekte ve sonra tekrar salınmaktadır. Bu özelliği ile doğal sera gazları küresel sıcaklık artışlarını düzenlemektedir (Türkeş vd., 2000, Türkeş, 2006; Türkeş, 2007). Bu şekilde ortaya çıkan doğal sera etkisi ile yerkürede yaşam olanaklı hale gelmektedir. Ancak bu gazların emisyonlarında aşırı artış, özellikle 19.yy'ın sonlarından itibaren, doğal sera etkisinin bozulmasına ve doğal olmayan sıcaklık artışlarına ve bunun sonucunda doğal olmayan iklim değişikliğine yol açtığı ve bu değişikliğin küresel ölçekte yaratacağı sorunlar, iklim bilimciler tarafından, küresel sıcaklık değişimleri, yağış oranları vb bilimsel verilerle ortaya konmuştur. Sera gazları emisyonlarında doğal olmayan bu artışlarda en önemli sorumluluğun ise insana ve onun toplumsal, sosyal, ekonomik ve ekolojik faaliyetlerine ait olduğu son derece açıktır.

Sera gazlarındaki artışın temel kaynağı olan antropojen etkiler ise; %49 enerji kullanımı; %24 endüstri; %14 ormansızlaşma ve %13 oranında tarımsal faaliyetlerdir (Türkeş vd., 2000). Bu tür etkinlikler sonucu atmosferde CO₂, CH₄, N₂O, CFC gibi sera gazları birikerek doğal olmayan, antropojen etkenlere dayalı iklim değişikliğini meydana getirmektedir (Türkeş, 2006; Türkeş, 2007).

Çizelge 1'de görüldüğü gibi sera gazları içerisinde iklim değişikliğine en fazla neden olan CO₂ emisyonundaki artış olup, antropojen sera etkisinin %50-60'ı bu gazdan kaynaklanmaktadır. Normal şartlarda CO₂ atmosferde 0/00,03 oranında bulunurken, 1860'lardaki sanayi devrimi ile birlikte bu

oran artmaya başlamıştır. Son yıllarda atmosferdeki CO₂'nin artış hızı her yıl %0.5 oranındadır. Eğer bu hızda artmaya devam ederse 140 yıl sonra konsantrasyon 2 katına çıkacaktır. Bugün atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu yaklaşık 350 ppm'dir. Bu miktarın 2050 yılına kadar 450 ppm'e ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu oran Sanayi devri öncesinin 1,5 katından fazladır. Atmosferdeki CO₂'nin sürekli artışı fosil yakıtlarının kullanımı ve ormanların yok edilmesi, özellikle de tropikal yağmur ormanlarındaki aşırı tahribat gibi doğrudan doğruya antropojen girdilerin sonucudur. Ayrıca dünyanın diğer bölgelerindeki orman örtülerinin yerini alan yeni bitki örtüsünün de bu artışa katkısı vardır (Öztürk, 2002; Aksay vd., 2005).

Atmosferik CO₂ miktarı Kyoto Protokolü[†] ile denetim altına alınmaya çalışılmıştır (Türkeş, 2006; Türkeş, 2008a; Ünver, 2008). Ancak gerek insan faaliyetlerindeki artış gerekse sözleşmenin tüm toplumlarda adil olarak uygulanamamasına bağlı olarak CO₂ emisyonunun sürekli artışı, yarattığı sera etkisiyle küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine neden olacaktır ve gerekli önlemler alınmadığı sürece olmaya devam edecektir.

CO₂ birlikte küresel ısınma üzerinde önemli ölçüde etkisi olan sera gazlarından bir diğeri ise kloroflorokarbonlar (CFC) dir. Çizelge 1'de görüldüğü gibi CFC gazlarının katkı oranı %22'dir (Aksay vd., 2005).

Çizelge 1. Antropojen sera gazları, katkı oranı ve emisyon kaynakları

Sera Gazları:	Katkı Oranı %	Yıllık Artış Oranı %	Emisyon Kaynakları
CO ₂	50-60	0,3-0,5	Kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtlarının yakılması Tropik ormanların yok edilmesi
CFC	22	4-5	Sprey kutularındaki aerosoller Buzdolaplarındaki soğutucu maddeler Özellikle elektronik. sanayide kullanılan temizleme maddeleri Klima sistemleri Sert ve yumuşak köpük üretimi
CH ₄	14	1	Pirinç tarlaları, İneklerin mideleri, Biyomasın yakılması, Çöp toplama alanları, Doğal gaz boru hatlarındaki kaçaklar, Kömür madenleri
Ozon (*)	7	0,5	Trafik Termik santrallerdeki yanma olayları Tropikal ormanların yok olması
N ₂ O	4	0,2	Tarımda suni gübre kullanılması, Fosil yakıtlar

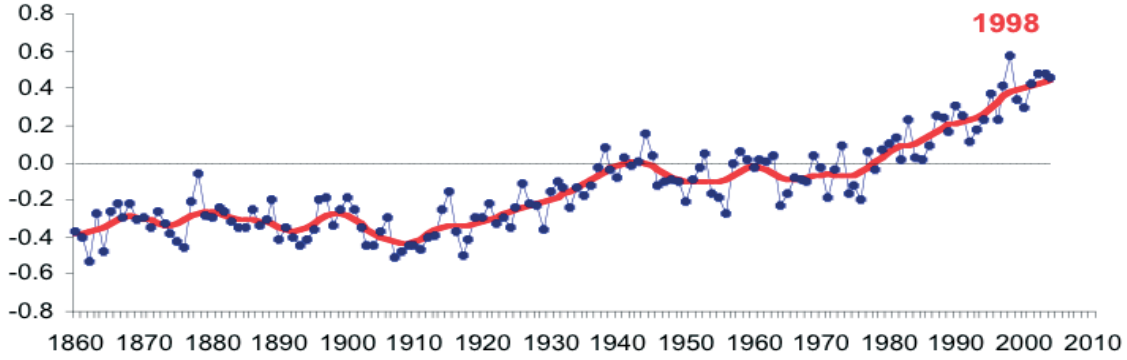
(*) *Troposferde artan NOx emisyonları nedeniyle oluşur.*

Kaynak: Aksay vd.,2005'den uyarlanmıştır

[†] Kyoto Protokolü, sera gazı salınımlarını 2000 yılı sonrasında azaltmaya yönelik yükümlülükleri düzenlemektedir. 16 Subat 2005 tarihine kadar -ABD ve Avustralya dışında- 1990 yılı toplam salımlarının % 44.2'sini karşılayan hemen tüm OECD ve AB ülkeleriyle birlikte, Aralık 2007 tarihi itibarı ile toplam 176 ülke tarafından imzalanmıştır. Türkiye bu protokole, TBMM onayı ile 05.02.2009 tarihi ve 27144 sayılı resmi gazetede yayınlanmasıyla birlikte protokole resmen taraf olmuştur. 28 maddeden oluşan Kyoto Protokolü ile taraf ülkelerin karbondioksit başta olmak üzere eşdeğer sera gazlarının emisyonunu, özellikle Ek1 listesinde yer alan ülkeler, 2008-2012 yılları arasında 1990'lı yıllar düzeyinin en az %5'i kadar azaltılması taahhüt edilmiştir. Protokole göre, bazı taraflar, bu ilk yükümlülük döneminde sera gazı salımlarını arttırma ayrıcalığı alırken (örneğin, Avustralya % 8 arttırabilecek), Yeni Zelanda, Rusya Federasyonu ve Ukrayna'nın sera gazı salımlarında 1990 düzeylerine göre herhangi bir değişiklik olmayacaktır. AB, hem birlik olarak hem de üye ülkeler açısından % 8'lik bir azaltma yükümlülüğü almıştır. ABD'nin salım azaltma yükümlülüğü %7'dir (Daha geniş bilgi için bkz, Türkeş, M. 2006. Küresel iklimin geleceği ve Kyoto Protokolü. *Jeopolitik* 29: 99-107, Türkeş, M. 2008, İklim Değişikliği ile Savaşım, Kyoto Protokolü ve Türkiye, *Mülkiyeliler Dergisi*, Cilt 32, sayı 259, s.101-132, Ünver, İ., 2008, Barış Ödülünün Üzerinde İklim Değişikliği Gölgesi, *Mülkiyeliler Dergisi*, Cilt 32, sayı 259, s.83-100, T.C.Resmi Gazete, 2009, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolüne Katılmamızın Uygun Bulduğuna Dair Kanun, 27144 sayılı resmi gazete)

Kloroflorokarbon (CFC)[‡]gazları, özellikle doğal kaynağı olmayan, yalnızca insan faaliyetlerine bağlı olarak ortaya çıkan bir gaz özelliği taşımakta olup, ozon (O₃) ile tepkimeye girmekte ve ozon tabakasında incelmeye neden olmaktadır (Duru, 2002). Ayrıca zehir etkisinin olmaması, yanıcı olmamaları, kararlı doğası, ısıyı emme etkinlikleri CFC'ların 20. yüzyılda, özellikle soğutucu alanında yoğun kullanımına olanak sağlamıştır. Bununla birlikte CFC'lar klima, köpük ürünleri, yalıtım maddeleri, bilgisayar gibi elektronik aletlerin temizlenmesinde çözücü olarak, sprey kutularında itici güç ve savunma sanayisi gibi alanlarda kullanılmakta ve atmosferde sürekli olarak artış göstermektedir (Isaksen ve Stordal, 1986).

Temel olarak insan etkinlikleri sonucunda söz konusu bu sera gazlarının emisyonlarında meydana gelen aşırı artışa bağlı olarak atmosferin bileşiminde ortaya çıkan önemli değişiklikler sonucu, küresel yüzey sıcaklıklarında 19. yüzyılın sonlarında başlayan ısınma, 1980'li yıllarla birlikte daha da belirginleşerek, hemen her yıl bir önceki yıla göre daha sıcak olmak üzere, küresel sıcaklık rekorları kırılmıştır. Küresel ortalama yüzey sıcaklığı, 20. yüzyılın başından günümüze değin yaklaşık olarak 0.7 C° artmıştır. Küresel olarak, 1990'lı ve 2000'li yıllar aletli gözlem kayıtlarındaki en sıcak yıllar; 1998 ise, +0.58 C°'lik anomali ile en sıcak yıl olmuştur (Şekil 1) (Türkeş, 2006;Türkeş, 2008b).



Şekil 1 1961-1990 dönemi ortalamalarından farklara göre hesaplanan küresel yıllık ortalama yüzey sıcaklığı anomalilerinin 1860-2004 dönemindeki değişimleri. Zaman dizisi grafiği, Climatic Research Unit (CRU/UEA, UK)'in aylık ham verileri kullanılarak çizilmiştir. Sıcaklık gözlem dizilerindeki yıllar arası değişkenlik, 13 noktalı düşük geçirimli Binom süzgeci ile düzgünleştirilmiştir (Türkeş, 2006).

Benzer ısınma eğilimleri ve yüksek sıcaklık rekorları, kuzey ve güney yarım kürelerin yıllık ortalama sıcaklıklarında da gözlenmiştir. Küresel ölçüm sonuçlarına göre, 2005 yılı 0,485 C°'lik bir anomali ile tüm kürenin, 0,648 C°'ile de kuzey yarım kürenin en sıcak ikinci yılı olmuştur. Ayrıca, gece en düşük hava sıcaklıklarında yaklaşık her on yılda 0,2 C° olarak gerçekleşen artış, gündüz en yüksek hava sıcaklıklarındaki artışın yaklaşık 2 katıdır. IPCC (2007)'ye göre, geçen 12 yılın (1995-2006) 11'i, 1850'den beri yapılmakta olan aletli küresel yüzey sıcaklığı ölçüm kayıtlarındaki en sıcak 12 yıl arasında yer almıştır. Küresel ortalama yüzey sıcaklıkları için güncellenen 100 yıllık (1906-2005) doğrusal eğilimin büyüklüğü ise, 0,74 C°'ye ulaşmıştır. Doğrusal ısınma eğilimi, son 50 yıllık dönemde, geçen 100 yıllık dönemin yaklaşık 2 katı olmuştur (0,13 C°/10 yıl) (Türkeş, 2006; Türkeş, 2008b).

[‡] 1987 Eylülünde 55 ülke Montreal'de (Kanada) toplanarak "Ozon Tabakasına Zarar Veren Maddelerle İlgili Montreal Protokolü"na imza atmışlardır. Bu protokol, katılımcı ülkelerin 1998 yılına kadar CFC tüketimlerini yarıya indirmelerini ve 1992 yılına kadar da halon kullanımını dondurmalarını şart koşturmaktadır. Kloroflorokarbonlar adı verilen ve CFC₁, CF₂Cl₂, CHClF₂, C₂Cl₃F₃ gibi bileşiklerini içeren gazlar, ilk olarak 1920'lerde Sülfürdioksidi soğutucu bir gaz olarak kullanılmıştır. Kloroflorokarbonların konsantrasyonları atmosferde sürekli olarak artış göstermekte olup, atmosferde bozulmadan kalış ömürleri ortalama 50 yıldır (daha geniş bilgi için bkz. Duru, B. ,2002.Viyana'dan Kyoto'ya İklim Değişikliği Serüveni mülkiye dergisi, cilt 25, sayı: 230,s.301-333 ve Isaksen and Stordal, 1986, Ozone Perturbations by Enhanced Levels of CFCs, N₂O, and CH₄: A Two-Dimensional Diabatic Circulation Study Including Uncertainty Estimates, *J. Geophys. Res.*, 91(D4), 5249–5263.)

20. yüzyılda sıcaklıklarda gözlenen bu ısınma, geçen 1000 yılın herhangi bir dönemindeki artıştan daha büyüktür. Atmosferin en alt 8 kilometrelik bölümündeki hava sıcaklıkları da, geçen 40 yıllık dönemde belirgin bir artış eğilimi göstermiştir (Türkeş,2006; Türkeş, 2008b). Öte yandan 20. yüzyılda, orta enlem ve kutupsal kar örtüsü, kutupsal kara ve deniz buzulları ile orta enlemlerin dağ buzulları azalırken, gel-git ve deniz seviyesi ölçümlerinin gözlem kayıtlarına göre küresel ortalama deniz seviyesi, yaklaşık 0,17 m yükselmiş ve okyanusların ısı içerikleri artmıştır. Yağışlar ise, kuzey yarım kürenin orta ve yüksek enlem bölgesinde her on yılda yaklaşık %5 ile %1 arasında artarken, Akdeniz havzasını da içine alan subtropikal karaların önemli bir bölümünde her on yılda yaklaşık %3 azalma göstermiştir (Türkeş, 2008a; Türkeş, 2008b).

Kritik sıcaklık düzeylerindeki söz konusu değişiklik oranları, sanayi öncesi döneme göre küresel ve bölgesel olarak özellikle duyarlı ekosistemlerde değişiklik göstermiş olup, ekosistem baskılarında da çeşitliliğin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Örneğin, 2,7 C°'lik bir bölgesel artış, Grönland buzul örtüsünün erimesini tetikleyen bir sınır değeri olurken, küresel sıcaklıkta yaklaşık 1 C°'lik artış yaygın mercan beyazlamasına yol açabilmektedir (Hertsgaard, 2001; Dunn ve Falavin, 2002). Eşit coğrafi bir dağılım göstermeyen, belirgin bölgesel farklılıkların söz konusu olduğu iklim değişimi etkilerinin, özellikle en yıkıcı olanları, ekstrem olayların sıklığı ya da şiddetindeki artışlar ile bağlantılı olanlardır. 1980'lerde başlayan kutup buzullarının erimesi, 2003 yazında Avrupa'yı etkileyen sıcak hava dalgası, Yunanistan ve doğu Avrupa'nın bazı bölgelerinde aşırı soğuma eğiliminin görülmesi, Rusya ve Ukrayna'da yağışların azalması, sel kuraklık gibi olayların yaygınlaşması ve 1990 ve 1997 yıllarında görülen El Nino' nun tropikal bölgelerdeki yıkıcı etkileri buna önemli birer örnek oluşturur (Hertsgaard, 2001; Aksay vd., 2005).

2.1. İklim Değişikliği Öngörülleri

Şu anda yaşanan söz konusu iklim değişikliği sonuçları göz önüne alındığında sıcaklık, yağış, kar-buz ve deniz seviyesinde gerçekleşecek değişiklikler konusunda çeşitli iklim modelleri ve bilimsel verilere dayanarak gelecek 100 yıl içinde öngörülerde bulunmak mümkündür.

Bu konuda Birleşmiş Milletler, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından ortaya konulan senaryolara dayanan bu öngörülerde, atmosferdeki karbondioksit birikimlerinin, yüzey sıcaklıklarının ve deniz seviyesinin 21. yüzyıl süresince yükseleceği, kara ve deniz buzlarının ve buzullarının alansal ve hacimsel olarak azalacağı belirtilmektedir (Türkeş, 2008b). Söz konusu öngörülere göre küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında 1990- 2100 yılları arasında 1,4 ilâ 5,8 C°'lik bir artış olacağı öngörülmektedir. Bununla birlikte, tüm sera gazları ve arseollerin birikimleri 2000 yılı düzeyinde tutulsa dahi, her on yılda yaklaşık 0,1 C°'lik bir sıcaklık artışı görüleceği belirtilmektedir (Türkeş, 2006; Türkeş, 2007; Türkeş, 2008a; Türkeş, 2008b).

Söz konusu iklim modelleri değerlendirildiğinde, özellikle soğuk mevsimlerde yüksek kuzey enlemlerindeki karaların daha hızlı ısınabileceği, Kuzey Amerika'nın kuzey bölgeleri ile Orta Asya'nın kuzeyinde küresel ortalamanın %40'ından daha fazla ısınma olacağı, yazın ise güney ve güneydoğu Asya ve kışın Güney Amerika için öngörülen ısınmanın ise küresel ortalamanın altında kalacağı öngörülmektedir (Türkeş, 2008b).

Yağışların ise, 21. yüzyıl süresince kışın orta ve yüksek kuzey enlemlerinde ve Antarktika'da artabileceği, alçak enlemlerdeki kara alanlarında ise, bölgesel artış ve azalışların olabileceği beklenmektedir. Model hesaplamaları, daha sıcak iklim koşulları altında, buharlaşmanın artacağını, küresel ortalama yağış tutarında ve şiddetli yağış olaylarının sıklığında bir artış olacağını gösterir niteliktedir. Buna karşılık, bazı alanlarda yağış artışı olurken, başka alanlarda yağış azalışları yaşanacağı, hatta yağışlarda artış olan kara alanlarında artan buharlaşma yüzünden akışlarda ve toprak neminde azalışlar olabileceği öngörülmüyor. Bununla birlikte bazı kurak ve yarı kurak alanların daha da kuraklaşmasıyla birlikte, yağışlarda mevsimlik ve enlemsel kaymalar olabileceği de öngörüler arasındadır (Türkeş, 2006, Türkeş, 2007; Türkeş, 2008b). Genel olarak, yağış yüksek enlemlerde yaz ve kış mevsimlerinde artarken, kışın yağışların orta enlemler, tropikal Afrika ve Antarktika'da da artış göstereceği, yazın ise, güney ve Doğu Asya'da artış göstereceği öngörülmektedir. Bununla birlikte

Avustralya, Orta Amerika ve Güney Afrika'nın kış yağışlarında azalma olacağı belirtilmektedir (Türkeş, 2008b).

Ayrıca Kuzey yarımkürede kar örtüsü ve deniz buzu yayılışının daha da azalacağı, buzulların ve buz şapkalarının geniş ölçekli geri çekilmesinin 21. yüzyılda da devam edeceği beklenmektedir. Antarktika buz kalkanının, daha fazla yağış nedeniyle kütle kazanması beklenirken, akışlardaki artışın yağıştan fazla olacağı öngörüldüğü için, Grönland buz kalkanının kütle kaybetmesi söz konusu olup, batı Antarktika buz kalkanının, deniz seviyesinin altında kaldığı için, gelecekteki kararlılığı konusunda kaygılar artmaktadır (Türkeş, 2008b)

İklim senaryolarına göre, küresel ortalama deniz seviyesinin, 1990 ve 2100 arasında 0.09 ile 0.88 metre kadar yükseleceği, bu yükselmenin, okyanusların termal genişmesi ile buzullar, buz şapkaları, buz kalkanları (Grönland ve Antarktika) ve deniz buzlarında olan kütle kayıplarıyla (erime) bağlantılı olacağı ifade edilmektedir (Türkeş, 2007; Türkeş vd., 2007; Türkeş, 2008b). Tahmin edilen deniz seviyesindeki bu artışla ABD'nin toprak kaybı 25000 km²'ye ulaşacağı, Hollanda kıyıları, Kuzey Denizi kıyıları, Po nehri kıyıları, Karadeniz kıyıları gibi bazı bölgelerde, özellikle deniz seviyesinde ve denize yakın yerlerde sel baskınlarının kaçınılmaz olacağı belirtilmektedir. Bununla birlikte yaşanacak tehlikenin yalnızca sel baskınları ile sınırlı kalmayacağı, biyolojik kökenli bir çok salgın hastalığın ortaya çıkabileceği de belirtilmektedir (Anonim, 2004; Aksay vd., 2005).

Gerek şu anda gözlenen ilim değişikliği, gerekse gelecekte ortaya çıkabilecek olası iklim değişikliği tahminleri, dünya iklimi sisteminde bir bozulmanın olduğu ve bu bozulmanın sonuçlarının yaratacağı sorunların yaşamın olası olduğu her alanda etkisinin, özellikle olumsuz etkisinin, kaçınılmaz olduğu gerçeği bu gün tüm bilim adamları tarafından kabul görür niteliktedir. Bu bağlamda bozulmanın temel kaynağı olan insan, gerekli önlemleri almadan üretim ve tüketim alışkanlıkları gibi çeşitli etkinliklerini değiştirmeksizin devam ettirmesi durumunda, iklimdeki bu bozulmanın artarak devam edeceği kesindir. Özellikle biyolojik kaynakların etkilenecek doğal ekolojik dengenin bozulması yaşam destek sistemleri olan ekolojik ve biyolojik süreçleri tehlikeye sokacak ve insanı kendi yarattığı felakete baş başa bırakacaktır.

3. Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Üzerine Etkisi

Biyolojik çeşitlilik canlı organizmalar ile onların bulunduğu ekolojik ortamlar arasındaki çeşitliliği ve değişkenliği ifade eden dinamik bir sistem, ekosistem çeşitliliği ise, bitki, hayvan ve mikroorganizma toplulukları gibi canlılar ile onların ilişki içinde yaşadıkları toprak, su, hava, mineraller gibi cansızların işlevsel olarak karşılıklı etkileşim içinde oluşturdukları dinamik bir bütün olarak ifade edilebilir (Çepel ve Ergun, 2002). Biyolojik çeşitlilik genetik çeşitliliği, tür çeşitliliğini ve ekosistem çeşitliliğini içeren, dünyada canlıların ortaya çıkışından bu yana oluşan önemli tarihsel bir birikimdir. Ekosistemler ise bu birikimin önemli bir bileşenidir. Gerek biyolojik çeşitlilik gerekse ekosistemler dünyanın yaşam destek ünitelerini oluşturarak, ekolojik dengenin bir bütün olarak işlemlerini sağlar. Sürdürülebilir gelişmenin yaşayan temelini oluşturan biyolojik çeşitlilik ve ekosistemler dünyanın değişimleri karşısında dengelerin yeniden kurulmasına olanak sağlayarak, bu çeşitliliğin önemli bir parçası olan insana yaşamı olanaklı kılar.

Geçen yüzyılda biyolojik çeşitlilik ve ekosistemler, belirgin bir şekilde çevresel ve sosyal bozulmalara yol açan, sürdürülebilir olmayan gelişmeler sonucunda insanlık tarihinde hiç görülmemiş bir düzeyde zarar görmüştür. Yavaş ama geri dönüşümü imkansız olan bu tahribatın başlıca nedenleri arasında yanlış arazi kullanımı, kirlenme, ormanların yok edilmesi gibi antropojen faaliyetlere bağlı olarak gerçekleşen küresel iklim değişikliği önemli bir yer tutmaktadır. Bu faaliyetler ekosistemlerin hem yapısını hem de fonksiyonlarını tahrip ederek, doğal biyolojik dengenin bozulması ile sonuçlanmaktadır. Ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin olumsuz etkilenmesi bazı türlerin yok olmasına, bazı türlerin habitat değiştirmesine veya göç etmesine neden olurken, bazı türlerde de popülasyon artışına yol açabilmektedir. Söz konusu iklim değişikliği doğal biyolojik çeşitliliğin değişime uğraması, organizmaların birbirleriyle ve çevreleriyle olan etkileşimlerinin değişmesi,

ekolojik besin halkasında olası kopmalar gibi henüz sonunu tam olarak kestiremediğimiz bir dizi ekolojik felaketle insanlığı karşı karşıya bırakmaktadır.

Türlerin coğrafi kompozisyonlarını değiştirerek biyolojik çeşitlilikte bu güne kadar olağan, doğal küresel kalıpları kıran küresel iklim değişikliğinin ekosistem ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki olumsuz etkileri, özellikle su ve kara ekosistemlerinde farklı şekle de ortaya çıkarak, biyolojik çeşitliliğini ve ekosistem yapısı ve işleyişini de farklı biçimlerde etkileyebilmektedir.

3.1. İklim Değişiminin Su Ekosistemleri Üzerine Etkisi

Küresel iklim değişikliğinin ekosistem ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki olumsuz etkileri su ve kara ekosistemlerini ve buradaki çeşitliliği farklı şekillerde etkilemekle birlikte, bu olumsuz etkinin özellikle su ekosistemlerinde, kara ekosistemlerine göre daha hızlı ortaya çıkacağı öngörülmektedir.

Şu ana kadar yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar global ortalama sıcaklıkta yaklaşık 1 C⁰ yükselme olduğunu göstermektedir. Bu günün koşulları devam ettiği, iklim değişikliğine neden olan faaliyetler konusunda önlemlerin alınmadığı takdirde, gelecekte bu sıcaklık artışının 3-5 C⁰ olacağı tahmin edilmektedir. Bu artışın kutuplara yansımalarının ise 2 C⁰ daha yüksek olacağı belirtilmektedir. Bu durumda sıcaklık artışı ve iklim değişiminin etkisi kutuplardan başlayarak küresel anlamda tüm yaşama alanlarında ve burada bulunan türler üzerinde yoğun baskı oluşturmaya başlamıştır ve gelecekte bu baskının şiddeti daha da artacaktır. Şu andaki koşullarda dahi kutup ayıları, foklar ve deniz ayılarının besin sıkıntısı yaşadığı, kutup ayılarının vücut ağırlıklarının %10'nu kaybettiği, buzul alanlarının küçülmesi ve incelmeye bağlı olarak bu canlıların doğal habitatlarında daralma olduğu ifade edilmektedir (Rothrock et al., 1999; Edwards et al., 2001; Çepel ve Ergun, 2002)

Gelecek 100 yıl içinde 1–3.5 C⁰ ısınma, orta enlemlerin 150–550 km kutuplara doğru hareket etmesine neden olacaktır (Aksay vd., 2005). Bu durumda ekosistemlerin coğrafik dağılımı ve kompozisyonunun yeni şartlara cevabı değişecektir. Türlerin pek çoğu yeni şartlara yeterince hızlı uyum sağlayamayıp yok olacaktır. Tüm bu değişimler çok kısa sürelerde yaşandığı için canlıların bu hızlı değişime ayak uydurmaları mümkün olmayacaktır (Green et al., 2003; Anonim, 2004). Canlılar binlerce hatta milyonlarca ifade edilen süreçlerde meydana gelen değişimlere ayak uydurabilirler. Kısa süreli iklim değişimleri ise canlı formlarını olumsuz yönde etkileyerek, özellikle hassas türleri yok olmayla karşı karşıya bırakabilir.

Buzulların erimesi sonucu 1990 ile 2100 yılları arasında deniz seviyesinde meydana geleceği tahmin edilen yükselme oranının şu andakinden 2-4 kat daha fazla olacağı öngörülmektedir. Deniz seviyesinin yükselmesi, fırtınadan kaynaklanan dev dalgaların ortaya çıkma ihtimalini artırmakta, tuzlu suyun karaya karışmasını güçlendirmekte ve kıyı bölgelerindeki ekosistemleri ve sulak alanları tehlikeye sokmaktadır. Bu durum, bu habitatlara özgü türlerin değişmesine, canlı türlerin üretkenliğini yitirmesine ya da göç etmesine neden olmaktadır. Somon balıklarının üretkenliğinde %20 azalma olduğu saptanmıştır. Buna ek olarak 1993 yılında Alaska Körfezi'nde balıkların daha serin sulara göç etmesi nedeniyle, 120.000 deniz kuşu besin kaynaklarından mahrum kaldıkları için açlıkla karşı karşıya kalmıştır (Edwards et al., 2001; Green et al., 2003; Anonim, 2004).

Küresel ısınmaya bağlı iklim değişiminin kutuplarda yarattığı çözülme ile buzulların erimesi özellikle 1990-2002 yılları arasında çok hızlı gerçekleşmiştir. Kutup buzullarının erimesi bir taraftan kutup bölgelerinde yaşayan canlı formlarını etkilemiş, diğer taraftan da deniz ve okyanus ekosistemlerini etkileyerek burada yaşayan canlı türlerinin coğrafi dağılımı ve tür kompozisyonlarını değiştirmeye başlamıştır.

Kuzey Kutup Denizi buzu, Kuzey Kutbu ve onu çevreleyen bölgelerdeki biyofiziksel ve sosyoekonomik davranışlar açısından büyük öneme sahiptir. Deniz buzunun eriyerek küçülmesi, kutup ayıları, foklar ve deniz ayılarının biyolojik habitatlarını tehdit etmekle beraber daha soğuk açık okyanus suyunun oluşumuna sebep olarak okyanusun CO₂ depolama kapasitesini artırmaktadır. Deniz buzu alanında meydana gelen azalma ve artan deniz yüzeyi sıcaklığı deniz ekosistemleri, balıkçılık ve su kültürü üzerindeki etkileri, bulaşıcı hastalık taşıyan bakterilerin çoğalması ve zararlı deniz

yosunlarının gelişmesine neden olur (Green et al., 2003). Bununla birlikte 2050 yılı itibarıyla Deniz buzunun boyutu, yirminci yüzyılın ortasında sahip olduğu değerden yaklaşık %80 daha az olabilecek ve bu yüzyılın sonu itibarıyla yaz aylarında tümüyle ortadan kaybolabilecektir (Clarke, 2007). Bu durum kutup canlıları için geriye dönüşü olmayan, bu habitatta yer alan türlerin yok oluşu ile sonuçlanarak büyük bir ekolojik felakete neden olma olasılığı oldukça yüksektir.

Yüzey sularındaki ısınma sonucu, Kuzey Denizi ve Kuzey Atlantik'teki fito-plankton biyokütlesinde bir artış ve mevsimsel büyüme süresinde de bir uzama olduğu gözlenmiştir. 1990'larda, zoo-planktonların mevsimsel gelişimi, uzun dönem ortalamalarıyla karşılaştırıldığında yaklaşık 4-5 hafta daha erken bir tarihte gerçekleşmiştir. Ayrıca son 30 yılda, zoo-plankton türlerinin yaklaşık olarak 1000 km kadar kuzeye doğru kaydığı ve plankton ekosistemlerinin yeniden organize olduğu saptanmıştır. Mevsimsel olarak plankton üretiminin erken başlaması esas olarak plankton gelişimi ve biyokütle üretimini etkiler. Akıntılarla sürüklenen planktonlar, tüm deniz canlıları besin ağının temelini teşkil eder. Plankton biyokütlesindeki artış ve mevsimsel büyüme süresindeki varyasyonlar balık popülasyonlarında değişikliğe neden olabilir. Bununla birlikte bazı plankton türleri, deniz kabukluları, balıklar, kuşlar, deniz memeliler ve hatta besin zinciri yolu ile insanlar üzerinde toksik etkiye sahip olup, zararlı deniz yosunlarının gelişmesine yol açabilir. İklim değişiminin bir diğer sonucu da Kuzey Denizi'ndeki sıcak deniz canlılarının varlığı ve sayısının son birkaç on yılda artış göstermiş olmasıdır (Edwards et al., 2001)

Sıcak-ılıman ve ılıman suda yaşayan türlerin çoğu, her on yılda kuzeye doğru yaklaşık 250 km göç etmekte olup ve bu göç hızı karasal ekosistemlerdekinden çok daha fazladır. Buna karşın, daha soğuk ılıman sularda, Kuzey Kutbu'nun alt bölgeleri ile Kuzey Kutbu'nda yaşayan türlerin çeşitliliği bu bölgede azalma sergilemiştir. Ayrıca, aynı bölgede, sıcak suda yaşayan çoğu balık türünün kuzeye doğru ilerlediği gözlenmiş olup bu durum deniz ekosistemlerinin daha sıcak olan Kuzeydoğu Atlantik bölgesine doğru kaydığına işaret etmektedir. Geçtiğimiz son birkaç on yıl içerisinde, sıcak suda yaşayan/sub-tropikal türlerin Kuzeydoğu Atlantik bölgesinin daha ılıman alanlarını işgal ettiği görülmüştür (Edwards et al., 2001).

Bu verilere bakıldığında 21.yüzyıl için öngörülen küresel ısınmanın ve bunu sonucu ortaya çıkan iklim değişikliğinin yüksek enlemler başta olmak üzere, okyanuslardaki biyolojik çeşitlilik ile biyolojik süreçler üzerinde etkili olması kaçınılmazdır. Bu durum, okyanusların üst kısımlarındaki biyolojik toplulukların yapısında daha fazla değişikliğe yol açacak gibi görünmektedir. Sıcaklık artışları, deniz canlıları ile tatlı suda yaşayan canlıların doğurganlık kapasitelerinde değişikliklere neden olacak ve yüksek enlemlere doğru çıkıldıkça türlerin dağılımında bir kayma ile biyolojik çeşitlilikte çoğalmayı tetikleyecektir. Sıcak suda yaşayan daha fazla tür kuzeye doğru göç edecek ve mevcut uygun yerler için rekabete gireceklerdir.

3.2. İklim Değişiminin Kara Ekosistemleri Üzerine Etkisi

Son 30 yılda iklim değişikliğinin etkisi karasal ekosistemlerde de yoğun olarak görülmektedir. Karasal ekosistemlerin nirengi taşı olan bitki türleri, yalnızca belirli bir dizi iklim koşulları altında başarılı bir şekilde üreyip, büyüebilmektedir. Bu koşullar değiştiği takdirde, bu türler ya adapte olacak ya da göç etmek zorunda kalacaktır. Başta yüksek rakımlarda ve kuzey bölgelerinde yaşayanlar olmak üzere bazı türler açısından göç etmek genellikle zordur. Bu iki seçenekten hiçbiri olanaklı değilse, türlerin yerel popülasyonlarının nesli tükenir.

Bitki türlerinin zenginliğinde meydana gelen azalma, tüm biyolojik çeşitliliği sınırlandırmakta olup, bu durum ekosistem istikrarının azalmasına yol açabilir. İlaç, besin, hammadde, polinasyon, gaz regülasyonu gibi bazı ekosistem ürünleri ve hizmetlerini tehdit eder hale gelebilir.

Ayrıca, bitki türleri dağılımında ve bölgesel vejetasyon kompozisyonunda meydana gelen değişiklikler, iklim sistemi üzerinde bir takım sonuçlar doğurabilir. Yüksek enlemlerde, örneğin, çalı tundra vejetasyonunun ağaçlarla yer değiştirmesi, radyasyon dengesinde gözle görülür bir etkiye neden olabilir. Bu durum ise bölgesel ve küresel iklim değişikliğini artırabilir.

İklim değişikliği ile Avrupa dahil, dünyanın pek çok bölgesinde türlerin kompozisyonu değişmekte ve türlerin soyu, normal olarak kabul edilen değere göre 100–1000 kez daha büyük bir hızla tükenmektedir (Bakkenes et al., 2002). Değişikliklerin çoğu yanlış arazi kullanımı ve habitat tahribi sebebiyle ortaya çıksa da, çalışmalar, bitki kompozisyonundaki değişiklikler ile günümüzde yaşanan iklim değişikliği arasında yüksek bir korelasyon olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yüksek korelasyon, iklimin nihai olarak bitki türleri dağılımı, orman yangınları (Güney Avrupa ve Rusya’da görülen) gibi doğadaki bozulmaları ve toprak kompozisyonundaki değişiklikler sebebiyle besin mevcudiyetini belirlemesi olgusuna dayanmaktadır (Anonim, 2004).

Avrupa’da son birkaç on yılda, çok sayıda bitki türünün kuzeye doğru ilerlediği gözlenmiş ve bunun sıcaklık artışları ile yakın ilgisi olduğu tespit edilmiştir (Parmesan and Yohe, 2003). Çok sayıda Kuzey Kutbu ve tundra toplulukları bu durumdan etkilenmiş ve bu toplulukların yerini ağaçlar ve bodur çalılıklar almıştır. Hollanda, İngiltere ve Norveç’in iç bölgeleri gibi Kuzeybatı Avrupa bölgelerinde, termofilik (sıcak ortam talep eden) bitki türleri, 30 yıl öncesine nazaran belirgin şekilde daha sık ortaya çıkmaya başlamışlardır. Hollanda’da bu bitkilerin oranı %60 civarındadır (Bakkenes et al., 2002). Bunun aksine, geleneksel olarak soğuğa tolerans gösteren türlerin varlığında küçük bir azalma söz konusudur. Kompozisyonda meydana gelen bu değişiklikler, termofilik türlerin bu yeni alanlara göç etmelerinin sonucu olmakla beraber, söz konusu türlerin yerel popülasyonlarındaki artışa da bağlıdır (Anonim, 2004). 2050 yılı itibarıyla, İspanya, Fransa, Cezayir gibi bir çok ülkede tür dağılımının büyük oranda etkilenmesi ve sahip olduğu çeşitliliğin %80’ni kaybetmesi beklenmektedir (Bakkenes vd., 2002,).

İklim değişikliğinin bitki türleri kompozisyonundaki etkisi, önümüzdeki yıllarda yoğun bir şekilde artmaya devam edecektir. İklim değişikliğinin, kısıtlı iklim ve habitat gereksinimlerine ve sınırlı göç kabiliyetlerine sahip bitki türleri başta olmak üzere, türlerin yok olmasına şiddetlendireceği tahmin edilmektedir (Clarke, 2007). Sıcaklıklarda, 2100 yılı için yapılan tahmin aralığında yer alan 3 °C’lik bir artış, türlerin dağılımının ılıman bölgelerde 300–400 km kuzeye veya 500 m daha yüksek rakımlara kaymasına neden olacaktır (Hughes vd., 2000). Çoğu tür böylesi hızlı bir değişikliğe göç ederek veya adaptasyon yoluyla tepki vermekte güçlükler yaşayabilir ve bu türlerin dağılımları sınırlanabilir ve hatta nesilleri tümüyle tükenebilir (Clarke, 2007). Bu koşullar altında, bütün türlerin %15–37’sinin 2050 yılı itibarıyla küresel olarak neslinin tükeneceği öngörülmektedir (Bakkenes vd., 2006; Clarke, 2007). En büyük etkilerin, Kuzey Kutbu bölgelerinde, Doğu Avrupa’nın ve Akdeniz bölgesinin nem oranı kısıtlı ekosistemlerinde ortaya çıkması beklenmektedir. Yağışlarda meydana gelmesi beklenen azalmalar, orman yangınlarının daha sık ortaya çıkması, toprak erozyonunun artması ve nesli tükenen türlerin yerini alabilecek türlerin bulunmaması sebebiyle, Akdeniz bölgesindeki mevcut bitki türlerinin zenginliği yirmi birinci yüz yılda azalabilir. Kuzey Avrupa’daki endemik türlerin nesli tükenebilir ve yerleri uzun vadede daha rekabetçi türler tarafından doldurulabilir (Bakkenes vd., 2002; Bakkenes vd., 2006).

Avrupa’ya özgü bitki türlerinin %20’sinin dağlık bölgelerde bulunması bu bölgeleri Avrupa flora çeşitliliği açısından son derece önemli kılmaktadır. Küresel iklim değişikliğinin dağlık bölgelerdeki türlerin dağılımını önemli oranda etkilemesi, bunun da endemik türlerin bolluğunda azalmaya ve hatta yok olmaya neden olabileceği belirtilmektedir. Bu türler, değişen çevreye adapte olamamaları, daha uygun yerlere göç edememeleri ve göç eden çalılık ve ağaç türleriyle rekabet edememeleri nedeniyle tehdit altındadır. Örneğin Alplerin aşağı kısımlarındaki ağaç sınırının, yukarıya doğru tırmanması ve Norveç ladininin rekabeti, endemik bitki türlerinin büyüme koşullarının bozulmasına neden olacaktır. Aynı koşullar İskandinavya içinde geçerli olup, mevcut dağ vejetasyonu alanında %40–60 arasında bir azalma olacağı tahmin edilmektedir (Green vd., 2003; Anonim, 2004).

Alp dağlarında meydana gelen yukarıya doğru göç hareketi sonucunda bitki türleri zenginliği 30 dağ zirvesinin 21’inde artış yaşarken diğer zirvelerde azalmış veya aynı kalmıştır. Avrupa’nın yıllık ortalama sıcaklığında yaşanması beklenen değişiklikler, çoğu dağ türünün tolerans aralığının dışında kalmaktadır. Bu türlerin yerlerine daha rekabetçi çalılık ve ağaç türlerinin gelmesi ve bunun da dağlık

bölgelerdeki endemik türlerin önemli kısmının kaybolmasına sebep olması kaçınılmazdır (Bakkenes vd., 2002; Bakkenes vd., 2006).

Çalışmalar iklim değişiminin ormanların kompozisyonunu ve fonksiyonunu etkileyebileceğini göstermektedir. 2050 yılına kadar iklim değişimi ile dünyadaki ormanların 1/3'nün tür kompozisyonunun değişeceğini öngörülmektedir. Bu durumda türlerin yeni kompozisyonları ve yeni ekosistemlerden dolayı yeni orman tipleri oluşabilir, hastalık, yangın gibi sıcaklığın yükselmesine bağlı etkiler de görülebilir. Tropikal ormanların şu anda %8'i kaybolmuş, burada yaşayan on binlerce tür ise yok olma veya göçle karşı karşıya kalmıştır (Green vd., 2003). Bununla birlikte Kuzey ormanlarının artan sıcaklıklardan tropikal ormanlara göre daha fazla etkilenmesi söz konusudur (Bakkenes vd., 2002).

İklim değişikliğinden ağaç ve bitki türlerinin adaptasyon koşulları ve büyüme mevsimini de büyük ölçüde etkileyeceği tahmin edilmektedir. Bitkilerin büyüme koşulları, sıcaklık, yağış ve atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu ile doğrudan ilgilidir. İklimde görülen değişimlere türlerin tepkileri farklı şekillerde gerçekleşebilmekte, bazı türler sıcaklık artışında daha kolay büyüme eğilimi gösterirken, bazı türle olumsuz tepki verirler. Bazı ağaçlar, baharda filiz verebilmek için kış aylarında düşük sıcaklığına gereksinim duyarlar. Bu türler, kış sıcaklıklarının çok yüksek hale geldiği alanlarda, olumsuz şekilde etkilenirler. Bazı ağaçlar ise filizlenmek için yüksek sıcaklığa ihtiyaç duyarlar, bu durumda sıcaklık artışı bu türleri olumlu etkiler. Yerli türlerin yerini daha yüksek sıcaklıklara veya artan kuraklık stresine daha iyi adapte olan yeni türler de alabilir (Bakkenes vd., 2006; Clarke, 2007).

İklim değişikliği, büyüme mevsimini uzatabildiğinden, şu andaki veriler bu sürenin 10 gün uzadığını göstermektedir, filiz verme ile yaprakların dökülmesi arasındaki dönemin, başta Orta ve Kuzey Avrupa olmak üzere daha da uzayacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, sıcaklığın bitki büyümesini sınırlandıran bir faktör olduğu alanlarda biyokütle üretiminin artması ile sonuçlanacaktır. Diğer taraftan ısınmaya bağlı olarak su kaynaklarının kuruması sınırlandırıcı bir faktör olarak Güney ve Orta Avrupa'nın alçak rakımlı bölgelerinde kuraklık stres riskini artıracığı da bir gerçektir (Anonim, 2004; Pimm, 2007).

Bununla birlikte iklim değişikliği etkisi ile büyüme mevsimlerinde meydana gelebilecek farklılıklar orman yönetiminde de farklılıklara yol açabilir. Özellikle koruma altında olan orman alanlar ve buradaki türlerin büyüme ve hayatta kalma oranı, iklim değişikliği ile tehdit altına girdiği takdirde, doğanın korunmasında da sorunlar ortaya çıkabilir. Bu bağlamda özellikle orta kuşak ormanları ciddi risk altındadır (Anonim, 2007).

İklim değişiminden etkilenecek diğer bir canlı gurup ise kuşlardır. Kuş popülasyonlarındaki değişiklikler, biyolojik çeşitliliği ve ekosistem fonksiyonlarını doğrudan etkileyecektir. Kış sıcaklıklarında görülen artışlar nedeniyle çoğu kuş türünün hayatta kalma oranının artacağı öngörülmektedir. Kış aylarını Avrupa'da geçiren bazı Avrupalı kuş türlerinin hayatta kalma oranı, kış sıcaklığındaki 1 C°'lik artış karşısında, türlere göre değişmekle beraber, %2 ile %6 arasında artış gösterdiği, gri balıkçıl, şahin, karabatak, öter ardıç ve kızıl ardıç gibi kuşların hayatta kalma süreleri ile kış sıcaklığı arasında korelasyon olduğu, üreme, yumurtlama ve göç mevsimlerinin bu sıcaklık artışından etkilendiği saptanmıştır (Pimm, 2007).

Yapılan gözlemler dünyadaki kuş türlerinin 1/8'ini oluşturan 1211 kuş türü, iklim değişikliği nedeni ile, toptan yok olma tehdidiyle karşı karşıya olduğunu göstermektedir. Sadece İngiltere'de son 25 yılda 22 milyon çift kuşun, 17 milyon çifti yok olmuştur. Bununla birlikte, hayatta kalma oranındaki bu artışın kuş popülasyonları üzerinde ne tür etkiler yaratacağını öngörmek henüz mümkün değildir (Aksay vd., 2005; Pimm, 2007; Anonim, 2007).

İklim değişikliğine bağlı olarak toprak yapısında meydana gelecek değişim toprağın mikroorganizma çeşitliliğini de doğal olarak etkileyecektir. Yaralı birçok mikroorganizmanın yok olması veya yeni koşullara adaptasyon göstermesi ve hatta yeni türlerin ortaya çıkması tüm canlı sistemlerini etkileyecek sonuçlar doğurabilir. Toprağa bağlı türlerin ve mikroorganizma çeşitliliğinin değişmesi besin zincirinde değişmelere, hastalık etkeni olan toksik maddelerin yayılmasına neden olabilir.

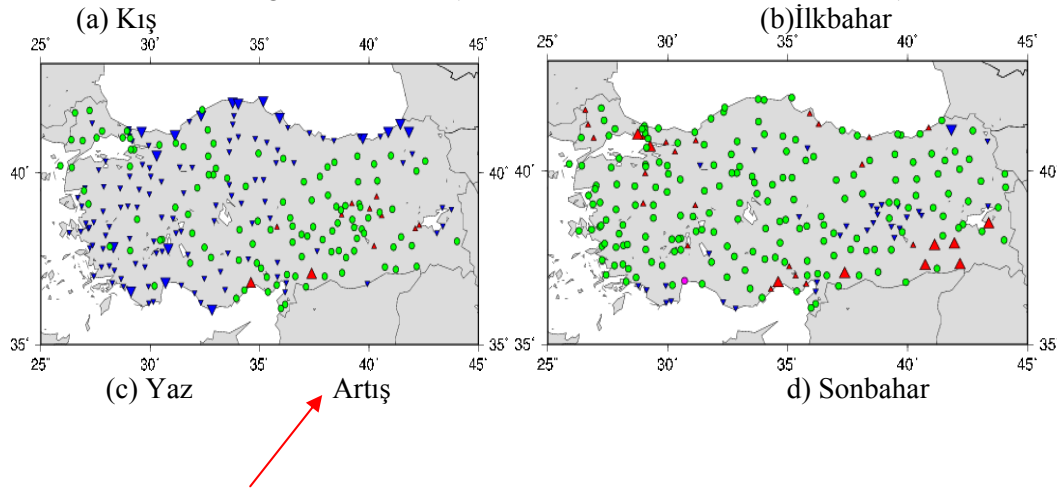
Su kaynaklarının zarar görmesine karşı oluşabilecek aşırı kuraklık, toprağın doğal yapısını yitirmesine, tuzlanma, çoraklaşma gibi bir takım olaylarla canlıların gerek yaşama alanı gerekse tür bakımından çeşitliliğini tehlikeye sokacaktır. Aşırı kuraklığın arkasından gelecek olan aşırı yağışlar ise, virüs mutasyonlarını hızlandırabilir. Bu da az rastlana ya da tamamen yok olan birçok hastalığın tekrar ortaya çıkması ve yaygınlaşması ile sonuçlanabilir. Bununla birlikte böcek yumurtalarının ölmesini sağlayan gece ve kış soğuklarının hafiflemesi beraberinde birçok sorunu da getirir. Örneğin sıtma taşıyan sivrisinekler normal koşullarda 17 C°nin altında ancak 1-2 gün yaşayabilirlerken, 5 C° lik bir sıcaklık artışı bu sivrisineklerin yaşam alanını genişleterek sıtma hastalığının yaygınlaşması ile sonuçlanabilir (Aksay vd., 2005).

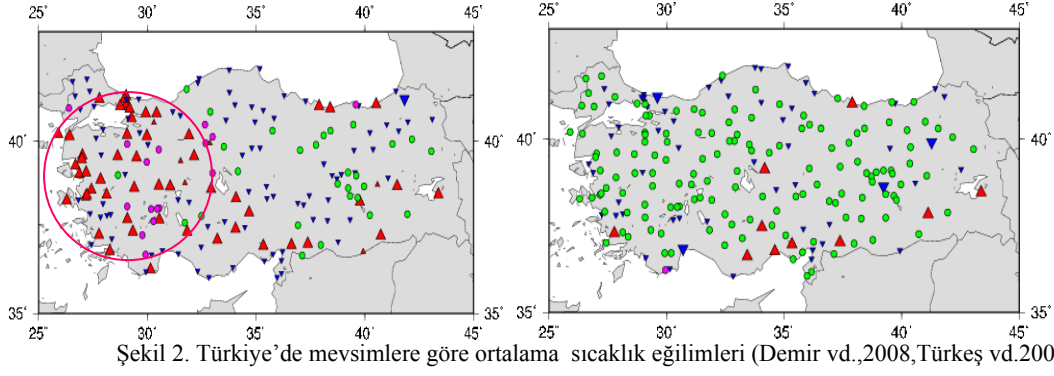
Görüldüğü gibi iklim değişimi gerek su ekosistemleri gerekse karasal ekosistemler üzerinde olumlu ya da olumsuz birçok değişime yol açma özelliğine sahiptir. Bu değişim küresel kaynaklar açısından değerlendirildiğinde insanlığı henüz sonucu tam olarak kestirilemeyen büyük bir kaos ile karşı karşıya bırakmaktadır. Bu durum insan başta olmak üzere tüm yaşayan dinamik sistemler için yeni bir evrimleşme sürecinin başlangıcı olabileceği gibi sonun, yok oluşun başlangıcı da olabilir. Ancak unutulmaması gereken her iki durumda da yaşayabileceğimiz, yaşamın olası olduğu tek bir dünya var geçiğidir.

3.3. İklim Değişikliğinin Türkiye Ekosistemleri ve Biyolojik Çeşitliliği Üzerine Etkileri

Çeşitli iklim modellerine göre, 2030'lu yıllar itibarı ile karmaşık iklim yapısı içinde olan Türkiye'nin, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak gerçekleşecek bir iklim değişikliğinden, büyük oranda etkileneceği, büyük bir kısmının kuru ve sıcak bir iklimin etkisine gireceği, su kaynakları, ekolojik ve ekonomik süreçler, ekosistem ve biyolojik çeşitlilik, tarım gibi bir çok alanda önemli ölçüde etkileneceği öngörülmüştür.

İklim modelleri çerçevesinde yapılan araştırmalarda, Türkiye'nin ortalama hava sıcaklıklarında güney ve güney batıda yer alan bölgelerde anlamlı artma eğilimleri saptanmıştır. Ülke genelinde 2-3 C° sıcaklık artışı öngörülmürken, bu artışın kışın 2 C°, yazın ise doğu bölgelerine göre batı bölgelerindeki sıcaklık artış eğiliminin 3 ile 4 C° arasında olacağı tahmin edilmektedir. Özellikle yaz mevsimi ortalama sıcaklıklarındaki ısınma eğilimi, diğer mevsimsel artış eğilimlerine göre daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmakta, batı ve güney bölgelerinde belirgin farklılıklar göstermektedir (Şekil 2). İlkbahar mevsiminde gözlenen ısınma eğilimi Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Marmara bölgelerinde etkili olurken, Sonbahar mevsiminde gözlenen zayıf ısınma ve soğuma eğilimleri, alansal olarak bir bütünlük sağlamamaktadır (Türkeş, 2008a; Türkeş ve Erlat, 2008).

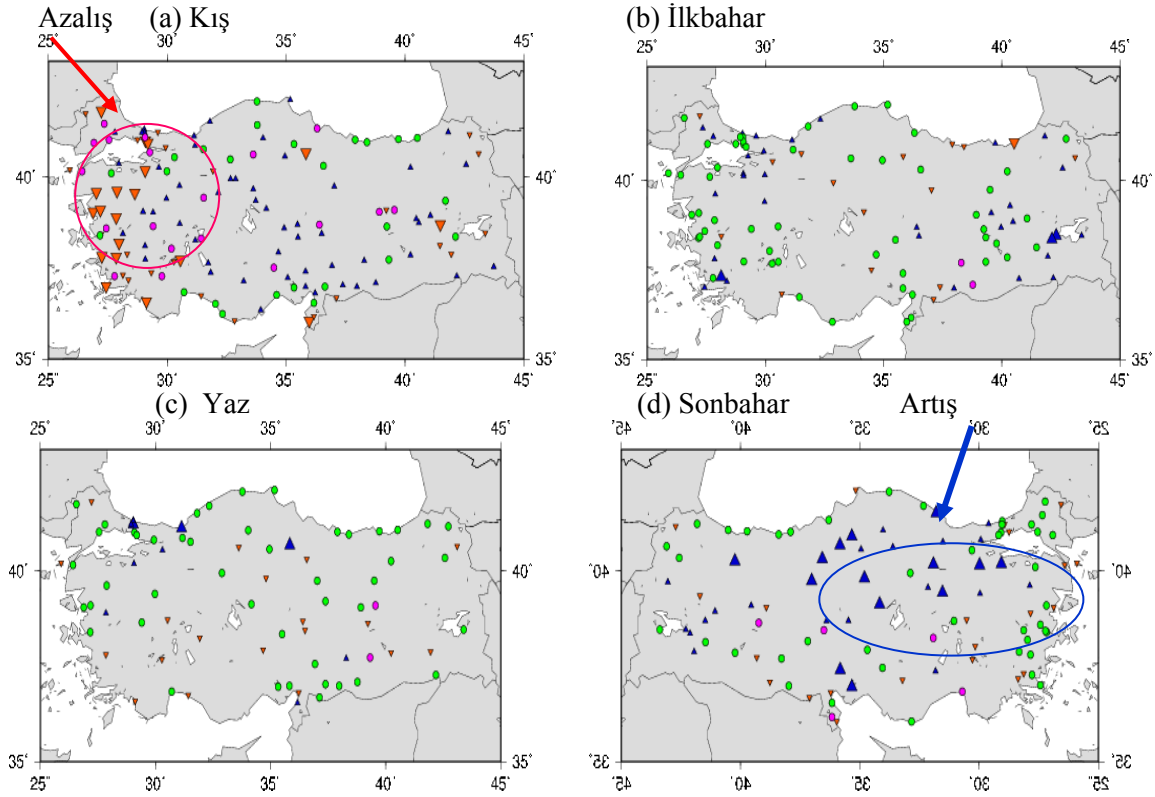




Şekil 2. Türkiye'de mevsimlere göre ortalama sıcaklık eğilimleri (Demir vd.,2008,Türkeş vd.2002).

Mevsimsel farklılıklarla birlikte, Türkiye ortalama sıcaklıkları, küresel ortalama yüzey sıcaklıklarına benzer şekilde artış eğilimindedir. Ancak, küresel olarak 1980'li yıllardan bu yana devam eden sıcaklık artışı, Türkiye'de 1990'lı yıllardan itibaren gözlenmeye başlamıştır (Türkeş, 2008a; Demir vd., 2008)

Türkiye ikliminin etkileneceği bir diğer durum ise yağış rejiminde gerçekleşecek olası değişimlerdir. İklim modelleri yağışlarda genel olarak Ege ve Akdeniz kıyıları boyunca bir azalma, Karadeniz kıyısı boyunca da bir artış öngörmektedir (Şekil 3). 2001-2006 dönemleri arasında genel olarak normal sınırlar arasında gerçekleşen yağışlar, 2007 kış, ilkbahar ve yaz aylarında Türkiye'nin bir çok yöresinde uzun süreli ortalamaların altında kalarak, yeni bir dizi kuraklık olaylarının yaşanmasına neden olmuştur. 2006-2007 dönemleri arasında gerçekleşen son kuraklık olayları Türkiye de özellikle en fazla, Ege, Marmara, İç Anadolu, Batı Akdeniz, Batı ve Orta Karadeniz bölümlerinde etkili olmuştur (Türkeş, 2008a; Türkeş, 2008b; Türkeş ve Erlat, 2008). Türkeş vd. (2007)'nin verilerine göre Karadeniz yağış rejimi bölgesinde gözlenen azalma eğilimleri, Türkiye'de kuraklaşma eğilimlerinin giderek kuzey enlemlere doğru kaydığını göstermektedir.



Şekil 3. Türkiye yağışlarında görülen uzun süreli eğilimler (Demir vd., 2008; Türkeş vd., 2002).

Yağış ve sıcaklık değişimlerine ilişkin veriler dikkate alındığında, iklimde meydana gelebilecek herhangi bir değişme yağış, buharlaşma, yüzey akış ve topraktaki kullanılabilir suyun miktarını değiştireceği açıktır. Mevsimler ve yıllık yağışlarda görülecek değişmeler hem su kaynaklarının depo edilmesi, hem de topraktaki nem rejiminin düzenlenmesi açısından oldukça önemlidir (Aksay vd., 2005; Türkeş vd., 2007; Türkeş, 2008a). Bitkilerin çiçeklenme, tozlanma, meyve oluşumu ve tane dolumu sırasında meydana gelebilecek su yetersizliği doğal ekolojik türlerin yayılım alanı ve yaşam sürelerini önemli ölçüde etkileyebilecektir. Sıcaklıkların artması nedeniyle, özellikle çölleşme tehdidi altında olan Güney Doğu ve İç Anadolu gibi bölgelerde, toprakta meydana gelen buharlaşma ve bitkide terlemenin artmasıyla beraber bitki strese gireceğinden, kuraklığa dayanıklı olmayan bitki türleri yok olurken, yeni kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin ortaya çıkması veya geliştirilmesi kaçınılmaz olacaktır.

Şüphesiz iklim değişikliğinin, zengin biyolojik çeşitlilik ve ekosistemlere sahip ülkemizdeki doğal ekolojik sistemlerin bileşimini ve üretkenliğini bozacağı ve biyolojik çeşitliliği azaltacağı, bitki, hayvan ve mikroorganizmaların doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacağı kaçınılmaz bir gerçektir. İklimdeki değişikliğe ve bozulan iklim rejimlerine türlerin tepkisi farklı düzeyde ve farklı biçimde olacağından, birçok ekosistemin yapısı, bileşimi, üretkenliği ve coğrafi dağılışı bozulacaktır. Ancak, bu beklenen ekolojik değişikliklerin birçoğu, iklimdeki değişikliklerin arkasından on yıllardan yüzyıllara kadar gecikebilir. Faunanın ve floranın yaşam yerleri değiştikçe, yeni gelen türler yüzünden biyolojik çeşitlilikte yerel artışlar olabilir. Ancak artan olumsuzluklar (salgın hastalıklar ve yangınlar), biyolojik çeşitlilikte azalmaya ve istenmeyen türlerde artışlara da yol açabilir, habitatlardaki bölünmeler, iklime bağımlı türlerin göçü için yeni engeller yaratabilir. Bu durumda pek çok bitki, böcek, kuş vb türler ortadan kalkabilir, yerel popülasyonları azalabilir veya artabilir.

Özellikle Türkiye’de doğal ekosistemlerin kırılgan, hasar görmüş ve çok zengin olmayan topraklar üzerinde gelişmesi, Karadeniz bölgesinin dağlık alanları ve kıyı kuşağı hariç, ülkemiz ekosistemlerini iklim değişikliğine karşı daha duyarlı hale getirmektedir. Bu duyarlılığa; yüksek enlemlerde bulunan bölgelerle, düşük enlemlerde bulunan bölgelerin tepkisi ve uyum süreci aynı olmayacak, bazı ekosistemler hızlı tepki verirken bazıları yavaş tepki verecektir. Örneğın Erzurum-Kars yöresi gibi yüksek alanlar ve bozkırlarda serin/nemli iklim çayırları, yağışların tutarındaki ve mevsimsel dağılışındaki değişikliklere yanıt vermek amacıyla göç edebilir. Buna karşılık, bazı türlerin ve orman tiplerinin yaşamlarını sürdürebilmeleri, iklim kuşaklarının, türlerin öngörülen göç hızlarından, daha hızlı oranlardaki hareketleri nedeniyle tehlikeye girebilir (Türkeş, 2008b).

Türkiye’nin alçak taşkın/delta ve kıyı ovaları da iklim değişikliğinin tehdidi altındadır. Öngörülen sıcaklık artışları ve yağış azalmaları, deltalardaki yada iç bölgelerdeki sulak alanların ve sığ göllerin kurummasına, bunun sonucunda da buralarda yaşayan türlerin, genel olarak da biyolojik çeşitliliğin zayıflamasına yada yok olmasına neden olabilecektir (Türkeş, 2008b).

İklim değişikliği özellikle endemik türler için büyük sorun yaratmaktadır. Türkiye’nin, ortalama yükseltisi yaklaşık 1130 m olan, yüksek ve dağlık bir ülke olması, bu alanlardaki orman türleri ve özellikle endemik bitki türleri açısından zengin bir ülke olması iklim değişikliği etkisinin ve potansiyel etkisinin yüksek olacağıın bir göstergesidir (Türkeş, 2008b). Yalnızca bölgesel özellik taşıyan, endemik ve dar yayılış alanına sahip olan türler, artan sıcaklık ve azalan yağışa bağlı olarak, daha fazla risk altına girebilir veya tamamen ortadan kalkabilir. Özellikle dağlık ve yüksek alan bitkilerin uygun göç alanı bulamaması iklim değişikliği baskısını artırır. Yaklaşık 12 bin bitki çeşidinin yetiştiği ülkemizde 3000’den fazla endemik tür bulunmakta ve bunun bir kısmı dar yayılış alanına sahiptir. Göller bölgesi 900 endemik tür içermekte, bunun 48’i yok olma tehdidi altındadır. Ülkemizde potansiyel risk altında olan bir diğer bitki grubu ise geofit denilen soğanlı bitkilerdir. 600 soğanlı bitki türünün 300’e yakını endemik özellik göstermektedir. Kış ve erken ilkbaharda çiçeklenen bu bitkiler ve bu bitkilerin yer aldığı ekolojik zincir, kış yağışlarının azalması ve özellikle kış sıcaklığının artmasından olumsuz etkilenirler.

Küresel dünyada olduğu gibi Türkiye’de de iklim değişiminin etkisi su ekosistemlerinde kara ekosistemlerine göre daha hızlı görülecektir. Bu bağlamda özellikle sulak alanlar, deniz ve göl ekosistemleri büyük tehlike altındadır. Bu alanlarda yaşayan canlı türlerinin üretkenliği ve büyüme mevsimlerinde değişimler ortaya çıkmakta, deniz canlı türlerinde değişimler olabilmektedir. Örneğin Kızıldeniz’de yaşayan bazı yosun ve balık türlerine Türkiye denizlerinde rastlanmaya başlanmıştır (Öztürk, 2002). Bununla birlikte özellikle son yıllarda Ege Denizi’nde yaşayan yumuşak mercanların *Eunicella cavalonii* ve *Eunicella singularis* kolonilerinde görülen beyazlama ve soyulmalarının sıcaklık artışıyla ilgili olduğu belirlenmiştir. Mercanlarda %25 oranında beyazlama saptanmıştır. Bu olgu özellikle Kaş ve Kemer/Antalya bölgelerinde açıkça görülmektedir. Bunun dışında, salpa, kupes ve papaz balıklarının son yıllarda Karadeniz’de özellikle İğneada, Kıyıköy ve Şile bölgesinde avlanmaya başlanması Karadeniz yüzey suyu sıcaklığındaki artışla açıklanmaktadır (Çelik vd., 2002).

Kuraklaşma ve çölleşmeye bağlı olarak sulak alanları bekleyen tehlike ise yok oluşturmaktır. Bu durumdan birçok canlı türü ve habitatları etkilenecektir. Yine iklim değişikliğine bağlı olarak deniz akıntılarında, denizel ekosistemlerde ve balıkçılık alanlarında, sonuçları açısından aynı zamanda önemli sosyoekonomik sorunlar doğurabilecek bazı değişiklikler görülebilir. Kar erimesinden kaynaklanan akışın zamanlamasında ve hacmindeki değişiklik, su kaynaklarını, tarım, ulaştırma ve rekreasyon sektörlerini etkileyebilir.

Bir diğer sorun ise orman alanlarında yaşanmaktadır. Ormanlar esas olarak yağış rejiminde, zararlıların yayılışındaki değişiklikler ile yaş yapısındaki değişiklikler ve karbon içeriğindeki azalmalar yüzünden duyarlılığı en fazla olan sistemler arasında yer alan dinamik yapılarıdır. Ekolojik dengenin temel unsurlarından biri olan ormanlar ile çayır ve meraların tahrip edilmesi, millî parkların yeteri derecede korunamaması, gelecekte Türkiye açısından büyük sorunların ortaya çıkmasına neden olabilir (Öztürk, 2002).

Son yıllarda, özellikle orman alanlarının tahribatında, insan kaynaklı yangınlar yanında sıcaklık artışına bağlı yangınlarda da artış görülmektedir. Özellikle Ak Deniz bölgesinde son yıllarda sıcaklık artışına bağlı olarak gerçekleşen yangınlar sonucu yüz binlerce ağaç türü, bitki, böcek, mikroorganizma türü ile birlikte milyonlarca dekarlık orman arazisi yok olmuş ve yok olmaya da devam etmektedir. Yok olan yalnızca ağaç türleri değil aynı zamanda ülkenin belki de yüzlerce yıllık kültürel birikimidir.

Son yıllarda iklim değişikliğinden kaynaklanan Türkiye ormanlarında sıklıkla görülmeye başlayan ağaç kurumaları ve zararlı böcek salgınları gibi afetlerin birincil nedeninin kuraklık, hava kirliliği ve asit yağmurları olduğuna dair kuvvetli veriler vardır. Yalnız 1993-94 yılları arasında yaklaşık 2 milyon m³ ağaç serveti böcek yıkımı nedeniyle kesilmiştir. Bunun yanı sıra, belki de 1970’li yıllardan başlayarak Akdeniz Havzası’nda etkili olan normalden daha kurak koşullara bağlı olarak, Ege ve Akdeniz bölgelerinde kitlesel boyutlarda olmasa da gözle görülür ağaç kurumaları gözlenmektedir. Ayrıca ağaçların zayıf düşmesi, ormanların fırtına, kar, çığ ve benzeri meteorolojik afet etkilerine karşı direncini de düşürmekte, bunun sonucunda ağaçlarda devrik ve kırık miktarı artmakta; bu da ormanın yapısını diğer zararlılara karşı dayanıksız hale getirmektedir (Türkeş vd., 2000; Türkeş ve Erlat, 2008). Bu olumsuz etkiler ormanlarımızın biyolojik çeşitliliğini, gen rezervlerini, karbon tutma kapasitelerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bir taraftan kuraklık diğer taraftan yangınlarla Türkiye ormanları, eğer önlem alınmaz ise, büyük bir felaketle karşı karşıyadır.

Türkiye biyolojik zenginliği özellikle dağ habitatları ve dağlık ekolojiler üzerine kurulmuştur. Endemik türler bakımından zengin olan bu ekolojiler göç ve adaptasyon sorunu ile karşılaşabilir. İklim değişikliği dağ buzullarının erimesine yol açarak buradaki türleri göç veya yok olma ile karşı karşıya bırakabilir. Bunun en iyi örneği ülkemizde Kaçkar dağlarında görülmektedir. Kaçkar dağlarında son iki yıldır buzullarda erime başlamıştır. Eriyen buzullarla birlikte bu bölgeye özgü canlı formların kompozisyonunda da değişimler saptanmıştır. Ayrıca 20 yıldır ekolojik çalışmaların yürütüldüğü Kızılcahamam Milli Parkı’nda, yaşamları tamamen su veya nemin var olduğu ekolojik ortamlara bağlı olan ciğerotlarından, eskiden 20 tür mevcutken, şimdi 4 tür bulunduğu saptanmıştır (Çetin, 2007). Bu

durumun küresel iklim değişikliğinin ekosistem ve biyolojik çeşitlilik ve süreçler üzerindeki baskısını artırdığının bir göstergesi olduğu söylenebilir.

Çelik vd.'ları (2002) araştırmaları sonucu, *Ankara'da* karaçamalarda görülen kurumaların kurak ve sıcaklık sonucunda toprak ve hava neminin azalışına bağlı olduğunu rapor etmişlerdir. Bununla birlikte orman ekosistemlerinde sıcaklık artışına bağlı orman yangınlarının görülesi ve orman canlı türlerinin yok oluşu iklim değişikiminin sonucudur. Ayrıca iklim değişikliği, Türkiye'nin özellikle çölleşme tehdidi altındaki yarı kurak ve yarı nemli bölgelerinde (İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgelerinde), ormancılık ve su kaynakları açısından olumsuz etkilere yol açabilir.

Kuraklık, ormansızlaşma, dağ buzullarının erimesi ve buradaki canlı türlerinin adaptasyon sürelerinin değişmesi gibi iklime bağlı birçok olumsuz etki dikkatle değerlendirildiğinde, zengin Türkiye biyolojik çeşitliliğini, ekosistem ve sulak alanlarını, deniz ve göl çeşitliliğini, dağ ve bozkır çeşitliliğini diğer ülkelere oranla daha fazla etkileyeceği oldukça açıktır.

4. Sonuç

İnsan faaliyetleri, gezegenin iklim koşullarını yavaş, ama kalıcı ve tehlikeli bir şekilde değişikliğe uğratabilmektedir. Meydana gelecek değişimlerin boyutları ve sonuçları hakkında kesin tahminler yapılamamasına rağmen, insanlığın bu değişimden ciddi zararlar göreceği bir gerçektir. 1980 yıllar itibarı ile artan hızlı sanayileşmeye bağlı sera gazları emisyonlarında doğal olmayan artışla beraber gelen küresel ısınma ve küresel iklim değişikliğinin özellikle sıcaklık, yağış eğilimlerini etkilemesi insanlığı kuraklık, çölleşme veya sel gibi felaketlerle karşı karşıya bırakmaktadır. İklim değişikliğinin yarattığı veya yaratacağı bu olumsuz koşullar yalnızca insanı etkilemekle kalmamakta, tüm canlı sistemlerini etkilemektedir. Isınmaya bağlı sıcaklık artışıyla buharlaşma artmakta, toprağın nemi azalmaktadır. Bu durumda nemli ortamlarda yaşayan, bitki, hayvan, mikroorganizma çeşitliliği de buna bağlı olarak değişmektedir. Canlıların bu hızlı değişen iklim koşullarına adaptasyon sürelerinin de farklı olması ekolojik sistemleri doğrudan etkileyecektir. Hızlı adaptasyon gösteren türlerde yerel popülasyonlarda artış görülürken, yavaş adaptasyon göstere türlerde ise popülasyonlarda azalma, göç yada türün yok olma tehlikesi söz konusudur. Bununla birlikte biyolojik sistemlerin üretkenliğinde azalmanın ve üreme döneminde görülecek olası kaymaların doğrudan ekolojik döngüyü, besin zincirini etkileyeceği bir gerçektir. Ekolojik halkada olası kopuş bir başka türün besin kaybına uğramasına, popülasyonunun azalmasına hatta yok olmasına neden olabilmektedir. Toprağın yapısında meydana gelebilecek bir değişim yararlı birçok mikroorganizma türünü olumsuz etkileyebileceği gibi, zararlı birçok mikroorganizma türünün de ortaya çıkması veya yayılmasıyla sonuçlanabilecektir. Özellikle zengin biyolojik kaynakları olan Türkiye'de iklim değişimi baskısının yaygın olarak hissedilmeye başladığı düşünüldüğünde tehlikenin büyüklüğü dikkat çekicidir. Ormanlar, sulak alanlar, göl ve deniz çeşitliliği gibi su ve kara ekosistemlerinin vazgeçilmez unsurları olan yaşam destek ünitelerinin iklim değişikliğinden kaynaklanan, telafisi olmayan, olası zararlarının önlenmesi için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Alınacak önlemler, uygulanacak etkin ve sürdürülebilir politikalarla yok olan türlerin veya habitatların yerine konması söz konusu olmasa dahi, en azından mevcut durumun istikrarı sağlanabilir. Ulusal ve uluslararası anlaşmalar çerçevesinde, ortak ama farklılaştırılmış sorumluluk anlayışı ile gerçekçi ve adil çözümlerin bulunması, sürdürülebilir politikaların hayata geçirilmesi, biyolojik kaynakların korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması, Kyoto Protokolünden kaynaklanan yükümlülüklerin yerine getirilmesi son derece önemlidir. Bütün bunları gerçekleştirebilmek yaşlı küremiz açısından büyük bir kazanımdır.

Kaynaklar

- Aksay, C. S., Ketenoğlu, O. ve Kurt, L., 2005. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği, S Ü Fen Ed Fak Fen Dergisi, Sayı 25:29 -41, Konya
- Anonim, 2004. Avrupa'nın Değişen İkliminin Etkileri Gösterge Temelli Bir Değerlendirme, AÇA (Avrupa Çevre Ajansı) Raporu, No 2/2004, http://reports.tr.eea.europa.eu/climate_report_2_2004/tr/eea_2_2005climate_change_TR.pdf, erişim, 16.10.2008
- Anonim, 2007. Climate Change 2007, the Fourth IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Assessment Report, <http://www.ipcc.ch/>, erişim, 08.011.2008
- Anonim, 2009. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolüne Katılmamızın Uygun Bulduğuna Dair Kanun, T.C. 27144 sayılı Resmi Gazete.
- Bakkenes, M., Alkemade, J.R.M, Ihle, F., Leemans, R. and J.B. Latour, 2002. Assessing Effects of Forecasted Climate Change on the Diversity and Distribution of European Higher Plants for 2050, *Global Change Biology*, 8, 390-407.
- Bakkenes M., Eickhout, B. and Alkemade, R., 2006. Impacts of Different Climate Stabilisation Scenarios on Plant Species in Europe, *Global Environmental Change Volume 16, Issue 1, Pages 19-28*
- Clarke, H., 2007. Conserving Biodiversity in the Face of Climate Change, *Agenda, Volume 14, Number 2, 2007, pages 157-170*
- Çelik, O., Semerci, A., Şanlı, B., Belindir, B. ve Gedik, Ö., 2002. Ankara Çevresinde Anadolu Karaçamlarında (*Pinus nigra Arn. Ssp. pallasiana Lamb. Holmboe*) Görülen Kurumaların Nedenleri, *Orman Mühendisliği*: 39; 7-16,
- Çepel, N. ve Ergün, C., 2002. Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişikliği, TEMA Yayın No. 38. İstanbul,
- Çetin, B., 2007. Küresel ısınma ve Türkiye'deki yansımaları, VII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Program ve Bildiri Özetleri Kitabı, 10-13 Eylül, Malatya
- Demir, İ., Kılıç, G. ve Coşkun, M. 2008. Türkiye'de Maksimum, Minimum ve Ortalama Hava Sıcaklıkları İle Yağış Dizilerinde Gözlenen Değişiklikler ve Eğilimler. TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 69-84. TMMOB adına TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, 13-14 Mart 2008, Ankara.
- Doğan, S. 2005. Türkiye'nin Küresel İklim Değişikliğinde Rolü ve Önleyici Küresel Çabaya Katılım Girişimleri, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 6, Sayı 2, s 57-73*
- Dunn, S. and Falavin, C., 2002. Dünyanın Durumu Raporu "İklim Değişikliğini Gündemin Ön Sıralarına Taşımak", TEMA Yayın No. 37. İstanbul
- Duru, B., 2002. Viyana'dan Kyoto'ya İklim Değişikliği Serüveni, mülkiye dergisi, cilt 25, sayı: 230, s. 301-333
- Edwards, M., Reid, P.C. and Planque, B., 2001. Long-term and Regional Variability of Phytoplankton Biomass in the Northeast Atlantic (1960-1995), *ICES Journal of Marine Science*, 58, ss. 39-49
- Green, R.E., Harley, M., Miles, L., Scharlemann, J., Watkinson, A. and Watts, O., 2003. Global Climate Change and Biodiversity, University of East Anglia, Norwich, UK April 2003, Summary of papers and discussion,
- Hertsgaard, M., 2001. Yeryüzü Gezgini, Çevresel Geleceğimizin Peşinde Dünya Turu. TEMA Yayın No. 34. İstanbul
- Hughes, L. 2000. Biological Consequences of Global Warming: is the Signal Already Apparent?, *Trends in Ecology and Evolution* 15(2), ss. 56-61.
- Isaksen, I. S. A., and Stordal, F., 1986. Ozone Perturbations by Enhanced Levels of CFCs, N₂O, and CH₄: A Two-Dimensional Diabatic Circulation Study Including Uncertainty Estimates, *J. Geophys. Res.*, 91(D4), 5249-5263.

- Öztürk, K.,2001. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri", G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 22, Sayı 1, 47-65,
- Pimm, L.S.,2007. Biodiversity: Climate Change or Habitat Loss-Which Will Kill More Species?, Current Biology Vol 18 , 3, pp.117-119.
- Parmesan, C. and Yohe, G., 2003. A Globally Coherent Fingerprint of Climate Change Impacts Across Natural Systems, Nature, 421, ss. 37-42.
- Rothrock, A.D., Yu, Y.and Maykut, A.G., 1999. Thinning of the Arctic Sea-ice Cover, Geophysical Research Letters, 26, ss. 3469-3472
- Türkeş, M.,2008a. İklim Değişikliğiyle Savaşım, Kyoto Protokolü ve Türkiye, Mülkiyeliler Dergisi, cilt 32, sayı 259, s.101-131.
- Türkeş, M.,2008b.İklim Değişikliği ve Küresel Isınma Olgusu:Bilimsel Değerlendirme,s:21-57. Yay. Haz; E.Karakaya, Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü: İklim Değişikliğinin Bilimsel, Ekonomik ve Politik Analizi, Bağlam Yayınları,308, İstanbul.
- Türkeş, M. and Erhat, E. 2008. Influence of the Arctic Oscillation on Variability of Winter Mean Temperatures in Turkey, Theoretical and Applied Climatology, vol. 92, no:1-2, s.75-85
- Türkeş, M. 2007. Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler,.1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi – TİKDEK 2007, 11 - 13 Nisan 2007, İTÜ, İstanbul
- Türkeş, M, Koç, T.ve Sarış, F.,2007. Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi, Coğrafi Bilimler Dergisi, 5:557-569.
- Türkeş, M. 2006. Küresel İklimin Geleceği ve Kyoto Protokolü, *Jeopolitik* 29: 99-107
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. 2000. Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md.,Ankara.
- Ünver, İ.,2008. Barış Ödülünün Üzerinde İklim Değişikliği Gölgesi, Mülkiyeliler Dergisi,Cilt 32, sayı 259,s.83-10