



**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ SORUNUNUN MATEMATİKSEL
MODELLEMELER İLE İNCELENMESİ**

Ayşe Çiğdem YAR

**Yüksek Lisans Tezi
Ekobilişim Anabilim Dalı**

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İlke Bezen TOZKOPARAN
KASIM-2018**

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ SORUNUNUN MATEMATİKSEL MODELLEMELER İLE
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşe Çiğdem YAR

(151141108)

Anabilim Dalı: Ekobilişim

Programı: Ekobilişim

Danışman: İlke Bezen TOZKOPARAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 22 Ekim 2018

KASIM-2018

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sürecince yardım ve katkılarını esirgemeyen sevgili danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi İlke Bezen Tozkoparan'a, veri edinme ve kullanma süreci boyunca destekte bulunan ve bilgilerini paylaşan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden Mesut Demircan ve Hüdaverdi Gürkan hocalarıma, misafirperverliklerinden ve bilgi paylaşımlarından dolayı Boğaziçi Üniversitesi İklim Değişikliği ve Politikaları Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne teşekkürü bir borç bilirim.

Tüm öğrenim hayatım ve tez süresinde yanımda olan, desteklerini esirgemeyen biricik annem, babam, ablam ve erkek kardeşime, bu dönemde manevi desteğini her daim hissettiğim arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayşe Çiğdem YAR
ELAZIĞ – 2018

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	IV
SUMMARY.....	V
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VI
SEMBOLLER LİSTESİ.....	VII
KISALTMALAR.....	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	X
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Kavramsal Çerçeve.....	1
1.2. Çalışmanın Konusu ve Amacı.....	4
2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ.....	6
2.1. İklim Değişikliğinin Nedenleri.....	7
2.1.1. Doğal Nedenler.....	7
2.1.2. Doğal Olmayan Nedenler (Antropojenik Nedenler).....	10
2.2. İklim Değişikliğinin Küresel Boyutta Beklenen ve Gözlenen Etkileri.....	13
2.3. İklim Değişikliği Azaltım ve Uyum Politikaları.....	18
3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE TÜRKİYE.....	22
3.1. Türkiye'nin İklim Yapısı.....	22
3.2. Türkiye'nin İklim Değişikliğinden En Fazla Etkilenecek Özel Bölgeleri.....	23
3.3. Türkiye'nin İklim Değişikliği Üzerindeki Etkileri.....	26
3.4. İklim Değişikliğinin Türkiye'de Gözlenen ve Gözlenebilmesi Öngörülen Etkileri.....	28
4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN HUKUKİ BOYUTU.....	32
4.1. Uluslararası İklim Değişikliği Çalışmaları ve Türkiye'nin Tutumu.....	32
4.2. Ulusal Boyutta İklim Değişikliği Çalışmaları.....	53
5. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE MODELLENMESİ.....	55

5.1. Matematiksel Model, İklim Modeli, Projeksiyon ve Senaryo Kavramları.....	55
5.2. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli ve Modelleme Çalışmaları	58
5.3. İklim Modellerinin Süreçleri.....	63
5.4. Model Türleri ve Çalışma Grupları	66
5.4.1. Model Türleri	67
5.4.2. Model ve Çalışma Grupları	69
5.5. Ulusaldan Yerele Doğru İklim Değişikliği Model Çalışmaları	75
5.5.1. Türkiye İçin Yapılan İklim Değişikliği Projeksiyonları	75
5.5.2. Fırat ve Dicle Havzası İçin Yapılan Bir İklim Değişikliği Projeksiyon Çalışması	77
5.5.3. Elazığ İli İçin Yapılan Bir İklim Değişikliği Projeksiyon Çalışması.....	79
6.SONUÇ.....	86
KAYNAKLAR.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	105

ÖZET

İklim, bir coğrafyanın belirli elemanlar çemberinde uzun vadeli incelenerek meydana gelen hava olaylarının analizi şeklinde tanımlanabilir. İklim bir sistemdir ve belirli elemanlardan oluşmaktadır. İklim değişikliği ise oluşumunun uzun zaman aldığı düşünülen ve genellikle olumsuz olarak karşımıza çıkan hava ve çevre olaylarındaki değişimdir. İklim değişikliği konusu toplumların siyasal, ekonomik, sosyal yapıları gibi birçok alan ile etkileşim halinde olduğu için oldukça çeşitli bakış açılarına sahiptir. Bu nedenle iklim değişikliği konusundaki bilinç özellikle son zamanlarda önemli bir artış göstermiş ve literatürde her alanda yer edinmiştir. İklim modeli ise iklim sisteminin işleyişi ve tepkilerinin nümerik olarak gösterimi şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışma, iklim değişikliği ile ilgili önemli kuruluşlardan biri olan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli tarafından yapılan çalışmalardaki matematiksel model boyutlarının incelenmesinden oluşmaktadır. Konu sadece matematiksel boyutu ile değil, aynı zamanda hukuki, sosyal, politik boyutlarıyla da disiplinler arası bir şekilde ele alınmaya çalışılmıştır. Çalışma, Türkiye ve Fırat-Dicle Havzası'nın iklim değişikliği projeksiyonlarını incelenerek Elazığ ili için iklim değişikliği projeksiyonu oluşturmayı amaçlamaktadır. Bunun için IPCC 5. Değerlendirme Raporu'nda yer alan HadGEM2-ES modeli kapsamında RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları temelinde ölçek küçültme yöntemi ile elde edilmiş verilerin, ArcGIS 10.5 programı ile Elazığ ili için haritalanması yapılmıştır. Türkiye'de yapılan çalışmalar sonucu Türkiye için 2-5 °C sıcaklık artışları ve %5-%45 arasında yağış azalışları ile Fırat-Dicle Havzası için 2-6 °C sıcaklık artışları ile %20'lere varan yağış azalışları beklenmektedir. Bu çalışma sonucunda ise Elazığ ili için yaklaşık 3 °C'lik sıcaklık artışı ve yaklaşık 200 mm'lik yağış azalması öngörülmesi elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: İklim Değişikliği, İklim Modelleri, İklim Değişikliği Projeksiyonları.

SUMMARY

EXAMINATION OF CLIMATE CHANGE PROBLEM WITH MATHEMATICAL MODELING

Climate can be defined as the analysis of weather events by analyzing a geography long term in a certain element circle. Climate is a system and consists of certain elements. Climate change is a change in the air and environmental events that are generally considered to be a negative one. The issue of climate change has a wide variety of perspectives as it interacts with many areas such as the political, economic and social structures of societies. Therefore, the awareness of climate change has increased significantly in recent years and has taken place in the literature. The climate model is the numerical representation of the functioning and reactions of the climate system.

This study consists of examining the mathematical model dimensions of the studies conducted by the Intergovernmental Panel on Climate Change, which is one of the important organizations related to climate change. The subject has been tried to be interdisciplinary with its legal, social and political dimensions not only with its mathematical dimension. This study, Turkey and the Euphrates-Tigris Basin examining climate change projections aims to create climate change projections for the province of Elazığ. For this, the data obtained by scale reduction method based on RCP 4.5 and RCP 8.5 scenarios within the scope of HadGEM2-ES model included in the IPCC 5th Assessment Report were mapped to Elazığ with ArcGIS 10.5 program. Study results are expected in Turkey 2-5 °C temperature increase and decrease of precipitation in 5% to 45% for Euphrates- Tigris Basin precipitation decreases with temperature increases by 2-6 °C for up to 20% Turkey. As a result of this study, approximately 3 °C temperature increase and approximately 200 mm rainfall decrease predictions were obtained for Elazığ province.

Key words: Climate Change, Climate Models, Climate Change Projections.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Sera etkisinin sistematik gösterimi	8
Şekil 2.2. İklim değişikliğinin nedenleri ve sonuçları	12
Şekil 3.1. Kişi başı sera gazı emisyonu	27
Şekil 3.2. Sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları	28
Şekil 3.3. Türkiye yıllık ortalama sıcaklıkları	29
Şekil 3.4. Türkiye ortalama yağış değerleri.....	30
Şekil 3.5. Meteoroloji kaynaklı olağanüstü olay sayısı toplamı.....	30
Şekil 4.1. Türkiye'nin BMİDÇS kapsamında ulusal raporlama geçmişi.....	50
Şekil 4.2. Atmosferdeki CO ₂ miktarı.....	51
Şekil 4.3. Atmosferdeki sıcaklık anomalisi	51
Şekil 4.4. Yeryüzündeki ortalama deniz seviyesi.....	52
Şekil 4.5. Atmosferdeki oksijen miktarı	52
Şekil 5.1. Küresel senaryoların gelişimi yaklaşımları	61
Şekil 5.2. Senaryoların içerik tablosu.....	62
Şekil 5.3. Yeni dönem senaryoların içerik tablosu	62
Şekil 5.4. Genel sirkülasyon modellerinin gelişim tablosu	68
Şekil 5.5. RCP 4.5 Senaryosuna göre ortalama sıcaklık değerleri	78
Şekil 5.6. RCP 8.5 Senaryosuna göre ortalama sıcaklık değerleri	78
Şekil 5.7. RCP 4.5 Senaryosuna göre yıllık yağış anomalileri.....	79
Şekil 5.8. RCP 8.5 Senaryosuna göre yıllık yağış anomalileri.....	79
Şekil 5.9. Kullanılan gridlerin dağılımı	80
Şekil 5.10. Elazığ iline ait referans dönemi sıcaklık projeksiyonları	81
Şekil 5.11. Elazığ iline ait referans dönemi yağış projeksiyonları	81
Şekil 5.12. RCP 4.5 senaryosuna göre 2017-2040 dönemi sıcaklık projeksiyonları.....	82
Şekil 5.13. RCP 4.5 senaryosuna göre 2017-2040 dönemi yağış projeksiyonları.....	83
Şekil 5.14. RCP 8.5 senaryosuna göre 2017-2040 dönemi sıcaklık projeksiyonları.....	84
Şekil 5.15. RCP 8.5 senaryosuna göre 2017-2040 dönemi yağış projeksiyonları.....	85

SEMBOLLER LİSTESİ

°C	: Santigrat Derece
CH ₄	: Metan
CO	: Karbondioksit
(H ₂ O) _g	: Su Buharı
HFC _s	: Hidroflorür Karbonlar
mm	: Milimetre
Mt	: Milyon Ton
N ₂	: Azot
N ₂ O	: Azot Oksit
O ₂	: Oksijen
O ₃	: Ozon
PFC _s	: Perflorokarbon
ppb	: Milyarda Bir Parçacık (Parts Per Billion)
ppm	: Milyonda Bir Parçacık (Parts Per Million)
ppt	: Trilyonda Bir Parçacık (Parts Per Trillion)
SF ₆	: Kükürt Heksaflorür
SO ₂	: Sülfür Dioksit
W/m ²	: Watt/ metre kare

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AOGCM	: Atmosfer-Okyanus Genel Dolaşım Modelleri (Atmosphere-ocean General Circulation Models)
AR4	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 4. Değerlendirme Raporu (Fourth Assessment Report)
AR5	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 5. Değerlendirme Raporu (Fifth Assessment Report)
AR6	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 6. Değerlendirme Raporu (Sixth Assessment Report)
Ar-Ge	: Araştırma ve Geliştirme
AWG	: Kyoto Protokolü Çalışma Grubu (Ad Hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the Kyoto Protocol)
BM	: Birleşmiş Milletler
BMİDÇS/ İDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
COP	: Taraflar Konferansı (Conference of Parties)
COP /MOP	: Taraflar Buluşması (Meeting of Parties)
CM	: İklim Modelleme (Climate Model)
CMIP	: Birleşmiş Model Karşılaştırma Projesi (Coupled Model Intercomparison Project)
ESA	: Avrupa Uzay Ajansı (European Space Agency)
FAR	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 1. Değerlendirme Raporu (First Assessment Report)
GCM	: Genel Sirkülasyon Modelleri (General Circulation Models)
GFDL-ESM2M	: Toprak Sistemi Modelleri (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory)
HadGEM2-ES	: Hadley Merkezine Bağlı Küresel Model (Hadley Center Global Environment Model)
IAM	: Entegre değerlendirme model grupları (Integrated Assessment Model)
IAV	: Etki, adaptasyon ve etkilenebilirlik değerlendirme grupları (Impact, adaptation, vulnerability)

IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency)
IPCC	: Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change)
İDKK	: İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu
MOHC	: İngiltere Meteorolojisi Ofisi
MPI-ESM-MR	: Küresel Dolaşım Modeli (MPI Earth System Model)
NASA	: Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration)
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (The Organisation for Economic Co-operation and Development)
RCP	: Temsili Konsantrasyon Rotaları (Representative Konsantration Pathways)
RegCM	: Bölgesel İklim Modeli (Regional Model)
SAR	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 2. Değerlendirme Raporu (Second Assessment Report)
SBI	: Uygulama Yardımcı Organı
SBSTA	: Bilimsel ve Teknolojik Danışma Yardımcı Organı
SRES	: Emisyon senaryoları özel raporu (Special Reports on Emission Scenarios)
TAR	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 3. Değerlendirme Raporu (Third Assessment Report)
TEM	: Teknik Uzmanlar Toplantısı
TÜİK	: Türkiye İstatistikler Kurumu
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Program)
WGCM	: Birleştirilmiş Modelleme Çalışma Grubu (Working Group on Coupled Modelling)
WMO	: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Sera gazı miktarındaki değişim ve atmosferdeki kalma süreleri.....	12
Tablo 2.2. İklim değişikliğinin sonuçları ve etkileri	18
Tablo 5.1. Güncel HadGEM versiyonları.....	71
Tablo 5.2. Temsili konsantrasyon rotalarının türü	74
Tablo 5.3. MGM'nin son çalışmasında kullanılan modellerin özellikleri	75



1.GİRİŞ

1.1. Kavramsal Çerçeve

Çevre, küreselleşme, çevre sorunları, iklim, küresel iklim değişikliği ve iklim modellemesi kavramlarının daha iyi anlaşılabilmesi için daha geniş bir tanımlamaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Çevre; canlı varlıklar ve insan etkileri üzerinde doğrudan ya da dolaylı olarak etkiler yapabilen fiziksel, kimyasal ve biyolojik etmenlerin tümüdür (Keleş ve Ertan, 2002). Başka bir deyişle “canlıların içinde yaşamını sürdürdükleri, hayati bağlar ile bağlı oldukları ve çeşitli şekillerde birbirlerini etkiledikleri ortam” olarak tanımlanmaktadır (Yıldız vd., 2005). İnsanların ve canlı varlıkların karşılıklı şekilde etkileşim halinde oldukları bu yaşama alanları zaman zaman tahribatlara uğramıştır. Özellikle insanların çevre üzerinde meydana getirdiği zararlar karşımıza çevre sorunları olarak çıkarmaktadır. Çevre sorunları, çeşitli insan faaliyetleri sonucunda çevrenin zarar görmesi ile ortaya çıkan sorunlardır (Keleş ve Hamamcı, 2005). Çevre sorunları sınır tanımayan özelliğinden dolayı zamanla küreselleşme eğilimi içerisine girmiştir. Bu bağlamda küresel iklim değişikliği, ozon tabakasının incelmesi, su kaynaklarının yok olması, verimli tarım alanlarının çölleşmesi gibi küresel çevre sorunlarına çözüm bulma çabalarının ancak küresel politikalarla mümkün olduğu açık bir şekilde ortadadır (Kaplan, 1999). Sadece ekonomik bir kavram gibi algılanan küreselleşme, bazı sosyal, kültürel ve politik yönleri de sahiptir. Bu bağlamda küreselleşme, “mal, sermaye ve hizmetin artan hareketliliği sonucunda sınır ötesi karşılıklı ekonomik bütünleşme ve ulusal ekonomilerin dünya piyasasına dâhil olma sürecinde dünyanın farklı bölgelerinde yaşayan toplum ve devletler arasındaki iletişim ve etkileşimin artması ve karşılıklı bağımlılık” olarak tanımlanabilir (Zengingönül, 2004). İklim değişikliği, literatürde küresel bir çevre sorunu olarak ele alınmaktadır.

Çalışma konusunun etkileşim halinde olduğu bir diğer kavram iklim kavramıdır. İklim “yeryüzünün bir bölgesinde hava olaylarının ortalama değerleri ve bölge için özel olan hava şartlarının ortalaması” olarak tanımlanabilir. Yani iklim uzun süre büyük değişiklikler göstermeyen hava topluluğudur. Yunanca “klinein=eğimlilik, eğimli, duruş” kelimesinden alınmıştır (İzbirakan, 1986). İklim belirli elemanlara sahip bir sistemdir. İklim sistemi, kara yüzeyleri, kar ve buz, atmosfer, okyanus ve diğer su kütleleri gibi elemanlarla canlıları kapsayan karmaşık bir yapı göstermektedir. İnsan aktiviteleri, arazi

kullanımı, gelen ve yansıyan ışıklar ve volkanik gazlar da sistemin içerisinde bulunmaktadır. Bu sistem zamanla kendi içinde dinamik etkiler veya dışarıdan gelen ve dış zorlamalar adı verilen etmenlerle değişim göstermektedir. Güneş radyasyonu dengesini etkileyen her içsel ya da dışsal olay iklimin değişmesine neden olabilmektedir (Akçakaya vd., 2015).

Hükümetlerarası iklim değişikliği paneli (İntergovernmental Panel On Climate Change/IPCC 2007) Birinci Değerlendirme Raporuna göre iklim sisteminin elemanları atmosfer, okyanus, kriyosfer, jeosfer ve biyosferden oluşmaktadır. Atmosfer; Dünya'yı çevreleyen, tamamen kaplayan ve yoğunluğu yükseklikle azalan büyük bir gaz küredir (Çimen vd., 2007). Okyanus; kıtalar arasında kalan geniş ve derin su kütleleridir. Kriyosfer; Yeryüzündeki kar ve buz çökeltilerinin bütünüdür. Jeosfer; yeryüzünün atmosfer, hidrosfer ve biyosfer dışındaki katı, cansız bölümüdür. Biyosfer; gezegenimizin ve atmosferinin yaşam kaynağı bütün bölümlerini içeren alandır (URL-1, 2018).

İklim sisteminde gelişen bazı doğal süreçler vardır. Bu süreçlerden en önemlisi sera etkisidir. Bu etkiyi oluşturan doğal sera gazları şunlardır; su buharı (H_2O)_g, karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), diazot monoksit (N_2O) ve ozon (O_3) (Türkeş, 2001). Bahsedilen bu sera gazları Kyoto Protokolü'nde ise karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), azot oksit (N_2O), hidroflorür karbonlar (HFC_s) ve perflorokarbonlar (PFC_s), sülfürhekza florid (SF_6) olarak tanımlanmıştır. Eğer sera gazları olmasaydı dünyanın ortalama sıcaklığı $-18\text{ }^{\circ}C$ civarında olurdu ki bu sıcaklık yaşam şartları için düşük bir sıcaklık anlamına gelmektedir. Sera gazları bu sıcaklığı yaşam için ideal olan $15.5\text{ }^{\circ}C$ dolaylarına taşımaktadır. Ancak insan aktiviteleriyle atmosfere eklenen sera gazları küresel sıcaklığı arttırmaktadır (Howell, 2006). Güneş ışınımının önemli bir kısmı atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşmakta ve orada emilmektedir. Ancak yeryüzünün sıcak yüzeyinden salınan uzun dalgalı yer ışınımının bir kısmı uzaya gitmeden önce atmosferde bulunan sera gazları tarafından tutulmakta ve yeniden yeryüzüne salınmaktadır. Ortalama koşullar düşünülürse güneş ışığı ile uzaya giden uzun dalgalı yer ışınimleri dengede olduğu için yerküre-atmosfer sistemi, sera gazlarının bulunmadığı bir ortamda olabileceğinden daha sıcak olacaktır. Bu şekilde iklim sistemindeki ısı dengesini sağlayan etkiye sera etkisi denir (Türkeş, 2003).

İklim sisteminde meydana gelecek değişimler sonucu atmosferin karakteri ve bu değişimlere vereceği tepkiler değişiklik gösterebilmektedir. Bu bağlamda karşımıza iklim

değişikliği tanımı çıkmaktadır. İklim değişikliği; iklimin ortalama durumunda ya da onun değişkenlerinde onlarca ya da daha uzun yıllar boyunca süren istatistiksel olarak anlamlı değişimler olarak tanımlanabilir (Türkeş, 2008). İklim değişikliği günümüzde küresel ölçekte karşılaşılan en büyük olaylardan biri olarak ifade edilmektedir. Çevre, şehir hayatı, ekonomi, teknoloji, insan hakları, sağlık, gıda başta olmak üzere hayatımızın birçok alanında etkilemektedir (Eroğlu, 2018). İklim değişikliğinin temel sonuçlarından bir tanesi ise küresel ısınmadır. Atmosferin, dünya yüzeyine yakın bölümlerinde ortalama sıcaklığın doğal ya da antropojenik etkilerle artmasına “küresel ısınma” denir. Bu ortalama sıcaklık, dünyaya gelen ve dünyanın yansıttığı güneş ışığı miktarı ile sıcaklığın atmosfer yüzeyinde tutulma durumuna göre değişiklik göstermektedir (Aksay vd., 2005).

İklim değişikliği bahsedildiği gibi genel bir olgu olup bazı kavramlarla ilişki içerisindedir. Bu kavramlar uyum sağlama, azaltım ve farkındalıktır.

- Uyum sağlamak (Adaptasyon); İklim değişikliği ile mücadele de en önemli adımlardan bir tanesidir. Bu ifade IPCC 4. Değerlendirme raporunda “iklim olaylarının etkileriyle mücadele etmek, etkileri yönetebilmek ve fayda sağlayabilmek için stratejilerin geliştirilme süreci” şeklinde tanımlanmıştır. Yapılan araştırmalar ve öngörüler sonucu şuan iklim değişikliği için en üst düzeyde önlemler alınsa bile yine de büyük ölçüde durdurulamayacağı düşüncesine ulaşılmıştır (IPCC, 2007a). Bu durumda gerekli olan en büyük tedbir uyum sürecidir.

- Azaltım (Mitigasyon); İklim değişikliğine neden olan insan kaynaklı sera gazlarının kontrol altına alınarak azaltılması ve tutulmasına yönelik önlemlerdir (Talu, 2014). IPCC 4. Değerlendirme Raporu’na göre sera gazının azaltılması ve uyumun sağlanabilmesi için harcanacak ekonomik maliyet, zararlarının getireceği maliyetten çok daha az olacaktır.

- Farkındalık; azaltım ve uyum sağlama kavramlarını da içinde bulunduran bir kavramdır. Önlem alınması için öncelikle konunun anlaşılması gerekmektedir. 1990 yılında dile gelmeye başlayan iklim değişikliği kavramı için o günden bugüne farkında olabilmek için çeşitli eylemler yapılmaktadır. Bu bağlamda özellikle ülke karar vericilerine büyük görev düşmektedir.

Çalışmanın son bölümünde yer alan model çalışmaları iklim değişikliği kavramını yakından ilgilendirmektedir.

Model; karmaşık yapı ve sistemleri yorumlamak ve anlamlandırabilmek için zihinde var olan kavramsal yapılar ile bunların dış gösterimlerinin bütünüdür. Bir başka ifadeyle insanların doğayı anlayabilmeleri için geliştirdikleri ve kullandıkları fikirler, kanunlar, gösterimler ve araçlardır (Lesh and Doer, 2003). Gerçek hayattaki durumların işleyiş ve yapılarının anlaşılabilmesi için matematik sembolik diline aktararak ifade edilmesine matematiksel modelleme denilmektedir (Erbaş vd., 2014). İklim modeli ise iklim sisteminin nümerik olarak gösterimi şeklinde ortaya çıkmaktadır. İklim modelinin temelinde, sistemin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine, etkileşimlerine ve bunların bazı bilinen özelliklerinin açıklanmasına yer verilmektedir (Akçakaya vd., 2015).

1.2. Çalışmanın Konusu ve Amacı

İklim değişikliği gün geçtikçe varlığını daha çok hissettirmeye başlamıştır. Normalde her dönem doğal bir olgu olarak gerçekleşen bu değişim, hiçbir zaman kendini son zamanlarda olduğu kadar göstermemiştir (Kadıoğlu, 2012). Bunun nedeni olarak doğal etmenlerin yanında bir de sürece insan kaynaklı etkilerin katılması olarak belirtilmiştir (IPCC, 2013a). İnsanların doğayla etkileşimleri sonucu doğaya zarar verdikleri kabul edilmiş bir görüştür. Çevrenin ve ekolojik dengenin korunmasının insan yaşamının devamı için önemli bir yere sahip olduğu ifade edilmektedir (Aydoğdu, 2008). Ayrıca etki alanının bütün dünya bazında olmasından dolayı, canlılığı etkileyen birçok kategori ile iç içedir. Bu bağlamda belirsizlikleri ile beraber iyi bir tanımlamaya ihtiyacı bulunmaktadır. Kapsam genişliğinden dolayı problemin varoluş nedenleri, dünya üzerinde bıraktığı etkileri ve gelecekte etkileyeceği alanları tartışma gereği duyulmaktadır. Özellikle varlığını devam ettirmesi dolayısıyla gelecekteki yaşam standartlarına uyum sağlamak açısından öngörülerin önemi ve azaltım alanında ise çözümlerin ele alınması önemli bir bölüm oluşturmaktadır (Talu, 2014).

Bu çalışmanın konusu iklim değişikliğinin matematiksel modellemeler ile anlatılmasıdır. İklim değişikliği, uluslararası boyuttan ulusal boyuta kadar incelenerek yapılan modellemeler üzerinde durulmuştur. Birinci olarak bahsedilen değişimin tarihi ile beraber varlığı tartışılmış ve etkileri ile çözümleri verilmiştir. İkincisi konunun hukuki düzenlemeleri anlatılmış ve Türkiye'nin durumundan bahsedilmiştir. Bu kısımda Türkiye'nin iklim değişikliğinden etkilenme oranları, değişimin gösterdiği alanlar ve analizlerle, konu bir kez daha irdelenmiştir. Buna ek olarak, konu için önemli olan

m¼cadele açısından, s¼recin hukuki durumundan bahsedilmiştir. ¼zellikle de farkındalık amacıyla yapılan çalışmaların incelenmesi amacı g¼d¼lm¼řt¼r. Hem ulusal hem de uluslararası boyutta yapılan ¼nemli çalışmaların araştırılması ile çalışma desteklenmiştir. Son olarak ise iklim değişikliğinde kullanılan modellemelerin s¼relerinden, modeli kullanan gruplardan ve kullanım şekillerinden bahsedilmiştir. Elazığ ili için yapılan projeksiyon çalışması ise modellemelerin bir sonucu olarak verilmiştir.

Araştırma, literat¼r çalışmalarının bir araya getirilerek genel bir ereve sağlama amacını g¼tmektedir. İklım değişikliği konusunda geçmişte yapılan çalışmalarda ortaya konan belirsizlik, son çalışmalarla giderilmiştir. Bu alışma ile iklim değişikliği konusunda matematiksel modellemeler alanında yapılan çalışmalara katkıda bulunacağı d¼ř¼n¼lmektedir.

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

İklim üzerinde bir olayın değişim şeklinde tanımlanabilmesi için önemli ölçüde kanıtlara ve bıraktığı etkilere bakmak gerekmektedir. Değişim kavramı bazen iki olguyu içinde barındırabilmektedir. Bu olgular, mevsimsel değişim ve uzun vade de veya kısa vadede meydana gelen değişimlerdir. Ancak kısa süreli her mevsimsel değişim iklim değişikliği olarak tanımlanamaz. Bu bölümde öncelikle tanımlama yapılacak daha sonra mevcut ispatlar ile iklim değişikliği üzerinde durulacaktır (Talu, 2015).

İklim değişikliği kavramı küresel ısınma ve sera gazı terimlerini de beraberinde getirir. İklim değişikliği, iklimin ortalama durumunda ya da onun değişkenlerinde onlarca ya da daha uzun yıllar boyunca süren istatistiksel olarak anlamlı değişimler olarak tanımlanabilir (Türkeş, 2008). Daha genel bir tanımla “nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli ve önemli yerel etkileri bulunan uzun vadede meydana gelip etkilerini yavaş gösteren değişiklikler” şeklindedir. Bu kavramın tanımında bilim adamları çok çeşitli perspektiflerden tanımlamalar getirse de genel yargı kendini uzun zaman dilimlerinde gösteren ve etkilerinin şiddetli olacağı yönündedir (Türkeş, 2001). Bir tanımlama da Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nde (İDÇS) yer alan “Karşılaştırılabilir bir zaman döneminde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” şeklindedir. Özellikle sanayi devrimiyle birlikte fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma ve sanayi süreçleri gibi çeşitli insan etkinlikleriyle atmosfere salınan sera gazının birikimindeki hızlı artışa bağlı olarak doğal sera gazı etkisinin de kuvvetlenmesi sonucunda, yeryüzü ve atmosferin alt bölümlerindeki sıcaklıkta meydana gelen artışa “küresel ısınma” denir (Türkeş, 2012). Bu bağlamda diğer ilişkili tanım ise sera gazları ve sera gazı etkisidir. Genel olarak literatür incelendiğinde her raporda bahsedilen ve asıl önüne geçilmeye çalışılan olay sera etkisidir. Atmosfer bileşenleri karmaşık bir yapıya sahiptir ve çeşitli gazlardan oluşmaktadır. Güneş ışınlarının yeryüzünü ısıtması için atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşması gerekmektedir. Bu işlem gerçekleşirken güneş ışınlarının bir kısmı atmosferde bulunan gazlar tarafından tutularak yeryüzünün belirli bir sıcaklıkta kalmasını sağlamaktadır. Bu özellik sayesinde denizlerin ve okyanusların donması engellenmektedir. Bu ısınma ve ısıyı tutma özelliğine sera etkisi denir (Akın, 2006). Son derece normal bir doğa olayı olan sera etkisi son zamanlarda

olumsuz bir özellik kategorisinde anılmaktadır. Bunun asıl nedeni ise sarı gazı konsantrasyonlarındaki ciddi artışlardır. Bahsedilen bu sera gazları Kyoto Protokolü'nde karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), azot oksit (N_2O), hidroflorür karbonlar (HFC_s), perfloro karbonlar (PFC_s), sülfürhekza florid (SF_6) olarak tanımlanmıştır (ÇOB, 1998). Ayrıca Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesin kapsamında altı adet, Ozon tabakasını incelten maddeler kapsamında ise bir adet sera gazı emisyonu tanımlanmıştır. Bahsedilen gazlardan CO_2 , CH_4 , N_2O ve bu gazların yanında su buharı doğal sera gazları iken HFCs, PFCs vb. gazlar yapay sera gazlarıdır. Son yıllarda özellikle IPCC'nin Dördüncü Değerlendirme Raporu'nda iklim değişikliğinde insan faktörünün azımsanamayacak derecede etkisi olduğu dile getirilmiştir. Burada en büyük pay insan kaynaklı CO_2 salınımına verilmiştir. Çünkü özellikle yeryüzünde kullanılan fosil yakıtların CO_2 yayma potansiyeli oldukça yüksektir (IPCC, 2007a).

2.1. İklim Değişikliğinin Nedenleri

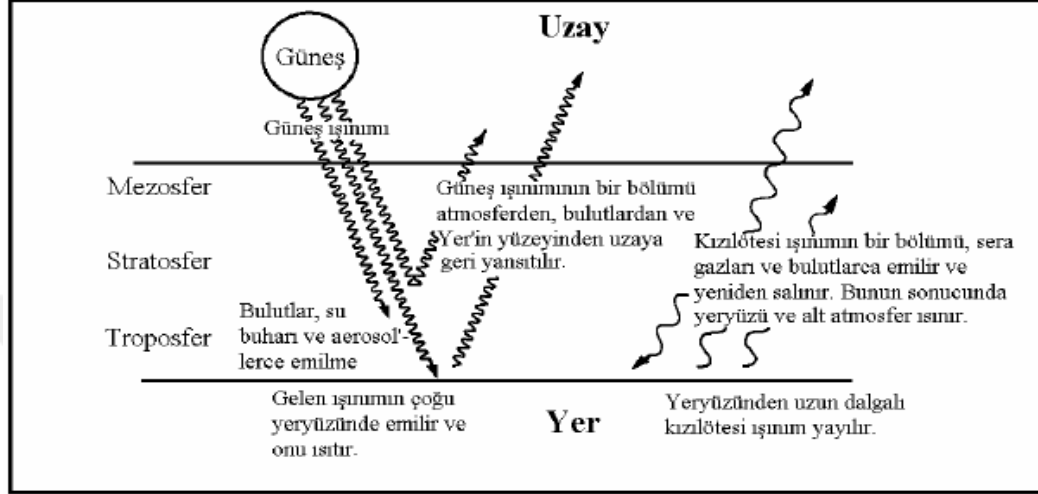
Doğal olmayan bir afet olarak tanımlayabileceğimiz iklim değişikliği bir anda ortaya çıkmamıştır. Tam olarak çıkış tarihi bilinmese de uzun zamanlı bir olay olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Bu bölümde iklim değişikliğinin küresel boyutta nedenleri ve kanıtları anlatılacaktır. Türkiye için gözlenen ve beklenen etkiler ayrı bir bölümde incelenecektir.

İklim değişikliğinin varlığının kabul edilmesi 2000'li yılları bulmuştur. İklim değişikliğinin oluşumunda bazı doğal ve doğal olmayan yani temeli insan kaynaklı ve insan kaynaklı olmayan nedenleri vardır.

2.1.1. Doğal Nedenler

İklimin değişmesinde bazı doğal nedenler vardır. Bu nedenlerin dünyanın varoluşundan beri devam ettiğini varsayılırsa, son zamanlarda iklimde olumsuz etki bırakmalarını da insan etkileriyle birleşmesine bağlanabilir. Bu doğal olayları, sera etkisi, volkanik patlamalar, yörüngelerde değişme (orbital zorlama), güneşteki patlamalar, prezyon hareketi, el nino etkisi vb. şeklinde sıralanabilir (Türkeş, 2003).

Daha önce tanımlaması yapılan sera etkisi, Güneş'in ısıısının Dünya çevresinde tutulmasından kaynaklanır (Howell, 2006). Bu döngü Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Sera etkisinin sistematik gösterimi (Türkeş, 2003).

Sera gazı, güneşten gelen enerjinin dünyada tutulmasını sağlayarak, ısıyı canlıların yaşayabileceği seviyeye getirir. İnsanların varoluşundan itibaren insan etkisi ile doğaya sera gazı karışsa da 1950'li yıllarından itibaren bu miktarda bir artış olmuştur. Özellikle sanayi devrimi ve sonrasında doğa, bu anlamda fazlaca tahrip edilmiştir. Bu ise aşırı nüfus artışı ve yakıt tüketimlerinin de tetiklemesiyle ozon tabakasının incelmeye ve küresel ısınmaya sebep olmuştur (Akın, 2006).

Küresel iklim değişikliğine neden olabilecek başlıca astronomik ilişkiler olarak yeryüzünün eksen eğikliğindeki ve presesyonundaki değişiklikler ve yerkürenin Güneş'in etrafındaki yörüngesinin şeklindeki değişiklikler olarak söylenebilmektedir (Türkeş, 2012).

Bazı araştırmalar, iklim değişikliğinin nedeni olarak Güneş'in aktivitelerini de göstermektedir. Avrupa Uzay Ajansı (European Space Agency- ESA)'nda görevli bilim adamı Pall Brekke, iklim bilimcilerinin uzun uğraşlar sonucu Güneş beneklerinin 11 yıllık döngüsel hareketini ve Güneş'in yüzyıllık parlaklık değişimini inceleyerek Güneş'in bazı olayları etkilediği kanısına varmıştır. Bu kanılardan birincisi; güneşten gelen ultraviyole ışınımın kimyasal reaksiyonlar oluşturarak ozon tabakasında değişikliğe yol açtığıdır. İkincisi ise; Güneş'in manyetik alanı ve Güneş rüzgarlarının Güneş sisteminde kozmik

ışınımlara karşı koruyucu görevinde olduğu ve Güneş'in aktivitelerinin bu koruyuculuğu zayıflattığıdır. Bu zayıflama, Güneş'ten gelen radyasyon oranını değiştirerek küresel ısınmaya neden olmaktadır (Şaylıkay, 2010). Manyetik alanın zayıflaması, güneş ışınlarının atmosferin üst kısımlarının daha çok ısınmasına neden olmaktadır (Howell, 2006). Ayrıca Güneş lekelerinin de Dünya'nın aldığı enerji miktarını etkilediği belirtilmektedir (Aksay, 2005). Güneşin fotosfer katmanından tüm dalga boylarına yaydığı ve atmosferin üst sınırında dik bir birim alana birim zamanda ulaşan toplam radyant enerji (Güneş sabiti W/m^2), Yerküre'nin 4.6 milyar yıllık varlığı boyunca %30 artmıştır (Türkeş, 2012).

Dünya'nın yörüngesinde ve Güneş'e olan eğiminde oluşan değişikliklerin uzun vadeli iklim değişikliğine önemi büyüktür. Bu iklim değişikliği, Gökbilimsel Kuram ya da Milankoviç Kuramı olarak bilinmektedir (Howell, 2006). Milankovitch, eksen eğikliği ve devrimindeki değişiklikleri incelemiştir. Bahsedilen bu hareketler Güneş ışığının yerini ve miktarını değiştirmektedir. Bu da Güneş'in kuvveti (bir ışımsal baskı örneği) olarak bilinmektedir. Normalde dolaşımını dairesel yörüngede devam ettiren Dünya, bazen eğikliklere maruz kalarak hareketini eliptik veya oval olarak devam ettirmektedir. Bu değişim her iki yarım kürenin yazın Güneş'ten daha fazla ısınım akışı olmasını kışın ise daha az ısınım akışını sağlamaktadır. Bu eğiklik çok fazla artış gösterdiğinde, Dünya'nın yörünge hareketi daha düzensiz olup mevsim süreleri değişiklik göstermektedir (Pehlivan, 2015). Dünya'nın yörüngesi Güneş'e yaklaştıkça sıcaklık artar, uzaklaştıkça sıcaklık azalmaktadır. Yörünge oval olduğunda Dünya, Güneşten uzaklaşır ve soğuma oluşmaktadır (Howell, 2006). Bu olay Dünya'nın Prezisyon Hareketi olarak bilinmektedir. Bilim adamları bu hareketten dolayı zaman zaman soğuk dönemler yaşandığını, bu dönemlerin takibinde ise sıcak dönemlerin geldiğini söylemektedir. Bu ise dünyanın doğal ısınmasının sebebidir (Şaylıkay, 2010). Zaman zaman volkanik etkilerin iklim değişikliğini etkilediği kanıları ile karşılaşılsa da bu hareketler on yıllık ya da yüzyıllık dönemlerde yoğunlaşırsa, düşük sıklıkla bir zorlamadan sorumlu olabilirler (Türkeş, 2010). Ayrıca küresel ısınmanın volkanik patlamalara neden olabileceği de beklenmektedir. Volkanik faaliyetler sonucu bir miktar sülfür dioksit (SO_2), volkanik küller, toz ve su buharı açığa çıkmakta ve atmosfere karışmaktadır. Bu gazlar, atmosferin albedosunu (karalar, sular, buzullar, bulutlar gibi elemanların üzerine gelen enerjiyi geri yansıtma kapasitesi) yükselterek yeryüzünü soğutucu bir etki oluşturmaktadır. Diğer faaliyetlere oranla açığa

çıkardığı CO₂ miktarı az olan volkanik faaliyetler, bu CO₂'nin atmosferde kalarak sera etkisi oluşturmaya neden olmaktadır (Başoğlu, 2014).

Bahsedilen bu enerji dengesinin bozulmasına neden olan etmenler üç madde altında toplanabilir (IPCC, 2007b ; Başoğlu, 2014);

- Güneş enerjisinin değişmesi,
- Albedo değişimi (bulutluluk, atmosferik parçacıklar, aerosoller, bitki örtüsü değişimi ve buzul erimelerine bağlı değişimler)
- Yeryüzünden uzaya geri dönen ısıdaki değişimler (sera gazı değişimine bağlı olarak)

El Niño hareketi, sıcaklık artışı ile ilişkilendirilen bir diğer olaydır. “Güney salınımı sıcak olayı” olarak bilinen bu olay, Pasifik Okyanusu’nda deniz yüzeyi sıcaklıklarının 2-5 °C daha yüksek olmasına neden olmuştur. Döneminin sıcaklık rekorlarına sahip 1997 ve 1998 yıllarında El Niño etkisi olduğu kabul edilmektedir (Şaylıkay, 2010). Ancak 1998 yılına kadar genellikle sıcak yılların El Nino hareketinin olduğu yıllara denk geldiği görülse de 2000’li yıllarda sıcaklık rekorları kırılmasına rağmen El Nino’nun gerçekleşmediği de görülmektedir Bu etki ile sıcak su doğuya doğru ilerler ve şiddetli yağmur ve fırtınayı beraberinde getirmektedir. Rüzgar esintileri ve akıntılar zayıflamaktadır. Bu olaydan sonra meydana gelen La Niña olayı ise tam tersine bir soğuma olayı olarak gözlemlenmektedir (Howell, 2006).

2.1.2. Doğal Olmayan Nedenler (Antropojenik Nedenler)

Özellikle sanayi devriminde başlayan ve günümüzde de şehirciliğin vermiş olduğu hızla devam eden insan etkinlikleri sonucunda doğaya salınan sera gazı sonucu birikim gittikçe artmış, bu ise sera etkisini artırmıştır. 19.yüzyılın sonlarında başlayan bu ısınma her yıl bir önceki yıla göre genellikle artarak devam etmiş ve rekorlar kırmıştır. Bu bağlamda en iyi iklim modelleri bile incelendiğinde ortalama yüzey sıcaklıklarında 1,4 ile 5,8 °C arasında bir ısınmanın olabileceğini öngörmektedir. Sera gazı etkisini artıran insan faaliyetlerinde en büyük payın enerji tüketimi olduğunu görülmektedir. Özellikle yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımının sınırlı olmasının yanında yakılan fosil yakıtlar sera etkisini olumsuz anlamda güçlendirmektedir. Sanayi faaliyetleri, ormansızlaşma, tarım ve diğer kaynakların yarattığı emisyonlar sera etkisine neden olan diğer faaliyetlerdir. Ayrıca hızla artan nüfus ve teknolojik gelişmelerin sonuçlarında doğanın etkilenmesi ve

önlem alınmaması da sera etkisini artıran faaliyetlerden olmuştur. Bu küresel yüzey sıcaklıklarının artışları beraberinde olumsuz sonuçları da getirmektedir. İlerleyen bölümlerde dünyada ve Türkiye’de meydana gelen olumsuz sonuçlar ele alınacaktır. Kısa bir şekilde bahsetmek gerekirse kara ve deniz buzullarının erimesi, kar ve buz örtüsünün alansal daralması, deniz seviyelerinin yükselmesi, iklim kuşaklarının tutarsız bir şekilde yer değiştirmesi, sıcaklıklara bağlı salgın hastalıklar ve oluşabilecek zorunlu göçler dünya genelinde birçok problemi de beraberinde getirmektedir (Talu, 2015).

Aslında iklim değişikliği oluşumunun köklü bir tarihe dayandığı göz önüne alınırsa nedenlerinin sınırlandırılması da yanlış olacaktır. Ama ana hatlarıyla iklim değişikliğinin nedenleri yukarıda bahsedildiği gibidir İklim sistemini bir bütün olarak düşündüğümüzde böyle devasa bir sistemi bozan etkilerinin sadece insanlarla sınırlanabileceğini söylemek yanlış olur. Ama özellikle Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli’nin (IPCC) 2007 yılında yayımlanan Dördüncü Değerlendirme Raporu verilerine göre küresel ısınmanın tartışmasız bir gerçek olduğunu ve bunun önemli bir bölümünün insanların sorumluluğu olduğunu söylemek mümkündür.

Sera gazı emisyonundaki artışların bazı nedenleri (TÜSİAD, 2016);

- Elektrik üretimi için kullanılan fosil yakıt (en büyük pay)
- Ulaştırma ve sanayi sektöründe elektrik kullanımı
- Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı kaynaklı
- Metal ürünleri üretimi kaynaklı
- Çimento sektörü
- Karayolu taşımacılığı kaynaklı emisyon
- Sanayi sektöründe enerji kullanımı şeklindedir.

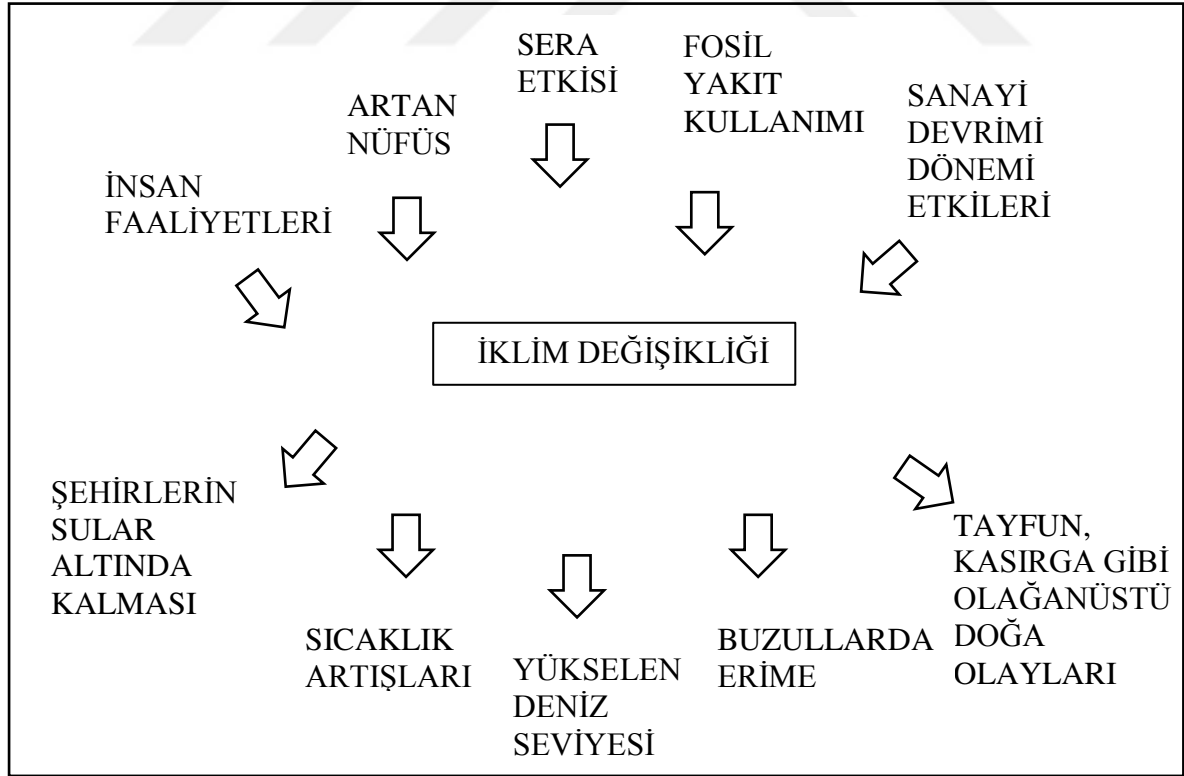
Özellikle sanayi devriminden bu yana artan sera gazının atmosferdeki artış miktarı ve atmosferde kalma süreleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1 Sera gazı birikimindeki değişim ve atmosferde kalma süreleri (REC Türkiye., 2015).

Gazlar	Sanayi Devrimi Öncesi	2005 yılı	1750-2005 Artış Yüzdesi	2011 Yılı	1750-2011 Artış	Atmosferde Kalma Süresi
CO ₂	278 ppm	379 ppm	%35	391 ppm	%40	Yüzyıllar boyu
CH ₄	715 ppb	1774 ppb	%148	1803 ppb	%150	12.4 yıl
N ₂ O	270 ppb	319 ppb	%18	324 ppb	%20	121 yıl

* ppm (milyonda bir), ppb (milyarda bir) parçacık

İklim değişikliğinin nedenleri ve sonuçları Şekil 2.2’de bir araya getirilmiştir.



Şekil 2.2. İklim değişikliğinin nedenleri ve sonuçları

2.2. İklim Değişikliğinin Küresel Boyutta Beklenen ve Gözlenen Etkileri

Bu kısımda iklim değişikliğinin gözlenen etkileri ile bir nevi değişimin kanıtı, beklenen etkileri ile de öngörülerini açıklanacaktır. Genel perspektiften baktığımızda aşağıda görülen etkileri yazmak mümkündür (daha sonra ise geniş açıklamaları yapılacaktır):

- Buzulların erimesi
- Deniz ve hava sıcaklıklarının artması
- Mercanlarda meydana gelen beyazlamalar
- Deniz seviyelerindeki yükselme
- Son zamanlar da meydana gelen hortumlar

Küresel ölçekte son zamanlarda gözlenen ya da yakın zamanlarda gözlenmesi beklenen iklim değişikliği etkileri aşağıdaki bölümde verilmiştir.

İklim değişikliğinin sonuçları sadece ekolojik değil bireysel ve ekonomik açıdan da güvenlik sorunu olarak nitelendirilmektedir. İklim değişikliğine bağlı aşırı sıcaklıklar sonucu insan ölümleri meydana gelmekte bu da güvenlik sorunu olarak ele alınmaktadır. Ayrıca IPCC'nin raporuna göre iklim değişikliğine bağlı ortaya çıkan açlık ve kıyı kesimlerindeki su baskını tehlikesi insanları etkilemektedir. Bu etki devam ederse 2100 yılında dünyanın üçte birinin çöle döneceği ve insanların susuzluk çekeceği tahmin edilmektedir. Sıcaklık artışları, kuraklıklar, seller, okyanus ısılarındaki değişim ve nüfus artışlarını etkisiyle 2025 yılında 5 milyar insan su baskısı altındaki bölgelerde yaşama tehlikesi ile karşı karşıyadır. Ayrıca 2030'da 7 milyar insanın su baskıları ile karşılaşacağına 2080 yılında ise 1.1 ile 3.2 milyar arasında insanın su kıtlığı ile karşı karşıya olacağı saptanmıştır. Bunun yanında 1.5-2.5 °C arasında bir sıcaklık artışı bitki ve hayvan türlerinin %20-30 oranı arasında yok olacağı anlamına gelmektedir. Bu yok oluşlar ve yaşam alanı kaybı gibi nedenlerle türlerin yok olması veya göç etmesi besin zincirini etkileyerek diğer türlerinde yok olmasına neden olacağı belirtilmektedir (Algan, 2008).

Küresel ısınmanın ve genellikle her etkinin ana maddesi olan sıcaklık artışlarının devam edeceğine yönelik oldukça fazla öngörü bulunmaktadır.

Karalar üzerinde daha sıcak günlerin yaşanıp daha soğuk günlerin kendini unutturacağı bilim dünyasında neredeyse kabul edilmiş bir yargıdır. İklim değişikliğinin

neden olacağı etkilerden biri ise su döngülerinde ki değişimlerdir. Yani yağış alan yerler daha çok yağış alacak, kuru olan yerler ise yağış almayarak daha kuru hale gelecektir. Buzulların erimesi sonucu deniz seviyelerinde artışlar beklenmektedir. Sadece Antarktika’da bulunan deniz üzerinde yer alan buz kısmının eriyerek çökmesi bile beklenenden çok daha büyük bir artışa neden olabileceği belirtilmektedir (ÇOB, 2008).

Deniz buzullarının bulunduğu bölgeler, bulunmadıkları bölgelere göre güneş ışığını daha fazla yansıtmaktadır. Buzulların erimesiyle kutup noktalarında yansıyan ışık miktarı azalmaktadır. Yani güneş ışıkları daha fazla emilmektedir. Dolayısıyla okyanuslarda daha fazla ısınma meydana gelmektedir. Buzullar erimeye devam eder ve ısınma giderek artmaktadır. Bu döngüye bilim adamları” kısır döngü” demektedir (URL-2, 2018).

Bu konuda bir diğer öngörü ise sıcaklık dağılışının dünyanın her yerinde aynı olmayacağı kanısıdır. Örneğin Ekvator’da sıcaklık artış oranı dünya geneline göre daha düşük olacakken kutuplarda daha fazla olacaktır. Bu ise iklim sisteminde aşırı olaylara ve köklü değişimlere neden olacaktır. Bazı bölgelerde şiddetli bir şekilde kasırga, seller ve taşkınlar görülecekken, bazı bölgeler de şiddetli kuraklık ve çölleşme görülmesi muhtemeldir (URL-3, 2015).

İklim değişikliğinin bahsedilen diğer etkileri genellikle artan sıcaklıklara bağlı olarak oluşmaktadır. Bunlardan biri deniz seviyelerindeki artıştır. Son 20 yılda buz tabakalarındaki erime hızlı bir şekilde devam etmiştir. Grönland ve Antarktika’daki buz tabakaları erimiş, Arktik deniz buzulları ve Kuzey Yarım Küre bahar kar örtüsü alansal ölçekte azalım göstermiştir. Deniz seviyelerindeki artışa baktığımızda 19.yüzyıldan itibaren günümüze olan artış, son iki bin yıllık zaman dilimindeki artıştan fazla olmuştur (Demir, 2009).

IPCC raporlarına göre, orta enlem ve kutupsal kar örtüsü, kutupsal kara ve deniz buzulları ile orta enlemlerin dağ buzulları erime göstererek alansal ve hacimsel olarak azalmıştır. Ayrıca gel-git ve deniz seviyesi ölçü kayıtlarına göre küresel ortalama deniz seviyesi, yaklaşık olarak 0.17 m yükselmiş ve okyanus sularında ısınma kaydedilmiştir (IPCC, 2001; IPCC 2007a).

IPCC 4. Değerlendirme raporu riskler bakımından analiz edildiğinde sıcaklığın artması: mahsul kaybı, su sorunlarının artması, çocuk ve yaşlılarda sıcaklığa bağlı ölümler ve daha fazla enerji ihtiyacı risklerini taşımaktadır. Ayrıca yağışların şiddetlenmesi: ekinlerin zarar görmesi, yüzey ve yeraltı sularının kalitesinin bozulması, mülk kaybı ve

tesislerin zarar görmesi ile sonuçlanmıştır. Kurak bölgelerdeki artış: toprağın bozulması, geniş alanları etkileyen su sıkıntısı, yetersiz beslenme, bulaşıcı hastalıklardaki artış, hidroelektrik enerjisinin azalması, deniz seviyelerindeki aşırı yükselme ise: sulama, içme suları ve tatlı sularda tuzlanma, boğulma ve göçe bağlı sağlık sorunları gibi sorunlara neden olmuştur (Yıldırım Coşkun, 2017).

Küresel ısınma yaban hayatını da olumsuz etkilemektedir. Özellikle hayatının bazı evrelerinde zamansal uyarılara ihtiyaç duyan kuşların göçleri, üreme mevsimleri, günlük aktiviteleri gibi hareketlerin mevsimsel kısalmalar veya yer değiştirmelerle karmaşık bir hal alabilmektedir (Erdoğan vd., 2008).

İklim değişikliğinin en çok etkilediği alanlardan bir diğeri tarımdır. Tarıma bağlı yaşayan kurak bölgelerde iklim değişikliğine bağlı kayıplar genellikle gıda sorunu ve sıcaklığa bağlı ölümler olarak karşımıza çıkmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün son raporuna göre 2005-2015 yılları arasında doğal afetlerin tarıma verdikleri zarar 96 milyon doları bulmuştur. Burada en büyük etken ise yine kuraklıktır.

İklim değişikliğinin su kaynakları üzerinde de etkide bulunacağı tartışmasız kabul edilmektedir. Hidrolojik döngü üzerindeki etkisi ile yağışlarda ve su akımlarında değişimler görülecek, hidrolojik olayların baskısı artacaktır. Bu durum su kaynaklarının kalitesinde ve ulaşılabilirliğinde sorunlara neden olacaktır. Ayrıca değişen yağış tipleri sonucu, kış aylarında yağışın daha çok yağmur olarak görülmesi ve karların erken erimesi, tarımda kullanılan kar yükünü olumsuz etkilemesi ve su sıkıntısına neden olması beklenmektedir (URL-4, 2018).

Birleşmiş Milletler 'in desteklediği ve 100'ü aşkın ülkeden 550 bilim insanının katıldığı yeni bir araştırmaya göre Amerika'da tatlı su varlığının 1950'den beri yarı yarıya azaldığını açıklamıştır. Ayrıca Avrupalıların Amerika'da yaşayan türlerin olduğu bölgeye yerleştiğinden beri türlerin oranının %31 azaldığı da raporda yer almaktadır. İklim değişikliği ve diğer etkenlerle bu azalışın 2050'ye kadar %40 oranına ulaşması beklenmektedir (URL-5, 2018).

Dünya Doğal Yaşamı Koruma Vakfı'nın yayınladığı "Isınan Dünya'da Doğal Hayat: İklim Değişikliğinin Biyoçeşitlilik Üzerindeki Etkileri" raporuna göre iklim değişikliği Akdeniz'deki canlı türlerinin sonunu getirebilir. Çünkü Akdeniz İklim değişikliğine maruz kalan öncelikli alanlar içerisinde yer almaktadır. Rapora göre Paris Anlaşması'nın 2 °C sınırlaması korunsu bile doğal ve beşeri sistemler üzerinde ısı gerilimleri meydana

gelecektir. 2 °C'nin üstüne çıkılırsa durumun daha vahim bir hal alacağı açıktır. Ayrıca rapora göre sadece Akdeniz değil, dünyanın çeşitlilik bakımından önde gelen Amazon ve Galapagos bölgelerinde ki türlerin yarı yarıya yok olması beklenmektedir (URL-6, 2018).

İklim değişikliğine bağlı ısınmalardan etkilenecek bir diğer canlı türü deniz kaplumbağalarıdır. Sıcaklık artışları bu canlıların büyüme hızlarını ve embriyodaki cinsiyet oluşumlarını etkileyebilmektedir. Fırtına vb. hızlı afetler yuvalandıkları kumsalları tahrip etmekte ve sağlıklı kalan yumurta sayılarını etkilemektedir. Ayrıca yine ısınma bazı türleri göçe zorlamaktadır. Bu göç sonucu bazı türler uyum sağlarken bazı türler bölgelerine uyum sağlayamayarak tehlikeye girmektedir (Erdoğan vd., 2008).

Araştırmalara göre iklim değişikliğinin neden olduğu olumsuz şartlar sonucu Sahra Çölü'nde bir büyüme meydana gelmiştir. Çölün üçte birini kapsayan bu büyüme iklim değişikli kaynaklı olduğu belirtilmektedir. Bu durum tarıma dayalı ekonomiyi ve Afrika insanını olumsuz etkilemektedir. Araştırmaya göre yaşanan kuraklığın arkasında yine sera gazı ve aerosoller yatmaktadır (Gömeç, 2018).

Buz örtüsünün azalarak etki edeceği bir diğer alan kış turizmdir. Alaska'nın bu konuda olumsuz etkileneceği düşünülmektedir. Burada yaşayan halkın da bu durumdan olumsuz etkilenmesinin yanında buz örtüsüne bağlı olarak yaşamlarını sürdüren canlı türleri içinde sorun oluşturmaktadır. Arktik Araştırma Komisyonu öngörülerine göre 2050 yılına kadar alan olarak %30, hacim olarak ise %40'a kadar buzul alan azalması beklenmektedir (Sağlam vd., 2008).

Dünya Meteoroloji Örgütü'nün yaptığı açıklamaya göre iklim değişikliği ile ilgilerinin genellikle kanıtlandığı doğal afetlerin en maliyetli yılı 2017 olmuştur. Ayrıca Kuzey Kutbu'nda şimdiye kadar yaşanan en sıcak yıl 2017'dir (MGM, 2018).

Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA/National Aeronautics and Space Administration) tarafından yapılan araştırmaya göre Arktik deniz buz örtüsü azalma eğilimi göstermektedir. Kuzey Kutup Dairesi'ndeki azami kış örtüsü 1979 yılından günümüze 10 yılda ortalama yüzde 2,8 oranında küçülmüştür. 2018 kış azami deniz buzu genişliğinde ise yine belirtilen küçülmeye rastlanılmıştır. NASA'nın kıdemli iklim bilimcisi Claire Parkinson'a göre ısınma daha az buzun olacağı ve daha fazla buharlaşmanın olacağına işaret etmektedir. Ayrıca daha az buzun olması da güneş ışınlarının daha az yansıtacağına ve dolayısıyla daha fazla ısınma olacağını göstermektedir (URL-7, 2018).

BM Dünya Meteoroloji Örgütü 2017 iklim raporlarına göre Kuzey Kutbu ve çevresinde rekor sıcaklıklar yaşanmaktadır. Bunun aksine kuzey yarım kürenin nüfus bakımından yoğun bölgelerinde ise dondurucu soğuklar yaşanmaktadır. Aynı araştırmaya göre 2018, 2017 gibi olaylara kaldığı yerden devam etmektedir. Avusturya ve Arjantin'i sıcak hava dalgaları, Kenya ve Somali'yi kuraklık ve Güney Afrika'yı ise su sıkıntısının vurduğu beklenmektedir. Ayrıca küresel deniz yüzeyi ısısının 2017 yılında rekor sıcaklıklardan üçüncüsüne ulaştığını ve bunun kutuplardaki buzulları eriterek Avusturalya'daki mercan kayalıklarının beyazlamasına neden olduğu da notların arasına alınabilir. Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü'nün raporuna göre sıcaklığa bağlı ölümlerde yıllar içinde artış göstermektedir (URL-7, 2018).

2018 Mart ayında iklim değişikliğine bağlı olarak meydana geldiği düşünülen Avusturalya orman yangınları ülkede büyük hasara yol açmıştır. Burada iklim değişikliğinin rolü aşırı sıcaklar ve yağış almayan bölgenin kuraklaşmasından dolayı yangınların meydana gelmiş olmasıdır. Avusturalya Yeşiller Partisi'ne göre sebep iklim değişikliğidir (URL-8, 2018).

Colombia Üniversitesi Merkezli Kentsel İklim Değişikliği Araştırma Ağı tarafından hazırlanan rapora göre dünyada 100'den fazla şehrin, ani sıcaklıklar ile karşı karşıya kalabileceğini ifade etmektedir. Çalışmaya göre 2020'lerde sıcaklık artışının en fazla yaşanacak şehirler arasında Finlandiya'dan Helsinki (2,5 °C), Kanada'dan Ottawa (2,3 °C) ve Norveç'ten Trondheim (2,3 °C) yer almaktadır (URL-9, 2018).

The Sydney Morning Herald'da Peter Hannam imzasıyla yayınlanan bir makale de Kuzey Kutup bölgesinde yaşanan olağan dışı ısınmadan bahsetmektedir. Ayrıca Kuzey Kutup Bölgesini etkisi altına alan bu sıcaklıklar ile birlikte Bering Denizi'ndeki deniz buzullarının da geri çekilmeleri izlenmektedir. Araştırmalara göre Kuzey Kutup Denizi ortalamadan daha sıcak bir kış geçirmiştir (URL-10, 2018).

Artan su seviyeleri sonucu tehlikede olan Maldiv Adaları halkı bu konuda oldukça endişe duymaktadır. Ayrıca Kivalina-Alaska, Phoenix-Arizona, Miami-Florida, Dhaka-Bangladeş, İtalya-Venedik sel altında kalma tehlikesi yaşarken, Sahra Çölü'nün güneyinde yer alan Sahel Şehirleri ise kuraklık tehlikesi ile karşı karşıya kalmış durumdadır (Talu, 2014).

Bu etkilerin genel bir durumu Tablo 2.2'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. İklim değışikliğinin sonuçları ve etkileri

İklim Değişikliğine Bağlı Sonuç	Görülen Etki
Buzulların erimesi	• Deniz seviyelerinin artması • Özellikle ada devletleri olmak üzere bazı yerleşim yerlerinin su altında kalması ve kalacak olması • Eriyen buzullar sonucu geri yansımayarak atmosferde kalan güneş ışınlarının meydana getirdiği sıcaklık
Kuraklık	• Su ve toprağın yapısı değişerek tarım ve hayvancılığın tehlikeye girmesi • Buna bağlı olarak gıda sektöründe verimin düşmesi ve tehlike
Yağış düzeninin ve tipinin değişmesi	• Ani gelişen doğa olayları • Hidrolojik yapının bozularak su sıkıntısına yol açması
Artan sıcaklıklar	• Sıcaklığa bağlı ölümler • Orman yangını sayısında artış • Bitkisel üretim dönemlerindeki hayati değişiklikler • Bulaşıcı hastalığa neden olan etkilerin artması
Yayılan Sera Gazı	• Çevre Kirliliği

2.3. İklim Değişikliği Azaltım ve Uyum Politikaları

İklim değışikliğinin durdurulabilmesi ve etkilerine karşı yaşanılabilir bir ortam için azaltım ve uyum çalışmaları oldukça büyük bir öneme sahiptir. Azaltım politikaları, iklim değışikliğinin yaşıadığımız alanda oluşturacağı olumsuz etkileri azalmaya yönelik politikaların tümüdür ve sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik politikaları içermektedir. Uyum politikası ise, doğal ya da yapay etkiler sonucu oluşan değışikliğe ve

bunların getirdiği olumsuzluklara karşı koyma ve etkilerini azaltmaya yönelik politikaları içermektedir (Bayraç ve Doğan, 2016).

2.3.1. Azaltım Politikaları

İklim değişikliğine sebep olan en büyük etken sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik bu politikalar, oldukça fazla alanı kapsamaktadır. Bu alanlar enerji verimliliği, ormansızlaşmanın önlenmesi, yenilenebilir enerji kullanımı vb. alanlardır. Bunun yanı sıra su kaynakları, ulaşım, enerji ve endüstri sektöründe yeni anlayışlar, tarım sektöründeki düzenlemeler, kuraklık risk yönetimi gibi alanlardaki politikalarda azaltım politikaları içinde incelenmektedir.

a. Enerji Verimliliği

Ekonomik ve ekolojik açıdan alınabilecek ilk önlem enerji verimliliği olarak bilinmektedir. Karbon emisyonlarının azaltılmasının en çabuk ve masrafsız yolu, bu konuda alınan önlemlerdir (URL-11, 2018).

b. Yenilenebilir Enerji

Rüzgar, dalga ve güneş enerjisi gibi alternatif enerji kaynakları, sera gazı salınımı oluşturmadıkları için fosil yakıtlardan daha temizdir. Tükenmeyecekleri için yenilenebilir enerji kaynakları ismini alır. Hükümetler bu konuda sağlıklı kararlar alarak fosil yakıtı olan ihtiyacı ve talebi azaltıp alternatif kaynaklara geçmelidirler (Howell, 2006).

Yenilenebilir enerji hakkında IPCC'nin 3. Çalışma Grubu tarafından sunulan raporda, yakıt olarak kömür yerine gazın kullanılması, nükleer enerji, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, karbon tutma ve depolama teknolojilerinin erken uygulaması gibi uygulamaların hayati bir önem taşıdığı vurgulanmıştır. Endüstri sektöründe elektrik donanımının daha verimli kullanılması, ısı ve enerjinin geri kazanımı, endüstriyel atıkların yeniden değerlendirilmesi, üretim süreçlerinin her bir aşamasında özel teknolojik yöntemlerin kullanılması gibi emisyon azaltımına yönelik hareketler önerilmiştir. Ayrıca çalışmaya göre, fosil yakıtların caydırıcı olması amacıyla yeni vergiler ve karbon miktarına göre bedeller içeren uygulamalar oluşturulmalı, yenilenebilir enerji kaynağı kullanan devletler ise bu vergiden muaf tutulmalıdır. Ulaşım sektöründe ise toplu taşımalar

yaygınlaştırılmalı, bisiklet yolları inşa edilmeli, ve araç alımlarında yeni vergiler koyulmalıdır. Ulaşım sektöründe biyoenerjiye teşvikler sağlanmalıdır. Ayrıca hükümetlerin geliştirmekte olan ülkelere teknoloji transferi yapılması gerektiği de belirtilmiştir. Karbon tutma ve depolama teknolojileri yaygınlaştırılmalıdır (Özdemir, 2007).

c. Su Kaynakları

İklim değişikliğinden etkilenen bir diğer alan su kaynakları ve hidrolojik dögüdür. Bu konuda su tasarrufu ve kullanılmış suyun yeniden kullanılması çalışmaları, şehir şebekesinde kayıp ve kaçaklar konusunda alınan tedbirler, sulama suyu tasarrufu konusunda çalışmalar su kaynaklarının verimliliği için önemli adımlardandır (Özçelik ve Barut, 2017).

d. Ormansızlaşmanın Önlenmesi

İnsan kaynaklı sera gazı emisyonlarının bir kısmı başta ormansızlaşma olmak üzere arazi kullanımındaki değişimlerden kaynaklanmaktadır. Bütün olumlu iklim senaryolarının inanişına göre, ormanların kaybının ve azalmasını önlemek ve tersine hareket etmek oldukça büyük bir önem taşımaktadır (URL-11, 2018).

Yutak olarak tanımlanan karbon yakalama ve tutma özelliği olan ormanların, sulak alanların, deniz ve kıyı ekosistemlerinin mevcut durumlarının korunması ve iyileştirilmesi gerekmektedir (Bayraç ve Doğan, 2016).

2.3.2. Uyum Politikaları

İklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarının en aza indirilmesi için bilerek veya bilmeyerek yapılan çalışmaların tümüdür (Kadioğlu, 2008). İklim değişikliğine dayanıklı ekosistemlerin etkin bir biçimde oluşturulması, su, biyolojik kaynaklar ve arazilerin yönetilmesi ve korunmasına odaklıdır. Alınan bazı uyum politikalarına (URL-11, 2018);

- Okyanusların, karalara yapacağı olası bir baskıyı durdurmak için yapılacak devasa duvarlar,
- Isıya ve susuzluğa dayalı ekinler,

- Sıcak dalgalara dayanıklı soğuk odalar,
- Susuzluğa karşı binlerce depoluk su kaynakları gibi örnekler verilebilir.

Daha birçok sera gazı azaltımı için yapılan çalışmalar azaltım politikaları başlığında yer almaktadır. Olumsuz etkilerin önüne geçilememesi ile oluşacak sonuçların en aza indirilmesi ise uyum faaliyetlerini kapsamaktadır. Bu bağlamda Türkiye iki konuda çok sayıda ulusal strateji, plan ve program geliştirmiştir. Özellikle enerji, tarım, ormancılık, ulaştırma, sanayi ve atık sektörlerinde politika ve önlemler ortaya koymuştur. Bu önlemler kısaca aşağıdaki şekilde ele alınabilir (Bayraç ve Doğan, 2016; Dellal vd., 2015).

- Arazi Topplulaştırılması: Verimliliğin artırılması ve enerji kullanımında azaltma için alınmış bir önlemdir.

- İyi Tarım Uygulamaları: Tarımda sürdürülebilirlik ve güvenilebilirlik, doğal kaynakların korunması ve çevre, insan ve hayvanlara zarar vermeden tarımın sürdürülebilmesidir.

- Organik Tarım Faaliyetleri: Toprak ve genetik kaynak erozyonunu önlemek, toprak verimliliğini ekolojik koşulları dikkate alarak doğal yollarla artırmak, su miktarını ve kalitesini korumak, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak ve enerji tasarrufunu temele alan tarım faaliyetleridir.

- Su Tasarrufu Sağlayan Modern Sulama Yöntemleri: Tarla içinde sulama yöntemlerinin kapalı ve basınçlı sistemlere dönüştürülmesi sonucu su kaybını önleme çalışmalarıdır.

- Kuraklık Yönetimi: Özellikle ülkemizin risk altında olduğu kuraklık sorununu azaltmaya yönelik Türkiye’de 81 ilde Kuraklık İl Kriz Merkezleri kurulmuştur. Ayrıca tarımsal kuraklık ve eylem planları da oluşturularak yürürlüğe koyulmuştur.

- Tarımda Sigorta Uygulamaları: Giderek artan dolu, sel, hortum, kasırga gibi afetlerden kaynaklanan risklerin tazmini ile tarımda devamlılık amaçlanmıştır.

- Tarımsal Ar-Ge Çalışmaları: Tarımsal Araştırma ve Politika Genel Müdürlüğü’ne bağlı bazı merkezleri bulunan çalışma, tarımda enerji kullanımının azaltılması, kuraklığa dayalı bitkilerin yetiştirilmesi, kurak dönemlerde kısıtlı sulama konusunda yöntemler, toprakta karbon tutulmasını sağlama gibi birçok amacı vardır.

3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE TÜRKİYE

Bu bölümde Türkiye'nin iklim değişikliği ile ilgisi ve mücadelesini anlayabilmek adına gerekli çalışmalar taranmıştır. Bu yapıyı anlayabilmek için öncelikle Türkiye'nin iklim yapısını bilmek, en riskli bölgelerini tanımlamak, gözle görülebilen ya da görülebilme ihtimali olan değişimleri belirtmek ve bunların yanında iklim değişikliği bilincini anlamak için uluslararası protokol ve anlaşmalarda Türkiye'nin tutumunu incelemek amaçlanmıştır. Ayrıca Türkiye'nin iklim değişikliğine olumlu ve olumsuz katkıları irdelenmiştir.

3.1. Türkiye'nin İklim Yapısı

Belirli bir bölgede hâkim olan iklimi etkileyen başlıca elemanların en önemlileri matematik konum, yer şekilleri, denize göre konum vb. şeklindedir. Türkiye'nin bulunduğu matematik konumu itibarıyla ılıman kuşak ile subtropikal (tropikal ve astropikal kuşağa komşu olan ve genellikle her iki yarım kürede 36 ve 44 paralelleri arasında yer alan ancak bazen daha üst paralellerde de görülen iklim bölgeleri) kuşak arasında yer almaktadır. Türkiye üç tarafının denizlerle çevrili olması, yeryüzü şekillerinin çeşitlilik göstermesi ve dağların uzanışı gibi etkilerin neden olduğu farklı iklim tiplerini yaşamaktadır. Kıyı bölgelerde denizlerin etkisiyle daha ılımlı iklim özellikleri yaşanırken Kuzey Anadolu dağları ve Toros dağları deniz etkilerinin iç kısımlara girmesini engellediği için iç kesimlerde karasal iklim özellikleri görülmektedir. Dünya ölçüsünde yapılan iklim tanımlamalarında kullanılan ölçütler esas alınarak ülkemizde karasal iklim, Akdeniz iklimi, Marmara iklimi ve Karadeniz iklim tipleri tanımlanmıştır (Atalay, 1997).

Bu iklim tiplerinden yola çıkarak görülen özellikleri kısaca sıralayacak olursak Akdeniz ikliminde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve bol yağışlı geçmektedir. Güney Marmara, kıyı Ege ve Akdeniz bölgelerinde bu iklim hâkimiyetini sürdürmektedir. Karadeniz iklimi yağışlı, ılıman bir iklimdir. Yaz ayları serin kış ayları ılık geçmektedir. Yağmur en çok sonbaharda görülmektedir. Doğu Karadeniz bölümü ülkenin en yağmurlu yöresidir. Ormanlık alan dağılımına bakarsak en büyük alana bu iklimi yaşayan bölgelerin sahip olduğu görülmektedir. Karasal (kara) iklimde ise yazlar sıcak ve kurak, kışları soğuk

ve kar yağışlı geçmektedir. Yağış en çok ilkbaharda yağmur olarak görülmektedir. İç Anadolu’da az yağışlı, kış ayları soğuk, yaz ayları sıcak bir kara iklimi vardır. Kış aylarının çok sert ve uzun geçtiği kara iklimi Doğu Anadolu’da yaşanmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ise yazları çok sıcak geçen bir kara iklimi bulunmaktadır. Yağışları azdır. Yıllık ortalama sıcaklık dağılımları incelendiğinde (normal şartlarda) yaz aylarında en sıcak yerlerin Güneydoğu Anadolu, kış aylarında en sıcak yerin ise Akdeniz olduğu görülmektedir. Ayrıca özel değerlendirme yapılacak olursa kış aylarında iç ve doğu kesimler kuzeyden gelen hava kütlelerinin etkisiyle çok soğumaktadır. Kuzey kıyılara gidildikçe bu sıcaklıklar azalmaktadır. Fakat Doğu Karadeniz’de föhn rüzgârlarının etkisi ve Gürcistan’daki Kafkas dağlarının Sibiry’a’dan gelen soğuk havanın önünde adeta set şeklinde durmasıyla kış sıcaklığının Marmara’dan daha yüksek olmasına neden olmaktadır. Yaz aylarına bakacak olursak Güneydoğu Anadolu bulunduğu enleminin yanı sıra Afrika’dan gelen çöl rüzgârıyla kavurucu sıcak ile karşı karşıya gelmektedir. Kıyı kesimlerinde ise nemlilik sayesinde aşırı sıcaklar olmamaktadır (Şensoy vd., 2013).

Bahsedilen iklim tipleri ve sıcaklık özellikleri, normal şartlar da olması gereken ve değişimden önce yaşanan iklim özelliklerinin kısa bir çerçevesidir. İlerleyen bölümlerde Türkiye’nin son yıllarda sıcaklık artışları, yağış durumları gibi olguları güncel verilerle incelenecektir.

3.2. Türkiye’nin İklim Değişikliğinden En Fazla Etkilenecek Özel Bölgeleri

İklim değişikliği ile ilgili çalışmaların özellikle ABD üzerine yoğunlaştığını ve okyanusların vurabileceği ada ve kıyı kesimlerden bahsedildiğini görmek mümkündür. Bu boyutta bakıldığında Türkiye üzerindeki etkilerini görmek zorlaşmaktadır. Bu başlık altında iklim değişikliğinden etkilenmesi beklenen özel bölgelerden bahsedilmektedir.

Öncelikle genel bir çerçeve ile bahsedecek olursak meydana gelmesi beklenen ağır doğa olaylarının getireceği etkiler beklenilen kadar sert olursa başta İstanbul olmak üzere kıyı şehirlerimizin çoğu kısmen ya da tamamen haritadan silinebilir. Adana’nın güneyinin büyük bir kısmı, Antalya’nın güney şeridi, İzmir, Aydın, Muğla’nın kıyı şeridinin önemli bir kısmı, Samsun’un doğusu ve Ordu’nun batısında ki kıyılar, Edirne ve Tekirdağ’ın güneyi ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’nin kuzey burnunun neredeyse tamamı yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalabilir (Bakırcı, 2018).

İstanbul'un konumundan sonra iklim değışikliğınden etkilenebileceğı diğeri alan ise yoğun nüfusedir. Uzmanlar bu nüfusun 2023 yılında 17 milyona ulaşabileceğı tahmin etmektedirler. Hem nüfus olarak hem de bulunduğu konum olarak Türkiye için önemli olan illerden bir tanesi de Ankara'dır. Ankara iklim özelliklerine bakılınca yaz aylarında sıcak ve kurak, kış aylarında soğuk ve karlıdır. Türkiye'nin orta kısmındaki yüksek düzlükte bulunan Ankara iklimin de görülecek elverişsiz şartlar, yine Türkiye'yi olumsuz etkileyecektir. Bir diğeri il olan Konya'ya bakacak olursak Konya, Türkiye'nin buğday ambarı olarak bilinmektedir. Burada önemli tahıl ve diğeri mahsuller yetiştirilmektedir. İklimi ise yarı kuraktır. Zaten var olan yağış bile burada ülke için önemli olan tarımın yapılmasına elverişsizdir. Bunun sebep olduğu en önemli olumsuzluk çiftçilerin izinsiz kuyular açarak tarıma devam etmesi, bunun ise yeraltı sularını olumsuz etkilemesidir. Var olan yağış bile eksik kalırken gelecek yıllarda yağışın azalması ve Konya kapalı havzasında ki su potansiyelinde beklenen ciddi düşüşler yine Türkiye adına olumsuz bir olay olacaktır. Antalya bulunduğu konumun yanında turizm ve tarım alanlarında da iklim değışikliğınden etkilenmesi beklenen bir başka ilimizdir. Türkiye İstatistikler Kurumu (TÜİK) verilerine göre Antalya sebze üretimi için Türkiye'de büyük bir alana sahiptir. Kış ayları serin ve yağışlı, yaz ayları sıcak ve kuru iklime sahip olan Antalya kaliteli meyve ve sebze üretimi için elverişli bir yapı özelliğı taşımaktadır. Burada sıcaklığın artması ve yağışın azalması öngörülerini, önemini negatif yönde etkilemektedir. Ayrıca sahil turizmi ve kültürel turizmi bir arada sunan Antalya turizm açısından da önemli bir yere sahiptir. Sıcaklığın artma öngörüsünü turizm açısından yorumlamak gerekirse yaz turizmini olumlu etkilemese de olumsuz da etkilemeyeceğini, ama kış turizminde kar örtüsünü azaltarak olumsuz etkileyeceğini söylemek mümkündür. Yaz turizminde gücünü kaybetmesi beklenmeyen bu il gelecek turist sayısı artışı yaşarsa su sıkıntısı yaşayabileceğı yine yapılan yorumlar arasındadır. Ayrıca uzun vadede eğer eriyen buzullar öngörülen kadar deniz sularında artışa neden olursa Antalya'nın bundan etkilenme olasılığı oldukça yüksektir. İzmir ve komşusu olan Aydın ve Manisa yine Türkiye'nin meyve üretiminde, tek başına İzmir ise sebze üretiminde oldukça önemli bir yere sahiptir. Yazları kurak ve sıcak, kışları sıcak ve yağışlı olan Akdeniz iklimi özelliklerini taşıyan bu bölgeler üzüm, zeytin ve incir gibi ürünler için oldukça elverişli bir iklime sahiptir. İleride beklenen yağış azalmasından çok fazla etkilenmeleri beklenmese de sıcaklık artışından meyve üretiminin olumsuz etkilenmesi beklenmektedir. Akdeniz ikliminin hâkim olduğu bir diğeri ilimiz olan

Muğla nemli hava ve bol yağış sayesinde oldukça büyük bir orman alanına sahiptir. Sıcaklık artışları burada orman yangınlarına sebep olmakta ve bu yüzden zaman zaman kayıplar yaşanmaktadır. Olası bir sıcaklık artışlarının, yine orman kayıplarına neden olması beklenmektedir ki bu da iklim değişikliği ile mücadele etmede oldukça olumsuz bir sonuçtur. Yeni orman alanlarına ihtiyaç varken elimizde olanı kaybetmek ve iklim değişikliği bilincini yaşamadığımızdan ötürü orman alanlarını genişletmemek iklim değişikliği sürecini hızlandıracak faktörlerden bir tanesidir. Olayın enerji boyutuna baktığımızda ise değineceğimiz iller Türkiye'nin en çok rüzgâr enerjisi potansiyeline ev sahipliği yapan Balıkesir ve çevre illeridir. Bu enerjide, adından da anlaşılacağı gibi rüzgârın hızı önemli bir rol oynamaktadır. Bu hızda meydana gelebilecek %10'luk artış, ürettiği enerji için %30'luk bir artışa denk geleceği uzmanlar tarafından belirtilmektedir. Buna bağlı olarak iklim değişikliğinin getireceği tahminlere bakacak olursak Balıkesir'de rüzgâr artışlarında bir artış olabileceği söylenebilir. Rüzgâr enerjisinin yanında hidroelektrik enerjisinden bahsedecek olursak Türkiye bu konuda da büyük bir potansiyele sahip Fırat Nehri üzerinde olduğu için bir öneme sahiptir. Türkiye'nin en büyük, dünyanın ise büyük barajları arasında yer alan Atatürk Barajı Şanlıurfa'da bulunmaktadır. Birecik ve Karkamış gibi iki önemli baraja daha ev sahipliği yapan Şanlıurfa hidroelektrik bakımından en yüksek kurulu güce sahip şehir konumuna geçmektedir. Öngörülen yağış düşüşleri Fırat Nehri'nin kaynağında düşüşe neden olacağı için bu ilde üretilen hidroelektrik enerjisinin olumsuz etkileneceği beklenmektedir (Şen, 2013).

İklim değişikliği etkileri için önemli bir bölge olan Akdeniz Havzası'ndan bahsetmek gerekmektedir. İklim bilimci Ömer Lütfü Şen URL-12'de (2018) bir gazete yazısında bu konu ile ilgili bize çok önemli bilgiler vermektedir. Bu yazıda Akdeniz havzasındaki yağışların azalacağını ve bu konuda belirsizlik olmadığı belirtmektedir. Bu sözler ise Akdeniz Havzası'nın içinde bulunduğu tehlikeyi anlatmaktadır. Şen'e göre bu konuda belirsizlik yaşanmamasının nedeni ise havzanın çöl iklimine neden olan tropikler altı yüksek basıncının etkisinde olup o alana çok yakın bir yerde bulunmasıdır. Sıcaklıkların artması durumunda tropikler altı yüksek basınç sisteminde meydana gelecek kaymalar, Türkiye'nin güney kıyılarını ve Ege kıyılarını etkisi altına alarak yağışların azalmasına neden olması beklenmektedir. Sonuç olarak zaten senaryolar incelendiğinde Türkiye'nin yağış oranında öngörülen azalmaların bu havza için bir tehdit oluşturduğu açıkça görülmektedir. Gelecek projeksiyonlar incelendiğinde Türkiye'nin de içinde

bulunduğu özel bölge olan Akdeniz Havzasında öngörülen 2 °C bir sıcaklık artışı bile yaşansa ciddi zararlar göreceği yönünde kanıya ulaşmak mümkündür. Aşırı sıcak hava dalgaları, tarımsal üretimde ve verimlilikte kayıplar, kuraklıklar, biyoçeşitlilikte azalma, orman yangınlarının yoğunluğu ve şiddetinde artış ve bunların getireceği bütün doğal afetler bu bölgede kendini göstereceği öngörüler arasındadır (TÜSİAD, 2016).

İklim değişikliğinin getirdiği koşullardan etkilenmesi beklenen bir diğer bölge Fırat- Dicle Havzası'dır. Yapılan modelleme çalışmasına göre bu havzada sıcaklık artışları ve yağış azalmaları yaşanacaktır (Bozkurt ve Şen, 2013a). Bu koşulların havzada bulunan barajları etkilemesi beklenmektedir. Barajlar, hem tarımsal sulama ihtiyacını hem de elektrik enerjisi talebini karşılamak için önemli yapılardır. Bu yapıların mevcut düzenlerini koruması için üzerinde bulundukları havzaların belirli oranlarda yağışlar alması gerekmektedir. İklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklıklar, meydana gelen buharlaşma ve yağış rejimindeki düzensizlikler barajların potansiyellerini etkilemektedir. İklim değişikliğinden etkilenmesi beklenen Fırat-Dicle Havzası'nda meydana gelecek sıcaklık artışları ve yağış azalmalarının Keban Barajı'nı olumsuz etkilemesi beklenmektedir (Aydın vd., 2015).

Buradan yola çıkarak, Türkiye'nin dört mevsim yaşamasından dolayı tarım ürünlerinde olan çeşitlilik, coğrafi konumundan dolayı sahip olduğu baraj ve tarihi miraslar, bunların yanında hidroelektrik ve rüzgâr enerjisi açısından sahip olduğu potansiyeller yüksek olduğu için, bölüm bölüm incelendiğinde birçok kayıp yaşayabilir olmasıdır. İklim değişikliğinin beklenen ve yaşamı adeta felç edecek etkilerinin yaşanması için uzmanlara göre henüz zamanı olsa da önüne geçilemeyen ısınma sonucu bu bölümde bahsedilen olası kayıplar ve öngörüler oldukça önemlidir.

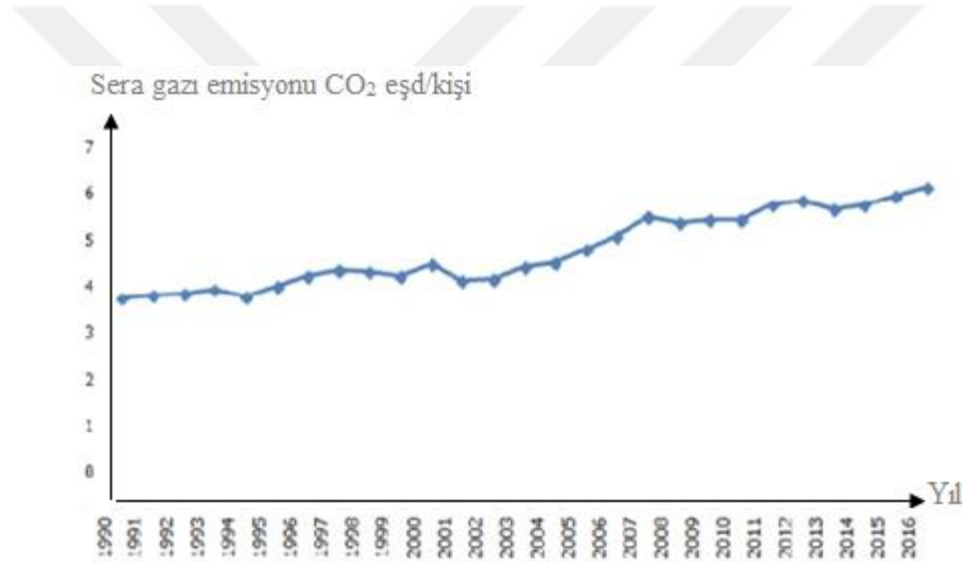
3.3. Türkiye'nin İklim Değişikliği Üzerindeki Etkileri

İklim değişikliği sadece bulunduğumuz coğrafyayı değil gelişmiş, gelişmemiş ve gelişmekte olan bütün ülkeleri derinden etkilemektedir. Bu yüzden bu bilinci her ülkenin ayrı ayrı kazanması gerekmektedir. Bunun için dünya üzerinde birçok bilinçlendirme çalışması yapılmaktadır. Bu çalışmalardan gerekli bölümlerde bahsedilecektir.

Bu bölümde ise Türkiye'nin çevre ve ekosistem adına olumlu-olumsuz etkileri üzerinde durulacaktır. Bunun için ilk adım Türkiye'nin sera gazı istatistiklerine bakılarak

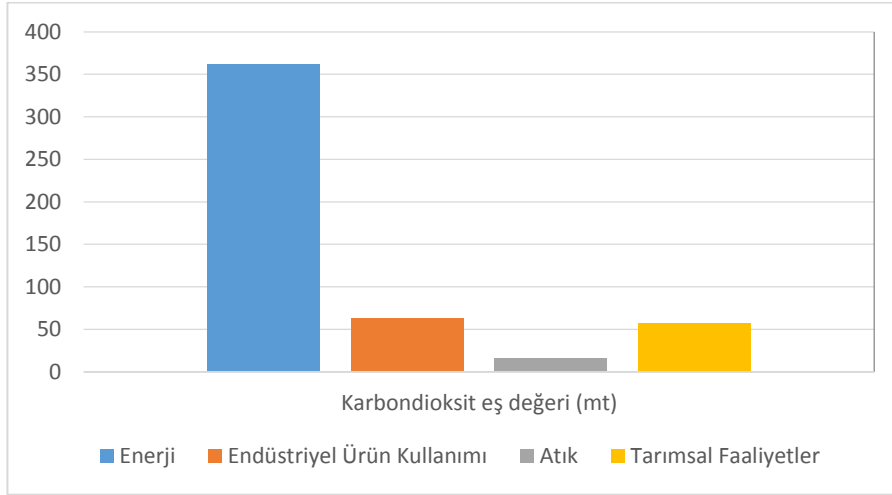
ısınmanın en büyük nedeni olan sera gazı salınımı üzerindeki payına bakmak ve yorumlamak olacaktır.

Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2018 Nisan ayında yayınladığı “ Sera Gazı Emisyon İstatistikleri (2016) ” raporuna göre toplam sera gazı emisyonu CO₂ eşdeğeri olarak 491,1 milyon ton (mt) olarak hesaplanmıştır. Burada en büyük pay %72,8 ile enerji kaynaklı emisyonlar alırken, %12,6 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, , %11,4 ile tarımsal faaliyetler ve %3,3 ile atık takip etmiş durumdadır. Ayrıca rapora bakılacak olursak kişi başı sera gazı emisyonlarının arttığını da görebiliriz. Kişi başı sera gazı emisyonu Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Kişi başı sera gazı emisyonu (TÜİK, 2018).

Rapora göre sera gazı emisyonu CO₂ eşdeğeri 2016 yılında toplam 496,1 milyon ton (Mt) olmak üzere 1990 yılına göre değişimi %135,4 olarak görülmektedir. Şekil 3.2 incelendiğinde sektörlere göre sera gazı emisyon dağılımı görülmektedir.



Şekil 3.2. Sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları (TÜİK, 2018).

Türkiye sahip olduğu doğal güzellikler ve konumu bakımından birçok sektörle iç içedir. Bu nedenle sera gazı bakımından olumsuz yönlü bir duruma sahiptir. CO₂ odaklı sera gazı yayılımına bakacak olursak 1990 yılından itibaren en büyük artışı elektrik üretimi için yakılan fosil yakıt kullanımından kaynaklanmaktadır. Bir başka kategori, ulaştırma ve sanayi alanlarındaki elektrik kullanımıdır. Ulaşım da ise en büyük artış payı karayolu ulaşımına ayrılmakta olup demiryolu kullanımına bağlı emisyonlarda azalış bulunmaktadır. Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı kaynaklı emisyonu baktığımızda ise burada en büyük artış mineral ürünlerin üretimi kaynaklı CO₂ emisyonları almış, onu takiben ise metal ürünleri üretimi bulunmaktadır. Bu sektörde yine önemli bir payı çimento sektöründe ki artış oluşturmaktadır. Verilen bu artışlar 1990-2014 referans dönemlerine aittir (TÜSİAD, 2016).

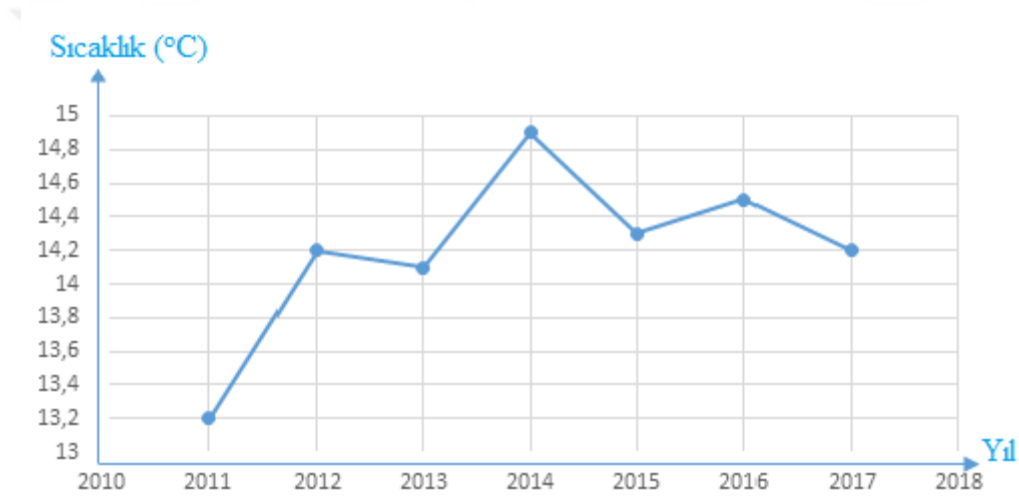
3.4. İklim Değişikliğinin Türkiye’de Gözlenen ve Gözlenebilmesi Öngörülen Etkileri

İklim değişikliğinin boyutunun en iyi şekilde anlaşılabilmesi için ülkelerin sıcaklık dağılımlarına, yaşadığı doğal afetlere ve doğa olayları vb. olaylardaki istatistik ve değişimlerine bakmak gerekecektir. Bu bölümde Türkiye için bu olayların incelenmesi yapılacaktır. Ayrıca uzmanların öngörülleri de özellikle bilinç ve iklim değişikliğine uyum açısından önemli bir yer kaplamaktadır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün her yıl ocak ya da şubat ayında yayınlamış olduğu iklim raporları bu konuda bize fazlasıyla bilgi vermektedir (MGM, 2013; MGM,

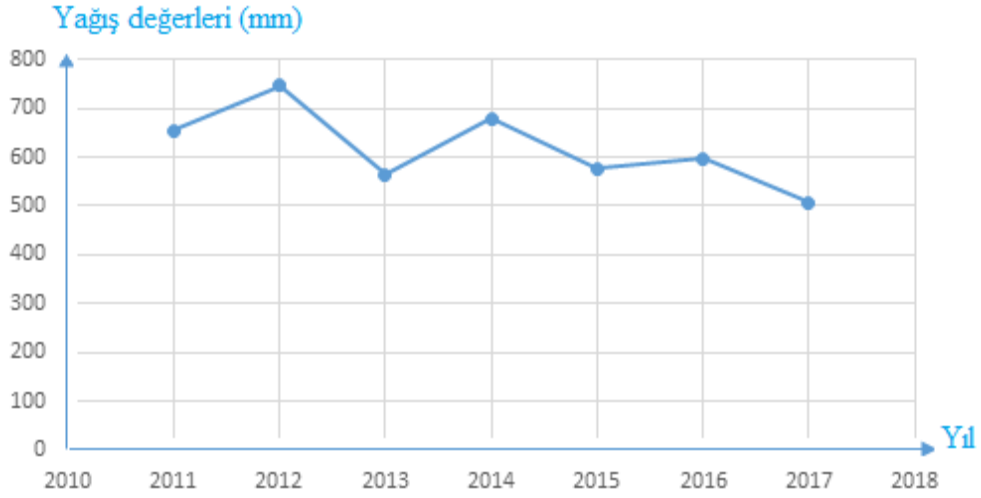
2014; MGM, 2015; MGM, 2016; MGM, 2017; MGM, 2018). Buradan alınan verilerle Şekil 3.3, Şekil 3.4 ve Şekil 3.5 elde edilmektedir.

Şekil 3.3'e ek olarak 1971-2000 yılları arasında ortalama sıcaklık 13,2°C, 1981-2010 sıcaklık ortalaması 13,5 °C ve 1961-1990 okyanus ve karaların ortalama sıcaklığı 14,0 °C, 20.yüzyıl okyanus ve karaların sıcaklığı ise 13,9 °C bilgilerini vermekte mümkündür. Bu veriler ve iklim bilimci görüşleri doğrultusunda Türkiye'nin sıcaklık dağılımlarında bir artış olduğu söylenebilir. Yayınlanan son rapor doğrultusunda 2017 yılının son 30 yıllık verilere göre en sıcak 9.yıl olduğunu söylenebilir.



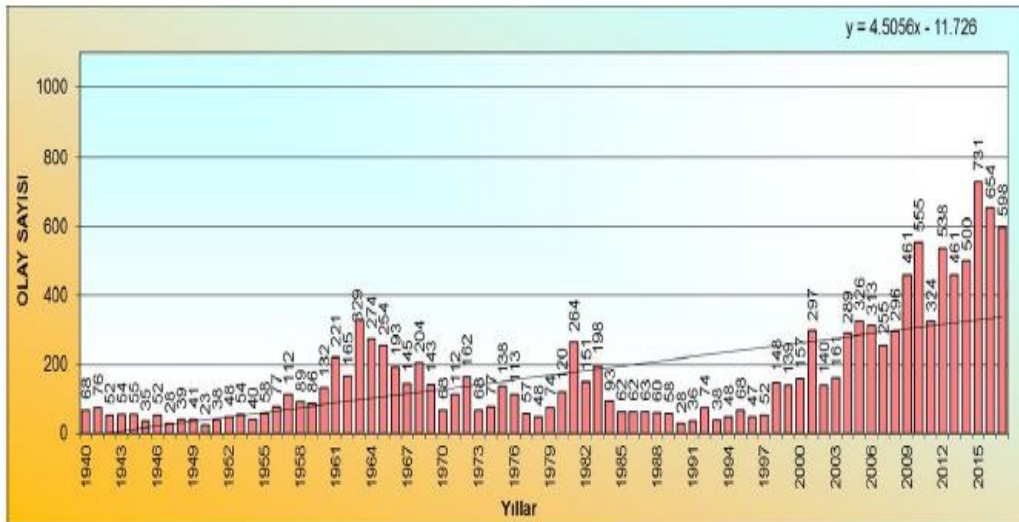
Şekil 3.3. Türkiye yıllık ortalama sıcaklıkları (MGM, 2018).

Sıcaklık değerlerini tek başına yorumlamak olayı algılamak açısından yeterli olmayabilir. Bu yüzden ortalama yağış değerleri ve gelişen ekstrem olayların sayılarına da bakılması gerekmektedir. Şekil 3.4'de görüldüğü gibi ortalama yağış değerleri bazı yıllarda artış, bazı yıllarda ise azalış göstermektedir. Özellikle son iklim raporu incelendiğinde 2017 yılında azalan yağışların bölgesel kuraklıklara neden olduğu söylenebilir. Bu bilgilere ek olarak 1961-1990 yağış normallerinin 1033 mm, 1981-2010 yağış normallerinin 646 mm ve uzun yıllar yağış normallerinin ise 646mm olduğu bilgisi verilebilir.



Şekil 3.4. Türkiye ortalama yağış değerleri (MGM, 2018).

İklim değişikliği açısından bir diğer önemli nokta olan olağanüstü olay sayıları dağılımları Şekil 3.5’de verilmiştir. Özellikle en sıcak yıl olan 2017 yılında 1313 ekstrem olay görülerek rekor sayıya ulaşılmıştır. Genel olarak bu olaylarda yüzde olarak dolu, fırtına, şiddetli yağış ve sel gibi olaylar başı tutsa da 2016 yılında %43 gibi yüksek bir oranla sıcak hava dalgası en geniş dilime sahip olmuştur.



Şekil 3.5. Meteoroloji kaynaklı olağanüstü olay sayısı toplamı (MGM, 2016).

Sıcaklık artışından etkilenen ve buna bağılı göçler meydana getiren tek canlı türü insanlar değildir. Çoğunlukla nedeni okyanuslardaki aşırı ısınma olayına bağlanan birçok canlı türü yaşamını sürdürdüğü ortamından göç etmeye başlamıştır. Türkiye bulunduğı özel konumu nedeniyle önemli bir deniz profiline sahiptir. Bu yüzden bahsedilen durum Türkiye içinde geçerlidir. TÜDAV kuruluşunun 20.Yılında yayınladığı raporu ile bu konuya dikkatleri çekmektedir. Rapor, özellikle Marmara Denizi'ni korumak için acil eylem planı yapmakla beraber, Türkiye denizlerini için iklim değişikliğinin birkaç boyutundan bahsetmektedir. Özellikle Akdeniz'den Karadeniz'e göç etmekte olan farklı türler yüzünden, raporda kullanılan deyim ile Karadeniz Akdenizleşmiştir. Halen devam etmekte olan bu olay ise ekosistemi olumsuz gelecekte olumsuz etkileyecektir. Raporda türlerin olmaması gereken bu göçü ise yüksek oranda iklim değişikliğine bağılı ısınmaya bağlanmıştır. Raporun sahibi TÜDAV yaptığı diğeri bir araştırma ile Akdeniz'de barınan taş mercan kolonilerinin sıcaklığa bağılı olarak sararmaya başladığını tespit etmiştir. Türkiye bulunduğı konumu itibariyle sahip olduğu denizlerin sorumluluğunu taşımaktadır. Çünkü denizler iklim değişikliği ile savaşta önemli bir yere sahiptir. Kirlenme ve değişim sonucu artması beklenen su seviyelerinin de yanında biyolojik çeşitliliğin azalması ve denizlerin gıda ve ticaret bakımından kullanılıyor olması da Türkiye için tehlike arz edecek olgular arasındadır (TÜDAV, 2017).

4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN HUKUKİ BOYUTU

4.1. Uluslararası İklim Değişikliği Çalışmaları ve Türkiye'nin Tutumu

Bu bölümde iklim değişikliği ile ilgili hukuki düzenlemelere bakılmaya çalışılmıştır.

Sanayi devrimi sonrasında atmosfere yayılan sera gazları varlığını daha çok hissettirmeye başlamıştır. Çevre kirliliği ile beraber akla çevreye verilen zararlar gelmiştir. Çevrenin kirlenmesi beraberinde iklim değişikliği zararlarının kalıcı olabileceği düşüncesini getirmiştir. Bu kavramın varlığının hissedilmesinden sonra bireysel olarak çevreyi koruma bilincinin kazanılmasıyla beraber olayın hukuki gereksinimi de doğmuştur. Çünkü olayın, yavaş yavaş gelişmiş olup sonuçlarının da yavaş yavaş ortaya çıkacağı ortak kanıdır. Bu yüzden uluslararası boyutta görüşmelere başlanmıştır.

Küresel ısınmayla ilgili ilk hukuksal teşebbüs Birleşmiş Milletler (BM) himayesinde Stokholm'de (İsveç) gerçekleşen “İnsan ve Çevre Konferansı” olmuştur. 1972 yılında gerçekleşen bu konferansa Türkiye dâhil 113 ülke katılım göstermiştir. Bu konferansı takiben aynı yıl BM Çevre programı (UN Environment Programme, UNEP) kurulmuştur (Kıvılcım, 2013).

Her ne kadar ilk teşebbüs 1972 yılında bir konferansla gerçekleşmiş olsa da bilim dünyası için uluslararası ilk ciddi adım 1979 yılında Dünya Sağlık Örgütü tarafından gerçekleştirilen 1.Dünya İklim Konferansı olarak görülmektedir. 1970'li yılların ortalarında insan faaliyetlerinin küresel iklim sistemine zarar vereceği sinyallerine rastlanmıştır. Bunun sonucunda gerçekleşen konferansta asıl konu, ana enerji kaynağı fosil yakıtların kullanımının devamı sonucunda atmosferde biriken CO₂ birikimin artacağı ve bunun da iklim sisteminde büyük olumsuz sonuçlar doğuracağı vurgulanmıştır (REC Türkiye, 2008).

1985 ve 1987 yıllarında olmak üzere iki ayrı toplantı şeklinde Villach'da (Avusturya) düzenlenen Villach İklim Değişikliği Konferansı, ilk kez iklim değişikliği politikalarında siyasal seçeneklerin geliştirilmesine yönelik çalışmalara ev sahipliği yapması bakımından önem arz etmektedir. 1985 yılında olan konferans ise “Karbondioksit ve Öteki Sera Gazlarının İklim Değişimleri Üzerindeki Rolünü ve Etkilerini Değerlendirme Uluslararası Konferansı” başlığı ile dikkat çekmiştir (Kıvılcım, 2013).

Geçmişte iklim değişikliği anlamında bir diğer tartışılan konu ozon tabakasını incelten gazlar hakkındadır. Bu konuda ilk görüşmeler 1976 yılında BM Çevre Programı'nda

yapılmıştır. Daha sonra periyodik takip için Ozon Tabakası Koordinasyon Komitesi kurulmuştur. Hükümetler arası ilk temas 1981 yılında başlamış, 1985 yılında “Ozon Tabakasının Korunması İçin Viyana Sözleşmesi” imzalanarak yasallaştırılmıştır. Fakat her ne kadar yasal olsa da yasal yükümlülüğü ve bağlayıcılığı bulunmamaktadır. Sözleşmenin genel çerçevesi ozon tabakasını bozan maddelere karşı korunma, ozon tabakasındaki incelmeyi gözlemlleme ve bilgi paylaşımı olmuştur. Bağlayıcılığı olmayan bu sözleşmenin protokol haline getirilerek, ozon tabakasını incelten maddelerin kullanımı ve üretimi kontrol altına almayı sağlayabilmek için çalışmalar başlamıştır. 1987 yılının Eylül ayında bahsedilen protokol “Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Montreal Protokolü” başlığı ile kabul edilmiştir. Bu protokol periyodik olarak yapılan teknolojik ve bilimsel değerlendirmeleri temel alarak azaltım takvimlerini düzenleyici şekilde oluşturulmuştur. Söz konusu protokole ait azaltım takvimi takibi için 1990 yılında Londra’da, 1992 yılında Kopenhag’da, 1995 yılında Viyana’da, 1997 yılında Montreal’de, 1999 yılında Pekin’de ve 2007 yılında tekrar Montreal’de görüşmeler düzenlenmiştir. Sürekli takip altında bulunması nedeniyle zaman zaman yeni madde eklemeleri olmuştur. Bahsi geçen bu protokol oldukça başarılı bir protokol olarak anılmaktadır. 196 ülke taraf olmuştur. Türkiye, 19 Aralık 1991 yılında bu protokole taraf olmuş ve uygulamada en başarılı ülkeler arasında gösterilmiştir. 2008 yılında ise Resmi Gazete’de yönetmeliği yayınlamıştır (ÇOB, 2013).

Devam eden müzakerelere 1988 yılında Toronto şehrinde meydana gelen “Değişen Atmosfer Toronto Konferansı” eklenmiştir. Burada BM, iklimin korunması kararı almıştır. Ayrıca 2005 yılına kadar emisyonların %20 azaltılması, protokollerle geliştirilebilecek olan bir “çerçeve sözleşmesi” hazırlanması belirtilmiştir (REC Türkiye, 2008) .

1988 yılının Aralık ayında BM Genel Kurulu’nda Malta’nın girişimi ile “İnsanoğlunun bugünkü ve gelecek kuşakları için küresel iklimin korunması” konulu kararı tartışılmış ve kabul edilmiştir. Bu karar da küresel iklimin insanoğlunun ortak mirası, iklim değişikliğinin ise ortak sorunu olduğu konuşulmuştur.

Takip eden yıllardan 1989 yılında “Atmosfer ve İklimsel Değişiklik” konulu bakanlar konferansı yapılmıştır. Bu konferansta azaltmaya ilişkin özel hedef ya da takvim belirlenememiştir (URL-14, 2018).

1990 yılında Cenevre’de Dünya Meteoroloji Örgütü’nün öncülüğü ile 2. Dünya İklim Konferansı düzenlenmiştir. Bu konferansın ana konusu iklim değişikliği ve sera gazı

kullanımıdır. Sera gazı kullanımından kaynaklı birikimin önüne geçilebilmesi için çözümler konuşulmuştur. Ayrıca iklim değişikliği kavramı o dönem belirsizlikler içerdiğinden, bu belirsizliklerin alınacak önlemleri geciktirmemesi gerektiği üzerinde durulmuştur. Literatürde küresel bir anlaşmaya yönelik sondan bir önceki adım olarak nitelendirilen bu anlaşmada Birinci Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli raporu tartışılmıştır (URL-14, 2018). Ayrıca konferansta 37 ülkenin kabul ettiği Bakanlar Deklarasyonu ile bir iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi görüşmelerine başlanması açısından tarihi bir karar konumundadır (Özevren, 2015).

1991 yılında Hükümetlerarası Görüşme Komitesi Toplantıları yapılmaya başlanmıştır. Bu toplantıların oluşumu ile ilgili karar ise 1990 yılında BM Genel Kurulunda alınmıştır.

Bu bağlamda bir diğer önemli müzakere 1992 yılında Rio de Janeiro’da gerçekleşen Çevre ve Kalkınma Konferansı’dır. Yeryüzü Zirvesi olarak bilinen bu konferans BM himayesinde 172 ülke ile gerçekleştirilmiştir (Köse, 2018). İnsan kaynaklı küresel ısınmanın iklim sistemindeki etkilerine karşı ilk ve en önemli adımdır. Başarılı bir konferans olarak bilinen Yeryüzü Zirvesi, sera gazı yayılmasının azaltılması için yapılan bir anlaşmadır. Burada üç önemli sözleşmeden bahsedilmiştir (REC Türkiye, 2015).

Bunlar;

- Çölleşme İle Mücadele Sözleşmesi
- Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi

• İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesidir. Burada İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (United Nations Framework Convention on Climate Change-UNFCCC) imzaya açılmıştır ve isminde oldukça söz ettirecektir.

Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı çevresel yıkımların önlenmesi ve yoksulluğun azaltılması vaatleriyle son bulmuştur (URL-14, 2018).

Rio Yeryüzü Zirvesi’nde imzaya açılan İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS-BMİDÇS), 50 ülkenin onayı gerektiği için gerekli onayı bularak 21 Mart 1994 yılında kabul edilmiştir. Sözleşmenin amacı, atmosferde bulunan insan kaynaklı sera gazlarının azaltılması ve belirli seviye de tutulmasına yönelik çalışmalar olarak bilinmektedir. Fakat bu sera gazlarının isimleri dâhil anlaşmada vurgulanmamış, sorumlu ülkeleri açıklanmamıştır. Tarihsel sorumluluğu olan ülkeler bile sanayileşme düzeyi, gelişmiş ve zenginlik düzeyi ve hatta sonradan kriter olarak eklenen siyasi rejim değişikliklerine göre

sınıflandırılmıştır. Ek-1 tarihsel sorumluluk (sanayileşmiş ülkeler) ve Ek-2 Mali sorumluluk (zengin ülkeler) şeklinde listeler oluşturulmuştur. Bu anlaşmanın önemli ilkeleri şunlardır (Türkeş, 2015);

- Eşitlik
- Ortak ama farklılaştırılmış sorumluluklar
- Önleyici yaklaşım
- Maliyet-etkin önlemler
- Sürdürülebilir kalkınma hakkı
- Saydam bir uluslararası ekonomi sistemidir.

Türkiye ve BMİDÇS hakkındaki duruşu akla gelebilecek sorular arasındadır. Türkiye 1992 Rio'da sözleşmeyi imzalamamıştır. Çünkü Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (The Organisation for Economic Co-operation and Development/OECD)'ne üye olduğu için ismi hem Ek-1 hem de Ek-2 ülkelerinde yer almaktadır. Ek-2 ülkelerinde yer alması Türkiye'yi ağır bir sorumluluk altına sokmaktadır. Çünkü Ek-2 ülkeleri 2000 yılına kadar sera gazı salınım seviyelerini 1990 yılı düzeyinde tutmak ile yükümlülerdi. Ayrıca Türkiye, sanayileşmenin ilk aşamasında olduğunu belirleterek yalnızca özel koşullar oluşturursa ekler de kalabileceğini ve taraf olabileceğini İDÇS Hükümetlerarası Görüşme Komitesi Toplantılarında belirtmiştir. Buna rağmen Avrupa Birliği ve ABD'nin baskıları ile kabul edilmemiştir. Türkiye'nin bu isteği 1997 Kyoto, 1998 Buenos ve 1999 Bonn'da yapılan toplantılarda dile getirilmiş yine AB ve ABD baskılarıyla kabul edilmeyerek 2000 yılının Kasım ayında yapılacak Lahey Konferansı'na ertelenmiştir. Türkiye bu konferansta isminin Ek-2 listesinden silinerek Ek-1 listesinde kalması yönünde bir resmi değişiklik yönergesi vermiştir. Bu istek 2001 yılında Marakeş'de kabul edilmiş ve uygulanmıştır. 2003 yılına kadar yasal süreci tamamlayan Türkiye 24 Mayıs 2004 yılında sözleşmeye 188. Taraf ülke olmuştur. Bu işlemleri takiben 2005'de yürürlüğe girmiştir (ÇŞB, 2013).

Sözleşmenin barındırdığı bazı organlara bakacak olursak bunlar daimi yardımcı organlar, geçici organlar ve Taraflar Konferansı'dır. Taraflar Konferansı (Conferences of the parties-COP) sözleşmenin en önemli yardımcı organlarından. Yılda bir kez, tarafların katılımı ile toplanır. En yüksek karar verme organıdır. Toplantılarında sera gazı envanterlerini gözden geçirir (Özveren, 2015). Temeli, iklim değişikliği ile mücadelede geline-gelinemeyen noktaların ve küresel çalışma metinlerinin çıkış noktalarına

dayanmaktadır. Özellikle 1997 yılında Kyoto Protokolü ile gündeme gelen toplantılar 2000’li yıllarda durağan bir hal almış ama çalışmalarına devam etmiştir (Kıvılcım, 2013). Ayrıca ileriye yönelik politikaların kurulmasında da önemli bir çalışma atölyesi görevi görmektedir (Köse, 2018).

Taraflar Konferansı’nın ilk toplantısı BMİDÇS’nden 1 yıl sonra 1995 yılında Almanya’nın Berlin şehrinde toplanmıştır. 1 aylık bir süre devam eden konferans sonucunda Berlin Şartı imzalanmıştır (Köse, 2018). Taraflar emisyon hacimlerini 2005 yılına kadar 1990 yılına kıyasla %20 azalmayı taahhüt etmiş fakat protokol kabul edilmemiş ve iki yıllık süreç başlatılmıştır. Yukarıda bahsedilen yardımcı organların oluşturulması da ilk toplantıda gerçekleştirilmiştir (Kıvılcım, 2013).

Taraflar Konferansı’nın ikinci toplantısı 1996 yılında İsviçre’nin Cenevre şehrinde meydana gelmiştir. Bu toplantıda salım azaltmalarında Ek-1 ülkeleri arasında kendilerine uygun farklı politikaların izlenmesine olanak tanınmıştır (REC Türkiye, 2008).

Taraflar Konferanslarında konuşulan konuların bir bağlayıcılığı olmadığı ve devletlerin genellikle politikalarından taviz vermeme adına konuları çıkmaza sürüklediği görülmüş ve bir anlaşmaya ihtiyaç duyulmuştur. Taraflar Konferansının üçüncüsü olan COP-3, 1997 yılında Japonya’nın Kyoto şehrinde 154 ülkenin katılımıyla meydana gelmiştir. Burada Kyoto Protokolü imzaya açılmıştır (Köse, 2018). Burada amaç BMİDÇS ile gerçekleşmeyen taahhütleri, uluslararası hukuk bazında bağlayıcı hale getirmektir. BMİDÇS’ne ek niteliğindedir ve bazı kısıtlamaları yapmayı yükümlenmiştir. İlk kez atmosfere zarar veren sera gazları Ek-A listesi altında protokole verilmiştir. Ek-1 listesinde yer alan ülkeler, sera gazı emisyonlarını 1. Taahhüt dönemi olan 2008-2012 dönemleri arasında toplam sera gazı emisyonlarını ortalama olarak 1990 yılı baz alınarak %5 azaltmayı taahhüt etmişlerdir (Kyoto Protokolü, Madde 3). Protokole yer alan bir diğer liste ise Ek-B listesidir ki bu liste de sayısal sera gazı emisyon indirim hedefleri ve bölümleri yer almaktadır. Ek-1 listesinde yer alan ülkeler 3.Madde’deki sayısallaştırılmış salım sınırlandırma ve azaltım taahhütlerini yerine getirirken sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek amacıyla;

Ulusal koşullara uygun olarak aşağıdaki politika ve önlemleri yerine getirirken aşağıdaki politikaları uygulayacak ve/veya daha da geliştirecektir (United Nations, 1998):

- i. Ulusal ekonominin ilgili sektörlerinde enerji verimliliğinin artırılması;

ii. Montreal Protokolü'nce desteklenmeyen sera gazlarının yutaklarının ve haznelerinin ilgili uluslararası çevre anlaşmalarındaki taahhütlerinin dikkate alınarak korunması ve geliştirilmesi; sürdürülebilir orman yönetimi uygulamaları ile ağaçlandırma ve yeniden ormanlaştırmanın teşvik edilmesi;

iii. Sürdürülebilir tarım ürünlerinin, iklim değişikliği müzakereleri adı altında teşvik edilmesi;

iv. Yeni ve yenilebilir enerji türleri, CO₂'yi gideren teknolojiler ile çevre dostu ileri ve yenilikçi teknolojilerin araştırılmaları, teşvik edilmeleri geliştirilmeleri ve kullanımlarının artırılması;

v. Sera gazı salınımlarına yol açan tüm sektörlerde Sözleşme'nin amacına ve piyasa araçlarının uygulanmasına aykırı olan piyasa uyumsuzluklarının, mali teşviklerin, vergiler ile gümrük istisnalarının ve sübvansiyonların, kademeli olarak azaltılmaları ya da ortadan kaldırılmaları;

vi. Montreal Protokolü'nce desteklenmeyen sera gazlarının salımlarını sınırlayan ya da azaltan politikaları ve önlemleri teşvik etmeyi amaçlayan ilgili sektörlerde uygun performansların özendirilmesi;

vii. Ulaştırma sektöründeki, Montreal Protokolü'nce desteklenemeyen sera gazlarının salımlarının sınırlandırılması ve/veya azaltılmasına yönelik önlemlerin teşvik edilmesi;

viii. Metan gazı salınımlarının gerek atık yönetiminde geri kazanım ve kullanım sırasında, gerek enerji üretimi, nakli ve dağıtımı aşamasında sınırlandırılması ve/veya azaltılması.

Bu protokolün 3.maddesi ile taraflardan beklenen politikalar, neler yapması gerektiği ve ana yükümlülükleri açıkça belirtilmiştir. Ayrıca Protokol üç esnek seçenek getirmekteydi (United Nations, 1998):

1. Uluslararası emisyon kota transferi
2. Ortak uygulama
3. Temiz gelişim mekanizması

Bahsedilen Protokol'ün yürürlüğe girebilmesi için gelişmiş ülkelerin, 1990 yılı toplam CO₂ salınımlarının %55'ini oluşturan ülkelere oluşmak üzere BMİDÇS'ne taraf 55 ülkenin onaylaması gerekmektedir. Bu yüzden 1997 yılında imzaya açılan Protokol 2005 yıllarına kadar yürürlüğe giremedi. Daha sonra Rusya Federasyonu'nun 16 Şubat 2005 yılında sözleşmeye 141. Taraf ülke olması neticesinde yürürlüğe girmiştir. Burada ABD ve

Avusturalya'nın olumsuz yaklaşımlarına rağmen Rusya'nın taraf olması sözleşmenin geleceği açısından önemli bir adım olmuştur. Türkiye'nin Protokol karşısındaki tutumuna bakacak olursak, o dönem BMİDÇS'ne aday olmadığı için taraflar listesinde bulunmamakta ve hemen anlaşmaya taraf olmadan önce devletlerin tutumunu incelemesi amacıyla beklediği görülmektedir. İlerleyen yıllarda önceki bölümlerde bahsedilen Türkiye'nin BMİDÇS'ne taraf olma süreciyle beraber Protokol'e 2009 yılında taraf olduğu görülmektedir. Protokol, 5 Şubat 2009 yılında Türkiye Büyük Millet Meclisi'nden geçmiş, 17 Şubat 2009'da 27144 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. Fakat Türkiye Ek-B ülkelerinde yer almadığı için herhangi bir sera gazı azaltım yükümlülüğünde bulunmamıştır. Sadece ilke ve hükümlere tabi kalmıştır (ÇŞB, 2013).

Taraflar Konferansı'nın 4.sü olan COP-4, 1998 yılında Arjantin'in başkenti Buenos Aires'te gerçekleşmiştir. Burada Protokol'de açığa kavuşamayan sorunların konuşulması beklenmiştir. Fakat Protokol'ün uygulanmasındaki güçlükler nedeniyle, içinde karbon ticaretini de içerek Esneklik Düzenekleri'nin işleyişinin tamamlanması için 2 yıllık bir çalışma programı kabul edildi (REC Türkiye, 2008).

5.Taraflar Konferansı 1999 yılında Almanya'nın Bonn şehrinde gerçekleşti. Çok fazla enerjinin yüksek olmadığı bu toplantıda önemli kararların alınamamıştır.

6.Taraflar Konferansı 2000 yılında Hollanda'nın Lahey kentinde düzenlenmiştir. Burada ABD'nin önerileri kabul görmemiştir ve bu nedenle uzlaşma sağlanamamıştır. Yeni ABD hükümeti Kyoto Protokolünü tanımadığını ilan etmiştir (REC Türkiye, 2008). 1997 yılından 2000'li yıllara kadar toplantılar istenilen düzeyde gelişmemiştir.

7.Taraflar Konferansı 2001 yılında Fas'ın Marakeş şehrinde düzenlenmiştir. Burada önemli bir gelişme önceki bölümlerde bahsettiğimiz Türkiye'nin BMİDÇS'nde Ek-2 ülkelerinden çıkarılarak, yalnızca Ek-1 ülkelerinde kalmasıdır. Ayrıca Buenos Aires Eylem Planı'na dayalı Bonn Metinleri kabul edilmiştir. Kyoto Protokolü'nün uygulanması, uyum sağlanması için yeni mekanizmaların ve teknolojik transferleri içeren Marakeş Uzlaş Metni kabul edilmiştir (Kıvılcım, 2013).

8.Taraflar Konferansı 2002 yılında Hindistan'ın Yeni Delhi şehrinde meydana gelmiştir. Burada iklim değişikliğinin önemli kavramlarından olan uyum konusuna değinilmiş ve daha etkin ele alınması gerektiği konuşulmuştur (REC Türkiye, 2008).

9.Taraflar Konferansı 2003 yılında İtalya'nın Milano şehrinde, 10.Taraflar Konferansı 2004 yılında Arjantin'in Buenos Aires şehrinde, 11.Taraflar Konferansı 2005 yılında

Kanada'nın Montreal şehrinde ve 12. Taraflar Konferansı 2006 yılında Kenya'nın Nairobi şehrinde düzenlenmiştir (URL-13, 2018). COP-11'den sonra Taraflar Konferansı ve Kyoto Protokolü'nün beraber yürütüldüğüne dair "MOP (Meeting of the Parties)" terimi literatüre girmiştir. COP-11/MOP-1'de 2012 sonrası müzakerelerin (Ad Hoc Working/AWG) başlatılması kararı alındı. COP-12/MOP-2'de ise Afrika ülkelerinin karbon yatırımlarından daha fazla yararlanılması için bazı kararlar alındı. Uyum için Nairobi Çalışma Programı kabul edildi (REC Türkiye, 2008).

13. Taraflar Konferansı COP-13/MOP-3, 2007 tarihinde Endonezya'nın Bali Adası'nda yer alan Nusa Dua kentinde düzenlenmiştir. Bu toplantıda dikkat çeken konular azaltım ve savaş, uyum, teknoloji, finansman ve ortak vizyon konularıdır. Bu toplantı Türkiye adına olumlu bir şekilde sonuçlanmış, itibarını güçlendirmiştir. Ayrıca o dönemlerde Kyoto Protokolü'ne yeni taraf olmuş olmasından dolayı tepkilerin ve gerekçelerin ABD'den farklı olduğu vurgulanmıştır (TÜSİAD, 2012). Bu toplantıda Adaptasyon Fonuna ilişkin görüşler ifade edilmiş ve biran önce işlevsel bir hale getirilmesi üzerinde durulmuştur. Kyoto Protokolü konusunda duruşu sert olan Avusturya, bu konferansta Protokol'e katılacağını belirtmiş fakat yine de tutarlı davranışlar sergilememiştir. Teknoloji transferleri de toplantıda konuşulan bir diğer konu olmuştur. Görüşmeler ormansızlaşma ve bunun sonucunda artan sera gazı emisyonlarına odaklanmıştır. Bazı ülkeler 2012 sonrası ormansızlaşmaya değinmenin gerekliliğini düşünürken diğer ülkeler ormansızlaşmanın, diğer konulardan ayrı tutulmaması gerektiğini savunmuştur. Toplantıda Avrupa Birliği'nin CO₂ salınımı azaltımları için yaptığı önerilere Japonya, Kanada, Avusturalya ve Rusya tarafından da destek gören ABD tarafından kabul edilmedi (URL-16, 2018). Ek ülkeler arasında bazı uyuşmazlıklar gözlenirken, Ek-1 dışındaki ülkeler Ek-1 ülkelerinin yükümlülüklerine odaklanırken, Ek-1 tarafları sözleşmenin gözden geçirilmesini istemiştir. Ayrıca bir takım ülkeler sıcaklık artışının 2 °C'nin altında tutulması için ulusal stratejilerde teşviklere ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. O dönemde iklim değişikliği ile ilgili görüşmeler;

- COP (Taraflar Konferansı)
- MOP/CMP (Kyoto Protokolü Taraflar Konferansı)
- SBI (Uygulama Yardımcı Organlar Toplantısı)
- SBSTA (Bilimsel ve Teknik Danışma Yardımcı Organlar Toplantısı)

•AWG (Kyoto Protokolü altındaki Ek-1 ülkelerinin Yükümlülüklerine Yönelik Geçici Çalışma Grubu) kollarından yürütülmekteydi. Yukarıda verilen görüşme konuları, bu kolların sonuçları olarak verilmiştir (ÇŞB, 2013).

13. Tarafalar Toplantısı'nın bir diğer önemli gelişmesi ise Bali Yol Haritası adı verilen sözleşmenin imzalanmış olmasıdır. Bu sözleşme 2012 yılında sona erecek Kyoto Protokolü yerine yeni bir sözleşme getirmeyi amaçlamıştır. 2007 yılında imzalanan sözleşmenin geçerlilik süresi 2 yıl olup 2009 yılında gerçekleşecek Kopenhag İklim Değişikliği Konferansı'na kadar olan sürede yapılması gerekenleri öngörmektedir (URL-13, 2018).

14. Taraflar Toplantısı, 2008 yılında Polonya'nın Poznan kentinde meydana gelmiştir. Yine paralel toplantılar ve yardımcı organlarla düzenlenen toplantı büyük bir katılımla gerçekleşmiştir. Bu bağlamda Türkiye'de toplantıya şimdiye kadar katıldığı toplantılara nazaran en güçlü komitesi ile katılmıştır. Gündemde; ormansızlaşmanın engellenerek salınımların azaltılması, teknolojik transferler için yeni bir fon kurulması, 2012 sonrası dönem için yükümlülüklerde bulunan ülkeler arasında gelişme ve farklılaşma için yöntemler belirlenmesi, Uyum Fonu'nda mali kaynaklarının artırılması ve nükleer enerji projelerinin karbon ticareti içine alınması gibi konular vardır. Yine konferansta yardımcı organlardan olan AWG-LCA tarafından yürütülen çalışmalara yönelik belgeler hazırlanmış ve sunulmuştur. Konferansta Kyoto Protokolü için de kararlar alınmıştır. Kyoto Protokolü'nde azaltım taahhüdü bulunan ülkelerin yaptığı çalışmalarda ki ilerleme durumlarına ve ekonomik, sosyal ve çevresel sonuçlarının incelenmesi adına çalışmaların yapılmasına ve 2009 yılında tartışmaya açılmasına karar verilmiştir. 2009 yılının Kyoto Protokolü ve ilerleme çalışmalarını ortaya koymak için asıl yıl olacağı vurgulanmıştır (ÇŞB, 2008). Türkiye, bu toplantıya etkin bir şekilde katılmış ve ülkeler arası gelişmişlik düzeylerini ortaya koyacak sayısal göstergelerin belirlenmesine yönelik fikirler beyan etmiştir. Ayrıca Hırvatistan ve Kazakistan ile birlikte yeni bir müzakere grubu (önceden kurulan bir grubun canlandırılması) oluşturma yönünde adımlar atmıştır (TÜSİAD, 2012).

15. Taraflar Konferansı 2009 yılında Danimarka'nın Kopenhag şehrinde düzenlenmiştir. Burada İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 4.Değerlendirme Raporu'na atıf yapılarak artmakta olan küresel sıcaklığı 2 °C'nin altında tutulması gerektiği ve bunun için bilimle tutarlı adımlar atılması gerektiği vurgulanmıştır. İklim değişikliğinin meydana getireceği olumsuz şartların, sadece bazı ülkeleri değil bütün dünyayı etkileyeceği üzerinde durulmuştur. Sözleşmenin esas amacı olan sera gazı konsantrasyon seviyelerini, iklim

sistemindeki insan kaynaklı bozulmayı önleyecek derece kontrol altına alınması gerekmekte olup, bunun için daha çok işbirliği gereğinin zorunluluğu dile getirilmiştir. Sözleşmeye göre gelişmiş olan ülkelerin, gelişmekte olan ülkelere uyum ve adaptasyon evresinde acil destek vermelidir. Ormansızlaşma ve ormanların bozulmasından kaynaklı sera gazı emisyonlarının azalması için orman varlıkları artırılmalı ve bu faaliyetleri teşvik için gelişmiş ülkelere gelen finansal destekleri için yeterli fon ve geliştirilmiş erişim sağlanmalıdır (ÇŞB, 2008). Bu toplantının son günü imzalanan Kopenhag Mürettebatı, ABD, Brezilya, Çin, Hindistan, Güney Afrika tarafından hazırlanmıştır. Sanayileşmekte olan ülkeler ve çevre örgütleri tarafından yetersiz bulunmuştur. Çünkü karbon salım azaltmasına dair bir karar içermemektedir. Ülkelerce bağlayıcı bir etkisi bulunmamaktadır. Finansal destekten ilk kez bahsedilen bu anlaşmada 2020 yılına kadar yoksul ülkelerin iklim değişikliği ile mücadelesine destek olabilmek amaçlı gelişmiş ülkeler tarafından 100 milyar dolarlık bir destek öngörülmektedir. Ayrıca karbon salınım kotası ile sınırlandırılmayı sağlayacak karbon piyasası için ayrıntılı bir açıklama bulunmamaktadır (Gündoğdu, 2017). Sözleşme sonucunda Ek-1 taraflarının tek başlarına ya da ortak bir çalışmayla 2020'ye kadar niceliksel salım hedeflerini yürütme yükümlülüğü alması ve belirlenen bu niceliksel salım hedeflerinin 31 Ocak 2010 tarihine kadar BMİDÇS'ne sunulması kabul edilmiştir. Sözleşme 2010 yılına kadar tamamlanacak olup en başarılı çıktısı, iklim değişikliği sürecinin kısa ve uzun dönemli finansmanları oluşturur (Türkeş, 2015). Türkiye'nin bu sözleşmedeki yerine bakacak olursak Mutabakatı benimseyen ve azaltım hedefleri belirleyen ülkeler arasında değildir. Diğer müzakerelerde gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler kategorileri bulunurken Kopenhag Mutabakatı'nda direk Ek-1 ve Ek-1 dışında ülkeler şeklinde taahhütler belirtilmiştir. Oluşturulan müzakereler sonucu Türkiye'nin gelişmekte olan bir ülke olduğu kanısı kesinleşmiştir (TÜSİAD, 2016).

16. Taraflar Toplantısı COP-16/MOP-6, 2010 yılında Meksika'nın Cansun kentinde meydana gelmiştir. Bu toplantıda küresel sıcaklık artışlarının 1,5 °C altında kalması için acil eylem planı çağrısı yapıldı. Yeşil İklim Fonu oluşturuldu. Türkiye için Marakeş'te kabul edilen özel konumu yeniden tanındı. Türkiye'nin Ek-1 dışındaki ülkelere sağlanan desteklerden yararlanmak istemesi talebine itirazlar geldi (TÜSİAD, 2016).

17. Taraflar Toplantısı COP-17, 2011 yılında Güney Afrika Cumhuriyeti'nin Durban şehrinde gerçekleştirilmiştir. Bu toplantı da normalde 2012 yılında Birinci Yükümlülük Dönemi biten Kyoto Protokolü için İkinci Yükümlülük döneminin 1 Ocak 2013 tarihinde

başlamasına ve 31 Aralık 2020 tarihine kadar (bitiş tarihi bir dahaki konferansta kararlaştırılmış) devam etmesine karar verilmiştir. Ayrıca tüm ülkeleri kapsayan yasal bir anlaşmanın sağlanabilmesine yönelik “Durban Güçlendirilmiş Eylem Platformu Çalışma Grubu (ADP)” oluşturulmuştur. Japonya, Rusya ve Kanada’nın da içinde bulunduğu Kyoto Protokolü’nün önemli taraflarından ülkeler, ABD ve Çin’inde kabul etmediği İkinci Yükümlülük Dönemini kabul etmediklerini açıklamışlardır. Ayrıca toplantıda 2020 yılında yürürlüğe girmesi planlanan bir uzlaşma metni oluşturulmasına karar verilmiştir. Daha önceden kararlaştırılan Yeşil Fon için harekete geçilmiştir. 194 taraf ülke “Kuvvetlendirilmiş Eylem İçin Durban Platformu Konulu Çalışma Grubu” adı verilen karar paketi üzerinde uzlaştı. Yasal bir ölçekte anlaşma metni oluşturmaya yönelik alınan kararın 2015 yılını geçmemesi gerektiği vurgulandı. BMİDÇS altındaki hedef ve yükümlülükleri bir bölümünün yerine getirilmesi için destek olmak amacıyla bir piyasa düzeneği yerine getirilmesine karar verildi (Türkeş, 2013). Türkiye için konferansın önemine bakarsak Kyoto Protokolü İkinci Yükümlülük Dönemi’nde yer almadı. Ayrıca konferansta 1990 yılına oranla hiçbir tedbir almadan sera gazı emisyonlarının %20 azalttığını söylemiş, ve özel şartların tanınması halinde daha büyük başarılar sağlanabileceğini vurgulamıştır. Ülkemize sağlanacak desteğin içeriklerine yönelik görüşmelerin devam edilmesine karar verildi (TÜSİAD, 2016).

18. Taraflar Konferansı, Katar’ın en büyük şehirlerinden olan Doha’da 2012 yılında gerçekleştirilmiştir. COP-17 de başlatılmasına karar verilen Kyoto Protokolü İkinci Yükümlülük dönemi 2020 tarihine kadar 8 yıllık bir süreçte olmasına karar verilmiştir. Bu bağlamda 2014 sonuna kadar taslak metin hazırlanması ve veri toplanması için zaman verilirken 2015 yılında taslağın hazır olma kararı verilmiştir. İkinci Yükümlülük Dönemi’nden sorumlu olacak ülkeler, sera gazı salınımlarının sadece %15’ini temsil ediyorlardı. Bu konferansta iki çalışma grubu bulunmaktaydı. Birinci Çalışma Grubu yukarıda bahsedilen ve 2015 yılında taslak şekilde sunulacak anlaşmanın 2020 yılında yürürlüğe konulması için çalışmalar yapmak için, ikinci grup ise 2020 yılı öncesindeki sera gazı salınımlarının boşluklarının doldurulması için çalışmalar yapmaktaydı (Özveren,2015). Bu konferansta, Türkiye’nin Ek-1 taraflarından farkı tekrar vurgulanmış, faaliyetlerine yönelik finansman, teknoloji transferleri, kapasite geliştirme ihtiyacına yönelik Sekretarya tarafından çalışma yapılmasına imkân doğmuştur (ÇŞB, 2015). Ayrıca Türkiye’de düşük karbonlu kalkınma stratejilerinin geliştirilmesine imkân sağlamak için,

Ek-2 ülkelerinin özel şartları tanınan ülkelere finans desteği ve kapasite geliştirme yönünde kararlar almışlardır (TÜSİAD, 2016).

19. Taraflar Toplantısı, 2013 yılında Polonya'nın Varşova şehrinde meydana gelmiştir. Toplantının en önemli yanlarından biri daha önce oluşturulması uygun görülüş ve Paris'te oluşturulacak uzlaşma metni öncesi olumlu sonuçlar barındırmasıdır. 2015'de taslak halinde sunulması beklenen anlaşmanın adı "Paris Protokolü/Anlaşması" şeklinde kararlaştırıldı. Ayrıca son üç dört toplantı boyunca söz edilen Yeşil İklim Fonu için bir netlik oluşturulmasa da Adaptasyon Fonu için karar verildi. Paris Zirvesi'ne kadar bir çalışma planı ve takvimi oluşturuldu (Türkeş, 2013). Ayrıca gelişmiş ülkelerin "taahhüt" kavramından rahatsızlıklarını dile getirip uzun baskılar kurmaları sonucu yerine "katkı" sözcüğü ile tanımlama getirildi (Sabuncu, 2014). Fonlarla ilgili kararın son gün verilememesi neticesinde toplantı bir gün uzamıştır. İklim bozulmasının maliyetinin fonlara nasıl dağıtılacağı konusunda tartışma yaşanmıştır. Adaptasyon Fonu için "iklim değişikliğinin etkilerinden kaynaklı kayıp ve zararlar için Uluslararası Varşova Mekanizması" kurulması sonucu bir metin üzerinde uzlaşma sağlanmıştır (ÇŞB, 2015). Emisyon azaltım taahhütleri konusu toplantıda ülkelerin en fazla ayrılık yaşadığı konu olmuştur. Toplantıya katılan gelişmekte olan ülkeler, gelişmiş ülkeler için tarihi sorumluluk gereği daha fazla sorumluluk alması gerektiğinin vurgularken, gelişmiş ülkeler ise tüm tarafların emisyon azaltımı konusunda taahhütte bulunması gerektiğini vurgulamıştır. ABD ve AB tüm ülkelerin bir taahhütte bulunması gerektiğini savunurken, Çin gibi gelişmiş ülkeler ise gelişmiş ülkelere daha fazla esneklik sağlanması gerektiğini vurgulamıştır (Sabuncu, 2014). Toplantı sonucunda tüm taraflar, 2015 yılının ilk yarısında (hazır olanlar ilk çeyreğinde) BMİDÇS'nin 2. Maddesi gereği ortaya konan amaç çerçevesinde ve oluşturulacak yeni bir protokol altında ulusal katkılarını bildirmeye davet edilmiştir (URL-16, 2018) . Ormansızlaşmadan kaynaklı emisyonların azaltımı için Varşova REDD+ Eylem Çerçevesi adıyla bir paket oluşturulmuştur. Oluşturulan bir diğer Varşova etkinliği ise "Varşova Diyaloğu" idi. Bu bölümde ise iş dünyasının, iklim değişikliğiyle mücadele ile önemli bir konuma sahip olan düşük karbon enerjisi için yapabilecekleri katkılardan konuşulmuştur. Bir sonraki konferansta bu bağlamda iş dünyası ile sıkı etkileşime geçileceği belirtilmiştir (URL-17, 2018).

20. Taraflar Toplantısı, 2014 yılında, Peru'nun başkenti olan Lima'da gerçekleştirilmiştir. Paris Zirvesi öncesi son toplantı olduğu için toplantının genel konusu

Paris Protokolü ve hazırlıkları olmuştur. Paris'te onaya sunulacak çerçeve metni için ülkelerin atması gereken adımlar üzerine konuşulmuştur. ABD ve Çin ilk kez bu konferansta somut bir yargıda bulunmuş ve ABD 2005 yılına kıyasla 2025 yılı sera gazı salınımlarını %25-28 oranında azaltacak olmayı öne sürerken, Çin 2030 yılında sera gazı salınımlarının en yüksek olduğu yıl olacağını vurgulamıştır. Yani Çin, 2030 yılından sonra sera gazı emisyonlarını azaltmak için çalışmaya başlayacağını söylemek istemiştir. Konferansta ulusal katkıların içeriği, 2020 sonrasına yönelik müzakereler, Yeşil İklim Fonu ve tutum farklılıkları içeren konular görüşülmüştür. Konferansta alınan karar “İklim Değişikliği İle Mücadele Kapsamında Eyleme Yönelik Lima Çağrısı” şeklinde isimlendirilmiştir. İklim değişikliği ile uyum ifadesinin yanında kayıp ve zararlarına da değinilmiştir. Teknoloji ve geliştirme, finansman, azaltım, kapasite geliştirme, zamanlama ve şeffaflık gibi kavramlar üzerinde durulmuştur. Diğer konferanslarda bahsedilen ve ilk kez belirtilen şeffaflık kavramı, taraf ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmadaki çabalarının değerlendirilmesini ve yapılan yardımların konuşulması anlamını taşımaktadır. Türkiye ve konferanstaki durumuna bakılacak olursa, daha öncede bir anlaşmaya varılamayan Türkiye'nin Yeşil İklim Fonu'ndan yararlanıp yararlanamayacağı netleştirilememiştir. Türkiye için yalnızca Yürütme Yardımcı Organı (SBI) içerisinde Türkiye'ye yönelik alınan kararlar için en az 2020 yılına kadar, sözleşme kapsamındaki mekanizmalardan yararlanmasının önü açılmıştır (TÜSİAD, 2015).

21. Taraflar Konferansı öneminden dolayı konferansın düzenleneceği yılın Şubat ayında Cenova İklim Değişikliği Konferansı toplanmıştır. İmzalanması beklenen anlaşmaya dair oluşturulan ilk toplantı olarak bilinmektedir. Taslak metin toplantılarının en kritik çıktılarını vermiştir (REC Türkiye, 2015).

Nihayetinde 12 Aralık 2015 yılında 21.Taraflar Konferansı Fransa'nın Paris kentinde büyük bir katılım ile düzenlenmiştir. 196 ülke ve 150 liderin yanı sıra diplomatlar, sivil toplum örgütleri ve basınında katılımı ile düzenlenen konferansta daha önceki toplantılarda konuşulup hazırlanan uzlaşma metni, tüm tarafların kabulü ile sonuçlanmıştır. Öncelikle genel hatlarıyla daha sonra özel hatlara indirgeyeceğimiz Paris Zirvesinde alınan önemli kararlar ve olaylardan bahsedilecektir.

Yeni ulusal bir iklim rejimi olan bu anlaşma da bahsedilen konulardan bir tanesi Karbon Fiyatlandırma Panelidir. Burada dünya liderleri, karbon için uluslararası bir ölçekte fiyat belirlemeye davet edilmiştir. Devam eden kömür yatırımlarının anlaşmanın ve IPCC

raporundan bu yana tutulmaya çalışılan 2 °C hedefiyle çeliştiği vurgulanmıştır. Toplantıda sera gazı emisyonlarında büyük bir orana sahip şehirlerin rolünün kritik olduğu vurgulanmak için “ Avrupa Yeşil Başkentleri” oturumu gerçekleştirilmiştir. Ayrıca iklim değişikliğine belirli bir oranda neden olan sektörlerden biri olan tarımın, yine iklim değişikliğinden etkilenen bir sektör olduğu üzerinde durulmuştur. 290 üyeli “Su ve İklim Değişikliği Uyum Paris Aktı” koalisyonu gerçekleştirilmiştir. Burada amaç deniz, okyanus ve nehir havzalarının kullanımı ve yönetiminin iklim değişikliğinin olası etkilerine dayanıklılığı ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile uyumudur. Bu koalisyon konferansta hayata geçirilmiştir. Arjantin ve Yeni Zelanda, daha önce kabul etmedikleri Doha Değişikliği’ni konferansta kabul etmişlerdir. Doha Değişikliği Kyoto Protokolü’nün İkinci Yükümlülük Döneminden bahsetmekteydi. “Bölgesel Yönetimde Sera Gazı Raporu” yayınlanmıştır. Ormansızlaşma ve önüne geçilme ile ilgili daha önceki konferanslarda da ismi geçen REDD+ projesi bu konferansta da vurgulanmıştır. Doğrulanmış sera gazı azaltım eylemlerinin kat ettiği yolları barındırmak üzere “Lima REDD+ Bilgi Portalı” web sitesi oluşturulmuştur. Türkiye için olaylara bakacak olursak, konferansta kötü performans sergileyen ülkelere verilen “Günün Fosili” ödülünü ikinci gün sivil toplum örgütleri tarafından almıştır. Türkiye, bu konferansta da özel şartların anlaşma metninde yer almasına dair talep dile getirmiş ama yine de başarılı olamamıştır. Sivil toplum örgütleri tarafından da dile getirilenin yalnızca özel şartlar ve iklim değişikliği ile uyum olduğunu belirterek eleştirilerde bulunmuşlardır (REC Türkiye, 2015). Türkiye konferanstan önce 2030 yılına kadar ulusal emisyon hedefinin %21 olarak öngördüğünü belirtmiştir (Kıvılcım, 2013). Ekoloji Kolektifi Derneği’nin bilim dünyasına ışık tutma amaçlı yayınladığı ve Paris Anlaşması’nı Türkçeleştirerek EK’lere koyduğu yayınından hareketle müzakerede alınması değinilen noktalar ve alınan kararlar aşağıdaki şekildedir;

- İklim değişikliğinin insan toplulukları ve gezegenlerin geleceği için acil ve geri çevrilmesi muhtemelen imkansız bir tehdit oluşturduğunu ve bu nedenle tüm ülkelerin iş birliğine ve sera gazı salınımlarının azaltılmasını hızlandırmak açısından, etki ve uluslararası müdahale yönünden katılımlarının önemini kabul edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

- Ayrıca iklim değişikliğine müdahalenin aciliyeti vurgulanmış, biran önce hedefe ulaşmak için sera gazlarının emisyonlarının azaltılması gerekmektedir.

- Tarafların sera gazı azaltım taahhütlerinin 2020 yılı itibariyle ciddi bir etkisi ve küresel sıcaklık artışlarının 2 °C'nin altında olan 1,5 °C ile sınırlandırılması gerektiği belirtilmiştir.

- Finansman akışını, düşük emisyonlu ve değişikliğe karşı dirençli kalkınmayı destekler biçimde yönlendirmek anlaşmanın amaçları arasındadır.

Anlaşmada hedeflenen ulusal katkılar (Ekoloji Kolektifi Derneği, 2016);

- Sekreteryanın, taraflarca paylaşılmış ulusal katkılarının BMİDÇS web sitesinde yayınlanmaya devam etmesi,

- İhtiyaç duyan taraflara ulusal katkılarının hazırlanması ve iletilmesi için, Gelişmiş Ülke kategorisindeki ülkelerce Finansal Mekanizmanın sağlanmasını,

- Küresel sıcaklık artışları için 2 °C sıcaklık artışında sınırlandırma hedefi, halihazırda ulusal katkılar ile örtüşmemekte ve sanayileşme dönemi öncesi dönemlere oranla 1,5 °C'de tutulması için daha büyük emisyon azaltımları,

- İklim Değişikliği Panelinin 2018 yılında 1,5 °C ve üzeri sıcaklık artışlarının etkileri ve küresel sera gazı emisyon yolları ile ilgili bir rapor yayınlaması şeklindedir.

Anlaşmada azaltım kavramı için (Ekoloji Kolektifi Derneği, 2016):

- Bütün tarafların en kısa zamanda emisyon azaltmaya başlamasının gerekliliği,

- Bu bağlamda tarafların öngördüğü ulusal katkılarını açıklamaları ve bu katkıları beş yılda bir yenilemeleri,

- Gelişmekte olan ülkelerin şartlarına dikkat edilmesi, gelişmiş ülkelerin ise sürece önderlik etmesi,

- Tarafların insan kaynaklı emisyonların tüm kategorilerini uluslararası katkı kapsamına almak ve almadığı kategorileri açıklamaları,

- Taraflar insan kaynaklı sera gazı salınımlarından ve Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli tarafından kontrol edilen Taraflar Konferansı tarafından kabul edilen yöntem ve ölçüler çerçevesinde sorumlu oluşu ifadelerine yer verilmiştir.

Anlaşmada uyum konusu altında (Ekoloji Kolektifi Derneği, 2016):

- Küresel bir hedef olarak uyum kapasitesinin artırılması,

- Uyuma yönelik faaliyetlerin sadece sonuçlarında değil oluşumunda da emisyon azaltımı sağlamaları (TÜSİAD, 2015),

- Uyum ve desteğin uyumluluğunu ve etkinliğini gözden geçirilmesi,

- Gelişmekte olan ülkelerde uyum için destek sağlanmasının kolaylaştırılması için gerekli adımların atılması, ibarelerini bulundurur.

Anlaşmada finansal içerik olarak TÜSİAD'ın yayınladığı rapora göre;

- Gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliğine uyuma ve emisyon azaltımını yönelik hareketlerini desteklemek için gelişmiş ülkeler tarafından Yeşil İklim Fonu ve Küresel Çevre Fonu aracılığı ile yardım sağlanması,

- Bu bağlamda alınan finansal yardım ve sağlanan finansal yardım içerik bildirimlerini iki yıllık süreçlerle bildirmeleri,

- Sağlanan desteklerin yeterliliklerinin düzenli periyodlarla gözden geçirilmesi,

- 2025 yılından önce yılda 100 milyar doların üstünde olacak şekilde finansal hedef belirlenmesi noktalarına dikkat çekilmektedir.

Anlaşmanın amaçları Madde-2'ye dayanarak aşağıdaki şekildedir (United Nations, 2015):

- Küresel iklim değişikliği sonucu meydana gelen küresel sıcaklık artışlarını, kırılma noktası olan endüstri öncesi döneme göre 2 °C'nin çok altında tutarak 1,5 °C'de sınırlandırmak için çalışmalar yapmak ve bu çalışmalar değişimin risk ve etkilerini büyük oranda azaltacağını kabul etmek,

- İklim değişikliği etkileriyle uyum kabiliyetini artırmak, iklim direncini ve sera gazı emisyonlu büyümeyi gıda sektörünü etkilemeyecek şekilde güçlendirmek,

- Uyumlu finans akışını sağlamak şeklindedir.

Sera gazı salınımları ile ilgili ibareler Madde-5'de aşağıdaki şekilde yer almaktadır:

- Sera gazı salınımlarında istenilen azalmaya ulaşılabilmesi için sürdürülebilir kalkınma ile güçlendirilmesi,

- Tarafça yetkilendirilen kamu veya özel tüzüklerin sera gazı salınımlarının azaltılmasına katılması için teşvikler sağlamak ve kolaylaştırmak,

- Başka Tarafların sera gazı emisyon azaltım faaliyetlerinden faydalanan tarafların, faydalandıkları tarafların sera gazı emisyonlarındaki azaltım için katkıda bulunmak,

- Emisyonlarda toplam bir azaltımı sağlamaktır.

Tarafların, değişikliğin olumsuz etkileriyle karşılaşmaları sonucu yaşayabilecekleri ilgili kayıp ve zararlar yönünden işbirlikçi olmaları, karşılıklı eylem ve desteği

güçlendirmeleri gerekmektedir. Bu eylemler, anlaşmanın Madde-8 de yer alan aşağıdaki alanları kapsayabilir (United Nations, 2015):

- Kapsamlı risk değerlendirme,
- Acil durumlar için hazırlık,
- Erken uyarı sistemleri,
- Toplumların geçim kaynakları ve ekosistemlerin esneklikleri,
- Risk sigortası kaynakları ve diğer sigorta çözümleri,
- Ekonomik olmayan kayıplar.

Taraflar, Madde-16 gereğince aşağıdaki faaliyetleri gerçekleştireceklerdir:

- Anlaşmanın uygulanması bakımından kabul edilen yardımcı organların kurulması,
- Anlaşmanın uygulanması bakımından gerekli kabul edilen diğer uygulamaların gerçekleştirilmesi, şeklindedir.

Son olarak anlaşmadaki maddelerin ve tarafların sorumlu olduğu ulusal katkıların kamuoyunca izlenebilmesi için şeffaflık ve gözden geçirme mekanizmaları oluşturulmuştur. Bu mekanizmalar çerçevesinde:

- Katkıların hazırlanması ve gerçekleştirilmesi yönünde ilerlenen gelişmeleri ortaya koyan bilgiler,
- Gelişmekte olan bilgiler tarafından ihtiyaç duyulan ve alınan finansman, teknoloji transferleri ve kapasite geliştirme desteğine ilişkin bilgiler,
- Emisyon ve yutak alan bilgileri,
- Finansman, teknoloji transferleri ve kapasite geliştirme desteğine ilişkin bilgilerin düzenli bir şekilde raporlanması öngörülmüştür (Sabuncu, 2015).

Anlaşma hakkında değinilmesi gereken bir başka konu ise kabul edildiği tarihtir. Aralık 2015’de yapılan COP 21 toplantısında kabul edilen Paris Anlaşması, 4 Kasım 2016 yılında birçok ülkenin onayı ile yürürlüğe girmiştir. Önceki anlaşma ve protokollere kıyasla bu kadar kısa sürede kabul görmesi çok önemli bir ilerleme olarak görülmektedir. Türkiye için özel şartlar ve diğer finanslar, teknoloji transferi gibi olanaklardan faydalanabilme durumu belirsizliğini devam ettirmekteydi. Paris Anlaşması’nın, Kyoto Protokolü’nden işleyiş olarak farkı ise herhangi bir emisyon sınırı koymasının yerine sıcaklığı belirli bir sınırın altında tutma hedefi koymasındır (TÜSİAD, 2016).

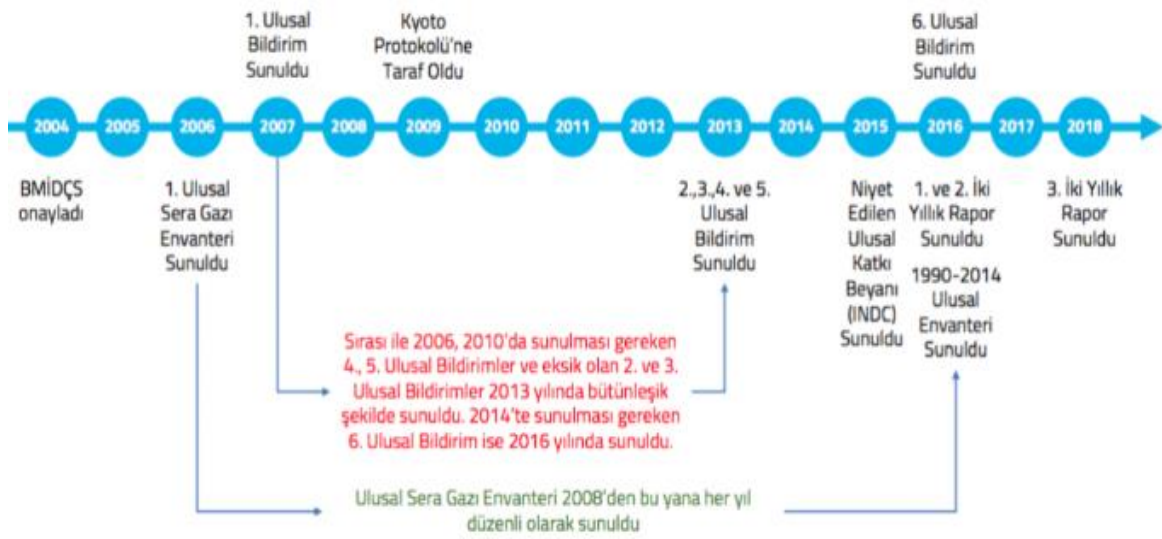
Paris Anlaşması'nın 2016 yılında yürürlüğe girmesinden üç gün sonra toplanan Taraflar Konferansı COP 22, 7-18 Kasım 2016 tarihinde Fas'ın Marakeş şehrinde meydana geldi. Toplantı Paris Anlaşması'ndan sonra ilk toplantı olduğu için gündem daha çok anlaşmanın uygulanma yöntemi ve bilgileri olmuştur. Toplantıda "Marakeş Bildirisi" imzalanmıştır. Bildiri iklim değişikliği ile mücadelenin önemini vurgulayarak, atmosferdeki ısınmanın sadece hükümetleri değil bilim ve iş dünyasını da etkilediği için ortak bir görev olduğu dile getirilmiştir. Toplantı süresince SBI ve SBSTA yardımcı organlarının oturumları devam etti. Yan etkinlik olarak oluşturulan "Karbon Fiyatlarının Globalleşmesi" etkinliğine Türkiye oturum başkanlığı yapmıştır. Ayrıca Dünya sağlık örgütü iklim değişikliğinin insan sağlığı üzerine etkileriyle ilgili çok kapsamlı rapor ve dokümanlar paylaşmıştır (REC Türkiye, 2016). Konferansta değinilen bir diğer konu iklim değişikliği ile ilgili farkındalık yaratmak isteyen hükümet dışı sivil toplum örgütleri ve çabaları olmuştur. İklim değişikliği sonucu büyük çaplı göçlerin yaşanabileceği belirtilirken, konferanstaki tahminlere göre 21. Yüzyılın ilk yarısından sonra dünya nüfusunun üçte birinden fazlası yer değiştirecektir (Pala, 2016). Konferansın sera gazı emisyonlarıyla ilgili gündemine bakacak olursak, İsveç 2040'a kadar fosil yakıtlardan kurtulmayı planladığını dile getirirken, Amerika ve Çin yine elle tutulur bir hedef belirlememiştir. Türkiye'de belirsizliğin devam etmesinden dolayı eylem planı belirlememiştir. Afrika ise yenilenebilir enerji girişimi başlatacağını duyurmuştur. Yine konferansta, gelişmekte olan ülkeler için yardım fonları konusunda taahhütlerde bulunulmuştur (Gündoğdu, 2017).

Son bahsedilecek taraflar konferansı 23.Taraflar Konferansı olup 2017 yılının Mayıs ayında Almanya'nın Bonn şehrinde gerçekleştirilmiştir. Konferansta her yıl olduğu gibi SBI ve SBSTA toplantıları ve Paris Anlaşması Geçici Çalışma Grubu (APA 1-3) oturumları gerçekleştirildi. Tarım, orman ve arazi kullanımı ile ilgili iki adet Teknik Uzman Toplantısı (TEM) ve azaltıma yönelik kentlerdeki iş birliği düzeği, sürdürülebilir kalkınma ve teknoloji hareketleri bazında yine iki adet TEM oluşturulmuştur. Yeşil Enerji Finansmanı için teşviklerde bulunuldu. İklim değişikliği ile bağlantılı olarak insan haklarının tartışılması amacıyla İnsan Hakları Etkinlikleri oluşturuldu. Ayrıca Paris Anlaşması yine gündemde yerini alırken ABD, değişen hükümetiyle anlaşmadan çekildiklerini konferanstan önce açıklarken dünyadan tepki aldı ve bu "iklim değişikliği ile

mücadelede gerileme” olarak ifade edildi. Türkiye ise bu anlarda hala Anlaşmayı imzalayan ama taraf olmayan durumundaydı (REC Türkiye, 2017).

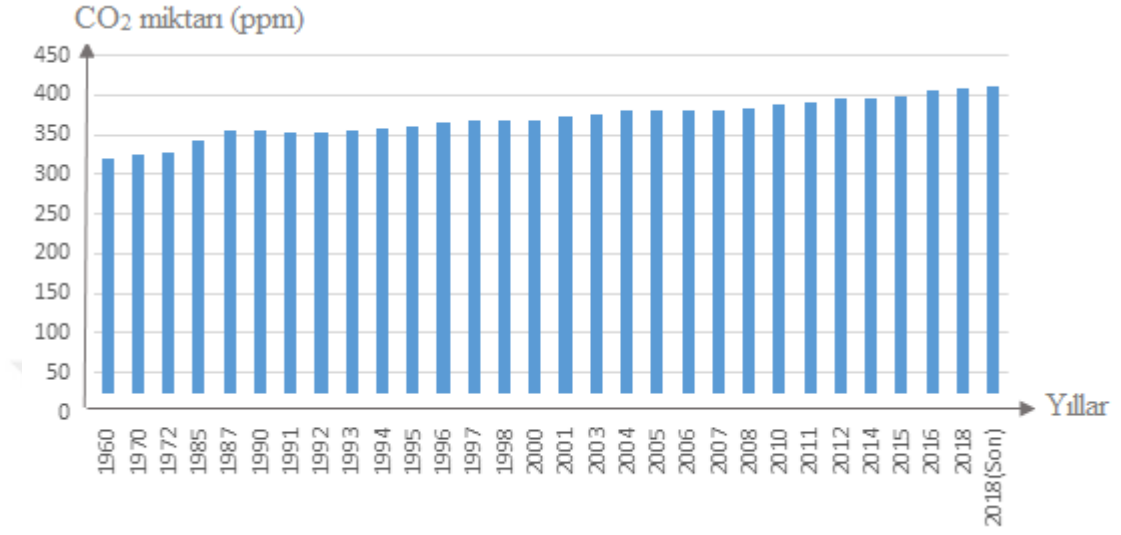
Taraflar konferansının 24.sü 2018 yılının Aralık ayında Polonya’da yapılması planlanmaktadır.

Türkiye’nin bu süreçte müzakerelere katılımı ve yaptığı çalışmalara genel bir bakış olarak Şekil 4.1 verilebilir.

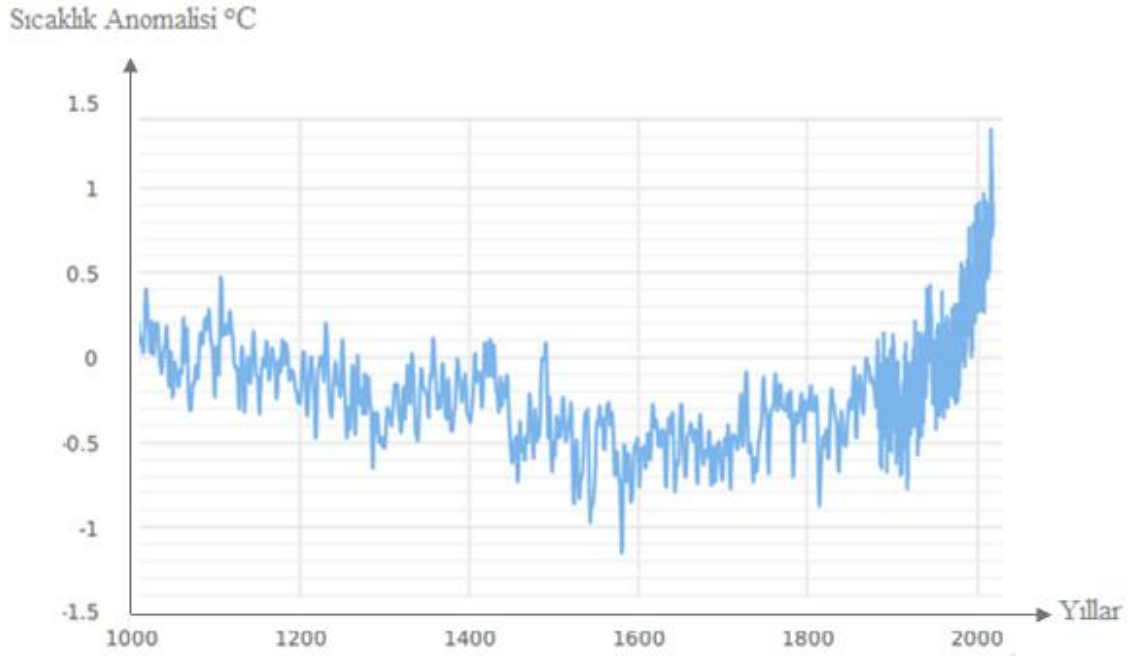


Şekil 4.1. Türkiye'nin BMİDÇS kapsamında ulusal raporlama geçmişi (Gündoğdu, 2017).

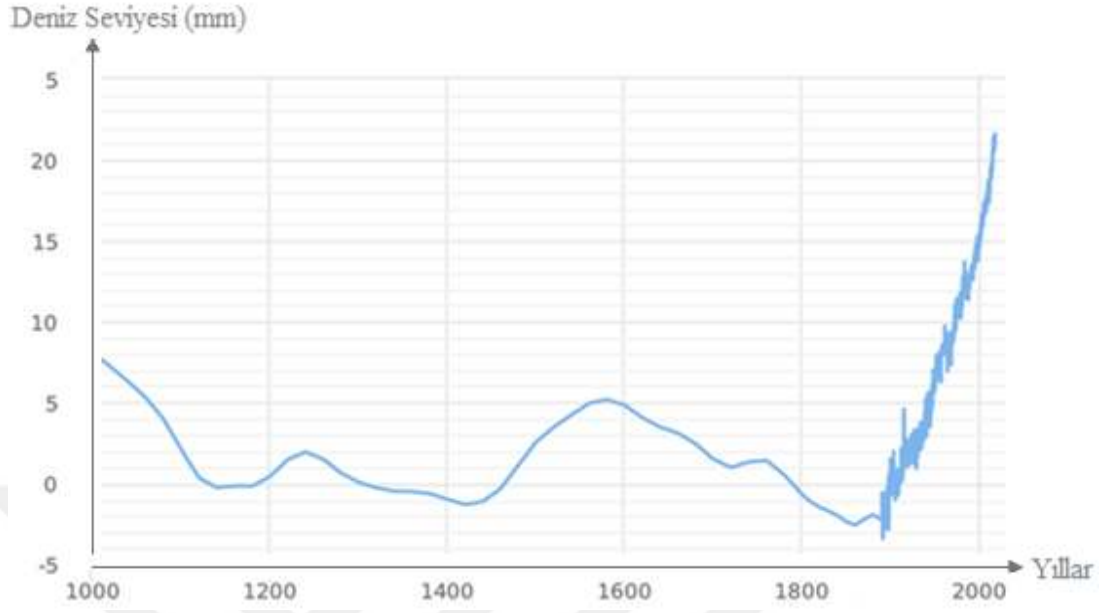
Bu protokoller yapılıp gerekli kararlar alınırken, iklim değişikliği ilerlemeye devam etmekteydi. Bu bağlamda protokol kararları yorumlandığında, dünyada fosil yakıtlardan vazgeçilmeye çalışıldığı, gelişmiş ülkelerin taahhütlerde bulunarak gelişmekte olan ülkelere mali destekler sağlayarak ortak çalışmalar planladığı söylenebilir. Böylesine önemli kararlardan bahsedilen bu süreçlerde, atmosferdeki CO₂ ve oksijen oranı, deniz seviyelerindeki artış ve sıcaklık artış oranları oldukça önem arz etmektedir. Bu oranlar için CO₂ miktarındaki artış Şekil 4.2, sıcaklık anomalileri Şekil 4.3, ortalama deniz seviyeleri Şekil 4.4, ortalama oksijen miktarı Şekil 4.5’de verilmiştir.



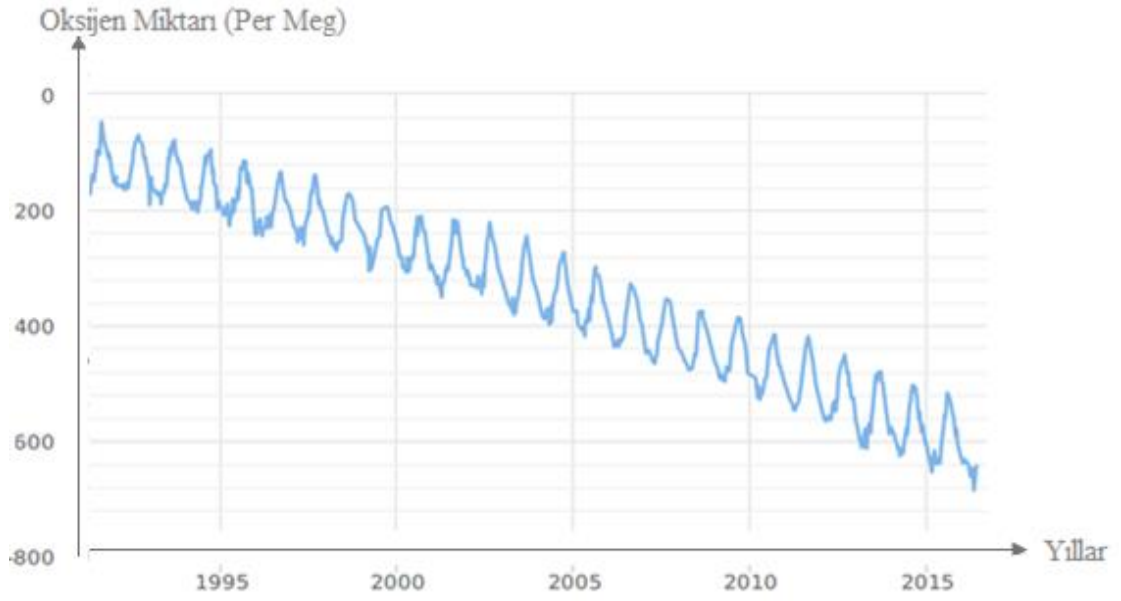
Şekil 4.2. Atmosferdeki CO₂ miktarı (URL-18, 2018).



Şekil 4.3. Atmosferdeki sıcaklık anomalisi (URL-18, 2018).



Şekil 4.4. Yeryüzündeki ortalama deniz seviyesi (URL-18, 2018).



Şekil 4.5. Atmosferdeki oksijen miktarı (URL-18, 2018).

4.2. Ulusal Boyutta İklim Değişikliği Çalışmaları

Uluslararası düzeyde çevre hukuku ve iklim değişikliği bilincinin yanında ulusal düzeyde yapılan çalışmalar da önem arz etmektedir. Türkiye’de çevre mevzuatlarını ve politikalarını oluşturmasından sorumlu kurum Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’dır. Bakanlık, kanunlar hazırlama, bu kanunların uygulanmasını kontrol etme ve kanunlar hazırlama gibi görevleri üstlenmiştir. Ayrıca diğer bakanlıklar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı çevresel politikaları çerçevesinde kendi politikalarını oluşturmaktadırlar (ÇOB, 2007).

Ülkemiz, 2004 yılında BMİDÇS’ne taraf olarak bazı sorumluluklar altına girmiştir. Bu sorumluluklar gereği, İklim Değişikliği Ulusal Bildirgesi yayınlayıp BMİDÇS Sekreteryasına sunmakla yükümlüdür. Bu bağlamda Türkiye, Birinci Türkiye İklim Değişikliği Ulusal Bildirimi 2007 yılında, Beşinci Türkiye İklim Değişikliği Ulusal Bildirimi 2013 yılında ve Altıncı Türkiye İklim Değişikliği Ulusal Bildirimi’ni 2016 yılında sunmuştur (REC Türkiye, 2015).

Birinci İklim Değişikliği Ulusal Bildirim Raporu, Türkiye’nin 1990-2004 yılları arasındaki envanterlerini hazırlamayı, sera gazı emisyon artışlarına dair hedefler almayı, iklim değişikliğinin Türkiye’de oluşturacağı etkileri, enerji politikası alternatiflerinin iklim değişikliği üzerinde oluşturacağı maliyet ve değerlendirmesi hedeflerini amaçlamaktadır. Türkiye’de iklim değişikliği ile ilgili genel bilinç ve bilgi seviyesine katkıda bulunulması ve ulusal planlama ve politika oluşturma sürecinde bu konulara da dikkat çekmeyi ilke edinmiştir. Bu rapora göre, Türkiye’nin iklim değişikliği ile ilgili taraf olduğu uluslararası çevre bildireleri ve anlaşmaları aşağıdaki şekildedir (ÇOB, 2007):

- BM-AEK Uzun Menzilli Sınırlar Ötesi Hava Kirliliği Sözleşmesi (1979)
- Ozon Tabakasının Korunmasına Dair Sözleşme (1985)
- Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü (1987)
- Çevre ve Kalkınma İçin Rio Bildirgesi ve Gündem 21 (1992)
- Sürdürülebilir Orman Yönetimi İlkeleri Bildirgesi (1992)
- Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (1994)
- Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi (1995)
- Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency-IEA)
- Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (International Civil Aviation Organization-ICAO)

- Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization-IMO)
- Uluslararası Demiryolu Şirketleri Birliği'nin (Union Internationale des Chemins de fer-UIC) çalışmaları.

2013 yılında sunulan Beşinci İklim Değişikliği Ulusal Bildirgesi Raporu, 2., 3. ve 4. Bildirileri de barındıran bir rapor olmuştur. Bu raporda sera gazı emisyonları ve yutak alanlarının envanterleri, salınımların azaltılmasına yönelik politika ve önlemler, projeksiyonlar ve azaltım senaryoları, iklim değişikliğine uyum, tedbirler ve mali kaynaklar, teknoloji transferleri ve bilinçlendirme konularına önem verilmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerji destekleri, yatırımlar, karbon piyasaları, araştırma ve geliştirme (Ar-Ge), eğitim ve farkındalık konuları birçok kuruluş tarafından ilgi çekmiştir. Türkiye'nin uluslararası boyuttaki yükümlülük ve çalışmalarını koordine etmek amacıyla 2001 yılında "İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu (İDKK)" kurulmuştur. Burada ilgili tüm kurum ve kuruluşların etkin katılımı ile "Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi" hazırlanmıştır. Bu belgede Türkiye'nin iklim değişikliğinden etkilenecek konuları ve bunlar üzerinde oluşan etki için uyum çalışmalarına yer verilmiştir. Bu konular; su yönetimi, tarım ve gıda güvencesi, biyolojik çeşitlilik ve ormancılık, risk yönetimi ve insan sağlığı ve ekosistem hizmetleridir (ÇOB, 2013).

Son ulusal bildiri ise Altıncı İklim Değişikliği Ulusal Bildirisi olup 2016 yılında sunulmuştur. Diğer raporların güncellemesi olarak karşımıza çıkan rapor, iklim değişikliği yolunda 2030 yılını kapsayan mücadele yolunu çizmiştir (ÇOB, 2016).

Çevre hukuku bilinci açısından yapılan bir diğer çalışma ise başbakanlığa bağlı olarak gerçekleştirilen Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından hazırlanan beş yıllık kalkınma planlarıdır. Bununla beraber en kapsamlı çevre politika belgesi olan "Ulusal Çevresel Eylem Planlama (UÇEP)" da çevresel kalkınma ile ilgili somut hedefler belirleyerek kalkınma planlarını desteklemektedir. Bu kalkınma raporlarında arıtma, atık, su kaynakları, çevre yönetimi gibi konular üzerinde çalışmalar yapılarak iklim değişikliği ile mücadelede önemli bilgiler sunulmaktadır (Özçelik ve Barut, 2017). Son kalkınma planı 10. Kalkınma Planı olup 2014-2018 yıllarını içermektedir.

5. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE MODELLENMESİ

5.1. Matematiksel Model, İklim Modeli, Projeksiyon ve Senaryo Kavramları

İklim değışikliğı ile ilgili olan bir diğerk kavram iklim modelleridir. İklimin ve atmosferin yapısına baktığımızda oldukça karmaşık bir yapıya sahip olduğunu görölmektedir. Bu karmaşıklığın giderilebilmesi için bazı sembollere ihtiyaç duyulmuştur. İklim değışikliğinin etkilerini en aza indirilebilmesi ve uyum sağlayabilmesi için gelecekte nasıl bir iklim sistemi ile karşılaşılabilceğinin değerdendirme yapılmalıdır. Bu anlamda yapılan iklim modelleme çalışmaları önemli bir yere sahiptir.

Senaryo, gelecekteki bazı olayları resmeden hikayelerdir (Gregory ve Duran, 2001). Bu kavram geleceğın tahminini gözler önüne sermez. Muhtemel alternatif durumların, incelenmesi olarak tanımlanır (IPCC, 2000). Emisyon senaryoları ise sera gazları ve aerosoller gibi yeryüzündeki radyasyon oranlarını bozan maddelerin gelecekteki atmosfer içerisinde konsantrasyonlarının tahmin edilmesidir (Moss vd., 2010). Projeksiyon; izdüşüm, gösterim anlamına gelmektedir. Yani iklim senaryo ve modelleriyle ilişkilendirilirse, “mevcut senaryolar sonucu elde edilen çıktı, görüntü” şeklinde tanımlanabilir. Model ise karmaşık yapı ve sistemleri yorumlamak ve anlamlandırabilmek için zihinde var olan kavramsal yapılar ile bunların dış gösterimlerinin bütünüdür. Bir başka anlamıyla insanların doğayı anlayabilmeleri için geliştirdikleri ve kullandıkları fikirler, kanunlar, gösterimler ve araçlardır (Lesh and Doer, 2003). Gerçek hayattaki durumların işleyiş ve yapılarının anlayabilmek için matematik sembolik diline aktararak ifade edilmesine matematiksel modelleme denir (Erbaş vd., 2014). Modellerin iklim üzerindeki belirsizlikleri giderebilmesi için iklim sisteminde oluşturulan modellere ise iklim modelleri denir. Doğru iklim modellemesi, iklimin anlaşılması, iklim değışikliğı sonucu oluşabilecek olumsuz etkilerden korunmak ve uyum sağlamak amacıyla önemli araçlardır (Akçakaya vd., 2015).

İklim sistemi ve iklim elemanlarının oluşturduğu karmaşık yapı sonucu iklimin anlamında oluşan yapı karışıklığı gibi iklim modellerinin uygulanmasında da zorluklara neden olmuştur. Buna rağmen iklim modelleri literatüre oldukça önemli bilgiler katmaktadır. Bilgisayarın kullanımından önceki döneme dayanan modelleme çalışmaları, döneminin yetersiz koşullarından etkilenmiştir. Bu konudaki ilk çalışmalara 19.yüzyılda rastlanmaktadır. O zamanlar bilim adamları, atmosferdeki gazların gezegen etrafında nasıl

hareket ettikleri konusunda bir tanımlama yapamamış ve dolayısıyla bir matematiksel çözüm ortaya koyamamıştır. 20.yüzyılın başlarında Norveçli bilim adamı Vilhelm Bjerknes ısı, nem ve hava davranışlarının yapısını açıklamak için 7 temel eşitlik tanımlamıştır. Temelinin hava haritalarına dayandığı bu metotla grafiksel hesaplama hedeflenmiştir. 1950’li yıllara kadar geliştirilen metot, doğrulanmak için gerekli imkanlara sahip olmaması yüzünden sınırlandırılmıştır. Daha sonra Lewis Fry Richardson’un çalışmaları sonucu Bjerknes’in denklemlerini, tahmin yapacağı alanları kutucuklara bölerek bu kutucuklar içinde çözmeye başlamıştır. Fakat her bir kutucuk için oldukça zor ve zaman alıcı çözümler meydana geldiği için metotta ileri gidilememiştir. Buna rağmen şimdiki bilgisayar temelli modellerin temelini oluşturmuştur. Bilgisayarın kullanılmaya başlamasına kadar matematiksel ve istatistiksel çalışmalar şeklinde devam eden model çalışmaları bilgisayar ile yeni bir boyut kazanmıştır. Kapasitelerin gelişmesiyle iklim modelleri de gelişme göstermiş ve bazen daha karmaşık haller almıştır. Okyanus ve atmosferi içeren ilk matematiksel model 1970 yılında görülmüştür. 1975 yılında ise o zamanın en yüksek kapasiteli bilgisayarları ile 500 km çözünürlüklü, 3 dikey seviyeli ve 10 dakika zaman adımlarına sahip 300 yıllık tahmin üretimine sahip yeni nesil modeller geliştirilmiştir. Bilgisayar kapasiteleri geliştikçe iklim modellerinin de değişimleri devam etmiştir. Kutucuk boyutları küçülmüş ve zaman adımları kısalmıştır. Modelleme çalışmalarında zorluk oluşturan en büyük etmen ise iklim şartlarındaki değişimin hızına ayak uyduracak hızda simülasyonlar geliştirmek zorunda olmaktır (Akçakaya vd., 2015).

Model çalışmalarını küresel ölçekte Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından yürütülmekte ve bununla beraber Türkiye için bu çalışmaları IPCC’nin raporları baz alınarak Türkiye Meteoroloji Örgütü (MGM) üstlenmektedir. MGM’nin Türkçeleştirmesiyle “ IPCC 2.Çalışma Grubu 5.Değerlendirme Raporu Sözlüğü (IPCC WG2 AR5 Glossary) ” çalışmasında yer alan bazı terimler aşağıdaki gibidir (Akçakaya vd., 2015).

Projeksiyon: Gelecekteki evrimsel süreçlerin sık sık bir model yardımı ile gözler önüne serilmesidir. Bir tahmin değil varsayım şeklinde karşımıza çıkar. Mesela “Gelecekteki teknolojik gelişmeler bugünkünden farklı olabilir veya olmayabilir.” kanısı bir projeksiyon çıktısıdır.

İklim Projeksiyonu: İklim sisteminin elemanları ya da iklim sistemini etkileyen sera gazı emisyon konsantrasyonu, aerosoller vb. faktörlere karşı genellikle bir iklim modeli tarafından üretilen simülasyonlara dayanan öngörülerdir. İklim tahminlerinden, altyapısında senaryolara dayanması özelliği ile ayrılır. Gelecekteki olası etmenlere dayandırıldığından belirsizlikler bulunmaktadır.

Senaryo: Tutarlı ve istikrarlı varsayımlar ile gelecekteki ilgili ilişkilerin nasıl gelişeceği ve gelişimi konusunda makul bir tanımdır. Öngörü ya da tahmin değildir.

İklim Senaryosu: İklimin gelecekte alacağı hal ile ilgili makul ve sıklıkla basitleştirilmiş temsili bir bakıştır. İklim değişikliğinin potansiyel sonuçları için oluşturulan etki modellerine hizmet ederler. Kendi içlerinde iklimsel ilişkilere dayanır. Temelinde iklim projeksiyonları bulunmaktadır. İklim değişikliği senaryosu ve iklim kavramlarından farklı bir kavramı temsil etmektedir.

Model: Karmaşık yapı ve sistemleri yorumlamak ve anlamlandırabilmek için zihinde var olan kavramsal yapılar ile bunların dış gösterimlerinin bütünüdür. Bir başka anlamıyla insanların doğayı anlayabilmeleri için geliştirdikleri ve kullandıkları fikirler, kanunlar, gösterimler ve araçlardır (Lesh and Doer, 2003). Gerçek hayattaki durumların işleyiş ve yapılarının anlayabilmek için matematik sembolik diline aktarılarak ifade edilmesine matematiksel modelleme denir (Erbaş vd., 2014).

İklim Modeli: İklim sisteminin nümerik olarak gösterimi şeklindedir. Temelinde sistemin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine, etkileşimlerine ve bunların bazı bilinen özelliklerinin açıklanmasını barındırır. Kullanılan parametrelerin farkı, fiziksel ve biyolojik süreçlerin temsil şekli ve uzaysal boyutların sayısı bakımından farklılıklar gösterir. Model çalışmalarında gelişme sürekli devam etmektedir. İklim modellerinin temel görevi belirli zaman periyotlarında, çeşitli etmenlerle iklim tahmini üretmek gibi amaçlar ile iklimin bilgisayar üzerinde tanımlanmasını sağlamak, araştırmalar yapmak ve simüle etmektir.

Çalışmada verilen bu genel tanımlamaların yanında bazı özel tanımlamalarda bulunmaktadır. Bunlar ise;

Emisyon Senaryoları: Atmosferde devamlı olarak radyatif aktivitelere sahip sera gazı, aerosol gibi etmenlerin gelecekte emisyonlara etkilerinin gösterimidir. İklim projeksiyonlarının hesaplanması için bir iklim modellemesinin temelinde kullanılan

konsantrasyon senaryoları emisyon senaryolarından oluşturulur. 1992 yılında IPCC tarafından oluşturulan emisyon senaryoları, 1996 yılındaki iklim projeksiyonlarına temel teşkil etmiştir. 2000 yılında IPCC Emisyon Senaryoları Özel Raporu'nda raporun isminin baş harfleri olan "SRES" kısaltması emisyon senaryolarına isim olarak verilmiştir. 2001 ve 2007 yılında iklim projeksiyonlarının oluşturulmasında SRES'ler kullanılmıştır. Daha sonra AR5 de senaryolar geliştirilerek 4 temsili konsantrasyon rotası (RPCs) oluşturulmuştur.

Birleştirilmiş Modelleme (Ensemble): Paralel model simülasyonları grubudur. Sonuçlarında çeşitlilik görülmektedir. Aynı model farklı başlangıç şartlarıyla yapıp birleştirilen modeller sadece iklimin iç çeşitliliğinden kaynaklanan belirsizliği karakterize eder. Pek çok modelin simülasyonlarını içermektedir.

Bütüncül Model (End-to- End Model): Canlılık düzeyinde tüm beslenme ağını temsil etmek amacıyla bütün alt modellerin seçimi olan tek bir dinamik modelleme çerçevesi şeklinde tanımlanmıştır.

Dış Zorlama (External Forcing): İklim değişikliğinin son zamanlardaki en büyük konusu olan insan kaynaklı değişiklikler ile volkanik patlama, güneşteki değişimler gibi iklim sistemine dışarıdan gelen ve değişim oluşturan zorlamalardır.

Radyatif Zorlama (Radiative forcing): Net ışımsal zorlamadaki değişim, "iklim değişikliğinin harici sürücülerindeki değişim nedeniyle tropopozdaki ışık etkisinin (W/m² olarak ifade edilmiştir) aşağı yukarı hareketliliğinden" etkilenmektedir. Radyatif zorlama, "bulut ışımsal zorlaması" ile karıştırılmamalıdır. Benzer bir terminoloji "atmosferin üstündeki radyasyonunun üzerindeki bulutların etkisi" için de söylenebilir. Atmosfer sisteminin enerji dengesindeki herhangi bir değişimine ışımsal zorlama denir (Türkeş, 2008).

5.2. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli ve Modelleme Çalışmaları

IPCC yayınlanmış literatürü değerlendirerek çalışır. Raporları üreten üç çalışma grubu vardır (URL-19, 2018). Bunlar;

- Çalışma Grubu 1: Fiziksel Bilimler Temeli
- Çalışma Grubu 2: Etki ve Uyum

•Çalışma Grubu 3: İklim Değişikliğinin Azaltılması ve Ulusal Sera Gazı Envanterleri, şeklindedir.

Birinci grup, iklim sistemi ve iklim değişikliğinin fiziksel ve bilimsel yönlerini değerlendirir. Ana konular; atmosferdeki sera gazları ve aerosollerdeki değişiklikler ve hava, kara, okyanus sıcaklıklarında, yağışlarda, buzullarda ve buz tabakalarındaki değişikliklerdir. Ayrıca, iklim modelleri ve iklim tahminlerinin iklim değişikliğinin nedenleri ile ilişkilendirilmesi de bu grubun çalışma alanlarıdır.

İkinci Çalışma grubunun çalışma alanı, sosyo-ekonomik ve doğal sistemlerin iklim değişikliğine karşı savunmasızlığını, iklim değişikliğinin olumlu ve olumsuz sonuçlarını değerlendirmektedir. Değerlendirilen sektörler: su kaynakları, ekosistemler, gıda ve ormanlar, kıyı sistemleri ve insan sağlığı, bölgeler: Afrika, Asya, Avustralya ve Yeni Zelanda; Avrupa, Latin Amerika; Kuzey Amerika; Kutup Bölgeleri; Küçük Adalar'dır.

Üçüncü Çalışma Grubu, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılması veya önleyerek ve onları yok edici faaliyetleri geliştirerek iklim değişikliğini azaltma seçeneklerini değerlendirilmektedir. Enerji, ulaşım, binalar, endüstri, tarım, ormancılık gibi alanları içermektedir. Azaltmaya yönelik çalışmaların maliyetini ve faydalarını da analiz etmektedir (URL-19, 2018).

Bu çalışma gruplarının her biri sentez raporları ve kılavuzlar oluşturmaktadırlar. Bu çalışma gruplarının faaliyetleri bir "Çalışma Destek Birimi (TSU)" tarafından yönetilmektedir.

IPCC, değerlendirme süreçlerinin daha rahat koordine edilebilmesi için senaryolar geliştirmiştir (AR 1990, SR 1994 ve SRES 2000). 2006 yılında senaryoların doğrudan koordine edilmesinden ziyade, senaryo geliştirmede bilimsel toplulukların doğrudan rol oynaması gerekliliğinin kararını vermiştir (IPCC, 2007b). 19-21 Eylül 2007 tarihinde Hollanda da bir araya gelerek, temsili konsantrasyon yollarını belirleyen bir uzman toplantısı yapmıştır (AR5- Fifth Assessment Report). Toplantıya uyum ve etki araştırması, entegre değerlendirmesi ve iklim modelleme ile ilgili birçok uzman katılmıştır. AR5'te kullanılan Temsili Rotasyon Yolları (RCP- Representative Concentration Pathways) yeni emisyon ve iklim senaryolarının koordinasyonunu kolaylaştırdı. RCP'lerin amacı, iklim sistemi modellenmesinin, emisyon senaryoları gelişimine paralel olarak ilerleterek, senaryoların gelişmesinin hızlandırılmasıdır. Bu bağlamda 18-20 Mayıs 2015'te Avusturya'da senaryolarla ilgili uzman toplantısı gerçekleştirildi (URL-19, 2018).

IPCC'nin 2007 yılında yayınladığı IPCC Uzman raporu “Emisyonların, İklim Değişikliğinin, Etkileri ve Azaltma Stratejilerinin Analizi İçin Yeni Senaryolara Doğru” raporuna göre toplantıda (IPCC, 2007a);

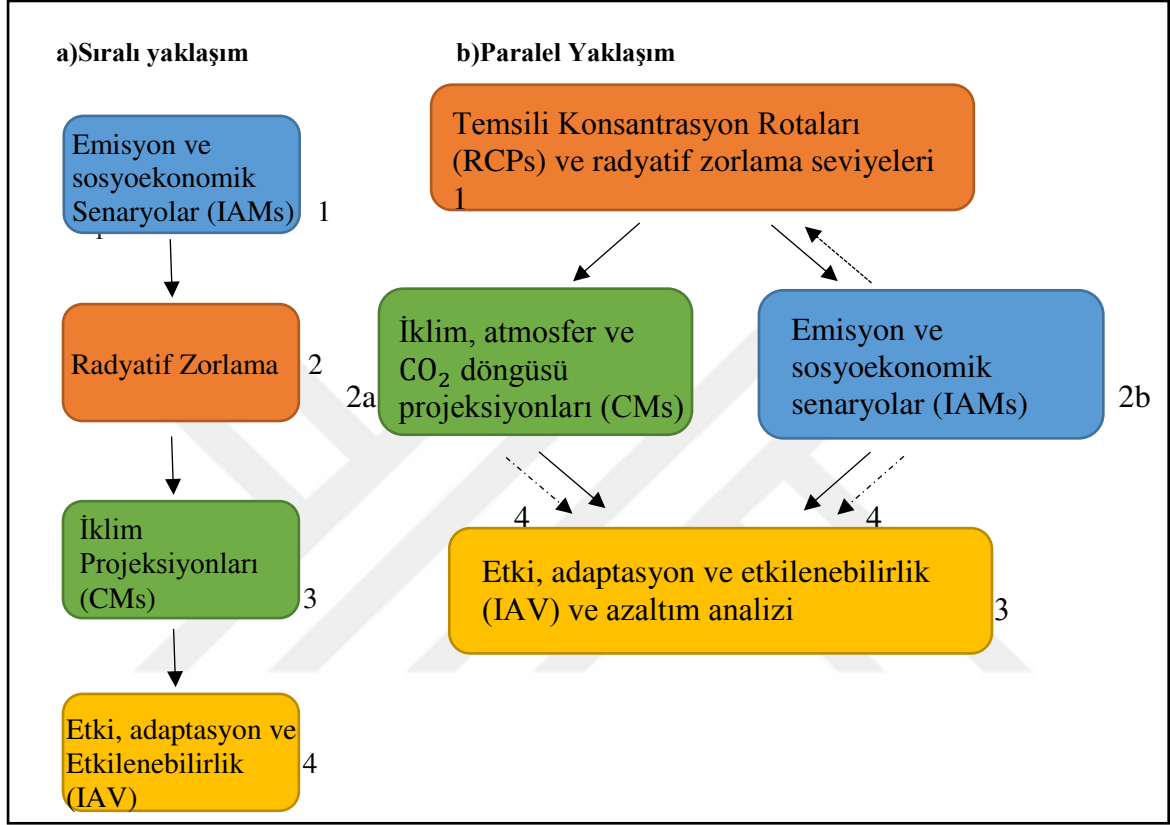
- 2008 yılında “AR5” raporu oluşturulacaktır.
- Tam anlamıyla bitiş zamanı belli olmadığından o zamana kadar modelleme grupları aktif çalışmalarına devam edecektir.

Rapora göre RCP'ler bilimsel ve güncel literatürle bağlantılı etki azaltma ve temel emisyon senaryoları ile uyum içerisinde olmalıdır. Entegre değerlendirme model grupları (Integrated Assessment Model/IAM), etki, adaptasyon ve etkilenebilirlik değerlendirme grupları (Impact, adaptation, vulnerability/IAV) ve İklim Modelleme (Climate Model/CM) topluluklarının da katılımı ile gerçekleştirilen toplantı ve raporlar, RCP'lerin genel bir görüntüsünü sunmaktadır.

Yeni senaryo süreçleri için iki zaman dilimi verilmiştir. Bunlardan bir tanesi 2035'e kadar olan zamanı kapsayan “yakın dönem” senaryoları, diğeri ise 2100 yılına kadar olan “uzun vadeli” senaryolardır. İklim sisteminin davranışları ve tepkileri zaman içerisinde değiştiği için modellemelerde zaman kavramı önemli bir kavramdır. Bu yüzden yakın hedef ve uzak hedef belirlenmektedir.

Geçmiş senaryo gelişimleri tamamen sıralı bir biçimde gerçekleştirilmiştir. Öncelikle sosyoekonomik ve emisyon senaryoları geliştirilmiş ve senaryolara bağlı iklim değişikliği projeksiyonları oluşturulmuştur. Daha sonra süreç, paralel yaklaşımlara uygun şekilde değiştirilmiş ve yeni çalışmalar IAM, IAV ve CM topluluklarının çalışmalarıyla yeni iklim değişikliği projeksiyonları tanımlanmıştır. Bu tanımlama RCP'lerin tanımlanmasıyla başlamıştır. RCP'ler gelecekteki iklim değişikliği ve CM senaryolarının gelişimini mümkün kılmayı hedeflemiştir.

IPCC 2007 Uzman Raporu'na göre sıralı yaklaşım ve paralel yaklaşım süreçleri Şekil 5.1.'de gösterilmektedir.



(a) Önceki sıralı yaklaşım (b) Önerilen paralel yaklaşım

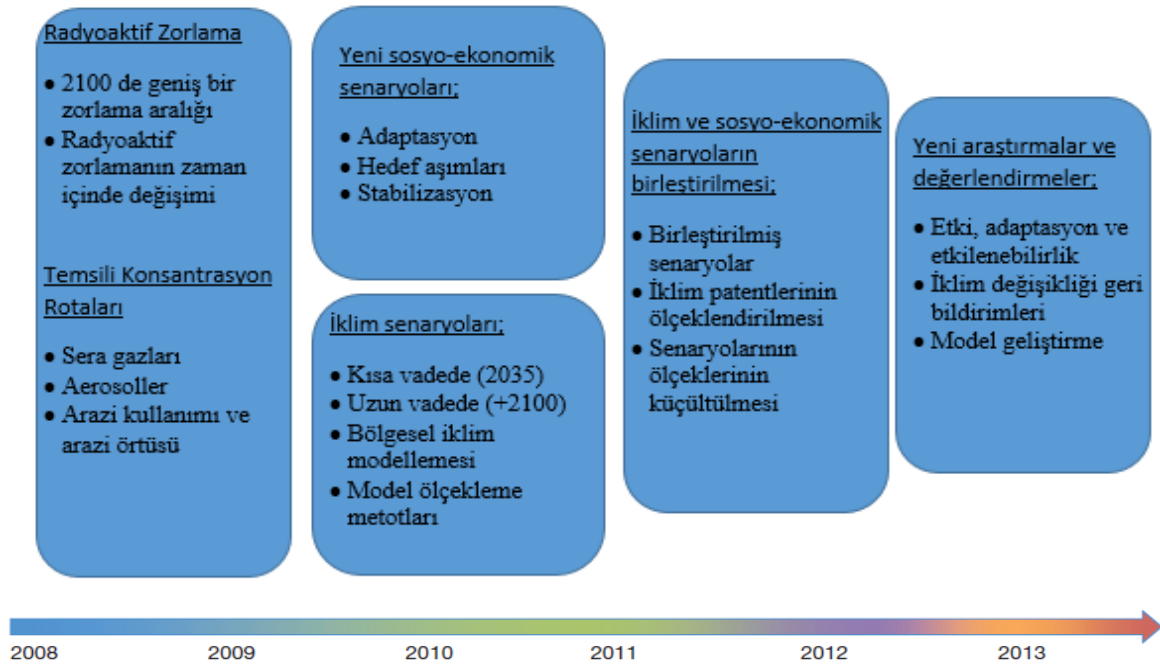
Şekil 5.1. Küresel senaryoların gelişimi yaklaşımları (IPCC, 2007a)

Noktalı oklar RCP'lerin seçimini, kesikli oklar ise bilgilerin entegrasyonunu simgelemektedir. Sayılar uygulama adımlarını göstermektedir. Paralel yaklaşım, sıralı yaklaşıma göre daha kullanışlı bir yaklaşım olarak vurgulanmıştır. Pahalı ve zaman alıcı simülasyonlarının daha iyi kullanılmasına izin verecektir. Sıralı yaklaşım kullanılarak yapılan modellemelerin emisyon senaryolarının her değişiminde yeniden çalıştırılmaya ihtiyacı varken, paralel yaklaşımlarda yeniden çalıştırılmaya ihtiyacı yoktur ve böylece zamandan tasarruf edilmektedir (IPCC, 2007a).

İklim değişikliği ve adaptasyon konusu, günümüze kadar sürekli bir gelişim göstermiştir. Bu gelişim ve senaryoların kapsama alanları için senaryoların içerik tablosu Şekil 5.2’de ve yeni dönem içerik tablosu ise şekil 5.3’de gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Senaryoların içerik tablosu (Moss vd., 2010).



Şekil 5.3. Yeni dönem senaryoların içerik tablosu (Moss vd., 2010).

Modelleme çalışmaları altında IPCC, Dördüncü Değerlendirme raporunda 40 farklı senaryoyu incelemiş ve bunların içinden 7 senaryo seçerek üzerinde çalışmıştır. Bunu takiben, gelişen teknoloji ve modelleme alt yapıları, kullanılan arazi yüzeyleri ve sera gazı artışları gibi etkenleri göz önüne alarak Beşinci Değerlendirme Raporu'nu sunmuştur. 2006 yılından günümüze kadar SRES senaryoları, RCP senaryoları ve CMIP 5 projesi verileri ile Türkiye için iklim simülasyonları oluşturulmuştur (Demircan vd., 2017).

5.3. İklim Modellerinin Süreçleri

İnsan davranışlarının iklim sisteminde etkisini anlayabilmek için, iklim sisteminde faaliyet gösteren bütün süreçlerin etkilerini hesaplamak gerekir. Bu süreçler matematiksel terimlerle ifade edilebilir, ancak sistemin karmaşıklığı, hesaplamaların sadece bilgisayar ortamında hesaplanarak pratikleştirebileceği anlamına gelmektedir. Bu nedenle matematiksel formülasyonlar “model” olarak adlandırılan bir bilgisayar programında uygulanmaktadır (IPCC, 1997). İklim modelleri, iklimi etkileyen koşulların tanımlayan etmenlerin, daha detaylı bir şekilde modellerde yer alabilmesi ve karmaşık model yapıları ile modele girdi olan büyük verilerin bilgisayar ortamında hesaplanabilmesinden oluşmaktadır (Demircan vd., 2017). İklimin ölçülebilen değişkenlere, fiziksel ve kimyasal süreçlere sahip olması, modellenenebilir bir yapı taşımasına olanak tanırken, karmaşık bir sisteme sahip olması ise gelecekte yaşanabilir iklim değişikliklerinin saptanabilmesi açısından senaryo kavramına ihtiyaç duymasına neden olmaktadır (Akçakaya vd., 2013).

İklim modelleri temel fiziksel yasalardan (Newton'un Hareket Yasaları gibi) üretilmiştir. Daha sonraki adımda büyük ölçekli iklim sistemi için uygun olan fiziksel yaklaşımlara tabi tutulur ve daha sonra matematiksel ayrıklaşma (ısı transferi gibi fiziksel olayların matematiksel modellerle zaman, mesafe, sıcaklık gibi sürekli değişkenler ile adlandırılması) yoluyla daha da anlamlı hale getirilir (IPCC, 2007b). İklimin fiziksel süreçlerini kontrol ederek modellere alt yapı oluşturan denklemler momentum korunumu, enerjinin korunumu, süreklilik denklemleri, termodinamik denklem ve hal denklemidir (Temur, 2015).

Bir iklim modeli oluşturulurken aşağıdaki adımlar izlenir (IPCC, 2013b);

i. İklim sisteminin fiziksel yasaları, matematiksel olarak ifade edilmektedir. Bu ise sistemi en iyi tanımlayan matematiksel ifadelerin türetilmesi ve basite indirgenmesinde teorik ve gözlemsel çalışmaların ihtiyacı anlamına gelmektedir.

ii. İkinci adım olarak bu matematiksel ifadeler bir bilgisayar ortamına aktarılır. Bu genellikle atmosfer veya okyanus modelleri için enlem-boylam-yükseklik sistemi gibi bir tür sistem üzerinde uygulanan, ayrıştırılmış matematiksel ifadelerin çözümüne izin veren sayısal yöntemler geliştirmeyi gerektirir.

iii. Karmaşık yapılarından (bitki örtüsü üzerindeki kimyasal süreçler gibi) veya meydana geldikleri zamansal ölçeklerden dolayı açıkça ifade edilemeyen süreçler için kavramsal parametreler oluşturmak ve uygulamak gerekmektedir.

Bu sayısal uygulamalar genellikle “model çözünürlüğü” olarak adlandırılan grid aralığı ve zaman periyodu seçimine izin verir. Daha yüksek model çözünürlüğü daha iyi oluşturulmuş matematiksel denklemlere ve daha yüksek hesaplama maliyete ihtiyaç duymaktadır. İklim sistemindeki belirsizliklerin giderilmesi için birkaç model ile bir dizi simülasyon çalışmalarına gerek duyulmaktadır (IPCC, 2013b).

İklim modellerinin sonlu çözüm sistemleri, belirli süreçlerin etkilerinin parametrelendirme yoluyla ifade edilmesini gerektirir. Açıkça çözümlenemeyen süreçleri temsil etmek için tüm model bileşenlerinde, iklim sisteminin bir parçası olan elemanlara “parametre” denir. Bu parametreler (bir denklemin katsayılarına giren nicelik); atmosfer, okyanus, kara parçası, deniz buzu ve yeni model anlayışlarından eklenen karbon döngüsü, aerosoller, arazi örtüsü, metan, bitki örtüsü gibi kavramlardır. Küçük ölçekli bir sürecin, büyük ölçekte oluşturduğu bir formülasyona “parametrizasyon” denir. Parametrizasyonlar, kısmen çözümlenmemiş işlemlerin basitleştirilmiş fiziksel modellerine dayanmaktadır. Parametrizasyonlar, giriş olarak belirtilmesi gereken sayısal parametreleri de içerir. Çeşitli değişkenlerin model simülasyonunu oluşturabilmek veya küresel ısı dengesini geliştirmek için parametre değeri ayarlanabilmektedir. Bu işlem modellerde genellikle “ayar (tuning)” olarak adlandırılmaktadır. Modelde ana bileşenler (atmosfer, okyanus gibi) model geliştirme sürecinin bir parçası olarak çalıştırılmaktadır. Daha sonra diğer çeşitli bileşenler sistematik bir değerlendirmeye tabi tutularak kapsamlı bir model haline getirilmektedir. Bu aşamada model parametrelerinin küçük bir alt kümesi, modelin büyük ölçekli gözlemsel kısıtlamalarına (genellikle küresel ortalamalara) bağlı kalması için ayarlamalar yapılmaktadır. Model ayarlaması gözlenen iklim sistemi davranışlarını eşleştirmeyi amaçlanmaktadır. Bu bahsedilen çeşitli unsurlar ve modellerin yansıtmak istedikleri hedeflerinin farklılıkları sonucunda farklı model grupları ortaya çıkmıştır. Birkaç istisnalar

dışında, modelleme merkezleri modellerin aşamalarını paylaşmamaktadır (IPCC, 1997; IPCC, 2007a; IPCC, 2013b).

İklim üzerine yapılan geleceğe yönelik çalışmalarda senaryo kavramı kullanılmaktadır. Senaryo, gelecekte ortaya çıkabilecek koşulların olasılıklarıdır. Bunu sağlayabilmek için kurgulanan farklı senaryolar modellenir ve projeksiyon çalışmaları ortaya çıkmaktadır. Projeksiyon çalışmalarının sonuçları, belirli bir zaman aralığında iklim parametrelerinin değer aralığını veya eğilimlerini belirtmektedir. Bu zaman aralıkları, genellikle iklim verilerinden hesaplanan ardışık 30 yıllık hesaplamalar sonucu elde edilen iklim normalleridir. Uluslararası, ulusal ve bölgesel temelli iklim izleme, iklim değişikliği ve iklim modelleri çalışmalarında bilim adamları ve kuruluşlar tarafından iklim referans dönemleri ise 1971-2000, 1961-1990 ve 1981-2010 şeklindeki periyotlar olarak belirlenmiştir. İklim değişikliği ile ilgili yapılan projeksiyon çalışmalarında yüzey ve atmosferik katmanlarda veriler üretilmektedir. Ayrıca genel olarak çalışmalarda yağış ve sıcaklık üzerine yoğunlaşmıştır (Demircan vd., 2017).

Parametreler ve model formülasyonlarının çok çeşitli olması nedeniyle fazlaca iklim model türü bulunmaktadır. Öncelikle uluslararası boyutta kullanılan model türleri olmak üzere, bazı model türleri aşağıdaki şekilde verilebilir;

- Tek boyutlu radyatif-konvektif modelleri: Atmosferdeki güneş ve kızılötesi radyasyonun aktarımı ile ilgili işlemleri ayrıntılı bir şekilde ele almaktadır. Atmosfer de birçok katman içermektedir. Atmosferin bileşenleri ile ilişkili radyatif zorlamanın hesaplanması için yararlıdır (IPCC, 1997).

- Tek boyutlu enerji dengesi modelleri: Temsil edilen tek boyut enlemdir. Atmosferin dikey ve doğu-batı yönünde ortalaması alınmaktadır. Ayrıca yatay ısı iletimi geri bildirimlerinin ve buz ve kar içeren yüksek enlem geri bildirimlerinin etkileşimi ile ilgili bir takım bilgiler verilmektedir (IPCC, 1997).

- İki boyutlu atmosfer-okyanus modelleri: Atmosfer ve okyanusların birkaç iki boyutlu (enlem-boylam veya enlem-derinlik) modelleri geliştirilmiştir. Tek boyutlu enerji dengesi modellerinden daha fazla fiziksel olarak yatay ısı transfer hesaplamasına izin vermektedir (IPCC, 1997).

- Karbon döngüsü modelleri: Karbon döngüsü iklim sisteminin ayrılmaz bir parçasıdır ve insan emisyonlarına tepki olarak CO₂ birikimini yönetir (IPCC, 1997).

- Üç boyutlu atmosfer ve okyanus genel sirkülasyon modelleri: En karmaşık atmosfer ve okyanus modelleridir. Bu modeller atmosferi veya okyanusu 10 ile 20 kat dikey olan yatay bir ızgaraya böler. Rüzgar, okyanus akıntıları, atmosfer ve okyanusu karakterize eden birçok değişken ve süreci simüle eder (IPCC, 1997). Bu model grubunun ana hedefi atmosfer, okyanus, kara ve deniz gibi bileşenler arasındaki etkileşimi gerçekleştirmektir (Öztürk, 2014).

- Sıfır boyutlu enerji denge modeli: Güneşten gelen enerji ile dünyanın uzaya yaydığı enerji dengesi üzerine kurulmaktadır. Burada gelen enerji giden enerjiye eşit kabul edilmektedir (Atay, 2015).

- Basit modeller: Bir ya da iki boyutlu modellerin genel adıdır. Az sayıda denklem içerir. IPCC senaryolarının sonuçlarını anlamlandırabilmek için kullanılmışlardır. Belirli bir bölgedeki iklim duyarlılığını simüle etmek içinde kullanılabilirler (Öztürk, 2014).

5.4. Model Türleri ve Çalışma Grupları

Temelinde küresel iklim setleri ve verilerini barındıran iklim modelleri, 1980’li yıllardan bu yana hava bileşenlerindeki sera gazlarının değişimleri ve bu değişimler sonucu meydana gelebilecek senaryoları barındırmaktadır. Veri setleri okyanus, atmosfer ve arazi yüzeylerinden elde edilen kapsamlı ve detaylı gözlemleri içermektedir (Türkeş, 2013). Bu modeller, küresel ölçekte birçok kuruluş tarafından geliştirilmekte ve kullanılmaktadır.

Küresel iklim modelleri 250-600 km arasında değişen ve 10-20 düşey atmosfer katmanına sahip 3 boyutlu atmosferik hesap hücreleri yardımıyla iklimi belirlemektedir. Bu hesaplamalarda küçük ölçekli meteorolojik parametreler, modellerde ortalama değerler ile kullanılmaktadır. Bu ise sonuçlarda çözünürlük nedeniyle bu verilerin yok olmasına neden olmaktadır. Bu yüzden sonuçlar incelenirken ölçek küçültme yöntemleri kullanılmaktadır (Biberoğlu, 2017).

İklim modellemeleri, küresel bir sorun olan iklim değişikliği ile azaltım ve adaptasyon konusunda kullanıldığı için birçok ülke tarafından ilgi görmektedir. Bu yüzden oldukça çeşitli model grupları ve model türü tanımlamaları vardır. Başta Türkiye’de çalışmalarda kullanılmak üzere bazı model grupları ve türleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

5.4.1. Model Türleri

Parametrelerin çeşitliliğinden ve ilgilenilen alanların farklı olmasından dolayı birçok türde modelleme ile karşılaşılmaktadır. Bu modellerden bazıları aşağıdaki şekildedir.

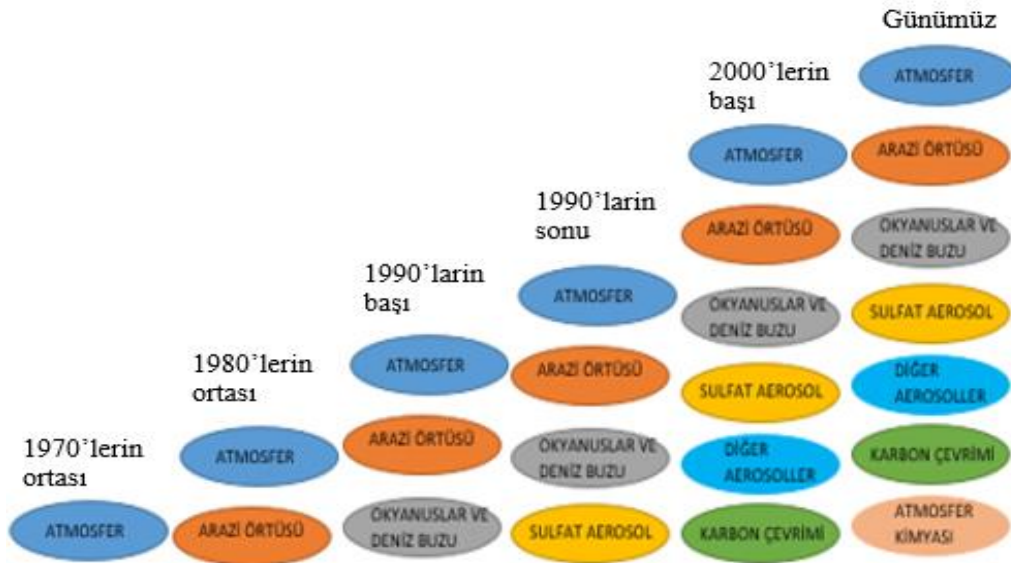
• **Atmosfer ve Okyanus Genel Sirkülasyon Modelleri (Atmosphere-Ocean Global Circulation Models/AOGCM):** Atmosferden kar ve deniz buzunun, yüzey akıntılarının, atmosfer ve okyanusun ısı ve su taşımalarının yanı sıra gerçekleşen radyasyon geçişini hesaplanmaktadır. AOGCM'ler çok sayıda işlemi açık bir şekilde temsil etmeye çalışırken daha basit modeller, bu süreçleri az sayıda denklemler ile ele alınmaktadır (IPCC, 1997). Bu model grubu AR4'de değerlendirilmiştir. Temel işlevleri iklim sisteminin (atmosfer, okyanus, kara ve deniz buzulları gibi) fiziksel bileşenlerinin dinamikliklerini ve gelecekteki sera gazı ve aerosol zorlamalarına dayanan projeksiyon yapmaktır. Yaygın olarak kullanılmaya devam etmektedir (IPCC, 2013b). Kıtasal ölçekte Atmosfer-Okyanus Genel Sirkülasyon Modelleri (AOGCM) gelecekte iklimin davranışları konusunda güvenilir bilgiler sağladığı ortak bir kanıdır (IPCC 2007; IPCC, 2013a).

• **Dünya Sistemi Modelleri (Earth System Model/ESM):** Atmosfer, okyanus ve biyolojik etmenlerden oluşan yer sisteminin modellenmesidir (Akçakaya vd., 2015). Geçmişte yaşanan ve gelecekte yaşanması muhtemel radyatif zorlamaların iklim sisteminde oluşturacağı etkileri inceleme rolünü üstlenmişlerdir (Öztürk, 2014). Karbon döngüsü, kükürt döngüsü ve ozon döngüsü içeren çeşitli döngüleri temsil edecek şekilde atmosfer ve okyanus genel sirkülasyon modelleri üzerinden geliştirilmiştir (IPCC, 2013b).

• **Genel Sirkülasyon Modelleri (Global Climate Model/GCM):** Nümerik modeller olarak da adlandırılırlar. Yükselen sera gazı emisyonlarına iklim sisteminin tepkisini ölçmek için kullanılan en iyi yöntemdir. Üç boyuta sahiptirler. Bu modellere girdi olarak iklim değişikliği senaryoları veri setleri kullanılmaktadır. Bu veri setleri, farklı emisyon senaryolarına göre üretilmiş küresel emisyon, konsantrasyon ya da radyatif zorlama bilgileri bulundurmaktadır (Atay, 2015).

Genel Dolaşım Modelleri olarak da bilinen küresel iklim modelleri, küresel ortalama yüzey sıcaklıkları gibi iklim istatistiklerinin tanımlanmasında önemli bir yere sahiptirler. Atmosferdeki, okyanuslardaki, kriyosferdeki ve arazi yüzeyindeki fiziksel süreçleri temsil etmektedirler. Bu modeller etki analizleri için yetersiz kalmakta ve mikro düzeydeki birçok

fiziksel süreci modelleyememektedir. Bir diğer olumsuz yanıları su buharı, bulut, radyasyon, okyanus döngüsü gibi model içindeki geri dönüşüm mekanizmalarının simülasyonu ile ilgilidir. Parametrizasyon farkı ve farklı geri beslenme modelleri ile aynı zorlama etmenlerine farklı şekilde tepkiler vermektedirler. Aynı emisyon senaryosu için farklı model çıktıları oluşturmaktadırlar (Akçakaya vd., 2015; IPCC, 2013a). Bu iklim modelleri iyi kurulmuş fiziksel temellere dayanmaktadır. Hava durumu tahmini modellerinden meydana getirilen atmosferik genel sirkülasyonun sayısal modelleri (GCM'ler) ile iklim simülasyonları, iklim değişikliğinin okyanus modelleri, arazi yüzey modelleri, vb. değişkenlerinin temsilini içermektedir (IPCC, 2007a). Ayrıca 50 hatta 100 yıllık simülasyonlar yapabilmelerine rağmen çözünürlükleri 200 km olduğu için yerel anlamda yetersiz kalabilmektedirler (Şen, 2009). GCM'lerin gelişim tablosu ve eklenen bileşenleri Şekil 5.4. de verilmiştir.



Şekil 5.4. Genel sirkülasyon modellerinin gelişim tablosu (Akçakaya vd., 2013).

• **Bölgesel İklim Modelleri (Regional Climate Model/RCM):** Belirli bir alan için dinamik olarak küresel model çıktılarını sınırlandırır. Bu modeller sera gazı ve aerosol zorlamaları içermektedir (IPCC, 1997). Tipik olarak etkileşimli okyanus ve deniz buzu olmadan çalışan AOGCM'lerin atmosferik ve kara yüzey bileşenleri ile karşılaştırılabilir iklim süreçlerinin temsilleri ile sınırlı alan modelleridir. Daha ayrıntılı bilgi vermek için küresel model simülasyonlarını dinamik olarak “ölçek küçülterek” kullanır (IPCC, 2013a).

Bu model türleri çeşitli bölgelerdeki atmosfer ile iklim değişikliği projeksiyonları, aerosol etkileri, su kaynakları, ekstrem olaylar gibi iklim değişikliği ile ilişkilendirilebilecek olaylar hakkında bilimsel problemleri çözmek için kullanılırlar (Önol, 2007). GCM'lerin istenilenlere cevap veremeyecek kadar az çözünürlükte çalışması sonucunda RCM'lere ihtiyaç duyulmuştur (Şen, 2009). Bu ihtiyaca cevap verebilmek için küresel ölçekli iklim modellerinden elde edilen sonuçların, yeryüzünde meydana gelen bölgesel meteorolojik süreçlere indirgenebilmesi için bazı ölçek indirgeme yöntemleri kullanılmaktadır. Bunlar istatistiksel ve dinamik ölçek küçültme yöntemleridir. Dinamik ölçek küçültme yüksek çözünürlüklü RCM'ler kullanılmakta, istatistiksel ölçek indirgemedede ise GCM sonuçları istatistiksel transfer fonksiyonlarıyla bölge ölçeğinde indirgenmektedir (Biberoğlu, 2017).

5.4.2. Model ve Çalışma Grupları

• **Birleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi (Coupled Model Intercomparison Project-CMIP):** GCM çalışmalarının analizinde ve veri tabanında destek sağlayan bir diğer program Birleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi (Coupled Model Intercomparison Project-CMIP), Dünya İklim Araştırma Programı (WCRP) ve Modelleme Çalışma Grubu (WGCM) ortak çalışması ile 1995 yılında oluşturulmuştur. Atmosfer- Okyanus Genel Dolaşım Modelleri çıktıları ile diğer GCM'lerin bilim insanları tarafından analiz edilmesi sorumluluğunu yüklenmiştir. Hemen hemen her iklim modelleme topluluğu CMIP çalışmalarına katılım göstermektedir. İklim Modelleme ve Karşılaştırma Programı (PCMDI), bu verileri arşivlemekte ve çalışmalara destek sağlamaktadır. CMIP, özellikle modelleme çalışmalarının temel sorunsallarından olan aynı girdiye verilen farklı tepkilerin nedenleri üzerine yoğunlaşmıştır. Bu programın üçüncü aşaması (CMIP3), IPCC'nin Dördüncü Değerlendirme Raporu (AR4) için temel oluşturacak malzemelerin çoğunu temin etmiştir. CMIP5 ise AR5'de kullanılmak üzere iklim değişikliği deneyleri için bir çerçeve sağlamış ve değerlendirme aşamasına yönelik simülasyonlar içermiştir. CMIP5, modellerin yakın geçmiş simülasyonlarını değerlendirmek, iklim değişikliğinin zaman kapsamında periyotlarını incelemek üzere bulutlar ve karbon döngüsü için bazı geri bildirimleri ölçmek ve model projeksiyonlarındaki farklılıkların temelini anlamak ile

sorumludur (URL-20, 2018). CMIP5 kapsamında oluşturulan model çalışmalarının sonuçları IPCC 1. Çalışma Grubu WG1 tarafından 2013 yılında yayınlanmıştır. Bu proje, model simülasyon setlerinden aşağıdaki sonuçları elde etmeyi hedefler (Akçakaya vd., 2013) :

- Kontrol denemesi adı altında modellerin yakın geçmiş iklimini nasıl yansıttıklarının değerlendirilmesi,
- Kısa dönemde (2035) ve uzun dönemde (2100 ve sonrası) iklim projeksiyonları üretmek,
- Projeksiyonların farklı sonuçlar vermesine neden olan karbon döngüsü ve bulutlanma gibi faktörlerin sayısal değerlerinin hesaplanması

• **Koordineli Bölgesel İklim Küçültme Çalışması (CORDEX/ Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment):** AR5'in hazırlık aşamasında daha sağlıklı bir çalışma yürüterek bölgesel analizler yapmak için kurulan bir kuruluştur. Bu çalışma, dünyayı 13 parçaya bölerek bölgesel çalışmalar yürütmüştür. Bu sayede ölçek küçültme yöntemi ile daha yüksek çözünürlükte projeksiyonlar üretilmiştir (Atay, 2015). Dünya İklim Araştırma Programı tarafından desteklenmektedir (Akçakaya vd., 2015).

• **HadGEM2-ES Küresel İklim Modeli (Hadley Center Global Environment Model):** İklim modeli çalışma gruplarından biri, İngiltere Meteorolojisi Ofisi MOHC Endüstrisi tarafından geliştirilmiş olan Hadley Center Global Environment Model (HadGEM) ailesinin ikinci nesil tahmin modeli HadGEM2-ES modelidir. Bu model birinci nesil HadGEM1 modelinin eksiklikleri giderilmek üzere oluşturulmuştur. IPCC 5.Değerlendirme Raporu'nda kullanılmıştır. İklimin yer sistemi içerisinde geri beslenmelerinin anlaşılmasında önemli rol oynamaktadırlar (OSİB, 2016b). Sürekli gelişme halinde olmasıyla beraber güncel HadGEM2 versiyonları Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1. Güncel HadGEM2 Versiyonları (Akçakaya vd., 2013).

HadGEM2-A	Troposfer, Arazi Yüzeyi, Hidroloji ve Aerosoller
HadGEM2-O	Okyanus ve Deniz Buzu
HadGEM2-AO	Okyanus ve Deniz Buzu, Troposfer, Arazi Yüzeyi, Hidroloji ve Aerosoller
HadGEM2-CC	Troposfer, Arazi Yüzeyi, Hidroloji, Aerosoller, Okyanus ve Deniz Buzu, Kara Karbon Döngüsü, Okyanus Biyokimyası
HadGEM2-CCS	Troposfer, Arazi Yüzeyi, Hidroloji, Aerosoller, Okyanus ve Deniz Buzu, Kara Karbon Döngüsü, Okyanus Biyokimyası, Stratosfer
HadGEM2-ES	Troposfer, Arazi Yüzeyi, Hidroloji, Aerosoller, Okyanus ve Deniz Buzu, Kara Karbon Döngüsü, Okyanus Biyokimyası, Kimya

• **MPI-ESM (MaxPlank Institute of Meteorology-MaxPlank Meteoroloji Enstitüsü) Küresel İklim Modeli:** MPI-ESM-MR, Almanya Hamburg’da bulunan Enstitü tarafından sürdürülen beş yıllık çalışmaların sonucunda elde edilen model grupları Avrupa Merkezli Hamburg Modeli (ECHAM5) atmosfer modeli ile MPIOM geliştirilmiş yeni nesil Yer Sistemi modelleridir (Earth System Model). MPI-ESM’nin ECHAM5 ve MaxPlank Meteoroloji Enstitüsü Okyanus Modeline (MPIOM) göre en büyük farklılıkları atmosferdeki yeni ışınsal transfer şeması, yeni bir aerosol klimatolojisinin kullanımı, karbon döngüsünün (okyanus biyojeokimyası dahil) ve yüzeyde interaktif ile dinamik vejetasyon şemasının dahil edilmesidir. MPI-ESM enerji, momentum, su ve karbondioksit gibi önemli gazlar arasındaki alışverişi değerlendirerek; atmosfer, okyanus ve kara yüzeyini model içerisinde kullanmaktadır. Bu model, CMIP5 bünyesindeki küresel bazlı karşılaştırmalı model hesaplamalarında tercih edilen genel sirkülayon modellerinden bir tanesidir (Akçakaya vd., 2015). ECHAM5 küresel modeli ise ECHAM model ailesinin beşinci nesil küresel modelidir. Bu küresel model IPCC raporlarında ve Türkiye’nin yayınladığı 5. Ulusal Bildirisi’nde kullanılmıştır (Adiller, 2014; ÇOB, 2013).

• **GFDL Küresel İklim Modeli (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory):** Jeofizik Akışkanlar Dinamiği Laboratuvarı’ndaki bilim adamları, süper bilgisayar ve veri toplama kaynaklarını kullanarak, atmosferin, okyanusların ve iklimlerin davranışlarını anlaşılması ve projeksiyonları geliştirmek için dinamik, sayısal modeller ve bilgisayar

simülasyonları geliştirmekte ve kullanmaktadırlar. Bu modeller, Dünya'nın iklimini kontrol eden ve jeokimyasal süreçleri anlamak için temel araçlar haline gelmiştir. 20. Yüzyıl için iklimin küresel ölçeklere kadar gözlemlenen evrimini temsil etmede başarılı olmuşlardır. İlk raporlarını 1990 yılında yayınlamışlardır ve IPCC'nin her raporunda rol oynamışlardır. 6 adet iklim modeline katkıda bulunmuşlardır. AR6 çalışması için Bileşik Dünya Sistemi Modeli geliştirmektedirler. Ayrıca bu model grubu, Dünya Sistemi Modellerini inşa etmişlerdir. Bu grubun iklim modelleri, kara, deniz buzu ve buzdağı dinamiği temsili ile bir okyanus sirkülasyon modeli ile birlikte bir atmosferik sirkülasyon modeline dayanmaktadırlar (URL-21, 2018). Dünyadaki madde döngüleri ile insanların iklim sistemi üzerindeki etkilerini bir arada incelemektedir. Atmosferin kimyasını (aerosol, CO₂ gibi) çalışmalarında bir bileşen olarak kullanmaktadır. GFDL-ESM2M ve GFDL-ESM26 olmak üzere iki sürümü vardır (Akçakaya vd., 2015).

• **Meteoroloji Araştırma Ulusal Merkezi (CNRM-CM5/ Centre National de Recherches Meteorologiques):** CNRM-CM5 modeli, iklim simülasyonları oluşturulmak üzere tasarlanmış bir yer sistemi modelidir. CMIP5'e katkı sağlamaktadır. Dış zorlama, okyanus, deniz buzu gibi bileşenleri içerir (OSİB, 2016b). Bu model tarafından üretilen simülasyonlar kendi veri tabanlarında (CNRM-GAME CMIP5) paylaşımına açılmıştır. Bu model grubunun amacı; iklim sistemini incelemek ve geliştirmek, mevsimsel tahminler yapmak ve sera gazı emisyon senaryolarını inceleyerek gelecekteki iklime ait simülasyonlar kurmaktır (URL-22, 2018).

• **RegCM (Regional Climate Model System) Modeli;** Bu model, Amerikan Ulusal Atmosfer Araştırma Merkezi (National Center For Atmospheric Research/NCAR) tarafından geliştirilmiş bir modele dayanmaktadır. İstenilen herhangi bir bölgede iklim simülasyonları oluşturmak için kullanılan bir bölgesel iklim modelidir. Bu modelin çalıştırılmasında sırasıyla GCM'den sınır değerlerinin alınması, tanımlanan alan için yerel verilerin elde edilmesi ve bölgesel iklim modelinin dinamik denklemlerinin bu iki veri yardımı ile çözümleyerek istenilen alan için değerler üretmesi adımları izlenir (Akçakaya vd., 2015). Belirli bir bölge için uygulanan küresel modellerden daha yüksek çözünürlüklü sonuçlar elde edebilmek için kullanılır (Adiller, 2014). Dünyada farklı iklim tiplerine sahip bölgeler için uygulamaları vardır (Sonuç, 2012). Ayrıca Türkiye için yapılan bölgesel iklim model çalışmalarında tercih edilen bir modeldir.

Bahsedilen bu model gruplarının ileriye yönelik simülasyonlar yapabilmesini sağlamak için kullanılan bazı senaryolar vardır. Bu senaryolar oluşturulurken emisyonların, ekonominin hatta nüfusun bile ileride gelebileceği noktalardan bahsedilir. Bu varsayımların gelecekte gerçeği yansıtıp yansıtmayacağı ise belirsizdir (Adiller, 2014). IPCC çalışma raporları ve Türkiye’de yapılan iklim projeksiyonlarında kullanılan iki senaryo grubu aşağıdaki gibidir.

• **SRES Senaryoları (Emisyon Senaryoları Özel Raporu);** SRES emisyon senaryoları 4 senaryo ailesinden oluşur. Bunlar A1,A2,B1 ve B2 senaryolarıdır. IPCC’nin 2001 ve 2007 çalışmalarının bazı bölümlerini temel alır. Sıralı yaklaşım metodunu içerir. Bu senaryolara daha sonra ek olarak A1FI ve A1B alt grupları eklenmiştir. Bu senaryoların oluşum süresi 1997’de başlamış ve yaklaşık olarak 3 yıl sürmüştür. İlk sonuçlar 2001 IPCC 3.Değerlendirme Raporu’nda sunulmuş olup, ayrıntılar ise 2007 IPCC 4. Değerlendirme Raporu’nda görülmüştür (IPCC, 2000).

Bu senaryo ailelerine göre A1 senaryosu; dünyanın çok hızlı bir ekonomik büyüme ve küresel nüfusun gelebileceği en üst değere ulaşacağını kabul etmektedir. Ayrıca teknolojide ise daha verimli geçişlerin olacağını savunur. A2 senaryosu; nüfusun sürekli artış halinde olacağını ve bölgesel ekonomik büyümelerin yaşanacağını öngörmektedir. B1 senaryosu; küresel nüfusun artacağını ve temiz kaynakları koruyan teknolojinin gelişeceğini öngörmektedir. B2 senaryosu ise; orta seviyede bir ekonomik kalkınma, sürekli artan bir nüfus ve ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik konularına çözümler bulunacağını öngörmektedir (Adiller, 2014). A1 senaryolarının bir alt kolu olan A1FI senaryosu; fosil yoğunlukla gelişen teknoloji, A1F senaryosu; fosil olmayan enerji kaynakları ile gelişen teknoloji ve A1B senaryosu ise; bütün enerji kaynakları arasında denge kurarak gelişen teknoloji kabulü ile işlem yaparlar. Bu senaryolara göre 2000-2100 dönemi sonunda CO₂ miktarı, A1B senaryosuna göre 720 ppm, A2 senaryosuna göre 850 ppm ve B1 senaryosuna göre 550 ppm seviyesine ulaşmaktadır (Biberoğlu, 2011).

• **Temsili Konsantrasyon Rotaları (Representative Concentration Pathways RCPs);** IPCC İkinci Çalışma Grubu Beşinci Değerlendirme Raporu’nun tanımına göre RCP; senaryolar, arazi örtüsünün yanı sıra kimyasal olarak aktif gazların, emisyonların ve konsantrasyonları için zamansal yollar içerir (Moss vd,2008). Burada “Rota” kavramı aynı zamanda alınan yörüngelerin o sonuca ulaşmak için kullanıldığı belirtilmektedir. “Temsili”

sözcüğü ise birçok olası senaryo sağladığı anlamına gelmektedir (Moss vd.,2010). Entegre Değerlendirme Modelleri tarafından dört adet RPCs seçilmiş ve IPCC değerlendirme raporlarında iklim öngörülleri ve projeksiyonlar için temel alınarak WGI AR5’de sunulmuştur. “IPCC Uzmanlar Toplantısı” oturumunda Beşinci Değerlendirme Raporu için kullanılacak yeni emisyon/konsantrasyon senaryolarının bir setinin oluşturulmasına karar verilmiştir (Akçakaya vd., 2013; Demir vd., 2013; Demircan vd., 2014d). Bu karar sonucu oluşturulan dört tane RCP özellikleri Tablo 5.2’de verilen gibidir (IPCC, 2007a).

Tablo 5.2 Temsili Konsantrasyon Rotalarının Türleri (Demircan vd., 2014; IPCC, 2007a).

RCPs	Radyatif Zorlama	Zaman	Radyatif Zorlama Değişimi	Toplam Konsantrasyon (CO_2 değeri)	Emisyonlar (Kyoto Protokolü’nün belirlediği sera gazları)
RCP 8.5	$>8.5 \text{ W/m}^2$	2100	Yükselme	$>\sim 1370 \text{ ppm}$ (2100)	Artış devam ediyor
RCP6.0	$\sim 6.0 \text{ W/m}^2$	2100 Sonrası	Hedefi geçmeden stabilizasyon	$\sim 850 \text{ ppm}$ (2100)	Yüzyılın son çeyreğinde düşüş
RCP 4.5	$\sim 4.5 \text{ W/m}^2$	2100 öncesi	Hedefi geçmeden stabilizasyon	$\sim 650 \text{ ppm}$ (2100)	Yüzyılın ortalarından itibaren düşüş
RCP3-PD	$\sim 3.0 \text{ W/m}^2$	2100 öncesi	Hedefe ulaşmadan zirve ve düşüş	$\sim 490 \text{ ppm}$ ve düşüş (2100)	Yüzyılın ilk çeyreğinde düşüş

Görüldüğü gibi düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 çeşit radyatif zorlama senaryosu kurulmuştur. Burada düşük seviyede radyatif zorlama rotası önce zirveye kadar çıkmakta daha sonra düşüş yaşanacak şekilde kurgulanmışlardır. Orta seviye senaryosunda hem buzulların hem de iklimin nasıl etkileneceği saptanmak istenmiştir. Yüksek seviyede ise iklim sisteminin dinamiklerinin araştırılması hedeflenmiştir. Bu veri setlerinde, genel olarak iklim sistemindeki radyatif zorlamaya etkisi oluşturan faktörlerin tümü 2300 yılına kadar modellenmiştir (Akçakaya vd., 2013).

5.5. Ulusaldan Yerele Doğru İklim Değişikliği Model Çalışmaları

5.5.1. Türkiye İçin Yapılan İklim Değişikliği Projeksiyonları

Çalışmada buraya kadar bahsedilen model ve senaryo grupları kullanılarak uluslararası ve ulusal ölçekte yapılan birçok çalışma vardır. Bu çalışmalar geleceğe yön vermesi açısından önemli bir yere sahiptir.

Türkiye'nin yakından takip ettiği ve MGM çalışmalarında yaygın olarak kullandığı HadGEM2-ES, GFDL-ESM2M ve MPI-ESM-MR model grupları ile ilgili bazı bilgiler Tablo 5.3.'de verilmiştir. Ayrıca MGM'nin yaptığı bu model çalışmasından seçilen HadGEM2-ES modelinin projeksiyon çıktıları, çalışmanın 5.5.3. bölümünde yapılan Elazığ ili projeksiyonu çalışmasında kullanılmıştır.

Tablo 5.3. MGM'nin son çalışmasında kullanılan modellerin özellikleri (Akçakaya vd., 2015)

İklim Modeli	HadGEM2-ES	GFDL-ESM2M	MPI-ESM-MR
Küresel Model Çözünürlüğü (km)	112,5	210	220
Seçilen Senaryolar	RCP 4.5- RCP 8.5	RCP 4.5- RCP 8.5	RCP 4.5- RCP 8.5
Referans Periyodu	1971-2000	1971-2000	1971-2000
Projeksiyon Periyodu	2016-2099	2016-2099	2016-2099
Kullanılan Bölgesel İklim Modeli	RegCM 4.3.4	RegCM 4.3.4	RegCM 4.3.4
Üretilen Projeksiyon Çözünürlüğü (km)	20	20	20

Bu çalışmaların yanında Türkiye için oluşturulan iklim projeksiyonları, SRES ve RCP senaryoları kullanılarak oluşturulmuştur. Bu çalışmalar SRES senaryoları kullanılarak Önal ve Semmazi (2009), Demir (2011), Özdoğan (2011), Bozkurt and Şen (2011), Önal (2012), Önal ve Ünal (2012), Bozkurt vd. (2012), Bozkurt ve Şen (2013b), Önal vd. (2013) tarafından yapılmıştır. RCP senaryoları kullanılarak ise Demir vd. (2013), Demircan vd. (2014a; 2014b; 2014c), Gürkan vd. (2016a; 2016b), Coşkun vd. (2016), Öztürk vd. (2017),

Güser vd. (2017) ve Eskioğlu vd. (2017) tarafından yürütülmüştür (ÇŞB, 2016; Demircan vd., 2017).

Bu çalışmalar sonucunda Türkiye için bazı öngörüler elde edilmiştir. Genel olarak yağışlarda azalma ve sıcaklık değerlerinde artışlar beklenmektedir. SRES A2 ve B1 emisyon senaryolarına ait çıktıların RegCM3 bölgesel iklim modeli kullanarak küçültülmesi sonucunda 2000-2099 dönemi için Türkiye’de beklenen sıcaklık artışlarının eşit olmayacağı kanısına varılmıştır (ÇŞB, 2016). Önal ve Ünal (2012)’nin SRES A2 senaryosu ile yaptığı çalışmaya göre Türkiye’de yaşanacak iklim değişikliği etkilerinin bölgesel olması öngörülmektedir. Yaz aylarında meydana gelecek ısınmanın, diğer aylara göre 3 °C daha fazla olması beklenmektedir. Genel olarak yaşanacak ısınmanın ise 2-5 °C olacağı öngörülmektedir. Yağışlar için ise mevsim ve dağlık bölgelerde tutarsızlıklar beklenmektedir (Önal and Ünal, 2012). Yine A2 senaryosu ile yapılan bir çalışma sonucuna göre Fırat ve Dicle Havzası yağışlarında azalmalar ve kış yağışlarında ise artışlar olacağı kanısına varılmıştır (Önal and Semmazi, 2009). SRES B1 senaryosunun ECHAM5 küresel iklim modelinde çalıştırılarak RegCM5 bölgesel ölçek küçültme sistemi ile ölçek küçültmeye tabi tutulması sonucunda ise yağışların azaldığı bölgelerde kuraklık tehlikesi, yağışların arttığı yerlerde ise sel ve baskın tehlikeleri beklenmektedir. Ayrıca en olumlu senaryo olarak görülen B1 senaryosuna göre Türkiye’de meydana gelecek en yüksek sıcaklık değişimi güney bölgelerde ve 3-4 °C olması beklenmektedir (Demir, 2011). Özellikle yağışlarda meydana gelecek belirsizliklerin yapılan hemen her çalışmada belirsizliğini koruduğu görülmektedir. CMIP3 grubunda yer alan 13 küresel model simülasyonuna göre gelecek dönemlerde yağışlarda %5 ile %45 arasında bir azalma beklenirken bazı modellerde hafif artışlarla karşılaşmıştır (Özdoğan, 2011). Bunların yanında HadGEM2-ES modeli RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları ile çalıştırılarak 2013-2040 dönemi için yapılan çalışmaya göre, RCP 4.5 senaryosu için 1,5- 2 °C sıcaklık artışları ve yağışlarda kış aylarında bir artış beklenirken bahar aylarında %20 azalmalar olacağı öngörülmektedir. Bu öngörüler RCP 8.5 senaryosuna göre özellikle bahar aylarında 3 °C’lik bir sıcaklık artışı ile yağışlarda sonbahar aylarında ülke genelinde azalış görülmektedir (Demircan vd., 2014a). GFDL-ESM2M modelinin RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları ile çalıştırılması sonucunda ise sırasıyla ortalama 1,5 °C sıcaklık artışı ile 10-15 mm/yıl yağış azalışı ve 2,5 °C sıcaklık artışı ile 105-110 mm/yıl yağış azalışları beklenmektedir (Gürkan, 2016).

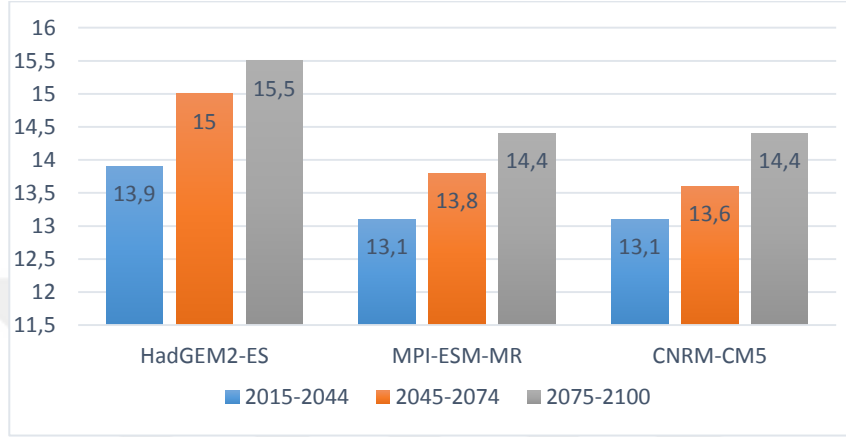
5.5.2. Fırat ve Dicle Havzası İçin Yapılan Bir İklim Değişikliği Projeksiyon Çalışması

Fırat ve Dicle nehirleri Türkiye’de doğan ancak sınırlarımız dışına dökülen iki önemli nehirdir. Bu su kaynakları hidroelektrik üretimi ve tarımda sulama alanlarında kullanıldığı için birçok önemli projede yer almaktadır (Özdemir vd., 2006). Burada yaşanan olası bir su kıtlığı ise uluslararası bir problem olarak görülmektedir (Aytemiz ve Kodaman, 2006). Yapılan bazı model çalışmalarına göre bu havzada önemli sıcaklık artışları meydana gelmesi beklenmektedir. Bu sıcaklık artışlarının 2-6 °C olması beklenirken, yağışlarda ise % 20’lere dayanan azalmalar olacağı beklenmektedir. Bu sıcaklık ve yağış azalmalarına bağlı olarak havzada gerçekleşecek potansiyel kayıplarından ise en fazla Türkiye’nin etkilenmesi öngörülmektedir (Bozkurt ve Şen, 2013a).

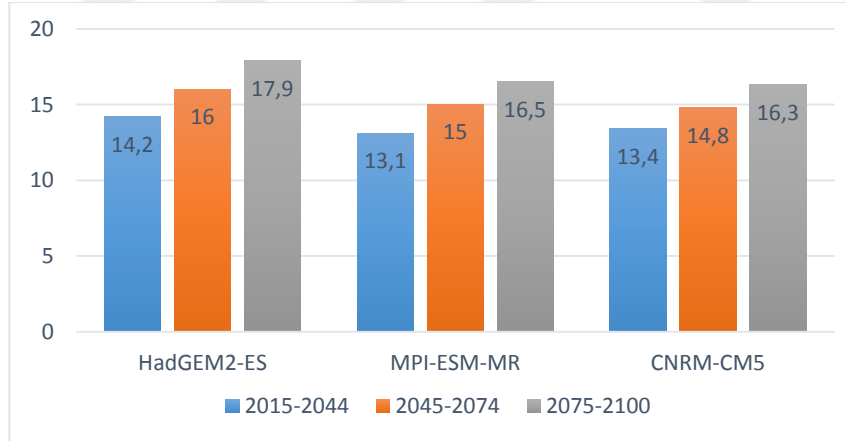
Türkiye’de iklim değişikliği için yapılan bir diğer çalışma ise Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından tamamlanan “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi” projesidir. Proje CMIP5’de yer alan 3 küresel model HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve CNRM-CM5 tarafından RCP 4.5 ve RCP 8.5 emisyon senaryolarının çalıştırılması ile gerçekleştirilmektedir (ÇŞB, 2016). Bu proje ile Türkiye’de yer alan 25 nehir havzası üzerinde çalışmalar yapılmış ve öngörüler elde edilmiştir. Bu bölümde projeden alınan veriler, gelecekteki iklim değişikliğinden sıcaklığa duyarlılığı ile etkilenmesi beklenen ve Elazığ ilini içinde bulunduran Fırat- Dicle havzasının sıcaklık ve yağış analizi yapmak için kullanılmıştır. Bu projeden elde edilen sonuçlara göre 2015-2100 dönemlerinde Fırat-Dicle Havzası için 2 °C - 5,3 °C arasında bir sıcaklık artışı meydana gelecektir. Bölgeye düşen yağışlarda ise azalışlar beklenmektedir (OSİB, 2016a). Projede elde edilen model çıktıları RegCM 4.3 bölgesel iklim modeli ile ölçek küçültülerek 10*10 km çözünürlükte veriler elde edilmiştir (Demircan vd., 2017).

Projenin veri tabanından elde edilen verilere göre yıllık ortalama sıcaklık ve yağış anomalileri (normal değerlerin üstünde veya altında olan değerler) aşağıda verilen Şekil 5.5, Şekil 5.6, Şekil 5.7 ve Şekil 5.8’deki gibi grafiklenebilir. Çalışmada temel alınan 1971-2000 referans dönemi gözlem sonuçlarına göre Fırat- Dicle Havzası’nda yıl içinde ortalama sıcaklık 12 °C ve bölgeye düşen yağış miktarı 584,5 mm’dir. Gelecekte bu değerlerde meydana gelmesi beklenen değişimler ise Şekil 5.5, Şekil 5.6, Şekil 5.7 ve Şekil 5.8’da verilmiştir.

Şekil 5.5 ve Şekil 5.6’de görüldüğü gibi 3 küresel model içinde bölgede 5,9 °C’ye kadar çıkan bir sıcaklık artışı beklenmektedir. Bu sıcaklık artışı ise hem havzanın öneminden hem de çalışma bölgesinden dolayı önem arz etmektedir.



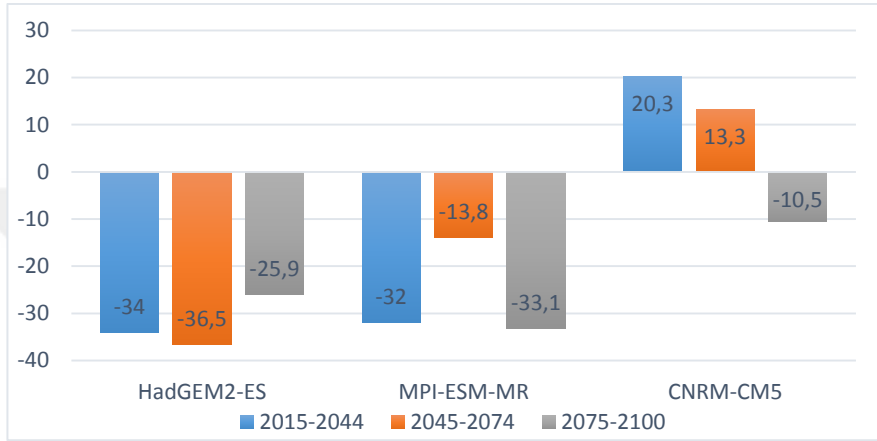
Şekil 5.5. RCP 4.5 senaryosuna göre ortalama sıcaklık değerleri (°C)



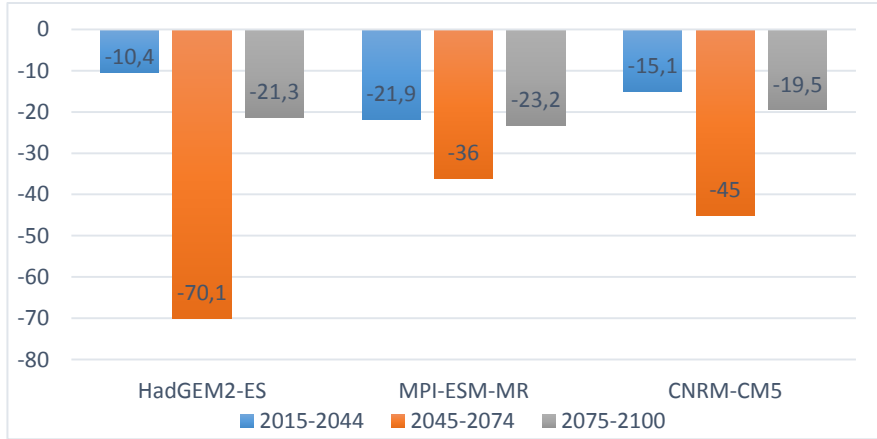
Şekil 5.6. RCP 8.5 senaryosuna göre ortalama sıcaklık değerleri (°C)

Bulunduğu konum itibari ile Fırat ve Dicle nehrinin Türkiye’den çıkması önemli bir zenginliktir. Bu zenginliğin korunabilmesi için mevcut potansiyelinin korunabilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda yağış, su potansiyelini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Bir ülkenin su varlığının korunması ise yıllık ortalama yağış miktarı ve alansal dağılımının bilinmesi ile mümkündür (Aydın vd., 2017). Bu nedenle yağış değerleri, iklim

değişikliği ile ilgili yapılan çalışmalarda büyük önem taşımaktadır. Fırat-Dicle Havzası'nda meydana gelmesi beklenen yağış anomalileri Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'de verilmiştir. Şekillerde görüldüğü gibi Fırat-Dicle Havzası'nda önemli yağış azalmaları beklenmektedir.



Şekil 5.7. RCP 4.5 senaryosuna göre yıllık yağış anomalileri (mm)



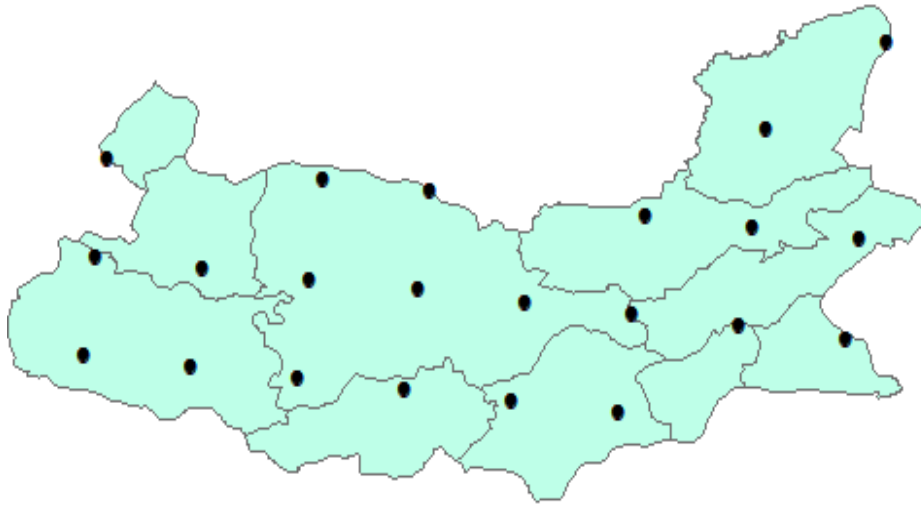
Şekil 5.8. RCP 8.5 senaryosuna göre yıllık yağış anomalileri (mm)

5.5.3. Elazığ İli İçin Yapılan Bir İklim Değişikliği Projeksiyon Çalışması

İklim değişikliği ile mücadelede yapılması gereken adımlardan birisi modellerin sonuçlarında projeksiyonların yorumlanmasıdır. Özellikle sıcaklık için artış eğilimi ve

yağış için azalış eğilimi bulunan şehir ve ülkelerde bu çalışmalar, alınacak önlemler açısından hayati önem taşımaktadır. Bu çalışma yapılırken, diğer bölümde bahsedilen model-senaryo-projeeksiyon üçlüsü takip edilmektedir. Türkiye için bu çalışmalar, Meteoroloji Genel Müdürlüğü ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı gibi resmi kuruluşların yanında birçok sivil kuruluş tarafından yürütmektedir.

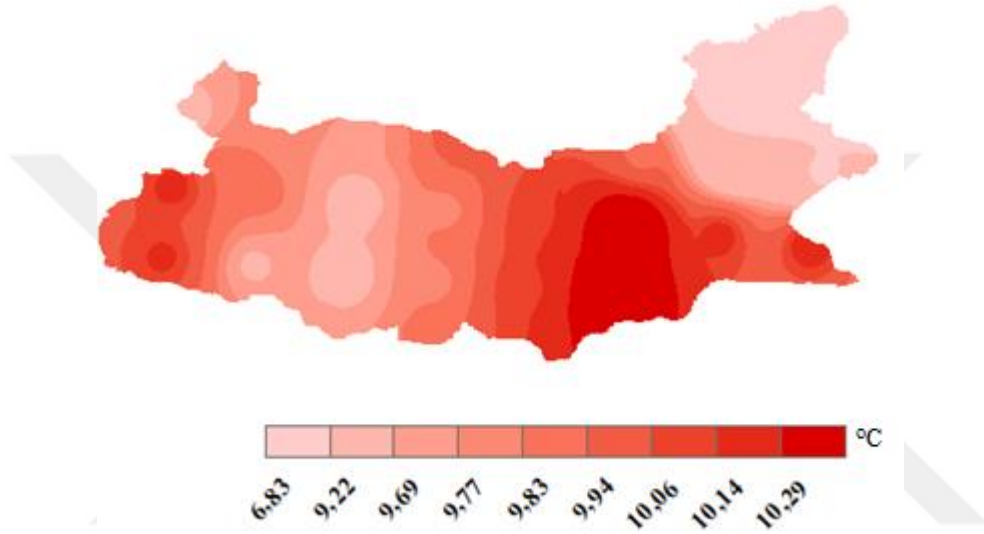
Bu bölümde Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan ve Elazığ ilini içine düşen 20*20 km gridler için 1971-2000 referans dönemi ile 2017-2040 senaryo dönemleri haritalanmıştır. Kullanılan bu veriler Ek-1 listesinde referans dönemine ait sıcaklık ve yağış verileri ile Ek-2 listesinde 2017-2040 dönemine ait sıcaklık ve yağış verileri olmak üzere iki farklı tablo yardımı ile Ek'ler bölümünde verilmiştir. Bu veriler, Türkiye'de yapılan birçok çalışma da tercih edilen HadGEM2-ES model grubu ile RCP 4.5 (iyimser) ve RCP 8.5 (kötümser) senaryo grupları tarafından elde edilen bilgilerdir. Veriler ArcMap 10.5 programı tarafından haritalanmıştır. Çalışmada kullanılan 22 adet gridin dağılımı Şekil 5.9'da verilmiştir.



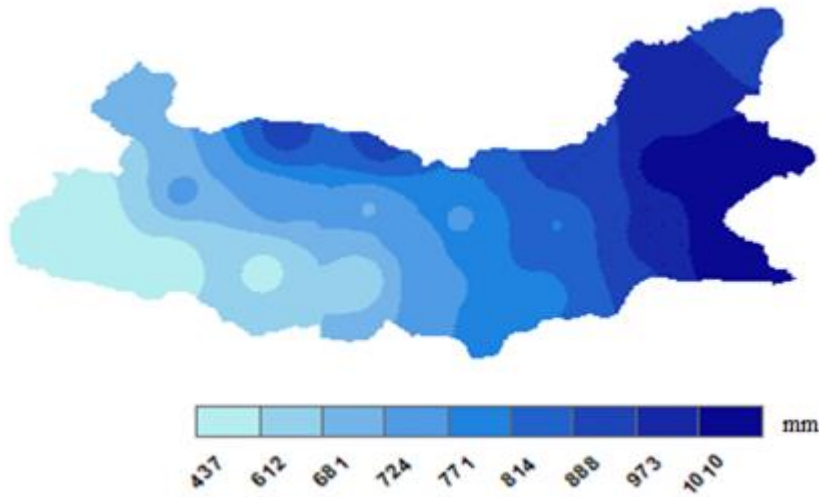
Şekil 5.9. Kullanılan gridlerin dağılımı

Model ve senaryo çalışmalarında referans dönem eğilimleri büyük bir önem taşımaktadır. Çoğunlukla oluşturulan senaryolar bu referans dönemler baz alarak oluşturulmaktadır. Bu çalışmada, daha önce bahsedilen ve uluslararası ölçekte kullanılan

referans dönemlerinde 1971-2000 dönemi tercih edilmiştir. Referans dönemi sıcaklık ve yağış haritaları Şekil 5.10 ve Şekil 5.11’de verilmiştir. Burada yorumlamalar yapılırken değerler üzerinden yorumlamak daha doğru olacaktır. Referans dönemlerde, sıcaklık değerleri ortalaması 6,8-10,29 °C arasında değişmiştir. Yağış değerleri ise 437-1010 mm arasında değişimler göstermiştir. Bu ortalamalar 30 yıllık ortalamalardır.



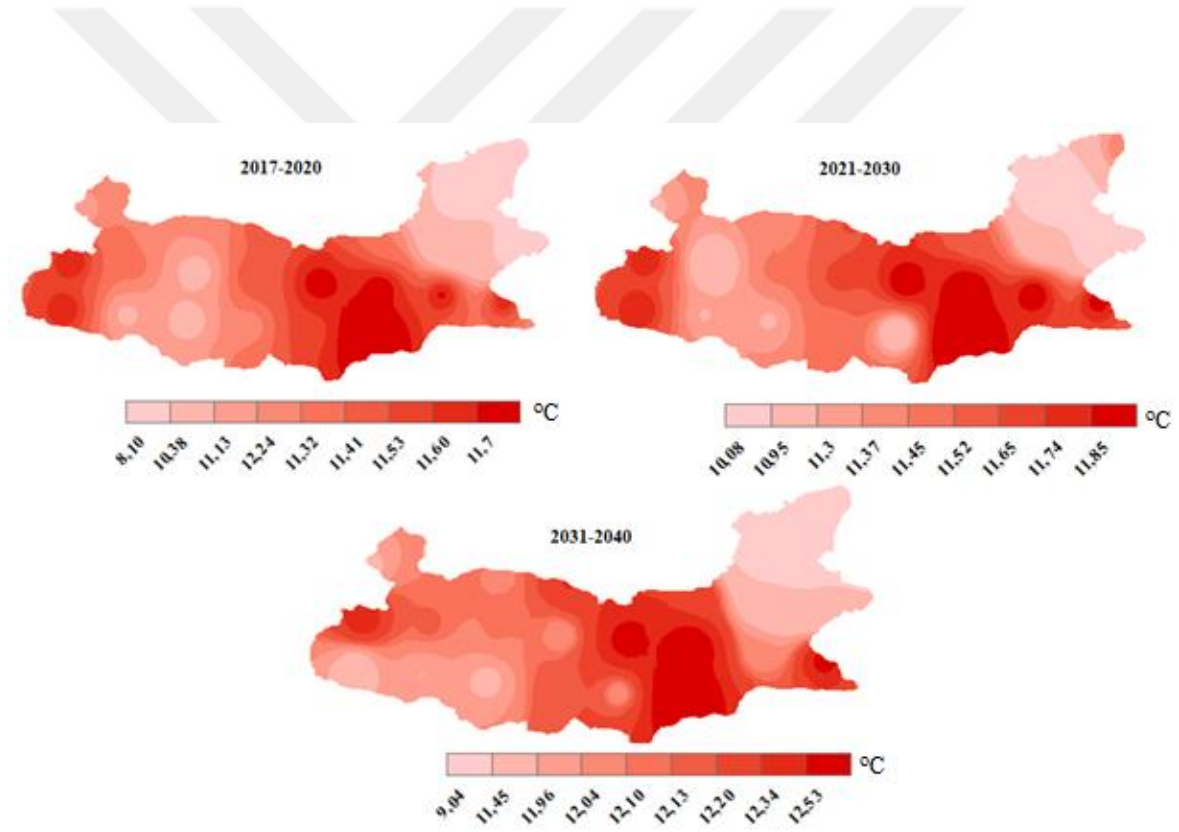
Şekil 5.10. Elazığ iline ait referans dönemi sıcaklık projeksiyonları



Şekil 5.11. Elazığ iline ait referans dönemi yağış projeksiyonları

Senaryolar, ileriye yönelik tahminler yapmaktan ziyade yaşanabilecek mevcut durumu gözler önüne sermek için kullanılır (Akçakaya vd., 2015). 2017-2040 dönemi verileri yakın tarihi de inceleyebilmek adına 2017-2020, 2021-2030 ve 2031-2040 dönem ortalamaları olarak tercih edilmiştir.

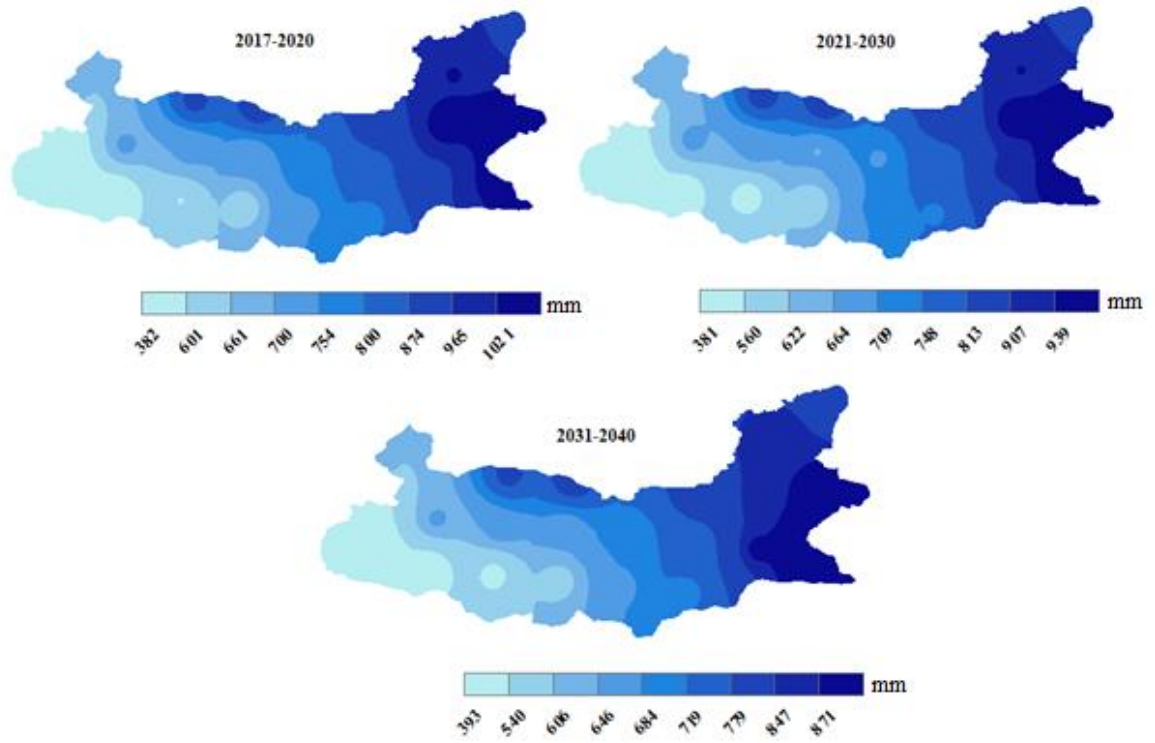
İyimser senaryo olarak bilinen RCP 4.5 senaryo verilerine göre sıcaklık artışının 13 °C'ye kadar çıktığı görülmektedir. Bu sonuç, Türkiye için yapılan projeksiyon çalışmalarıyla paralellik göstermektedir. RCP 4.5 senaryosuna göre 2017-2020, 2021-2030 ve 2031-2040 dönemleri sıcaklık projeksiyonları Şekil 5.12'de verilmiştir.



Şekil 5.12. RCP 4.5 senaryosuna göre 2017-2040 dönemi sıcaklık projeksiyonları

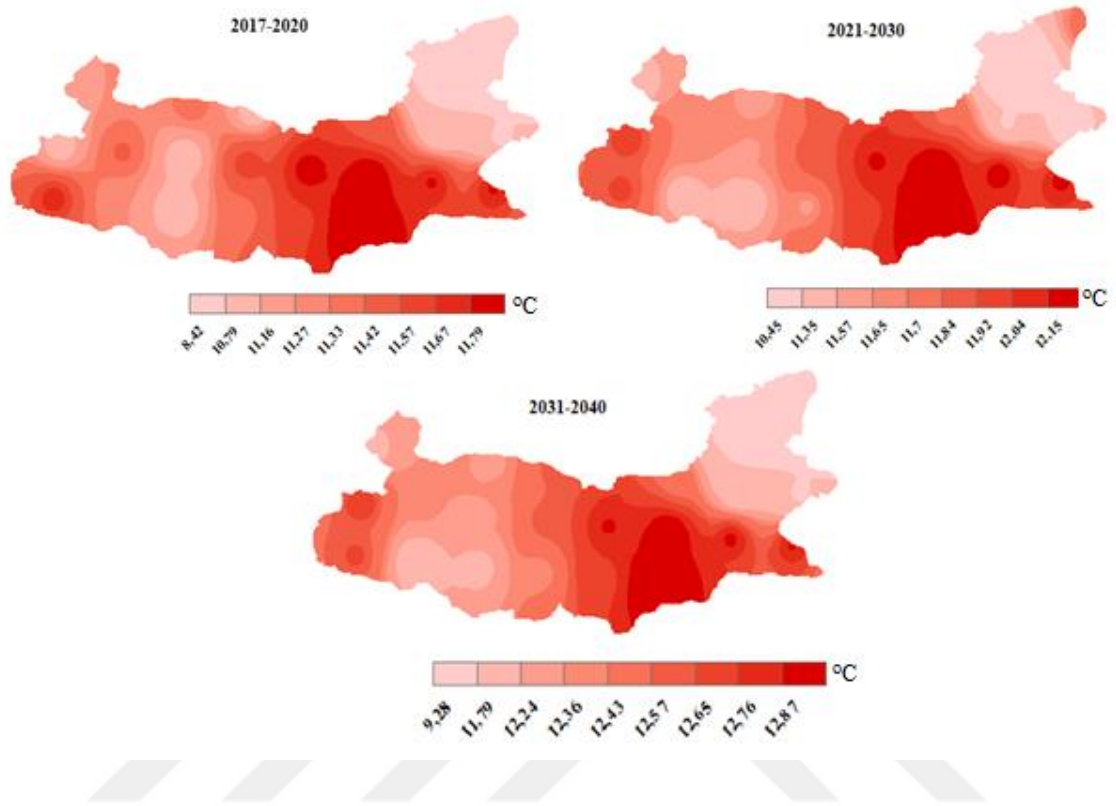
İklim değişikliğinin yağışlar üzerindeki etkisini anlayabilmek için yapılan çalışmalara ve oluşturulan projeksiyonlara bakıldığında genel olarak bir dengenin söz konusu olmadığı görülmektedir. Önceki başlıkta Türkiye için yapılan projeksiyonlara

bakıldığında bazı bölgelerde azalma, bazı bölgelerde ise artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Şekil 5.13’de verilen RCP 4.5 iyimser senaryosu yağış değerlerine bakıldığında, bu da araştırmalar ile paralellik göstermektedir. Genel olarak bölgede yağış değerlerinde azalma görülmüş ve bu azalma son periyotta daha fazla olarak görülmüştür. 1021 mm ile ilk periyotta gözlemlenen yağış değeri son periyotta 821 mm’ye kadar düşmektedir.



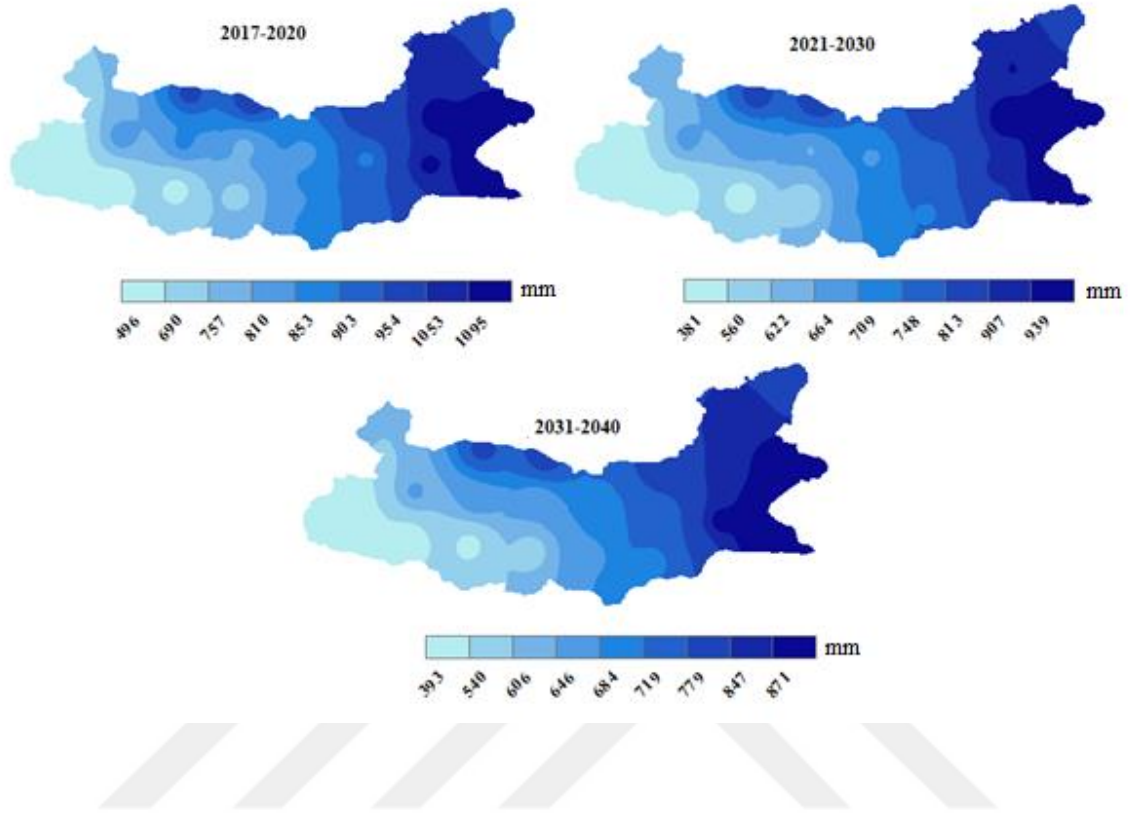
Şekil 5.13. RCP 4.5 senaryosuna göre 2017-2040 dönemi yağış projeksiyonları

RCP 4.5 iyimser senaryosuna göre daha fazla radyatif zorlama değerine sahip RCP 8.5 senaryosu kötümser senaryo olarak bilinmektedir. Bu senaryo için veriler incelenecek olursa Elazığ ili için sıcaklıkların 12,87 °C’ye kadar çıktığını görmekteyiz. RCP 8.5 senaryosuna göre meydana gelen sıcaklık dağılımları Şekil 5.14’de verilmiştir.



Şekil 5.14. RCP 8.5 senaryosuna göre 2017-2040 dönemi sıcaklık projeksiyonu

RCP 8.5 kötümser senaryosuna göre oluşturulmuş Şekil 5.15 incelenirse yine yağışlarda bir azalma eğilimi olduğu görülmektedir. Bölgesel olarak gridlerde bile seçilen periyotlar için bir düzensizlik mevcuttur. Bu ise zaten yorumlaması güç olan yağış durumunu daha karmaşık hale getirmektedir. Ama bu bölümde elde edilen yağışlarda azalma kanısı, Türkiye ve Fırat-Dicle Havzası için yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir.



Şekil 5.15. RCP 8.5 senaryosuna göre 2017-2040 dönemi yağış projeksiyonu

Yapılan bu projeksiyon çalışması sonucunda Elazığ ili için yaklaşık 3 °C'lık bir sıcaklık artışına ve yaklaşık 200 mm'lik bir yağış azalması öngörülerine ulaşılmıştır.

6.SONUÇ

İklim değışikliğı, günümüzde devletlerin ve dünya kamuoyunun kabul ettiğı, geri dönüşümü olmayacak bir şekilde tahribata sebep olan bir çevre sorunudur. Bu çevre sorunu Dünya'nın hemen hemen her bölgesinde kendini hissettirecektir. Gelişmiş ya da gelişmekte olan ülke ayrımı gözetmeksizin her ülkenin bu alanda çalışmalar yapmaya ihtiyacı vardır. Ekosistemdeki bozulma sonucu ortaya çıkan etkiler; sıcaklık artışları, okyanus ısısında artış ve pH değerlerinin bozulması, buzulların erimesi, hidrolojik döngüdeki değışim, sera etkisinin artması, kuraklık gibi birçok sorun canlı yaşamını tehlikeye sokmaktadır. Bu tehlikeler ile başa çıkmanın tek yolu azaltım ve uyum politikalarının yaygınlaştırılmasıdır. Bu bağlamda ulusal ve uluslararası düzeyde pek çok çalışma yapılmaktadır.

IPCC'nin yaptığı çalışmalara göre sıcaklık artışlarının devam ettiğı ve yüzyılın sonuna doğru daha fazla hissedileceğı bir gerçektir. Ayrıca deniz seviyelerindeki artış sonucu birçok nüfusun su tehlikesi ile karşı karşıya olduğı ve buna bağılı gerçekleşmesi beklenen göçler sonucu iç karmaşalar yaşanabileceğı söylenebilir. Sıcaklıklara bağılı meydana gelen ölümler, ilerleyen yıllarda artacağı ve bununda insani güvenliğı etkilediğı açıktır. Ayrıca okyanusların ısılarındaki artış ve pH değerlerindeki bozulmalar, deniz ekosisteminde yaşayan canlı türleri için tehlike oluşturmaktadır. Bu ısınma sonucu canlılar okyanus içinde canlı türlerinin yer değıştirdiğı görölmüş bu ise besin zincirinde bozulmalar meydana getirerek tüm canlı türlerini etkilemektedir. İklim değışikliğı sonucu gerçekleşecek bir diğerk olumsuz olay ise kuraklıktır. Türkiye'nin de bu tehlike ile direkt olarak karşı karşıya olduğı söylenebilir. Kuraklık sonucu tarım ve dolayısı ile gıda güvenliğı tehlikeye girmektedir. Canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için ise gıda üretiminin devamına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca hidrolojik dengedeki bozulma sonucunda değışen yağış tipleri ve oranları da ekosistemin sağığı açısından büyük bir tehlikedir. Yağışlardaki azalma hem kuraklığa hem de su ihtiyacını karşılayamamaya neden olmaktadır. Bunun yanında iklim değışikliğinin sel, hortum, don, su baskınları, taşkınlar vb. ekstrem olayların sayısında bir artışa neden olduğı görölmektedir.

IPCC'nin her 3-4 yılda bir yayınladığı raporlarda özellikle sıcaklık ve sera gazı miktarlarında büyük oranda artışlar gözlenmiştir. Bu artışların şuan önlem alınsa bile durdurulamayacağı konusunda kanılar mevcuttur. Yine de bu konuda yasal önlemler

alınmaktadır. IPCC'nin senaryolarına göre bu artış ve atmosferdeki dış zorlamalar gelecek 100 yılda artmaya devam edecektir. Bu artışlara bağlı yaşanacak sıcaklık artışlarının sonuçları ise korkulan boyuttadır.

Günümüz ve geleceğimiz için böylesine önemli bir sorun olan iklim değişikliği ile azaltım ve uyum adına birçok politika geliştirilmeye devam etmektedir. Bu anlamda çözüm olarak enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçilmesi, enerji tasarrufu, su ve doğal kaynakların korunması, ulaşım, endüstri ve enerji sektörlerinde sera gazı azaltma yolunda yöntemler uygulanması gerekmektedir. Ayrıca karbon tutma ve depolama teknolojilerinin kullanılması, fosil yakıtlı enerji kaynakları için temiz ve bileşik çevrimli enerji teknolojilerinin devreye sokulması, kalan hidroelektrik potansiyelin değerlendirilmesi gibi teknolojik önlemler alınmalıdır.

Ulusal düzeyde iklim değişikliği bilinci artırma çalışmaları Çevre ve Ormancılık Bakanlığı ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yürütülürken, diğer bakanlıklarda bu perspektifte birçok çalışma yapmaktadır. Özellikle lise ve üniversite düzeyinde bu bilinci arttırmak için yeni çalışmalar yapılmalı, tarım, sanayi, eğitim gibi birçok sektörle ortak çalışmalar sürdürülmeye devam etmelidir.

Bu konuda yapılan bir diğer çalışma ise modelleme çalışmalarıdır. Uluslararası boyutta IPCC tarafından koordine edilen modelleme çalışmaları sonucunda birçok simülasyon elde edilmektedir. Bu simülasyonlar matematiksel modellerin, gelecekte öngörülen radyasyon oranları temel alınarak çalıştırılması sonucunda oluşturulmaktadır. Bu çalışmalar fazla zaman ve bilgi istediği için kolay sonuçlanabilen çalışmalar değildir. IPCC, rutin olarak yaptığı toplantılar ile bu çalışmaları sürdürmektedir. Bununla beraber Türkiye için ise MGM başta olmak üzere birçok kurum ve sivil kuruluş bu çalışmaları yürütmeye devam etmektedir. Modelleme çalışmaları, özellikle adaptasyon açısından öneme sahip çalışmalardır.

Türkiye için yapılan projeksiyon çalışmaları, yayınlanan uluslararası raporlarda yer alan modellerin ölçek küçültme yöntemi ile çalıştırılması sonucunda elde edilmektedir. Bu sonuçlara göre, Türkiye'de 2-5 °C arasında bir ısınma ve yağışlarda bölgesel azalmalar görülmesi beklenmektedir. Bu çalışmaların yerel düzeye indirgenmesi sonucu ise birçok bölge ve il için çalışmalar yapılmaktadır. Fırat ve Dicle Havzası için yapılan çalışma ele alındığında bu çalışmada da sıcaklıklarda artışlar ve yağışlarda bölgesel azalmalar görülmektedir. Bu çalışmaların bir alt düzeyi olarak Elazığ ili için tezde yapılan çalışma da

ise, diğ er ç alışmalarla paralellik göstererek sıcaklık artışları ve yağışlarda azalmalar görülmektedir. Keban Barajı’nı sınırlarında bulunduran Elazığ ili, birçok farklı alanda bu barajdan yararlanmaktadır. Fırat-Dicle Havzası’nda meydana gelmesi beklenen sıcaklık artışları, buharlaşma ve yağışlarda azalmalar Keban Barajı’nı ve dolayısıyla Elazığ ilini de etkilemektedir. Ayrıca Keban Barajı’nda meydana gelecek potansiyel kayıpları ülkemizin enerji kullanımını da olumsuz olarak etkilemektedir. Tarımda sulamada da etkili olarak kullanılan bu havzaların güçlerini kaybetmesi gıda sorununu da beraberinde getirmektedir. Bu konuların zararlarının en aza indirgenebilmesi için bölgesel ç alışmalar yapılarak havzalar ve barajlar üzerinde projeksiyonlar üretilmektedir. Bu ç alışmaların Elazığ ili için yapılmasında, ulusal ve uluslararası boyutta kullanılan model gruplarından olan HadGEM2-ES model grubu ile yeni dönem senaryolarından RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına ait alınan yıllık sıcaklık ve yağış değerleri kullanılmıştır.

Yapılan bu ç alışmalarda genelden özele gitmek gerekirse başta Türkiye’de meydana gelmesi beklenen sıcaklık artışları tarım, enerji, su kaynakları, gıda gibi birçok alanı etkilemesi beklenmektedir. Yapılan bölgesel ç alışmaların Türkiye’den bağımsız sonuçlar elde etmediği görülmüştür. Fırat-Dicle Havzası’nın özellikle yağış azalmalarından yüksek ölçüde etkilendiği görülmüştür. Elazığ ili projeksiyonlarında ise ilde meydana gelen sıcaklık artışlarının ve yağış azalmalarının bu bölgeyi de etkileyeceği görülmüştür. Bu sonuçlar iklim değişikliğinin yalnızca bir bölgeyi etkilemeyeceği kanısı ile paralellik göstermektedir.

KAYNAKLAR

Adiller, A., 2014. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi, Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı (*Yüksek Lisans Tezi*), İstanbul.

Akçakaya, A., Atay, H. ve Demir, Ö., 2013. İklim Değişikliği Senaryolarında Yeni Dönem: Paralel Yaklaşım ve Temsili Konsantrasyon Rotaları, 6th Atmospheric Science Symposium- ATMOS, İstanbul.

Akçakaya, A., Sümer, M.U., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Gürkan, H., Yazıcı, B., Kocatürk, A., Şensoy, S., Bölük, E., Arabacı, H., Açar, Y., Ekici, M., Yağan, S. Ve Çukurçayır, F., 2015. Yeni senaryolar ile Türkiye İklim değişikliği Projeksiyonları ve İklim Değişikliği. TR2015-CC,34-35, Ankara.

Akın, G., 2006. Küresel Isınmanın Nedenleri ve Sonuçları, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 46(2), 29-43.

Aksay, C.S., Ketenoglu, O. ve Kurt, L., 2005. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği, *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, Sayı 25, 21-41 (30).

Algan, N., 2008. İklim Etiği, *Mülkiye Dergisi*, Cilt: 32, Sayı 259, 191-195.

Atalay, İ., 1997. Türkiye Coğrafyası, Ege Üniversitesi Yayınları, 5.Baskı, İzmir.

Atay, H., 2015. Kızılırmak Havzasının 2013-2040 Periyodunda İklim İndisleri Projeksiyonları (*Yüksek Lisans Tezi*), Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Ankara.

Aydın, C.M., Çelik R. ve Yaylak, M.M., 2015. Küresel İklim Değişikliğinin Keban Barajı'na Hidrolojik Etkisi, 4. Su Yapıları Sempozyumu, 19-20-21 Kasım, Antalya.

Aydın, O., Ünalı, E.Ü., Duman, N., Çiçek, İ. ve Türkoğlu, N., 2017. Türkiye'de su kıtlığının mekânsal ölçekte değerlendirilmesi, *Türk Coğrafya Dergisi*, 11-18 (68).

Aydoğdu, İ.B., 2008. Tehlikeli Atıkların Çevreye Yarattığı Çevre Sorunlarının Çevresel Güvenlik Bağlamında İncelenmesi (*Doktora Tezi*), Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Çevre Anabilim Dalı, Ankara.

Aytemiz, L. ve Kodaman, T., 2006. Sınır Aşan Sular Kullanımı ve Türkiye-Suriye İlişkileri, TMMOB Su Politikaları Kongresi, Ankara, 527-537.

Bakırcı, Ç.M., 2018. Tüm karasal buz eridiğinde, İstanbul yok olacak! <http://evrimagaci.org/photo/tr/tum-karasal-buz-eridiginde-istanbul-yok-olacak>, 19 Ocak 2018.

Başoğlu, A., 2014. Küresel İklim Değişikliğinin Ekonomik Etkileri Üzerine Model Denemesi ve Ekonomik Bir Analiz (*Doktora Tezi*), Karadeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Bilimi Anabilim Dalı, Trabzon.

Bayraç, N.H. ve Doğan E., 2016. Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, Sayı: 11 (1), 23-48.

Biberoğlu, E., 2011. Küresel İklim Değişikliğinin Türkiye Yağış ve Sıcakları Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü (*Yüksek Lisans Tezi*), İzmir.

Biberoğlu, E., 2017. Küresel İklim Modellerinin Yağış ve Sıcaklık Tahminlerinin İstatistiksel Ölçek İndirgemesi (Doktora Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Bozkurt D. and Sen O.L., 2011. Precipitation in the Anatolian Peninsula: sensitivity to increased SSTs in the surrounding seas. *Clim Dyn* 36 (3 4):711 726.

Bozkurt, D. ve Şen, Ö.L., 2013a. Değişik Model ve Senaryolara Göre İklim Değişikliğinin Fırat-Dicle Havzasına Olan Etkileri, 3. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK 2013, 3-5 Haziran, İstanbul.

Bozkurt D. and Sen O.L., 2013b. Climate change impacts in the Euphrates Tigris Basin based on different model and scenario simulations, *J Hydrol* 480:149 161.

Bozkurt D., Turuncoglu U., Sen Ö.L., Onol B. and Dalfes H.N., 2012. Downscaled simulations of the ECHAM5, CCSM3 and HadCM3global models for the eastern Mediterranean Black Sea region: evaluation of the reference period, *Clim Dyn* 39(1 2):207 225.

Coşkun, M., Gürkan, H., Arabacı, H., Demircan, M., Eskioglu, O., Şensoy, S. ve Yazıcı, B., 2016. İklim Değişikliğinin Enerji Tüketimine Etkisi, 10. Uluslararası Temiz Enerji Sempozyumu (UTES), 24-26 Ekim, İstanbul.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), 2008. İklim Değişikliği ve Yapılan Çalışmalar, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ekim 2008.

ÇŞB, 2013. Türkiye İklim Değişikliği 5. Bildirimi, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

ÇŞB, 2015. İklim Değişikliği Müzakereleri, <http://iklim.csb.gov.tr/kyoto-protokolu-i-4363>, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 12 Temmuz 2018.

Çimen, N., Yağan Y. Ve Polatkan, Ö., 2007. Aeroloji, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 6-7, Ankara.

ÇOB, 1998. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi 46, 2 (2006) 29-43.

ÇOB, 2007. İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi, Ankara.

ÇOB, 2008. “Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları ve Diğer Uluslararası Emisyon Ticareti Sistemleri” 13/05/2008 tarih ve B.18.ÇYG.0.02.00.04-020/8366 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Özel İhtisas Komisyonu Raporu.

ÇOB, 2013., İklim Değişikliği Beşinci Ulusal Bildirimi, Ankara.

ÇOB, 2016., İklim Değişikliği Altıncı Ulusal Bildirimi, Ankara.

Dellal, İ., Enrütülü, B., Ulukan, H., Özevren, Ş.A. ve Ünal, M., 2015. İklim Değişikliğinin Tarım Sektörüne Ekonomik Yansımaları, TMMOB Ziraat Mühendisliği Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-1, Ankara, 62-80.

Demir, A., 2009. Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, Cilt: 1 Sayı: 2, 37-54.

Demir, İ., 2011. Bölgesel İklim Projeksiyonları ECHAM5-B1 (Regional Climate Model Projections), In: 5th Atmospheric Science Symposium Proceedings Book: ITU, 27-29 April, Turkey.

Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Tüvan, A., Demircan, V. ve Akçakaya, A., 2013. RCP 4.5 Senaryosuna Göre Türkiye’de Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları, Üçüncü İklim Değişikliği Konferansı, 3-5 Haziran, İTÜ- Süleyman Demirel Kültür Merkezi, İstanbul.

Demircan, M., Demir, O., Atay, H., Eskioğlu, O., Tüvan, A. and Akçakaya, A., 2014a. Climate Change Projections For Turkey With New Scenarios, The Climate And Climate Dynamics Conferance, 8-10 October, İstanbul.

Demircan, M., Demir, O., Atay, H., Eskioğlu, O., Tüvan, A. and Akçakaya, A., 2014b. Türkiye’de Yeni Senaryolara Göre İklim Değişikliği Projeksiyonları, TÜCAUM 8. Coğrafya Sempozyumu, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafya Araştırma ve Uygulama Merkezi, 23-24 Ekim, Ankara.

Demircan, M., Demir, O., Atay, H., Eskioğlu, O., Tüvan, A. and Akçakaya, A., 2014c. Yeni Senaryolara Göre Türkiye Akarsu Havzalarında İklim Değişikliği Projeksiyonları,

TÜCAUM 8. Coğrafya Sempozyumu, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafya Araştırma ve Uygulama Merkezi, 23-24 Ekim, Ankara.

Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, U., Yazıcı, B., Gürkan, H., Tuvan, A. ve Akçakaya, A., 2014d. Türkiye’de Yeni Senaryolara Göre İklim Değişikliği Projeksiyonları, TÜCAUM 8. Coğrafya Sempozyumu, 24 Ekim 2014, Ankara.

Demircan, M., Türkoğlu, N. ve Çiçek, İ., 2017. İklim Değişikliği; Modelden Sektörel Uygulamalara, Türk Coğrafya Kurumu 75. Yıl Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı, 8-10 Kasım 2017, 577-590.

Ekoloji Kolektifi Derneği, 2016. Paris Anlaşması, Çeviri: Yunus Bakıhan Çamurdan, Editör: Ilgın Özkaya Özlüer, Ethemcan Turhan, Fevzi Özlüer, 1. Baskı.

Erbaş K.A., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C. Ve Baş, S., 2014. Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme: Temel Kavramlar ve Farklı Yaklaşımlar, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1-21, İstanbul.

Erdoğan S.N., Düzgüneş E. ve Balık İ., 2008. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, Cilt: 25(1), 89-94.

Eroğlu, V., 2018. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği, Dosya: Küresel İklim Değişikliği, *İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Dergisi*, Nisan-Haziran 2018, Sayı 80, s. 6-8, İstanbul.

Eskioğlu, O., Gürkan, H., Arabacı, H., Demircan, M., Şensoy, S., Yazıcı, Y., Kocatürk, A., Sümer, U.M. ve Coşkun M., 2017. İklim Değişikliğinin GFDL-ESM2M Modeline Göre Nispi Nem Üzerine Olası Ekisi, 4. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK, 5-7 Temmuz, İstanbul.

Gömeç, G., 2018. Dünyanın en büyük çölü Sahra, iklim değişikliği yüzünden büyümeye devam ediyor, <https://www.yesilist.com/dunyanin-en-buyuk-colu-sahra-iklim-degisikligi-yuzunden-buyumeye-devam-ediyor/>, 30 Mart 2018.

Gregory, W.L. and Duran, A., 2001. "Scenarios and acceptance of forecasts". Principles of forecasting: A handbook for reaeachers and practitioners, edited by J. Scott Armstrong. 2001 Springer Science-Business Media, inc. New York.

Gündoğan A.C., 2018. <https://www.iklimhaber.org/turkiye-3-iki-yillik-raporunu-bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-sekretaryasina-sundu/>, 14 haziran 2018.

Gündoğdu, V., 2017. COP22 Marakeş Bildirgesi, <https://gazetedokuzeylul.com/cop22-marakes-bildirgesi/>, 10 Nisan 2018.

Gürkan, H., Bayraktar, H., Bulut, H., Koçak, N., Eskioğlu, O. ve Demircan M., 2016a. Marmara Bölgesi'nde İklim Faktörlerinin ve İklim Değişikliğinin Ayçiçeği Bitkisinin Verimi Üzerine Etkisi, 13. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Volume: 13, 12-15 Nisan, Antalya.

Gürkan, H. Arabacı, H., Demircan, M., Eskioğlu, O., Şensoy, S. ve Yazıcı, B., 2016b. GFDL-ESM2M Modeli Temelinde RCP 4.5 ve RCP 8.5 Senaryolarına Göre Türkiye İçin Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları, TUCAUM 2016 Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, 13-14 Ekim, Ankara.

Güser, Y., Demircan, M., Arabacı, H. ve Coşkun, M., 2017. Don Afetinin İklim Değişikliği Projeksiyonlarına Göre İncelenmesi, 4. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK, 5-7 Temmuz, İstanbul.

Howell, L., 2006. Hava Durumu ve İklim Değişikliği, Çeviri: Cumhur Öztürk, İletişim Yayınları Popüler Bilim Kitapları, İstanbul.

IPCC, 1997. An Introduction to Simple Climate Models used in the IPCC Second Assessment Report, Edited by John T. Houghton L. Gylvan Meira Filho David J. Griggs Kathy Maskell, Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC, 2000. Emissions Scenarios, A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 1st Ed., Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC, 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 1st Ed., Cambridge ve New York: Cambridge University Press

IPCC, 2007a. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp.104 (36).

IPCC, 2007b. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 1st Ed., Cambridge ve New York: Cambridge University Press.

IPCC, 2013a. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 1-26, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2013b. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Chapter 9: Evaluation of Climate Models, pp. 743-824.

İzbirakan, R., 1986. Coğrafya Terimler Sözlüğü, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınevi, Ankara.

Kadioğlu, M., 2008. Küresel İklim Değişikliğine Uyum Stratejileri, Kar Hidrolojisi Konferansı Bildiri Kitabı, Erzurum, 27-28 Mart, 69-94.

Kadioğlu, M., 2012. Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi, Türkiye’nin İklim Değişikliği 2. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, 1-6, Ankara.

Kaplan, A. 1999. Küresel Çevre Sorunları ve Politikaları, Mülkiyeliler Birliği Vakfı Yayınları: 19, 30-31, Ankara.

Keleş, R. ve Ertan, B., 2002. Çevre Hukukuna Giriş, İmge Kitapevi, Ankara.

Keleş, R. ve Hamamcı, C., 2005. Çevre Politikası, İmge Kitapevi, 5.Baskı, 98-99, Ankara.

Kıvılcım, İ., 2013. 2020’ye Doğru Kyoto Tipi İklim Değişikliği Müzakereleri, *İktisadi Kalkınma Vakfı Yayınları*, Yayın No: 268, 35-39, İstanbul.

Köse, İ., 2018. İklim Değişikliği Müzakereleri: Türkiye’nin Paris Anlaşması’nı İmza Süreci, *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 9(1), 55-81.

Lesh, R., and Doerr, H. M. 2003. Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh, & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 3-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

M.G.M. 2013. Türkiye 2012 Yılı İklim Değerlendirmesi, Ankara, Şubat 2013.

M.G.M. 2014. Türkiye 2013 Yılı İklim Değerlendirmesi, Ankara, Şubat 2014.

M.G.M. 2015. Türkiye 2014 Yılı İklim Değerlendirmesi, Ankara, Şubat 2015.

M.G.M., 2016. Türkiye 2015 Yılı İklim Değerlendirmesi, Ankara, Şubat 2016.

M.G.M., 2017. Türkiye 2016 Yılı İklim Değerlendirmesi, Ankara, Ocak 2017.

M.G.M., 2018. Türkiye 2017 Yılı Değerlendirme Raporu, Ankara, Şubat 2018.

Moss, R.H. vd., 2008. “Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies”, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva.

Moss, Richard H. ve diğerleri (2010). “The Next Generation of Scenarios for Climate Change Research and Assessment”, *Nature*, 463 (7282), 747-756.

OSİB, 2016a. Çölleşme İle Mücadele İlerleme Raporu 2016, Orman ve Su İşleri Bakanlığı.

OSİB, 2016b. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi, Nihai Raporu, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Haziran 2016.

Önol, B., 2007. Downscaling Climate Change Scenario Using Regional, İstanbul Technical University Institute of Science and Technology (*Doctorate Thesis*), İstanbul.

Önol, B. and Semazzi, F.H.M. (2009). Regionalization of climate change simulations over the Eastern Mediterranean, *Journal of Climate*, 22, 1944–1961.

Önol, B., 2012. Anding The Coastal Effects on Climate By Using High Resolution Regional Climate Simulation. *Clim Res* 52 :159 174

Önol, B. and Ünal Y.S., 2012. Assessment of Climate Change Simulations over Climate Zones of Turkey, *Reg Environ Change*, publishing 10113-012-0335-0.

Önol, B., Bozkurt, D., Turunçoğlu, U.U., Şen, Ö.L. and Dalfes H.N., 2013. Evaluation of the twenty-first century RCM simulations driven by multiple GCMs over the Eastern Mediterranean Black Sea region, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, *Clim Dyn* (2014) 42:1949 1965.

Özçelik, Ö. ve Barut, A., 2017. Uluslararası Çevre Hukukunun Gelişimi ve Türkiye'deki Atık Yönetimi Düzenlemeleri ve Türkiye'nin Avrupa Birliği Mevzuatına Uyum Süreci, *Uluslararası Arfo-Avrasya Araştırma Dergisi*, Sayı: 4, 6-20.

Özdemir, S., 2007. İklim Değişikliğine Yenilenebilir Enerji Çözümü, *Emoenerji Toplumsal Haber ve Araştırma Dergisi*, Sayı: 3, 12-13.

Özdemir, Y., Öziş, Ü., Baran, T., Fıstıkoğlu, O., Demirci, N., 2006. Sınır-Aşan Fırat-Dicle Havzasının Su Potansiyeli ve Yararlanılması, TMMOB Su Politikaları Kongresi, Ankara, 506-516.

Özdoğan, M., 2011. Climate Change Impacts On Snow Water Availability İn The Euphrates Tigris Basin, *Hydrol Earth Syst Sci*, 15: 2789.

Özevren, Ş., 2015. İklim Değişikliği Sözleşmesi Ulusal ve Uluslararası Süreçler İle Yapılan Çalışmalar, Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı.

Öztürk, T., 2014. Improving Physical Parameterization For Warm Bias Of RegGCM 4.0 On Arctic and Sub-Arctic (Mid, Mid-East and Northeast), Asia Regions, Doctor of Philosophy (*Doctoral Thesis*), Boğaziçi University, İstanbul.

Öztürk, T., Turp, M.T., Türkeş, M. and Kurnaz, M.L., 2017. Project Change İn Temperature And Precipitation Climatology of Central Asia Cordex Region 8 by Using RegCM 4.3.5, *Atmospheric Research* 183, 296-307.

Pala, K., 2016. COP22'den Notlar, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, http://www.ttb.org.tr/images/stories/haberler/file/cop22_web_haber.pdf, 20 Nisan 2018.

Pehlivan, H., 2015. Milankovitch Döngüleri, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, *MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, Sayı 19, 89-96.

REC Türkiye, 2008., A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi, Bölgesel Çevre Merkezi - REC Türkiye, *Ajanstürk Matbaacılık A.Ş.*, Ankara.

REC Türkiye, 2015., A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi (2. Versiyon), Bölgesel Çevre Merkezi - REC Türkiye, *Ajanstürk Matbaacılık A.Ş.*, Ankara.

REC Türkiye, 2016. Marakeş Güncesi, https://rec.org.tr/wp-content/uploads/2016/11/cop22_marakes_guncesi_sayi5.pdf, Sayı 5, 20 Nisan 2018.

REC Türkiye, 2017. 23. Taraflar Konferansı (COP23) Güncesi, Bölgesel Çevre Merkezi, Sayı 5, Ankara.

Sabuncu T.B., 2014. Uluslararası İklim Değişikliği Görüşmeleri- Varşova Sonrası Notlar, *Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği*, İstanbul.

Sabuncu, T. B., 2015. COP 21 ve Paris Anlaşması'nın Sonuçları Bilgi Notu, <https://tusiad.org/tr/component/k2/item/8784-cop-21-ve-paris-anlasmasin-in-sonuclari-bilgi-notu?Itemid=246>, 18 Nisan 2018.

Sağlam, N. E., Düzgüneş , E. ve Balık, İ., 2008. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, Cilt 25, Sayı (1): 89– 94.

Sonuç, E., 2012. RegCM4 Bölgesel İklim Modeli Verilerinin Verifikasyonu, Karabük Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı (*Yüksek Lisans Tezi*), Karabük.

Şaylıkay, M., 2010. Küresel Isınma, Enerji Senaryoları ve Türkiye'nin Rolü, *Akademik Bakış Dergisi*, Sayı 19 (3).

Şen, B., 2009. Bölgesel İklim Modelleri Kullanılarak Çukurova Yöresi'nde İklim Değişikliğinin 1. Ve 2. Ürün Mısır Verimine Olası Etkilerinin Belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı (*Doktora Tezi*), Adana.

Şen, O.L., 2013.

<http://ipc.sabanciuniv.edu/wpcontent/uploads/2013/12/IklimDegisikligiRapor.06.12.13.rev1.pdf>, A holistic view of climate change impact in Turkey (İklim Değişikliğinin Türkiye Üzerine Bütüncül Bir Bakış), 10 Temmuz.

Şen, O.L., Türkiye’de İklim Değişikliği, <http://climatechangeinturkey.com/tr/a1.html>, 20 Ocak 2018.

Şensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, Y. ve Balta, İ., 2013. Türkiye İklimi, https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/13_turkiye_iklimi.pdf, 15 Mayıs 2018.

Talu, N., 2014. İklim Değişikliği İle Başa Çıkmak, <http://nurantalu.com/>, Erişim Tarihi: 22 Mayıs 2018.

Talu, N., 2015. Türkiye’de İklim Değişikliği Siyaseti, Siyasal Kitabevi, Ankara.

Temur, T., 2015. İklim Değişikliği Modelleme Çalışmaları, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 7 Temmuz.

TÜDAV (Türkiye Denizler Vakfı), 2017. 2017 Yılı Türkiye Denizleri Raporu, http://panel.stgm.org.tr/vera/app/var/files/t/u/tudav_2017_denizler_raporu_s.pdf, 15 Nisan 2018.

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), 2018. Sera Gazı Emisyon İstatistikleri 2016, Sayı: 27675, 13 Nisan 2018.

Türkeş, M., 2001. Hava, iklim, şiddetli hava olayları ve küresel ısınma, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminer Dizisi:1 : s.187-205, Ankara.

Türkeş M., 2003. Küresel İklim Değişikliği ve Gelecekteki İklimimiz, 23 Mart Dünya Meteoroloji Genel Kutlaması Gelecekteki İklimimiz Paneli, Bildiri Kitabı, s. 12-37, Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.

Türkeş M., 2008. İklim Değişikliği ile Savaşım, Kyoto Protokolü ve Türkiye, *Mülkiye Dergisi*, Cilt 32 (259), 101-112.

Türkeş, 2010. “Küresel İklim Değişikliği: Başlıca Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler ve Etkileri”, Çağrılı Bildiri, Uluslararası Katılımlı 1. Meteoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı, (9-38), Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Türkeş M., 2012. Küresel İklim Değişikliği ve Çölleşme İçinde; Günümüz Dünya Sorunları- Disiplinler arası Bir Yaklaşım (ed. N. Özgen): 1-42, *Eğiten Kitap*, Ankara.

Türkeş, M., 2013. İklim Değişiklikleri: Kambriyen’den Pleyistosen, Geç Holosen’den 21. Yüzyıl’a, *Ege Coğrafya Dergisi*, 22/1 (2013), 1-25, İzmir.

Türkeş, M., 2015., Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü, Aralık 2015 Paris Öncesi ve Sonrası ‘Gelişmeler’ Ve Türkiye’nin Durumu/Tutumu, Türkiye Barolar Birliği Çevre ve Kent Hukuku Komisyonu “İklim Değişikliği Özel Gündemli” Çalışma Toplantısı.

TÜSİAD, 2012. Düşük Karbon Ekonomisine Geçiş: İklim Değişikliği Müzakereleri ve Özel Sektörün Rolü, Yayın No: TÜSİAD-T/2012/12/538, İstanbul.

TÜSİAD, 2015. 20. Taraflar Konferansının Sonuçlarına ilişkin Bilgi Notu, Tanyeli Behiç Sabuncu, Aralık 2015.

TÜSİAD, 2016. Ekonomi Politikaları Perspektifinden İklim Değişikliğiyle Mücadele, Yayın No: TÜSİAD- T/2016 T/2016,12 – 583, 10-39, İstanbul.

United Nations, 1998. Kyoto Protocol To The United Nations Framework Convention On Climate Change, 11 Mayıs 2018.

United Nations, 2015. Adoption Of The Paris Agreement, Framework Convention on Climate Change, CP.21.

URL-1, http://kisi.deu.edu.tr/orhan.gunduz/english/courses/Turkce-İngilizce_teknik_terimler_sozlugu.pdf Çevre Terimleri Sözlüğü, Erişim Tarihi: 25 Haziran 2018.

URL-2, climatekids.nasa.gov/arctic-animals, Whales are the winners in the Arctic, 23 Mayıs 2018.

URL-3, <http://slideplayer.biz.tr/slide/5753355/#> ,Küresel İklim Değişikliği ve Etkileri, 20 Mayıs 2018

URL-4, https://climatechange.boun.edu.tr/?page_id=1639, Boğaziçi Üniversitesi- İklim değişikliği ve Su, 1 Mayıs 2018.

URL-5, <https://yesilgazete.org/blog/2018/03/27/100u-askin-ulkeden-550-bilim-insani-ekosisteme-zararimiz-endise-verici/>, Ekosisteme Zararımız Endişe Verici, 11 Ekim 2018.

URL-6, <http://ekoIQ.com/tag/isinan-dunyada-dogal-hayat-iklim-degisikliginin-biyocesitlilik-uzerindeki-etkileri/>, Isınan Dünyada Doğal Hayat: İklim Değişikliğinin Biyoçeşitlilik Üzerine Etkiler, 11 Ekim 2018.

URL-7, <https://yesilgazete.org/blog/2018/03/23/iklim-degisikligi-ile-yasanan-felaketlerin-faturası-agir-oldu-320-milyar-dolar/?platform=hootsuite>, İklim Değişikliği ile Yaşanan Felaketlerin Faturası Ağır Oldu, 23 Mart 2018.

URL-8, <https://yesilgazete.org/blog/2018/03/21/iklim-degisikligi-avustralyayi-vurdu-kasirga-ve-yangin-yuzlerce-kisiyi-evsiz-birakti/> , İklim Değişikliği Avustralya'yı Vurdu, 23 Mart 2018.

URL-9, <https://www.iklimhaber.org/13-kentin-basi-sicaklarla-derde-girecek/>, 13 Kentin Baş Sıcaklıklarla Derde Girebilir, 20 Mart 2018.

URL-10, <https://yesilgazete.org/blog/2018/03/05/bilim-insanlari-iklim-degisikligi-nedeniyle-artan-asiri-hava-olaylarinin-dehseti-icinde/>, Bilim insanları iklim değişikliği nedeniyle artan aşırı hava olaylarının dehşeti içinde, Çeviri: Cansu Yılmaz, 5 Mart 2018.

URL-11, https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/iklim_degisikligi_ve_enerji/iklim_degisikligi/, İklim Değişikliği, 7 Temmuz 2018.

URL-12, <https://www.acikradyo.com.tr/arsiv-icerigi/iklimbilimci-omer-lutfi-senle-iklim-degisikliginin-turkiyedeki-etkileri-uzerine>, İklim Değişikliğinin Türkiye Etkileri Üzerine, 20 Ocak 2018.

URL-13, <https://world-on-fire.tr.gg/> , Küresel İklim Sisteminin Korunması Çabalarının Tarihsel Gelişimi, 10 Nisan 2018.

URL-14, <https://www.cayyolu.com.tr/yazarlar/soz-sizin/kuresel-isinmayla-mucadelenin-tarihsel-gelisimi/329/> , Küresel Isınmayla Mücadelenin Tarihsel Gelişimi, Kudret Ulusoy, 15 Nisan 2018.

URL-15, https://tr.wikipedia.org/wiki/Birleşmiş_Milletler_İklim_Değişikliği_Çerçeve_Sözleşmesi, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi, 20 Nisan 2017.

URL-16, <https://unfccc.int>, UNFCCC Process, The Convation, 15 Nisan 2018.

URL-17, <https://www.uscib.org/business-works-to-strengthen-engagement-in-un-climate-process-ud-4641/>, Business Works to Strengthen Engagement in UN Climate Process,10 Nisan 2017.

URL-18, <https://www.co2.earth/co2-ice-core-data>, Ice Core Research, 20 Mayıs 2018.

URL-19, http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/factsheets/FS_review_process.pdf, How does the IPCC review process work?, 15 Mayıs 2018.

URL-20, <https://cmip.llnl.gov>, Coupled Model Intercomparison Project- Overview, 20 Mayıs 2018.

URL-21, <https://www.gfdl.noaa.gov/>, About GFDL, 30 Temmuz 2018.

URL-22, <http://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article126&lang=fr>, Centre National de Recherches Meteorologiques, 7 Ekim 2018.

Yıldırım Coşkun, A., 2017. İklim Değişikliği ve Uyum, İklim Değişikliğinin Su kaynaklarına Etkisi Projesi Eğitimi, 10 Ağustos 2017.

Yıldız, K., Sipahioğlu, Ş. ve Yılmaz, M., (2005). Çevre Bilimi, 2. Baskı, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara.

Zengingönül, O., 2004. Yoksulluk, Gelişmişlik ve İşgücü Piyasaları Ekseninde Küreselleşme, Adres Yayınları, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Ayşe Çiğdem Yar, 1992 yılında Ankara/Çankaya’da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini Elazığ’da tamamlamıştır. Lisans eğitimini Fırat Üniversitesi Matematik Bölümü’nde almıştır. 2015 yılında Ekobilişim anabilim dalında yüksek lisans yapmaya hak kazanmıştır.

İletişim Bilgileri;

Mail: ayseyar23@gmail.com

Elazığ-2018