

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE BEKLENEN
SONUÇLARI

Murat BATAN

DOKTORA TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DIYARBAKIR
HAZİRAN 2014

T.C
DİCLE UNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
DIYARBAKIR

Murat BATAN tarafından yapılan “Küresel İklim Değişikliği ve Beklenen Sonuçları” konulu bu çalışma, jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan : Prof.Dr. Hamdi TEMEL

Üye : Prof. Dr. Özgür KİŞİ

Üye : Doç.Dr. Z. Fuat TOPRAK (Danışman)

Üye : Doç.Dr. Tamer BAĞATUR

Üye : Yrd.Doç.Dr. Nizamettin HAMİDİ

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 02/06/2014

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

02/06/2014

Doç. Dr. Mehmet YILDIRIM

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

(MÜHÜR)

TEŞEKKÜR

Tezimde ve bilimsel çalışmalarında büyük yardımlarını gördüğüm, tez danışmanım Doç. Dr. Z.Fuat TOPRAK'a saygılarımı sunarım. Lisanstan da hocam olan sayın TOPRAK, bana karşı hocalığın yanında bir abi, bir arkadaş gibi davranmış, hiçbir zaman desteğini esirgememiştir. Bundan dolayı kendisine minnettarım.

Ayrıca, çalışmam süresince, ilgi ve desteklerini gördüğüm eş-danışmanım değerli İTÜ öğretim üyesi Prof. Dr. Zekai ŞEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca sürekli yanımda olan, desteklerini esirgemeyen değerli aileme çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
ÇİZELGE LİSTESİ	VII
ŞEKİL LİSTESİ	IX
EK LİSTESİ	XIII
KISALTMA VE SİMGELER	XIV
1. GİRİŞ	1
1.1. Küresel İklim Değişikliğine Neyin Ne kadar Etkisi Olmaktadır ?	4
1.1.1. Doğal Etkenler	4
1.1.1.1. Güneşin Etkisi	4
1.1.1.2. Dünyanın Prezisyon Hareketi	5
1.1.1.3. El- Nino Etkisi	5
1.1.1.4. Akıntı Sistemleri	5
1.1.2. Fosil Yakıt Yanmasından Meydana Gelen Hava Kirliliği	6
1.2. Küresel İklim Değişikliği, Küresel Isınma Nedir?	9
2. KAYNAK ÖZETLERİ	12
2.1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)	12
2.2. BMİDÇS Kapsamında Hazırlanan Kyoto Protokolü	21
2.3. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)	23
2.3.1. IPCC IV. Değerlendirme Raporu	25
2.3.2. IPCC V. Değerlendirme Raporu	27
2.3.2.1. İklim Sisteminde Gözlenmiş Değişiklikler	29
a. Atmosfer	29
b. Okyanus	31
c. Buzul Kara	31
d. Deniz Seviyesi	33
e. Karbon ve Diğer Biyokimyasal Döngüler	34
2.3.2.2. İklim Değişiminin Sürücüleri	36
2.3.2.3. İklim Sistemini Anlama ve İklimdeki Son Değişiklikler	36
a. İklim Modellerini Değerlendirme	36

b. İklim Sistem Tepkilerinin Belirlenmesi	37
c. İklim Değişikliğinin Nedeni	37
2.3.2.4. Küresel ve Bölgesel İklim Değişikliğinin Geleceği	38
a. Atmosfer: Sıcaklık	38
b. Atmosfer: Su Döngüsü	40
c. Atmosfer: Hava Kalitesi	42
d. Okyanus	42
e. Buzul Kara	43
f. Deniz Seviyesi	43
g. Karbon ve Diğer Biyokimyasal Döngüler	44
h. İklim Dengesi, İklim Değişimi Bağlantısı ve Tersine Çevrilemezlik	44
2.4. A'dan Z'ye Tüm Boyutları ile İklim Değişikliği	45
2.4.1. İklim Değişikliğinde Bilimsel Temeller	45
2.4.1.1. İklim Değişikliğinin Fiziksel Temeli	45
2.4.1.2. İklim Değişikliğinde Gözlemlenen ve Öngörülen Değişiklikler	47
2.4.1.3. Türkiye'de İklimsel Değişiklik	52
2.4.2. İklim Değişikliği Hakkında Politika Belirlemede Süreçler	54
2.4.2.1. Avrupa Birliği'nde Politika Belirlemede Süreçler	54
2.4.2.2. Türkiye'de İklim Değişikliğinde Politika Belirlemede Süreçler	56
2.4.3. İklim Değişikliği İle Savaşım	57
2.4.3.1. İklim Değişikliği ile Savaşımın Bilimsel Bulgular	57
2.4.3.2. Avrupa Birliği'nin İklim Değişikliği ile Savaşımı	63
2.4.3.3. Türkiye'nin İklim Değişikliği İle Savaşımı	67
2.4.4. Dünyada Karbon Piyasaları	71
2.4.4.1. Kyoto Protokolü'nde Esneklik Düzenekleri	71
2.4.4.2. Dünyada Gönüllü Karbon Piyasaları	73
2.4.4.3. Türkiye'nin Karbon Piyasası	75
2.4.5. İklim Değişikliği Etkilerini Azaltmada İklim Değişikliğine Uyum	76
2.4.5.1. Uyumun Bilimsel Bulguları	76
2.4.5.2. Avrupa Birliği'nin İklim Değişikliğine Uyum Çabaları	80
2.4.5.3. Türkiye'nin İklim Değişikliğine Uyum Çabaları	82

2.4.6.	Küresel İklim Değişikliğinde 2012 Sonrası İçin Alternatifler	84
2.4.6.1.	Uluslararası Çabalar	84
2.4.6.2.	Avrupa Birliği'nde 2012 Sonrası Görünüm	89
2.4.6.3.	Türkiye'de 2012 Sonrasında Olası Seçenekler	96
2.5.	Küresel Isınmanın Olmadığına veya Gereğinden Fazla Abartıldığına Dair İddialar	99
3.	MATERYAL VE METOT	102
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	103
4.1.	KİD'in Buzullara ve Kar Örtüsüne Etkisi	104
4.2.	KİD'in Deniz Suyu Seviyesine ve Deniz Suyu Sıcaklığına Etkisi	111
4.3.	KİD'in Su Kaynaklarına, Yağışlara, Kuraklık ve Çölleşmeye Etkisi	116
4.4.	KİD'in Aşırı Sıcaklıklar ve Doğal Afetlere Etkisi	119
4.4.1.	KİD'in Orman Yangınlarına, Ormanların KİD'e Etkisi	123
4.5.	KİD ve Bölgeler	129
4.6.	KİD'in Çevreye ve Ekolojiye Etkisi	132
4.6.1.	KİD'in Doğal Çeşitlilik ve Canlı Ölümlerine Etkisi	132
4.6.2.	KİD'in Canlı Göçlerine Etkisi	135
4.6.3.	KİD'in Canlı Sağlığına Etkisi	137
4.7.	KİD'in Sosyo-Ekonomik ve Politik Etkileri	139
4.7.1.	KİD'in Tarım ve Bitki Örtüsüne Etkisi	141
4.7.2.	KİD'in Hayvancılığa Etkisi	143
4.7.3.	KİD'in Turizme Etkisi	145
4.8.	KİD'i Önleme ve Çözüm Önerileri	149
4.8.1.	Alternatif ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları	150
4.8.2.	Enerji Verimliliği ve Toplum Bilinçlendirme	159
4.8.3.	Küresel İklim Değişikliğine Uyum	161
4.8.4.	Karbon Piyasası, Karbon Ticareti ve Karbon Vergisi	163
4.8.5.	Diğer Çözüm Yolları	169
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	173
6.	KAYNAKLAR	175
	EKLER	184
	ÖZGEÇMİŞ	191

ÖZET

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE BEKLENEN SONUÇLARI

DOKTORA TEZİ

Murat BATAN

DİCLE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT ANABİLİM DALI

2014

Küresel iklim değişikliği, 1990 yılından beri dünya gündemini ciddi olarak meşgul eden bir konudur. Problemin atmosferi, yeryüzünü ve okyanusu etkileyen hayati önemi itibariyle, meteoroloji uzmanlarını, çiftçileri, politikacılar ve yerel yöneticileri ve daha birçok alandan insanı ilgilendirmektedir. Bu durum, uluslararası toplumu mücadeleye yönlendirip, bilim adamlarını araştırma yapmaya, hükümetleri tedbir almaya ve sivil toplum örgütlerini gönüllü mücadeleye itmiştir. Bunların sonucunda 1992 yılında, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ve bu kapsamda 1997 yılında Kyoto Protokolü imzalanmış, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) periyodik olarak yapıp raporlar yayınlanmıştır. Bu yüzden birçok meslek grubundan uzman bu konuda sayısız çalışma yapmıştır.

Bu çalışmada ilk olarak küresel iklim değişikliğinin ne olduğu ve neyin iklim değişikliğine neden olduğu sorularına cevaplar araştırılmıştır. Daha sonra, küresel iklim değişikliği hakkındaki kapsamlı çalışmalar geniş özetleri verilerek incelenmiştir. Son olarak bu çalışmada asıl hedef olan literatürdeki çalışmalar amaçlarına göre sınıflandırılmış ve tarafsız bir şekilde incelenip, çıkarımlar yapılmıştır. Çalışmanın ilgililere özellikle konuya ilişkin literatürün taranmasında faydası olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Küresel iklim değişikliği, literatürde iklim değişikliği, küresel ısınma, sera gazları, hava kirliliği.

ABSTRACT

PhD THESIS

GLOBAL CLIMATE CHANGE AND INEVITABLE CONCLUSIONS

Murat BATAN

DICLE UNIVERSITY

INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

2014

In the last few decades (especially since 1990), due to the potentially serious impacts upon the atmosphere, earth, and ocean, the climate change issue become internationally disputable subject among climatologists, atmospheric researchers, oceanographers, hydro-meteorologists, agriculturalists, in particular, local administrators in addition to politicians, as well as the people at different aspects of the life. This situation directs scientists to research and to take measures by the governments and voluntarily combating social organizations. Finally, United Nations Framework Climate Change Convention (UNFCCC) and then Kyoto Protocol were signed in 1992 and 1997, respectively. Paralleling to the protocols, Intergovernmental Panels on Climate Change (IPCC) were organized and their reports were published. Many professional institutions have organized a great number of technical, scientific, and politic meetings, work-shop, and panel on this subject. These studies are needed to be classified and assessed.

In this current study firstly, the answers of two essential questions are investigated: 1) what is the global climate change?, and 2) what are its main causes? Secondly, the comprehensive studies made on the problem are summarized and examined. Finally, these studies were classified according to their goals, were investigated in an impartial manner and inferences were made. It is hoped that, this study will particularly help the researchers in the screening of the literature about climate change studies.

Key Words: Global climate change, climate change in the literature, global warming, greenhouse gases, weather pollution.

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1.	Ozon tabakası, küresel iklim değişikliği ve su konusunda yayınlanmış SCI çalışmaların yıllara göre sayıları	4
Çizelge 1.2.	Kirli atmosfer ile temiz atmosferin karşılaştırılması	7
Çizelge 1.3.	Hava kalitesi indeksi ölçekleri ve ilgili renkleri	8
Çizelge 1.4.	Hava kirliliğinin neticeleri	9
Çizelge 2.1.	Atmosferdeki doğal sera gazları birikimlerindeki değişimler	48
Çizelge 2.2.	Küresel iklimde gözlemlenen başlıca değişiklikler	49
Çizelge 2.3.	21. Yüzyıl’da yaşanacak iklimsel değişikliklerin olası etkileri	51
Çizelge 2.4.	PRECIS modeli sonuçlarına göre, 1961-1990 ortalamasına göre 2071-2100 döneminde Türkiye’de beklenen iklimsel değişiklikler	54
Çizelge 2.5.	Avrupa Birliği’nin iklim değişikliği politika ve uygulamalarının temel özellikleri	55
Çizelge 2.6.	İklim değişikliği ile savaşım için seçenekler (İlk 10 yıl, 2006)	59
Çizelge 2.7.	İklim değişikliği ile savaşım için alınabilecek önlemlerin maliyeti ve potansiyeli	63
Çizelge 2.8.	Kyoto Protokolü AB Balonu için gündeme gelen seçenekler	64
Çizelge 2.9.	Avrupa İklim Değişikliği Programı’nın sera gazı salımları tasarruf öngörülleri	66
Çizelge 2.10.	1990 yılı salım değeri, 2004 yılı salım değeri, 1990-2004 salım artış oranı açısından en öncelikli ilk 10 alt sektör	69
Çizelge 2.11.	Kyoto Protokolü esneklik düzeneklerinin temel tanımları	72
Çizelge 2.12.	Küresel karbon piyasalarında gönüllü karbon ticareti	75
Çizelge 2.13.	Nairobi çalışma programı’nın ilkeleri	78
Çizelge 2.14.	İklim değişikliğine uyum için olası stratejiler	79

Çizelge 2.15.	BMİDÇS kapsamında etkilenebilir ülke tanımlaması ve Türkiye	83
Çizelge 2.16.	IPCC IV. değerlendirme raporunda bölgelere göre salım azaltım seçenekleri	88
Çizelge 2.17.	AB Enerji ve İklim Planı'nın temel stratejisi	92
Çizelge 2.18.	Türkiye için 2012 sonrası seçenekleri değerlendirilirken dikkate alınabilecek sorular	98
Çizelge 4.1.	1990-2000 yılları arasında karbon kaynaklarının küresel karbon dengesine katkısı	127
Çizelge 4.2.	Enerji türlerinin çevresel etkilerinin karşılaştırılması	156
Çizelge 4.3.	Enerji türlerinin bağımlılık ve kalan ömürlerinin karşılaştırılması	157
Çizelge 4.4.	Enerji türlerinin yaklaşık olarak yatırım ve birim enerji maliyetlerinin karşılaştırılması	158
Çizelge 4.5.	Yenilenebilir teknolojilerin birim enerji maliyetleri	158
Çizelge 4.6.	Zorunlu karbon piyasası gelişimi	165
Çizelge 4.7.	Gönüllü karbon piyasası gelişimi	166
Çizelge 4.8.	Küresel karbon piyasaları işlem hacimleri ve değerleri	166

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Sekil No</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1.	‘Sera etkisi’nin şematik gösterimi	10
Şekil 2.1.	Çeşitli senaryolara göre küresel ortalama sıcaklıklarda öngörülen artışlar	11
	a) 1850-2012 arasında senelik olarak gözlenmiş, küresel olarak ortalaması alınmış, kara ve okyanus yüzey sıcaklığı	30
	b) 1901-2012 ortalama yüzey sıcaklığında gözlenmiş değişim	30
Şekil 2.2.	Karada yağışlarda gözlenmiş değişikliklerin dünya haritası üzerinde görselleştirilmesi	31
Şekil 2.3.	a) Kuzey yarım küre bahar kar örtüsünün trendi	32
Şekil 2.3.	b) Arktik yaz deniz buz alanı trendi	32
Şekil 2.3.	c) Okyanus ısı içeriği üzerinde küresel ortalamadaki değişim	33
Şekil 2.3.	d) Küresel ortalama deniz seviyesi değişimi trendi	34
Şekil 2.4.	a) Atmosferik CO ₂ ’nin trendi	35
Şekil 2.4.	b) Okyanus yüzeyi CO ₂ ve PH’ı	35
Şekil 2.5.	Küresel ortalamalar (kara yüzeyi, kara ve deniz yüzeyi, okyanus ısı içeriği)	37
Şekil 2.6.	a) Küresel ortalama yüzey sıcaklık değişimi	39
Şekil 2.6.	b) Kuzey yarım küre eylül ayı deniz buz alanı	39
Şekil 2.6.	c) Küresel okyanus yüzeyi PH’ı	40
Şekil 2.7.	a) Ortalama yüzey sıcaklığındaki değişim (1986-2005 ile 2081-2100 arasındaki)	40
Şekil 2.7.	b) Ortalama yağıştaki değişim (1986-2005 ile 2081-2100 arasındaki)	41

Şekil 2.7.	c) Kuzey Yarım Küre’de eylül ayı deniz buzu alanı (2081-2100 ortalaması)	41
Şekil 2.7.	d) 1986-2005 ile 2081-2100 arasındaki okyanus yüzeyinde PH’daki değişim	42
Şekil 2.8.	Küresel ortalama deniz seviyesi yükselmesi gelecek projeksiyonları	43
Şekil 2.9.	CO ₂ ’nin kümülatif yayılımlarının küresel yüzey ısınmasına etkisi	44
Şekil 2.10.	İnsan kaynaklı iklim değişikliği sürecini tetikleyen oluşumlar, bu sürecin etkileri, bu sürece gösterilen tepkiler ve aralarındaki bağlantı	47
Şekil 2.11.	21. Yüzyıl’da küresel ortalama sıcaklıklardaki olası artışlar ve yağış rejimlerindeki düzensizlikler	51
Şekil 2.12.	Türkiye iklim bölgelerinin harita üzerinde gösterilişi	52
Şekil 2.13.	2004 yılı itibarı ile insan kaynaklı sera gazı salımlarının sektörel dağılımı (Toplam 49 milyar ton eş CO ₂)	58
Şekil 2.14.	Politika ve önlemlerin, sera gazı salımları yükümlülüklerine etkisinin şematik gösterimi	61
Şekil 2.15.	1990-2005 döneminde AB15 sera gazı salımlarının grafiksel gösterimi	65
Şekil 2.16.	Mevcut durum, mevcut önlemler ve ek önlemlerle AB15 salımlarının sektörel değişimi	67
Şekil 2.17.	1990-2004 dönemi sektörel sera gazı salımları	68
Şekil 2.18.	2004 yılında sektörlere göre sera gazı salımlarının dağılımı (Toplam 296,6 milyon ton eş-CO ₂)	68
Şekil 2.19.	2007 yılı itibarı ile küresel karbon piyasasının görünümü	73
Şekil 2.20.	2071-2100 döneminde Avrupa’da sıcaklık, yağış ve tarımsal üretim öngörülleri (1961-1990 ortalamasına göre)	81
Şekil 2.21.	İklim değişikliği konusunda 2012 Sonrası için yol haritası	85
Şekil 2.22.	1890-2000 döneminde insan kaynaklı sera gazlarının salımlarının dağılımı	86
Şekil 2.23.	Farklı yıllar itibarı ile ülkelerin ve bölgelerin küresel ısınmaya katkıları	87

Şekil 2.24.	Avrupa Birliği'nin enerji ve iklim planının temel ilkeleri	91
Şekil 2.25.	AB enerji ve iklim planında yenilenebilir enerji türlerinin trendi	93
Şekil 4.1.	Küresel iklim değişikliğinden etkilenmesi beklenen sektörlerin şematik olarak gösterimi	103
Şekil 4.2.	Erciyes Dağı'nın buzullarının 1990-2000 yılları arasındaki alansal değişimi	105
Şekil 4.3.	Buzul Dağı'ndaki buzulların (Cülo) 1990-2000 yılları arasındaki alansal değişimi	106
Şekil 4.4.	Ağrı Dağı'ndaki buzulların 1990-2000 yılları arasındaki alansal değişimi	107
Şekil 4.5.	Süphan Dağı'ndaki buzulların 1990-2000 yılları arasındaki alansal değişimi	108
Şekil 4.6.	Barrow Alaska'da erken kar erimesinin ilişkili trendi	109
Şekil 4.7.	McCall buzulunun sonunun fotoğrafları (1958)	110
Şekil 4.8.	PCM ve CCSM3 modellerine göre deniz seviye yükselmeleri	113
Şekil 4.9.	Farklı bölgelerde binlerce yıl öncesinden günümüze deniz seviyesinin günümüz değerlerinden farkı ve ilişkili buz hacmi değerleri	114
Şekil 4.10. a)	Binlerce yıl öncesinden günümüze kadar deniz seviyesi yüksekliklerinin günümüz değerlerine göre kıyaslanması	115
Şekil 4.10. b)	Mercan ve sediment kalıntıları incelenerek binlerce yıl öncesinden günümüze güneşlenme seviyesi eğrisi	115
Şekil 4.11.	Türkiye su potansiyelinin geleceği (Türkiye yıllık akışları, ulusal iklim değişikliği model ve yazılım sonuçları, 2009)	117
Şekil 4.12.	Yerküre karalarında ölçülen yıllık yağışlardaki bölgesel değişimler ve eğilimler	118
Şekil 4.13.	Meteorolojik, klimatolojik, hidrolojik ve jeofizik kökenli küresel doğal afet sıklıklarının 1988-2007 dönemindeki yıllararası değişimleri	121
Şekil 4.14.	2009 yılında kaydedilen hidrolojik, meteorolojik, klimatolojik ve jeofizik kökenli afetlerin, şiddetlerine göre küresel dağılışı	122

Şekil 4.15.	Alaska’da 1956-2000 yılları arasında gerçekleşen orman yangınlarından etkilenen alan miktarı (milyon dönüm)	124
Şekil 4.16.	Değişik bitkisel ekosistemlerde biriken karbonun depolanma süresi (yıl)	128
Şekil 4.17.	Kışın kuzeyden Hawai adalarına göç eden göçmen kuşların normal göç güzergahı olan bu rota	137
Şekil 4.18.	İklim değişiklikleri ile turizm arasındaki ilişki	146
Şekil 4.19.	En fazla sera gazı salımı yapan gelişmiş ülkelerin başında gelen Çin’in Qindao kentinden bir görünüm	148
Şekil 4.20.	Zamanında çok turist çeken, Brezilya’daki Iguazu Şelalesi’nin yaşanan kuraklık sonrasındaki durumu	149
Şekil. 4.21.	Enerji kaynaklarının meydana getirdiği karbondioksit emisyon miktarları	155
Şekil 4.22.	Alternatif enerji santrallerinin çevresel tesirlerinin grafiksel gösterimi	156
Şekil 4.23.	1971 yılından bu yana sağlanan enerji tasarrufunun AB enerji tüketimine katkısı	160
Şekil 4.24.	KTD’nin ilişkili olduğu kaynaklar, karbondioksit nakli ve depolama seçeneklerini gösteren KTD sistemlerinin şematik diyagramı	171
Şekil 4.25.	Karbondioksitin büyük durağan kaynaklarının harita üzerinde global dağılımının gösterimi	172
Şekil 4.26.	Karbon depolamada kullanılabilecek uygun tuz formasyonları, petrol veya gaz arazileri ya da kömür yataklarının bulunabileceği sedimanter havzalardaki muhtemel bölgeler	172

EK LİSTESİ

<u>Ek No</u>	<u>sayfa</u>
EK-I	184
Çizelge E.1.1. BMİDÇS Ek-I ve Ek-II listesi	184
EK-2	185
Çizelge E.2.1. Kyoto Protokolü Ek-a listesi	185
Çizelge E.2.2. Kyoto Protokolü Ek-b listesi	186
EK-3	187
Çizelge E.3.1. Karar 26/CP.7	187
EK-4	188
Çizelge E.4.1. RCP senaryolarına göre, 2012-2100 arasında CO ₂ kümülatif salımları (GtC ^a)	188
Çizelge E.4.2. RCP senaryolarına göre (2046-2065) ve (2081-2100) dönemlerinde küresel ortalama yüzey sıcaklık değişimleri ve (2046-2065) ile (2081-2100) dönemlerinde küresel ortalama deniz seviyesi yükselmesi	188
EK-5	189
Çizelge E.5.1. Bir Ek-I ülkesine ait sera gazı envanteri özet tablosu	189
EK-6	190
Şekil E.6.1. İklim değişikliğinin kar sezonuna ve kar kalınlığına etkilerinin şematik gösterimi	190

KISALTMA VE SİMGELER

AB	: Avrupa Birliği
Adaptation	: İklim değişikliğine uyum
Antarktika	: Güney Yarım Küre'nin en güneyinde bulunan ve Güney Kutbu'nu içeren kıtadır.
AR4	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli IV. Değerlendirme Raporu
Arktik Bölge	: Kuzey Kutup Dairesi'nin üstünde kalan bölgedir.
ASO	: Aşağı Seyhan Ovası
Atlantik	: Atlas Okyanusu
AWGLCA	: Bali Eylem Planını görüşmekle görevli bir geçici çalışma grubu
Bakı	: Dağların güneş görmeyen, gölgede kalan kuzey yamacı.
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi.
Boreal	: Kuzey kuşak
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CCS	: Karbon yakalama ve biriktirme
CCX	: Chicago İklim Değişimi
CDM	: Kyoto Protokolünde yer alan esneklik düzeneklerinden “Temiz Kalkınma Düzenegi”nin ingilizce kısaltmasıdır.
CFC_s	: Kloroflorokarbonlar
Cohesion Fund Countries	: Uyum Fonu Ülkeleri
COP3	: III. Taraflar Konferansı'nın ingilizce kısaltmasıdır.
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirmesi
Değerlendirme Raporları:	En son 5.si çıkan, Hükümetlerarası İklim Değişikliği

Paneli Raporlarıdır.

- ECCP** : Avrupa İklim Değişikliği Programı'nın İngilizce kısaltmasıdır.
- EK-A** : Kyoto Protokolü'nde küresel ısınmaya neden olan sera gazları ve bu gazların sektörlere göre yayılım kaynaklarını gösteren listedir.
- EK-B** : Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne taraf olan ülkelerin Kyoto Protokolü'nde Sayısallaştırılmış sera gazı salım azaltım yükümlülüklerini gösteren listedir.
- EK-I** : Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne taraf olan ülkelerin listesi
- EK-II** : Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde yer alan gelişmiş ülkelerin listesi
- Esneklik Düzenekleri:** Kyoto Protokolü'nde yer alan, sera gazı salımlarını azaltmak için ülkelere çeşitli esneklikler tanıyan düzenektir.
- Ekstrem Sıcaklıklar** : Aşırı yüksek sıcaklıklar demektir.
- ET** : Kyoto Protokolünde yer alan esneklik düzeneklerinden "Salım Ticareti"nin İngilizce kısaltmasıdır.
- EUROHeat** : Aşırı sıcaklıklarla ilgili olarak AB ve Dünya Sağlık Örgütü'nün birlikte yürüttüğü bir kapasite geliştirme projesi.
- EU-ETS** : Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi
- FAR** : Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli I. Değerlendirme Raporu
- GEF** : Küresel Çevre Fonu
- GKP** : Gönüllü Karbon Piyasası

Greenhouse Friendly Initiative: Karbon Dostu Girişimi

- Green Goal** : Yeşil gol.
- Grönland** : Kuzey Kutbu'ndaki en büyük buz örtüsüyle kaplı bölgedir.
- Hazne** : Bir sera gazının veya bir sera gazının oluşumunda rolü bulunan öncü bir maddenin depolandığı iklim sistemini bir unsur veya unsurları anlamına gelir.
- HKİ** : Hava Kalitesi İndeksi

ICCAP	: İklim değişikliğinin kurak alanlarda tarım üretimine etkisini araştıran çok uluslu bir projedir.
I.Dönem	: Kyoto Protokolü (2008-2012) arası olan ilk yükümlülük dönemini kasteder.
II.Dönem	: Kyoto Protokolü 2012 sonrası dönemi kasteder.
INC	: Hükümetlerarası Müzakere Komitesi'nin ingilizce kısaltmasıdır.
IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin ingilizce kısaltması
İklim Değişikliği	: Karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucu iklimde oluşan bir değişiklik demektir.
İklim Modelleri	: Çeşitli senaryolara göre girdiler kullanarak, gelecek iklim değişikliğini belirlemek için, genel dolaşım modeli adı verilen bilgisayar programlarıyla tahmin eden modellerdir.
İklim Senaryoları	: Senaryolar, iklim gibi yüksek belirsizliğe sahip karmaşık sistemlerin gelecekteki muhtemel gelişiminin anlaşılması ve değerlendirilmesi için geleceğin hayali olarak canlandırılması veya alternatif gelecek durumların tasvir edilmesidir.
İklim Sistemi	: Atmosfer, hidrosfer, biyosfer, jeosfer'in tamamı ve bunların karşılıklı etkileşimleri demektir.
JI	: Kyoto Protokolünde yer alan esneklik düzeneklerinden "Ortak Yürütme"nin ingilizce kısaltmasıdır.
KTD	: Karbon Tutum ve Depolama
KOAH	: Akciğer Hastalığı
Kyoto Protokolü	: 1997 yılında, Japonya'nın Kyoto kentinde, BMİDÇS III. Taraflar Konferansı'nda kabul edilip imzalanan ve BMİDÇS'nin nihai amacına ulaşması için kurgulanıp somut hedefler, yükümlülükler ve esneklik düzeneklerini içeren, 2005 yılında yürürlüğe giren bir protokoldür.

Londra Smoğu	: 1952’de Londra’da olan ve iklim değişikliğine neden olduğu belirtilen hava kirliliği olayları
MATCH	: Sera gazı salımlarında insan etkinliğini araştıran bir geçici çalışma grubu
mcm	: Milyon Kübik Metre
Nairobi Çalışma Programı	: İklim değişikliği alanında, 2005-2010 yıllarını kapsayan kurumsal düzenleme yolundaki en sistematik çalışmadır.
NAO	: Kuzey Atlantik Salınımı’nın ingilizce kısaltması
NOAA	: Amerikan Ulusal Okyanus ve Atmosfer Yönetimi Ajansı
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü’nün ingilizce kısaltmasıdır.
Pasifik	: Büyük Okyanus
Permafrost	: Kutuplarda sürekli donmuş toprak
Permi	: Esneklik düzenekleri kapsamında alınıp satılabilen karbon kredileri
PM	: Partikül Madde
Ppb	: Milyarda bir birime verilen isimdir. CO ₂ salım miktarında kullanılmıştır.
Ppm	: Milyonda bir birime verilen isimdir. CO ₂ salım miktarında kullanılmıştır.
PV	: Fotovoltaik enerji
QELRO	: Sera gazı salım azaltma ya da sınırlama hedefi
REC	: Bölgesel Çevre Merkezi’nin ingilizce kısaltmasıdır.
RegCM3	: Bölgesel iklim modeli-3’ün ingilizce kısaltılmış halidir.
RCP	: Bölgesel İklim Projeksiyonu’nun ingilizce kısaltmasıdır.
Salımlar	: Sera gazlarının ve/veya bunlara kaynaklık yapan öncül maddelerin belirli bir bölge ve zaman diliminde atmosfere salınması demektir.
Sanayi Devrimi	: 18.yy.’da, Avrupa’da ortaya çıkan, yeni buluşlarla kitlesel üretime geçişe imkan sağlayan ve fosil yakıt tüketiminden dolayı sera gazı salımlarında zamanla artışa neden olan devrimdir.
SAR	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli II.Değerlendirme Raporu
Sera Etkisi	: Sera gazları olarak bilinen CO ₂ , CH ₄ , NO ₂ , CFC _s gibi gazların

	atmosferde birikerek, yerküreden yansıyan kızılötesi ışınları tutarak yeryüzüne geri yansıtıp yeryüzünün ısınmasına denir.
Sera Gazları	: Hem doğal hem de insan kaynaklı olup, atmosferdeki kızıl ötesi radyasyonunu emen ve tekrar yayan gaz oluşumları anlamına gelir.
Sözleşme	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ni kastediyor.
STK	: Sivil Toplum Kuruluşları
Subtropik	: Tropik altı bölgeler
TAR	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli III.Değerlendirme Raporu
Taraflar	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne taraf olan ülkelerdir.
Taraflar Konferansı	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne katılan Taraflar'ın Konferansıdır.
Temperate	: Ilıman kuşak
TKM	: Temiz Kalkınma Mekanizması
Tryptich Approach	: Üçlü İndirim Yaklaşımı
UA	: Uzaktan Algılama
UEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
UK-ETS	: İngiltere'de uygulanan salım ticareti programı
UNFCCC	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin ingilizce kısaltması
VER	: Karbon Kredisı
VOC	: Uçucu Organik Bileşikler
Yeşil Kitap	: AB'inde uyum konusunda hazırlanan kitaptır.
Yutak	: Bir sera gazını, bir aerosolü veya bir sera gazının oluşumunda rolü bulunan bir öncü maddeyi atmosfere salan herhangi bir işlem veya faaliyet anlamına gelir.
Yükümlülük	: Kyoto Protokolü EK-B listesinde ayrıntılı olarak belirtilen ülkelerin

Sayısallaştırılmış sera gazı azaltım hedefleridir.

26/CP7

numaralı karar : VII. Taraflar Konferansı'nda alınan bu kararlar Türkiye, Kyoto Protokolü EK-II listesinden çıkmıştı Gelişmekte olan ülke konumuyla yükümlülük almak zorunda değildir.

1. GİRİŞ

İklim, “‘yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca yaşanan ya da gözlenen tüm hava koşullarının ortalama durumu” olarak tanımlanabilir. Oysa iklimin tanımı, sıklık dağılımlarını, olasılıkları ve bu çalışma kapsamında irdelenecek olan değişkenliği (iklim değişimi) de içermek zorundadır. Bu yüzden son yıllarda iklimi tanımlarken ‘hava olaylarının ya da koşullarının ortalama durumu’ yerine ‘‘hava olaylarının, atmosferik süreçlerin ve iklim elemanlarının değişkenlikleri, uç oluşumları ve ortalama değerleri gibi uzun süreli istatistiklerle tanımlanan bir sentezi’’ yaklaşımı tercih edilmektedir.

Çok genel bir yaklaşımla, iklim değişikliği “‘Nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli (küresel) ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler’’ biçiminde tanımlanabilir (Türkeş ve ark., 2000).

Bu değişikliklerin etkileri olarak, bozulan ekolojik denge sonucunda; bazı canlı türlerinin ölmesi (doğal çeşitliliğin azalması), bitki ve hayvan göçleri (güneyden kuzeye doğru), fırtınaların artması, buzulların erimesi, bazı yerel bölgelerde sıcaklıkların aşırı artması, kuraklık, tarım ürünlerindeki değişim, okyanus su seviyesinin yükselmesi (buzulların erimesi sonucu), deniz suyu sıcaklıklarının artması, artan orman yangınları vb. gibi birçok değişim sıralanabilir. Tabii ki, bu değişimlerin küresel ölçekte olmasından dolayı doğal çevre ve canlı yaşamına olan büyük etkilerinin yanında toplumsal hayata, ekonomik ve siyasi alana, gelecek planlamalarına da etkilerinin olacağı açıktır. Bu durum, uluslararası toplumu mücadeleye yönlendirip, bilim insanlarını araştırma yapmaya, hükümetleri tedbir almaya ve sivil toplum örgütlerini gönüllü mücadeleye itmiştir. Bu kadar geniş kapsamlı etki alanı olmasından dolayı direk etkilerinin incelenmesi çalışmaları kapsamında ya da probleme çözüm, uyum çalışmaları çerçevesinde her kesimden meslek grubunu da ilgilendirmektedir. Yine aynı şekilde problemin atmosferi, yeryüzünü ve okyanusu etkileyen hayati önemi itibarıyla, meteoroloji uzmanlarını, çiftçileri, deniz bilimcileri, politikacılar ve yerel yöneticileri ve daha birçok alandan insanı ilgilendirmektedir.

Bu kadar büyük öneme sahip olan küresel iklim değişikliği, uluslararası olarak son 40 yılda bilim insanları, çevresel gruplar, sivil toplum örgütleri (hükümetle

bağlantılı olmayan örgütler), politikacılar ve finansçılar arasında tartışılmıştır. Veri tabanlarında da, “küresel iklim değişikliği” içeren atıflar ile diğer birçoğuna ilave olarak “küresel ısınma” içeren ve atıfları yansıyan açık literatürde birçok araştırma mevcuttur. Bu bilimsel araştırmalar sonucunda uluslararası toplum da gerek Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi(BMİDÇS) akabinde Kyoto Protokolü ve Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) toplantılarıyla küresel iklim değişikliğini kabul etmiş, en kısa sürede gerekli tedbirlerin alınması için ciddi çalışmalar başlatmışlardır (Toprak ve ark., 2012). Bu çalışmalar, literatür özeti kısmında ayrıntılı verileceği için burada açıklanmamıştır.

Konu ile ilgili literatürde çok sayıda çalışmaya rastlanmıştır [(Türkeş ve ark., 2000), (Toprak ve ark., 2012), (Kadioğlu, M., 2008) ve diğ.]. Bunların her biri olayı bir veya birkaç boyutu ile ele aldığı için bu çalışmalarda, ancak konuya özel güncel literatür kritik edilmiştir. Bununla birlikte tüm boyutları ile konuyu ele alan çalışmalar da yok değildir [(Arıkan ve Özsoy, 2008), (UNFCCC, 1992), (Kyoto Protocol, 1997), (IPCC, 2007), (IPCC, 2013) ve diğ.]. Bununla birlikte, ulusal veya uluslar arası düzeyde akademik tez olarak sınırlı sayıda çalışmaya ulaşılmıştır. Dolayısıyla küresel iklim değişikliği konusunu birçok boyutu ile toplu olarak ele alan çalışmalara hala ihtiyacın olduğu söylenebilir. Bu çalışmanın bu alandaki ihtiyacı bir nebze gidereceği umulmaktadır. Konuya ilişkin literatürde rastlanan tüm çalışmalar, tezin ikinci bölümünde, “literatür özeti” başlığı altında ayrıca değerlendirilmiştir.

Bu amaçla çalışmada, hem bilimsel çalışmalar, hem de ulusal veya uluslararası resmi kurum veya sivil kuruluşların yapmış olduğu çalışmalar bir araya getirilerek detaylı bir şekilde incelenmiştir. Böylece okuyucu, küresel iklim değişikliği ile ilgili olarak, “neden?”, “nasıl”, “ne kadar?”, “ne olacak” gibi sorulara cevap bulabilecek ve problemin çözümü ve/veya adaptasyon süreci hakkında bir fikir sahibi olabilecektir. Bunun yanı sıra, okuyucu, küresel boyutta önlem alındığı takdirde gelecekte nasıl bir değişimin beklenmesi gerektiğine, , hatta ulusal ve/veya uluslar arası düzeyde hükümetlerin gelecek politikalarının nasıl şekillenebileceğine dair de öngörülerde bulunabilecektir. Bu kapsamda çalışmada, iklim değişikliğinin olası tüm etkileri ayrı ayrı sınıflandırılmış, iklim değişikliğini önleme, iklim değişikliğine uyum ve gelecek

öngöröleri üzerinde yapılmış ve güncel literatürde yer almış birçok çalışma değerdendirilmiş ve detaylı analizler yapılmıştır.

Ancak her çalışmanın olduğu gibi bu çalışmanın da bazı kısıtları mevcuttur. Literatürde çok fazla çalışma olduğundan hepsinin tek tek ele alınıp incelenmesi güçtür. Bu yüzden bazı çalışmalar sadece sınıflandırmada esas alınmıştır. Toprak (2013), ozon tabakası, küresel iklim değışikliği ve su konusunda yapılmış çalışmaları yıllara göre sınıflandırmış ve çizelge halinde vermiştir (**Çizelge 1.1**). Bir diğer sınırlama ise küresel düzeyde, birbirinden oldukça farklı, hatta birbirinin zıttı olan sayısal verilerin, analizlerin, hesaplamaların ve geleceğe yönelik senaryoların literatürde yer alması ve bu çalışmaların doğru bir şekilde değerdendirmesinin güçlüğüdür. Son olarak, küresel iklim değışikliğinin lokal (bölgesel) etkisini rapor eden çok sayıda çalışmanın literatürde yer almasıdır. Bu durum doğal olarak çalışmaların analizini ve sınıflandırmasını zorlaştırmaktadır. Çalışmanın kapsamının çok geniş olması bir avantaj olmasının yanında bazı kısıtları getirmesi açısından aynı zamanda bir dezavantajdır. Benzer şekilde literatür zenginliği de teze katacağı değerd itibari ile bir avantaj olarak değerdendirilmekle birlikte yukarıda belirtildiği gibi çok sayıda yayını inceleme güçlüğü nedeniyle aynı zamanda bir dezavantajdır.

Literatür çalışması kapsamında, binlerce akademik çalışmaya ulaşılmış, bunlardan 500'ü sınıflandırmaya esas alınarak değerdendirilmiş, 395 tanesinin tam metni incelenmiş, 120 tanesi ise daha yakından incelenmiş ve tez kapsamında bu çalışmalara atıf yapılmıştır. 2000 yılından önce yapılmış olan çalışmalar daha çok problemin varlığına işaret etmektedir. Bu yüzden bu çalışmalar, problemin ilk kez ne zaman fark edildiğini göstermesi ve tanımlanmasına imkân verdiği için önemlidir. Ancak henüz problem yeni keşif edildiği için bu çalışmalarda rapor edilen bazı veri ve bilgilerin güncelliğini yitirdiği söylenebilir. Daha sonraki çalışmalar ise problemin daha doğru tanımlanmasında, tüm boyutları ile etki alanının belirlenmesinde ve olası sonuçlarının saptanmasında dikkate alınmıştır.

Çizelge 1.1. Ozon tabakası, küresel iklim değişikliği ve su konusunda yayınlanmış SCI çalışmalarının yıllara göre sayıları (Toprak, 2013).

YIL	OZON TABAKASI İLE İLGİLİ SCI YAYIN SAYISI	KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE İLGİLİ SCI YAYIN	SU	YIL	OZON TABAKASI İLE İLGİLİ SCI YAYIN SAYISI	KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE İLGİLİ SCI YAYIN	SU	YIL	OZON TABAKASI İLE İLGİLİ SCI YAYIN SAYISI	KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE İLGİLİ SCI YAYIN	SU
1980	3	0	179	1991	32	351	933	2002	34	655	1380
1981	2	2	227	1992	39	373	993	2003	45	806	1466
1982	3	1	267	1993	26	356	1009	2004	30	837	1619
1983	3	2	259	1994	32	309	1072	2005	34	971	1617
1984	3	2	301	1995	43	391	994	2006	35	1023	1598
1985	3	2	239	1996	38	418	1182	2007	31	1469	1699
1986	3	8	229	1997	58	493	1273	2008	41	1863	1796
1987	9	6	225	1998	36	535	1463	2009	53	2267	1996
1988	14	13	212	1999	35	585	1257	2010	33	2289	2232
1989	26	73	226	2000	29	597	1447	2011	36	2542	2273
1990	24	193	325	2001	35	703	1446	2012	32	2568	1974
KORELASYONLAR	0,829	0,666			0,089	0,930			0,030	0,974	KORELASYONLAR
	0,810				0,058				0,167		
	0,865	0,953							0,036	0,903	
	0,848								0,081		
Ozon tabakası ile ilgili toplam SCI yayın sayısı					900	22703		Küresel iklim değişikliği ile ilgili toplam SCI yayın sayısı			
				Toplam SCI yayın sayısı							
				23603							

1.1. Küresel İklim Değişikliğine Neyin Ne Kadar Etkisi Olmaktadır?

1.1.1. Doğal Etkenler

1.1.1.1. Güneşin Etkisi

ESA bilim adamlarından Paal Brekke; iklim bilimcilerinin uzun yıllardır güneş beneklerinin 11 yıllık döngüsel hareketini ve güneşin yüzyıllık süreçler içinde parlaklık değişimini incelediklerini ifade etmektedir. Bunun sonucunda Güneş'in manyetik alanı ve protonlar ile elektronlar biçiminde ortaya çıkan güneş rüzgarının, güneş sisteminde kozmik ışımalara karşı bir kalkan görevinde olduğu belirtilmektedir. Güneş'in değişken faaliyetleriyle zayıflayabilen bu kalkan, kozmik ışımaları geçirmektedir. Kozmik

ışımaların artışı bulutlanmayı beraberinde getirmekte, güneşten gelen radyasyon oranını değiştirerek küresel sıcaklık artışını meydana getirmektedir (Bilgekoyun, 2013).

1.1.1.2. Dünyanın Prezisyon Hareketi

1930 yılında Sırp araştırmacı Milutin Milankoviç, dünyanın güneş çevresindeki yörüngesinin her doksan beş bin yılda biraz daha basıklaştığını göstermektedir. İlaveten her kırk bir bin yılda dünyanın ekseninde doğrusal bir kayma ve her yirmi üç bin yılda dairesel bir sapma bulunduğunu da gözler önüne sermiştir. Günümüz bilim adamlarının büyük bir kısmı, dünyanın bu hareketlerinden dolayı zaman zaman soğuk dönemler yaşandığını ve bu soğuk dönemler içindeyse yüz bin yıllık periyotlarda on bin yıl süreyle sıcak dönemler geçirdiğini ifade etmektedir. Bu da küresel ısınmanın doğal nedenlerinden birini oluşturmaktadır (Bilgekoyun, 2013).

1.1.1.3. El Nino Etkisi

“Güney salınımı sıcak hareketi” olarak da tanımlanabilen El Niño hareketi, 1990-1998 yıllarında tropikal doğu Pasifik Okyanusu’nda deniz yüzeyi sıcaklıklarının normalden 2-5° daha yüksek olmasına sebep olmaktadır. Özellikle 1997 ve 1998 yıllarında yüzey sıcaklıklarının rekor düzeyde seyretmesinde, 1997-1998 El Niño hareketlerinin önemli bir etkisinin olduğu kabul edilmektedir. 1998’de meydana gelen El Nino bu yılın küresel rekor ısınmasına katkıda bulunan ana etmen olarak addedilmektedir (Bilgekoyun, 2013).

1.1.1.4. Akıntı Sistemleri

Dünya iklimlerini etkileyen en önemli unsurlardan biri de ‘taşıyıcı bant’ denilen okyanus akıntı sistemidir. Dünyadaki tüm ırmakların taşıdığı suyun 20 katını taşıyan bu akıntı sistemi İzlanda yakınlarında soğur ve dibe inmektedir.

Yön değiştiren akıntı güneye Afrika’ya doğru inerek Antarktika yakınında 2 kola ayrılmaktadır. Birinci kol Avustralya’nın doğusunda Pasifik Okyanusunun

kuzeyine uzanarak yol boyunca ısınmakta ve yüzeye çıkmaktadır. Daha sonra A.B.D.'nin batı kıyılarını izleyerek güneye inmekte ve Avusturalya'nın kuzeyinden geçmektedir. Diğer kol ise Hint okyanusunda bir çember çizmekte; ısınan ve yüzeyden akan sular Avusturalya'nın batısında diğer kola birleşmekte ve tek bir kol halinde Afrika'nın batısını takiben kuzeye ilerlemektedir. İzledikleri yol boyunca suları azalan akıntının tuz miktarı artmıştır, kuzeye ilerledikçe soğuyarak İzlanda yakınlarında dibe batar ve sirkülasyon tamamlanmış olur. Taşıyıcı bant okyanuslar arasında su ve ısı alışverişi sağlar. Bu sistemde Pasifik ve Hint okyanusunun sıcak suları Atlantik'e taşınırken yüzeyden giden akıntının üzerinde hava ısınarak yakınından geçtiği karaların iklimini ılımanlaştırır. Örneğin kuzey batı Avrupa bu bant sayesinde 10 derece daha sıcak olur. Güney yarıkürede yaz mevsiminde Antartika'da eriyen buzların soğuk suları dibe çökerek taşıyıcı banta katılıp kuzeye yönelmektedir. Bundan dolayı Antarktika hem soğukluğu hem de taşıyıcı banta aktardığı soğuk sular nedeniyle dünya iklim sisteminin dengesi açısından son derece önemlidir (Bilgekoyun, 2013).

1.1.2. Fosil Yakıt Yanmasından Meydana Gelen Hava Kirliliği

Hava kirliliği, teknoloji ile birlikte gelen modern yaşamın yan ürünlerinden biridir. Katı, sıvı ve gaz atıkların neden olduğu hava, su ve toprak kirliliği, günümüzde yaşanmakta olan tüm çevresel sorunların başında gelmekte ve birçoğunun tetikleyicisi olarak mütalaa edilmektedir. Bunlar içinde belki de en kısa zamanda etkilenebileceğimiz kirlilik türü hava kirliliğidir. Çünkü nefes almakla başlamakta ve havadaki kirleticinin konsantrasyonu ve etki grubu hassasiyetine göre etkisini hemen gösterebilmektedir (Saral, 2011).

Temiz ve kirli hava olarak tanımlanan havadaki belli başlı bileşenler. (**Çizelge 1.2**)'de görülmektedir.

Çizelge 1.2. Kirli atmosfer ile temiz atmosferin karşılaştırılması (Saral, 2011).

BİLEŞEN	TEMİZ HAVA (ppm)	KİRLİ HAVA (ppm)
Azot (N ₂)	790000	790000
Oksijen (O ₂)	20950	20950
Karbon dioksit (CO ₂)	320	400
Karbon monoksit (CO)	0.1	40-70
Metan (CH ₄)	1.5	2.5
Azot dioksit (NO ₂) (NO _x)	0.001	0.2
Ozon (O ₃)	0.02	0.5
Kükürt dioksit (SO ₂)	0.0002	0.2
Amonyak (NH ₃)	0.001	0.02
Diğer Kirleticiler	-	-

Havanın kirli olduğunu söyleyebilmek için tablodaki kirletici bileşenlerin tamamının birden kirlilik sınırını aşması gerekmiyor. Herhangi birinin kirlilik sınırını aşması, havanın o kirletici bakımından kirli olduğu anlamına gelir.

Hava kirliliğinin daha teknik tanımı ise “hava kirleticilerinin, canlıların (insan, hayvan ve bitkiler) sağlığı üzerinde etkiler oluşturacak miktarda (konsantrasyon) ve sürede havada bulunması” şeklindedir. Bu tanımda da bir veya birden fazla kirleticinin bir arada bulunması söz konusudur. Bu tanım gereği, havanın kirli olduğunu söyleyebilmek için, kirleticinin zararlı olabilecek miktarda ve etkisinin ortaya çıkabileceği kadar uzun sürede havada bulunması gerekmektedir. O halde, kirli havayı kısa sürede solumak zarar vermiyorsa teknik olarak hava kirliliğinden bahsetmeyiz. Şunu da belirtmek gerekir ki; zararın ortaya çıkabilmesi, kirli havaya maruz kalanın hassasiyeti ile de ilişkilidir. Tanımda bahsedilen miktar ve süre, yaşlılar, hastalar ve çocuklar için sağlıklı kişilere göre daha düşük seviyelerdedir (Saral, 2011).

Hava kirliliği seviyesi veya hava kalitesi düzeyi, Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) olarak belirtilen bir ölçekle gösterilir. (Çizelge 1.3)’te gösterilen bu ölçek renk skalasıyla görselleştirilip geniş halk kitlelerinin anlayabileceği hale getirilmiştir.

Çizelge 1.3. Hava Kalitesi İndeksi ölçekleri ve ilgili renkleri (Saral, 2011).

HKİ ölçeği ve Rengi	Hava Kalitesi Tanımlaması
1. Açık yeşil	Çok iyi
2. Yeşil	İyi
3. Koyu yeşil	Yeterli
4. Sarı	Orta
5. Turuncu	Kötü
6. Kırmızı	Çok Kötü

Kirleticiler, 4 sınıfta gruplandırılabilir (Varınca ve ark., 2008). Bunlar;

- Gaz Kirleticiler (SO_2 , NO_x , CO , O_3 , VOC(uçucu organik bileşik))
- Kalıcı organik kirleticiler
- Ağır metaller (Kurşun, Cıva, Kadmiyum, Nikel vb.)
- Partiküler Madde (PM)

Hava kirleticileri, genel olarak hava kirliliğine sebep olurlar. Ancak hava kirliliğiyle zincirleme şekilde birçok soruna neden olurlar. Bunların en genel gösterimi (Çizelge 1.4)'te gösterilmiştir.

Çizelge 1.4. Hava kirliliğinin neticeleri (Varınca ve ark., 2008).

HAVA KİRLİLİĞİ			
Hava Kalitesinin Bozulması	Asit Yağmurları	Sıcaklık Değişimleri	Ozon Tabakasının İncelmesi
Solunum Rahatsızlıkları	Canlı cansız varlıklar üzerinde tahribat ve tahrişat	Buzul Erimeleri	→ Sera Etkisi
Hastalıklar, Zehirlenmeler		Deniz Seviyesinde Yükselme	Küresel Isınma
Ölümler		Basınç Merkezlerinde Değişim	İklim Değişikliği
		Rüzgar Kuşaklarında Değişim	Uç meteorolojik olaylar ve doğal afetler

1.2. Küresel İklim Değişikliği, Küresel Isınma Nedir?

İklim değişikliği, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)'de “karşılaştırılabilir bir zaman periyodunda gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanımda “insan etkinlikleri sonucunda” dendiği için “insan müdahalesi sonucu değilse küresel iklim değişikliği sayılmaz mı?” şeklinde itiraz edilebilir. Bu nedenle daha genel bir yaklaşımla iklim değişikliği, nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli (küresel) ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler şeklinde tanımlanabilir (Varınca ve ark., 2008). Atmosfer, güneşten gelen görünür ışınların onda dokuzunun yeryüzüne geçişini engellemez. Yeryüzüne ulaşan bu ışınlar da yeryüzünü ısıtır. Gelen ışınlarla ısınan dünya dev bir radyatör gibi davranmaya başlar. Ancak bu ısıyı güneşin yaydığı şekilde tüm dalga boylarında yayamaz; yalnızca kızılötesi ışınlar şeklinde yayabilir. Çünkü atmosferdeki sera gazları olarak bilinen gazlar (CO₂, H₂O, CH₄, SO₂, CO, NO₂, CFCs gazları ve PM10 vd.) bu ışınları soğurur, sonra da yüzeye doğru yansır. Bu yüzden yüzeyden yayılan bu ışınların yalnızca küçük bir bölümü uzaya geri gidebilir. Böylece Dünya'nın yüzeyi ve troposfer olması gerekenden daha sıcak olur. Bu olay Güneş

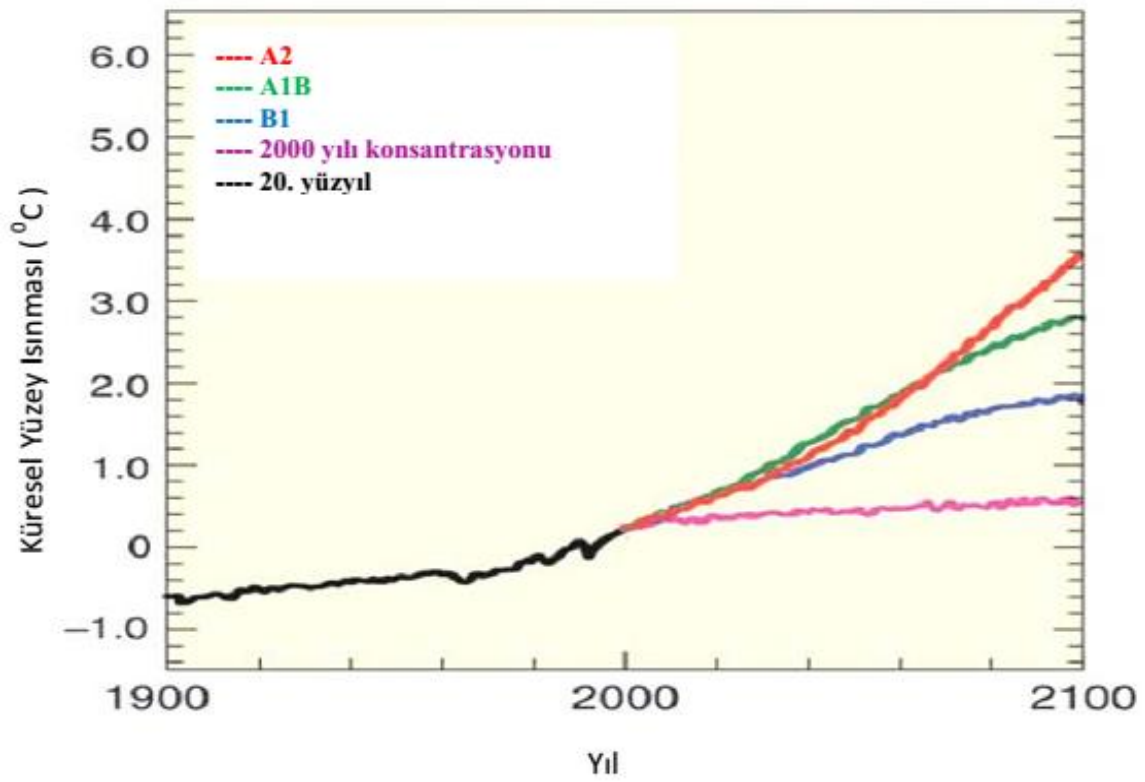
ışınlarıyla ısınan ama içindeki ısıyı dışarıya bırakmayan seraları andırır ve bu nedenle doğal sera etkisi olarak bilinir (Varınca ve ark., 2008). Sera etkisinin şematik gösterimi (Şekil 1.1)'de gösterilmiştir.

Dengeli bir sera etkisinin Dünya'daki yaşam için büyük bir önemi vardır. Çünkü dünyayı sıcak ve yaşanabilir kılar. Bu etki olmasaydı yeryüzünde ortalama sıcaklık -18°C civarında olurdu. Tıpkı Mars'takine benzer bir durum. Diğer taraftan şiddetli bir sera etkisi de Dünya'yı çok sıcak bir gezegen yapabilir; tıpkı Venüs gibi. Sera etkisinin Dünya'yı olduğundan daha sıcak yapmasının yalnızca insan için değil tüm canlı türleri için yaşamsal önemi vardır (Varınca ve ark., 2008). Ve her kesimden insanı, her meslek grubundan uzmanı ilgilendiren küresel bir sorundur. Bunun önemini anlayan uluslararası toplum ve ülkeler 1992 yılında Rio'da bir araya gelip Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesini (UNFCCC), bu sözleşme kapsamında da 1997 yılında KYOTO Protokolü'nü imzalamışlardır (Arıkan ve Özsoy, 2008). Bu sözleşme ve protokol, küresel ortalama sıcaklıklardaki artımı en fazla 2°C 'de sınırlandırma için bir dizi tedbir ile beraber ülkelere sera gazlarının yayılımını önleyici ciddi ekonomik yaptırımları hayata geçirmeye çalışmaktadır.



Şekil 1.1. Sera etkisinin şematik gösterimi (Uslu, 2013).

Dünyamız maksimum 2 °C'ye kadar, küresel ortalama sıcaklık artışlarını bir şekilde tolere edebilmektedir. Ancak 2 °C'den sonra telafisi mümkün olmayan hayati problemler açığa çıkmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nde (IPCC) küresel ortalama sıcaklıkların çeşitli senaryolarla gelecek öngörülleri yapılmıştır. Bu senaryolardan en iyimser ve en kötümser olanları dikkate alındığında, 2100 yılı sonu itibariyle küresel ortalama sıcaklıkların sanayi devrimi öncesiyle karşılaştırıldığında (Şekil 1.2)'de de görüldüğü gibi 2.7 ile 5.8 °C artabileceği öngörülmektedir (IPCC, 2007).



Şekil 1.2. Çeşitli senaryolara göre küresel ortalama sıcaklıklarda öngörülen artışlar (IPCC, 2007).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde, iklim değişikliği konusunda daha önce yazılmış önemli ve bu tezin konusu ile ilgili ulusal ve uluslar arası düzeyde yapılmış çalışmaların özeti verilmiştir. Ancak bu teze neden ihtiyaç duyulduğu, bu güne değin yapılmış çalışmalardan farklılıklarının ne olduğu gibi sorulara diğer bölümlerde yanıt verilmiştir.

2.1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)

21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), sürdürülebilir kalkınmanın kurumsal çerçevesini oluşturan en önemli yapıtaşları arasında yer almaktadır (UNFCCC, 1992). Bu sözleşme aslında 1992 yılında Rio Zirvesi'nde imza altına alınan Biyolojik Çeşitlilik ve Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi'nin bir çıktısı olarak değerlendirilebilir. Bu yüzden bu iki sözleşme “Rio Sözleşmeleri” olarak adlandırılmaktadır.

BMİDÇS'te küresel problemin nedenlerinin ve atmosferdeki sera gazı birikimlerinin nitelik ve nicelik olarak tespit edilmesi ve iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkinin durdurulması amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda tüm taraflar, ulusal ve bölgesel kalkınma önceliklerini, hedeflerini ve diğer özel koşullarını dikkate alarak bir dizi önlemlerin alınmasını kararlaştırmış, bu önlemlerin detayları ve ulusal ve ortak sorumlulukları belirlenmiştir (UNFCCC, 1992). Sözleşmede, “Taraflar Konferansı”nın yapılacağı kabul edilmiş, gelişmişlik düzeyine göre sorumluluklarını belirlemek üzere taraf ülkeler Ek-I ve Ek-II ülkeleri olarak sınıflandırılmıştır. Ek-I ve Ek-II ülkelerinin hangileri olduğu EK-1’de yer alan **Çizelge E.1.1**’de verilmiştir. Sözleşmenin tamamı 26 madde olup konuyla ilgili “iklim değişikliği”, “salımlar”, “sera gazları”, “hazne”, “kaynak”, “yutak” ve benzeri teknik terimlerin tanımları verilmiş, maddeler halinde sözleşmenin amacı, taraf ülkelerin bu amaca ulaşmak için izleyeceği yol, taraf ülkelerin yükümlülükleri ve diğer bazı çekinceler, uyarılar ve dikkate alınması gereken önemli konular açıklanmıştır. Burada bu maddelerden önemli olanları verilmiştir. İş bu sözleşme ile taraflar (UNFCCC, 1992);

- Yeryüzü iklimindeki değışikliğin ve bunun zararlı etkilerinin insanlığın ortak kaygısı olduğu kabul edilmiş,
- İnsan faaliyetlerinin atmosferdeki sera gazları yoğunluklarını arttırmakta olduğu, bu artışların doğal sera etkisini yükselttiği ve bunun yer yüzeyinde ve atmosferde ek bir ortalama sıcaklık artışına neden olacağı ve eko-sisteme ve insanlığa zarar verici etki yapabileceği vurgulanmıştır.
- Geçmişteki ve günümüzdeki küresel sera gazı salımında en büyük payın gelişmiş ülkelerden kaynaklandığı, gelişmekte olan ülkelerde kişi başına salımın halen nispeten düşük olduğu, ancak bu ülkelerin küresel salım payının sosyal ve kalkınma gereksinimlerini karşılamak için artacağı belirtilmiştir.
- Sözleşmede, sera gazları yutakları, “bir sera gazını, bir aerosolü veya bir sera gazının oluşumunda rolü bulunan bir öncü maddeyi atmosferden uzaklaştıran herhangi bir işlem, faaliyet veya mekanizma”, hazne ise “bir sera gazının veya bir sera gazının oluşumunda rolü bulunan bir öncü maddenin depolandığı iklim sisteminin unsuru veya unsurları” olarak tanımlanmıştır. Bu iki konseptinkara ve deniz ekosistemleri üzerindeki önemli rollerinin farkında olunduğu ifade edilmiştir.
- İklim değışikliğine ilişkin tahminlerde, özellikle zamanlama, büyüklük ve bölgesel model bakımından birçok belirsizliklerin olduğu vurgulanmıştır.
- İklim değışikliğinin küresel niteliğinin olduğu, tüm ülkelerin ortak fakat farklı sorumluluklarına ve sosyal ve ekonomik koşullarına uygun olarak mümkün olan en geniş ölçüde işbirliği yapmasının ve etkili ve uygun uluslararası çabaya katılmasının gerekli olduğu kabul etmişlerdir.
- Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansının 16 Haziran 1992’de Stockholm’de kabul edilen bildirisine atıf yapılmıştır.
- Devletlerin, Birleşmiş Milletler Şartı ve uluslararası hukuk ilkeleri uyarınca kendi çevre ve kalkınma politikalarına uygun olarak kaynaklarını kullanma hakkına sahip olduğu, ancak ulusal yetki alanındaki ya da kontrolü altındaki faaliyetlerinin diğer devletlerde ya da ulusal yetki alanı dışında kalan

bölgelerde çevresel zararları vermemesi için gerekli sorumlulukları belirtilmiştir.

- İklim değişikliği karşısındaki uluslararası işbirliğinde devletlerin hükümrânlık hakkı ilkesi vurgulanmıştır.
- Devletlerin etkin çevresel mevzuatı yürürlüğe koyarak, çevre alanındaki standartlar, yönetim hedefleri ve önceliklerine ait çevre ve kalkınma çerçevesini yansıtmaları gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca bazı ülkeler tarafından uygulanan standartların, diğer ülkeler (özellikle gelişmekte olanlar) için uygun olmayan ve haksız ekonomik ve sosyal külfete neden olabileceği kabul edilmiştir.
- Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı hakkındaki 22 Aralık 1989 tarih ve 44/228 sayılı ve bugünkü ve gelecek kuşaklar için küresel iklimin korunmasına dair 6 Aralık 1988 tarih, 43/53 sayılı; 22 Aralık 1989 tarih, 44/207 sayılı; 21 Aralık 1990 tarih, 45/212 sayılı ve 19 Aralık 1991 tarih, 46/169 sayılı Genel Kurul kararları hükümlerine atıf yapılmıştır.
- Adalarda ve kıyı alanlarda deniz seviyesi yükselmesinin muhtemel zararlı etkilerine dair 22 Aralık 1989 tarih, 44/206 sayılı Genel Kurul kararı hükümlerine ve Çölleşmeyle Mücadele Eylem Planının uygulanmasına dair 19 Aralık 1989 tarih, 44/172 sayılı Genel Kurul kararı ilgili hükümlerine de atıf yapılmıştır.
- İkinci Dünya İklim Konferansının 7 Kasım 1990'da kabul edilen Bakanlar Bildirisi tekrarlanmıştır.
- İklim değişikliği hakkında birçok devlet tarafından yapılan değerli çalışmaların, Dünya Meteoroloji Örgütünün, Birleşmiş Milletler Çevre Programının, Birleşmiş Milletlerin diğer organ, örgüt ve kuruluşlarının olduğu kadar diğer uluslararası ve hükümetlerarası organların bilimsel araştırma sonuçlarının karşılıklı değiştirilmesine ve araştırma koordinasyonuna yaptıkları önemli katkıların bilincinde olduğu belirtilmiştir.
- İklim değişikliğini anlamak ve ele almak için gerekli bilimsel, teknik ve ekonomik reflekslere dayan adımların, yeni bulguların ışığı altında

değerlendirilmesinin çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan son derece etkili olacağı kabul edilmiştir.

- İklim değişikliğini ele almak için gerçekleştirilecek çeşitli eylemlerin ekonomik olarak gerekli olabilecekleri gibi diğer çevresel sorunların çözümüne de yardımcı olabileceği kabul edilmiştir.
- Gelişmiş ülkelerin, sera etkisinin artmasına yapmış oldukları katkıyı da göz önünde bulundurarak ve tüm sera gazlarını dikkate alarak, küresel, ulusal ve anlaşma var ise, bölgesel düzeyde kapsamlı bir karşı stratejiye ilk adım olarak, açık öncelikleri temel almak suretiyle, esnek bir yaklaşımla acilen harekete geçmeleri gerektiği kabul edilmiştir.
- Ek olarak, deniz seviyesi kotuna yakın kottaki alan veya kıyıya sahip, kurak ve yarı kurak alanları veya sellere, kuraklık ve çölleşmeye müsait alanları bulunan ve hassas dağlık ekosistemlere sahip gelişme yolundaki ülkelerin iklim değişikliğinin zararlı etkilerine daha açık oldukları kabul edilmiştir.
- Bu ülkelerin, özellikle ekonomileri fosil yakıt üretimi, kullanımı ve ihracatına bağlı olan gelişme yolundaki ülkelerin, sera gazı salımlarının sınırlandırılması için alınan önlemler nedeni ile karşılaşacakları sıkıntılar kabul edilmiştir.
- İklim değişikliğine tepkilerin sosyal ve ekonomik kalkınma ile koordineli olması, gelişme yolundaki ülkelerin sürdürülebilir kalkınmaya ulaşmak ve fakirliği ortadan kaldırmak yönündeki haklı, öncelikli ihtiyaçlarının tamamen dikkate alınması gerektiği, aksi halde kalkınma üzerindeki zararlı etkisinin kaçınılmaz olacağı kabul edilmiştir.
- Öncelikle gelişme yolundaki ülkeler olmak üzere, tüm ülkelerin sürdürülebilir sosyal ve ekonomik kalkınmaya ulaşmak için gerekli kaynaklara erişmeye ve bu hedefe yaklaşabilmek için enerji tüketimlerini arttırmaya gereksinimleri olduğu ve bu gereksinimlerini karşılarken ekonomik ve sosyal açıdan onları karlı kılacak daha etkin enerji kullanımları ve sera gazı salımlarının kontrolü imkanlarının dikkate alınacağı kabul edilmiştir.
- Günümüz ve gelecek kuşaklar için iklim sistemini korumak kararlılığıyla anlaşmaya varılmıştır.

BMİDÇS'nin, 4. maddesinde sözleşmeye taraf ülkelerin yükümlülükleri aşağıdaki şekilde belirtilmiştir (UNFCCC, 1992).

1. Tüm taraflar, kendi ortak veya bireysel sorumluluklarını, özgün ve ulusal veya bölgesel kalkınma önceliklerini, hedeflerini ve koşullarını dikkate alarak:
 - a) Taraflar Konferansınca uygun bulunacak karşılaştırılabilir yöntemler kullanarak, Montreal Protokolü ile denetlenmeyen insan kaynaklı tüm sera gazlarının kaynaklarca salımı ve yutaklarca uzaklaştırılmasına ilişkin ulusal envanteri, 12'nci madde uyarınca geliştirecek, dönemler itibariyle güncelleştirecek, yayınlayacak ve Taraflar konferansına sunmak üzere hazır bulunduracaklardır.
 - b) Montreal Protokolü ile denetlenmeyen insan kaynaklı tüm sera gazlarının kaynaklarca salımı ve yutaklarca uzaklaştırılmasını ele alarak, iklim değişikliğini azaltacak önlemleri oluşturacak, uygulayacak, yayınlayacak ve düzenli olarak güncelleyecektir.
 - c) Enerji, ulaştırma, sanayi, tarım, ormancılık ve atık yönetimi sektörleri dahil, tüm ilgili sektörlerde, Montreal Protokolü ile denetlenmeyen insan kaynaklı sera gazı salımlarını kontrol eden, azaltan veya önleyen uygulama ve işlemlerin teşvik ve geliştirilmesinde, uygulanmasında ve teknoloji transferi dahil yayılmasında işbirliği yapacaktır.
 - d) Sürdürülebilir yönetimi ve biyolojik kütleyi, ormanları ve okyanusları ve diğer kara, kıyı ve deniz ekosistemlerini de içerecek şekilde, Montreal Protokolü ile denetlenmeyen tüm sera gazı yutak ve haznelerinin korunmasını ve takviyesini işbirliği halinde teşvik edecektir.
 - e) İklim değişikliği etkilerine uyum hazırlığında işbirliği yapacak, kıyı kuşağı yönetimi, su kaynakları, tarım ve özellikle Afrika'daki gibi kuraklık, çölleşme ve sellerden etkilenen alanların korunması ve iyileştirilmesi için uygun ve birleşik planlar hazırlayacak ve geliştireceklerdir.
 - f) İklim değişikliğini azaltmak ve değişikliğe uyum sağlamak için alınan önlemler ve uygulanan projelerin ekonomi, halk sağlığı ve çevre kalitesi üzerinde zararlı etkilerini en aza indirmek amacıyla uygun yöntemler uygulanarak iklim değişikliği hakkındaki düşüncelerini kendi sosyal, ekonomik ve çevresel

politikalar ve eylemleri çerçevesinde mümkün olan en geniş ölçüde değerlendirecektir. Örneğin ulusal düzeyde hazırlanacak etki değerlendirmeleriyle bunu yapmak mümkündür.

- g) İklim sistemi ile ilgili olarak, bilimsel, teknolojik, teknik, sosyo-ekonomik, sistematik gözlem ve çeşitli karşı stratejilerin ekonomik ve sosyal sonuçlarını ve iklim değişikliğinin nedenleri, etkileri, önemi ve zamanlaması konusunda mevcut belirsizlikleri daha iyi anlamak, azaltmak ya da ortadan kaldırmak amacıyla veri arşivlerinin geliştirilmesine destek verecek ve işbirliği yapacaktır.
 - h) İklim değişikliği ile ilgili öğretim, eğitim ve kamu bilinci oluşturmada ve hükümet dışı kuruluşlar da dâhil olmak üzere bu işleme en geniş katılımı sağlamak için işbirliği yapacak ve Taraflar Konferansına iletecektir.
2. Taraflardan gelişmiş ülkeler ve Ek-I'de yer alan diğer taraflar aşağıdaki hususları yerine getireceklerini kabul ederler:
- a) Taraflardan her biri, insan kaynaklı sera gazı salımlarını sınırlandırarak ve sera gazı yutaklarını ve haznelerini koruyarak ve geliştirerek iklim değişikliğini azaltmak için ulusal politikalar benimseyecekler ve uygun önlemler alacaklardır. Bu politika ve önlemler, sözleşmenin amacına uygun olarak gelişmiş ülkelerin insan kaynaklı salımlarının uzun vadeli eğilimlerini değiştirmede öncü rol oynayacaklarını gösterecek, içinde bulunduğumuz on yılın sonunda karbondioksit ve Montreal Protokolü ile kontrol edilmeyen diğer sera gazlarının insan kaynaklı salımlarının daha önceki seviyelerine geri çekilmesine katkı sunacaktır. Tarafların başlangıç noktalarındaki ve yaklaşımlarındaki, ekonomik yapı ve kaynak temellerindeki, kuvvetli ve sürdürülebilir kalkınmayı devam ettirmeye olan ihtiyaçları, ellerindeki teknolojilere olan ihtiyaçları, ellerindeki teknolojilere ilişkin farklılıkları ile diğer bağımsız koşulları dikkate alınacaktır. Taraflar bu tür politika ve önlemleri diğer taraflarla ortaklaşa uygulayabilecek ve sözleşmenin, özellikle bu alt paragrafın amacının yerine getirilmesine katkıda bulunmakta diğer taraflara yardım edebilecektir.

- b) Bu yöndeki gelişmeyi desteklemek amacıyla, tarafların her biri sözleşmenin kendisi açısından yürürlüğe girmesinden itibaren altı ay içerisinde ve daha sonra aşamalı olarak ve 12. madde uyarınca, yukarıdaki (a) alt paragrafında belirtilen politikalarına ve önlemlerine ilişkin ve karbondioksit ve Montreal Protokolü ile denetlenmeyen diğer sera gazlarının insan kaynaklı salımlarının ayrı ayrı veya ortak olarak 1990 yılı seviyesine çekilmesi amacı ile alt paragraf (a)'da belirtilen dönemde Montreal Protokolü ile denetlenmeyen sera gazlarının beklenen insan kaynaklı salımı ve yutaklar tarafından uzaklaştırılması hakkında ayrıntılı bilgi vereceklerdir.

Bu bilgi 7. madde uyarınca taraflar konferansının ilk oturumunda ve daha sonra aşamalı olarak gözden geçirilecektir.

- c) Kaynaklardan çıkan sera gazı salımlarının ve yutaklar vasıtasıyla uzaklaştırılmalarının yukarıdaki (b) alt paragrafı uyarınca yapılacak hesaplamalarının yutakların fiili kapasitesi ve gazların iklim değişikliğine katkıları dâhil, mümkün olan en iyi bilimsel verilere dayandırılması gerekecektir. Taraflar Konferansı ilk oturumunda bu hesaplamalar için en iyi yöntemi değerlendirerek kararlaştıracak ve daha sonra kontrol edecektir.
- d) Taraflar Konferansı ilk oturumunda yukarıdaki (a) ve (b) alt paragraflarının uygunluğunu gözden geçirecektir. Bu gözden geçirme, ilgili teknik, sosyal ve ekonomik bilginin yanı sıra iklim değişikliği hakkındaki mevcut en iyi bilimsel bilgi ve değerlendirmeler ışığında yapılacaktır.

Bu gözden geçirmeye göre, Taraflar Konferansı yukarıdaki (a) ve (b) alt paragraflarında değişikliği de içerebilecek uygun bir hareket tarzı benimseyebilecektir. Taraflar Konferansı ilk oturumunda yukarıdaki (a) alt paragrafında belirtilen ortak uygulamaya ilişkin kıstaslar hakkında kararlar alacaktır. Alt paragraflar (a) ve (b)'nin ikinci bir gözden geçirilişi en geç 31 Aralık 1998'den önce yapılacak, daha sonra ise, sözleşmenin amacı yerine getirilinceye kadar, Taraflar Konferansınca kararlaştırılacak dönemlerde düzenli olarak gözden geçirilecektir.

- e) Bu taraflardan her biri:

- Diğer taraflarla, sözleşmenin amacının yerine getirilmesi için geliştirilen uygun ekonomik ve idari araçların koordinasyonunu sağlayacak ve
 - Montreal protokolü ile denetlenmeyen insan kaynaklı sera gazlarının daha yüksek seviyelere ulaşmasına yol açan faaliyetleri destekleyici politikalar ve uygulamaları belirleyip dönemsel olarak değerlendireceklerdir.
- f) Taraflar Konferansı, Ek-I ve Ek-II'deki listelere gerekebilecek değişiklikleri getirmek konusunda karar almak amacıyla, mevcut bilgiyi, ilgili tarafın onayıyla, 31 Aralık 1998'den geç olmamak üzere gözden geçirecektir.
- g) Ek-I'e dahil olmayan herhangi bir taraf, onay, kabul, uygun bulma veya katılma belgesinde veya daha sonra herhangi bir zaman Depoziter'e, yukarıdaki (a) veya (b) alt paragrafları ile bağlı kalmak istediğini bildirebilir. Depoziter diğer imzacıları ve tarafları bu bildirimden haberdar edecektir.
3. Gelişmiş ülke tarafları ve Ek-II'deki diğer gelişmiş taraflar, gelişme yolundaki ülke taraflarının 12. maddenin birinci paragrafında üstlendikleri yükümlülükleri yerine getirirken ortaya çıkan ortak mutabakatla üzerinde görüş birliğine varılmış tüm masrafların karşılanması için yeni ve ek malî kaynakları sağlayacaktır. Gelişmiş ülke tarafları aynı zamanda, gelişme yolundaki ülke taraflarının bu maddenin birinci paragrafı kapsamındaki önlemlerin uygulanmasının gerektirdiği, gelişme yolundaki bir tarafla, 11. maddede atıfta bulunulan uluslararası kuruluş veya kuruluşlar arasında bu maddeye uygun olarak üzerinde anlaşmaya varılan, malî kaynakları, teknoloji transferi de dâhil, karşılayacaklardır. Bu yükümlülüklerin uygulanması, fon akışındaki yeterlilik ve öngörülebilirlik ihtiyacını ve gelişmiş ülkeler arasında uygun yük paylaşımının önemini dikkate alacaktır.
4. Gelişmiş ülke tarafları ve Ek-II'de yer alan diğer gelişmiş taraflar, iklim değişikliğinin zararlı etkilerine en fazla açık, gelişme yolundaki ülkelerin bu zararlı etkilere uyum sağlamak için yapacakları masrafların karşılanmasına yardım edeceklerdir.
5. Gelişmiş ülke tarafları ve Ek-II'de yer alan diğer gelişmiş taraflar, diğer, özellikle gelişme yolundaki ülke taraflarına sözleşme hükümlerini uygulayabilmelerini sağlayabilmeleri için çevreye uyumlu teknolojiler ve bilgi

transferi veya bunlara erişilmesini sağlamak için uygun görülecek destek, kolaylık ve finansman önlemlerini sağlayacaklardır. Bu süreçte, gelişmiş ülke tarafları, gelişme yolundaki ülke taraflarının yerel kapasitelerinin ve teknolojilerinin geliştirilmesini ve güçlendirilmesini destekleyeceklerdir. Bunu yapabilecek durumdaki diğer taraflar ve örgütler de bu tür teknolojilerin transferinin kolaylaştırılmasında yardımcı olabileceklerdir.

6. Taraflar Konferansınca, piyasa ekonomisine geçiş sürecinde bulunan Ek-I'de yer alan taraflara, Montreal Protokolü ile denetlenmeyen sera gazlarının insan kaynaklı salımlarının tarihi seviyelerinin, bir referans olarak seçilmesinin dikkate alınması dahil, bu tarafların iklim değişikliği konusuna eğilebilme kabiliyetlerini kuvvetlendirmek amacıyla, yukarıdaki ikinci paragraftaki yükümlülüklerinin uygulanmasında belli bir dereceye kadar kolaylık tanınacaktır.
7. Gelişme yolundaki taraf ülkelerin sözleşmeden doğan yükümlülüklerini yerine getirmelerindeki başarı derecesi, gelişmiş taraf ülkelerin sözleşme kapsamındaki mali kaynaklar ve teknoloji transferine dair yükümlülüklerini yerine getirmedeki etkinliğe bağlı olarak, ekonomik ve sosyal kalkınma ve fakirliğin ortadan kaldırılmasının gelişme yolundaki taraf ülkeler açısından birinci ve en önemli öncelik olduğu tümüyle dikkate alınacaktır.
8. Taraflar, bu maddedeki yükümlülüklerin uygulanmasında, gelişme yolundaki taraf ülkelerin iklim değişikliğinin zararlı etkilerinden ve/veya karşı önlemlerin alınmasından kaynaklanan özgün gereksinimlerini ve endişelerini karşılamak için malî kaynak, sigorta ve teknoloji transferi sağlamayla ilişkili girişimleri de içerecek şekilde, sözleşme kapsamında hangi uygulamaların gerekli olduğunu, başta aşağıda belirtilen özellikleri haiz ülkelere ilişkin olmak üzere tümüyle göz önünde bulunduracaklardır:
 - a) Küçük ada ülkeleri,
 - b) Alçak konumlu kıyı alanları bulunan ülkeler,
 - c) Kurak ve yarı-kurak alanları, ormanlaştırılmış alanları ve orman çürümesine karşı hassas alanları olan ülkeler,

- d) Doğal afetlere açık alanları bulunan ülkeler,
- e) Kuraklığa ve çölleşmeye karşı hassas alanları bulunan ülkeler,
- f) Yüksek kentsel atmosfer kirliliğine sahip alanları bulunan ülkeler,
- g) Dağlık ekosistemler dâhil, hassas ekosistem alanları bulunan ülkeler,
- h) Ekonomileri, büyük ölçüde fosil yakıtların üretiminden, işlenmesinden, ihracatından ve/veya tüketiminden ve fosil yakıtlarla ilişkili enerji-yoğun ürünlerden gelen gelire bağımlı ülkeler ve
- i) Denize çıkışı olmayan ve transit ülkeler;

Bunların dışında, Taraflar Konferansı, gerektiği ölçüde bu paragrafla ilgili uygulamalar yapabilir (UNFCCC, 1992).

- 9. Taraflar, teknoloji finansmanı ve transferiyle ilgili eylemlerinde, en az gelişmiş ülkelerin özgün ihtiyaç ve durumlarını tümüyle dikkate alacaktır.
- 10. Taraflar, 10'uncu madde uyarınca, sözleşmenin yükümlülüklerini yerine getirirken tarafların, özellikle ekonomileri iklim değişikliğine karşı önlemlerin uygulanmasının olumsuz etkilerine karşı hassas gelişme yolundaki taraf ülkelerin durumlarını dikkate alacaktır. Bu özellikle, ekonomileri büyük ölçüde fosil yakıtların üretime, işlenmesine, ihracatına ve/veya fosil yakıtlarla ilişkili enerji yoğun ürünlerin tüketimine bağımlı bulunan ve/veya fosil yakıt kullanıp, diğer alternatiflere dönüşümde ciddi güçlükleri bulunan taraflar için geçerlidir.

2.2. BMİDÇS Kapsamında Hazırlanan Kyoto Protokolü

1997 yılında Kyoto'da gerçekleştirilen BMİDÇS III. Taraflar Konferansı'nda kabul edilen Kyoto Protokolü, sözleşmenin nihai amacına ulaşması için kurgulanan ilk somut adım olarak 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Protokol BMİDÇS'e yönelik hazırlandığı için problem, amaç konusunda ve daha birçok maddede BMİDÇS ile benzerlikler görülmektedir. Ortak olan maddeleri tekrar yazmak yerine Kyoto'nun sözleşme'den farklı yanlarını belirtmek daha uygun olur. Bu farklar [(Kyoto Protocol, 1997), (Arıkan, 2006)];

1. BMİDÇS, tüm iklim görüşmelerinin temel metnidir. Kyoto protokolünün sadece I. Dönemi (2008-2012) için yükümlülükler tanımlıdır. 2005 yılından itibaren 2012 sonrası dönem için (süre, yükümlülük oranları, ülkeler) yeni görüşmeler başlayıp, yeni ittifaklar kurulabilecektir.
2. BMİDÇS’de, sera gazları tanımlanmamaktadır. Kyoto’da protokol kapsamında azaltılması hedeflenen gazlar (CO₂, CH₄, N₂O, PFC, HFC, SF₆) Ek-A listesinde belirtilmiştir.
3. BMİDÇS’in yürürlüğe girmesi için 50 ülkenin taraf olması yeterlidir. Protokol’ün yürürlüğe girmesi için, 55 ülkenin taraf olması ve bu ülkelerin toplam salımlarının bütün salımların %55’ini aşması gereklidir.
4. BMİDÇS’de sadece ana sektörler (enerji, sanayi, ulaştırma, tarım, atık, ormancılık) belirlenmiştir. Protokol’de salımların sınırlandırılması kapsamında ele alınacak alt sektörler tanımlanmıştır (Ek-A). Dolayısıyla bazı alt sektörler kapsam dışına alınmıştır (örneğin uluslararası sivil havacılıktan kaynaklanan salımlar).
5. Kyoto’da önlemler ve uygulanacak politikalar daha ayrıntılı açıklanmış.
6. Protokolde problemin çözümünde, Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM), Ortak Yürütme (JI), Salım Ticareti (ET) gibi esneklik düzenekleri getirilmektedir. Esneklik düzenekleri, (**Çizelge 2.11**)’de ayrıca verilmiştir.
7. BMİDÇS’de, esneklik kuralları sadece belli ülkeler (geçiş ekonomisi ülkeleri) için geçerlidir. Protokolde, tüm taraf ülkeler kurallarına uymak kaydıyla esneklik düzeneklerine katılabilirler.
8. BMİDÇS’de, Taraflar Konferansı’nda kabul edilen bir değişiklik, ülkeler 6 ay içerisinde itiraz etmezse yürürlüğe girer. Protokolde ise, değişikliğin yürürlüğe girebilmesi için taraf ülkelerin ¾’ünün onaylaması gereklidir.
9. Sözleşmede, Ek-I taraflarının 2000 yılında sera gazlarının salımlarının 1990 yılı düzeyine indirmesi hedefi sadece iyi niyet düzeyindedir. BMİDÇS’ten farklı olarak, Kyoto’da Ek-I tarafları I. dönem için (2008-2012) somut sayısallaştırılmış hedefler almıştır. Her bir EK-I ülkesinin sayısal sera gazı salım azaltım hedefi Ek-B listesinde belirtilmiştir.

10. BMİDÇS'te ülkeler arası ayırım için tek kriter, OECD üyeliği ve sanayileşmişlik düzeyi iken, Kyoto'da Ek-I listesindeki her ülke müzakereler yoluyla kendisi için Ek-B listesinde farklı bir yükümlülük belirleyebilecektir. Protokolde, sera gazları ve alt sektörler Ek-A listesinde, sayısallaştırılmış salım sınırlandırma ve azaltım yükümlülükleri Ek-B listesinde belirlenmiştir. Ek-A ve Ek-B listeleri **EK-2'de yer alan Çizelge E.2.1 ve Çizelge E.2.2'de** verilmiştir.
11. Sözleşmenin yaptırım gücü zayıftır. Protokolde hedeflere ulaşamaması halinde, sonraki dönemler için geçerli olacak ağır yaptırımlar söz konusudur.
12. Sözleşme'de, Ek-I dışı ülkelerin yükümlülükleri tanımlanır. Protokol'de ise, Ek-I dışı ülkeler için yeni hiçbir yükümlülük getirmez, onlara CDM projelerine ev sahipliği hakkı tanınır.
13. Sözleşme'de iklim değişikliğine uyum konusu sınırlı da olsa dile getirilir. Protokol'de uyum konusu hiçbir şekilde ele alınmaz.
14. BMİDÇS'in karar alma ve uygulama organları vardır. Protokol'de ek olarak yaptırım gücüne sahip Uygunluk Komitesi tanımlanmıştır. Protokolde kullanılmış tanımlar ayrıca kısaltmalar kısmında açıklanmıştır.

2.3. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)

Birleşmiş Milletlerin himayesinde, iklim değişiklikleri konusunda ülkeler arasında bir fikir birliği oluşturmak amacı ile hükümetlerarası bir panel periyodik olarak düzenlenmektedir. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) veya Türkçe olarak Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli olarak bilinen bu panel aracılığı ile ülkeler arasında küresel ısınma ve iklim değişiklikleri hususunda bir uyum sağlanması ümit edilmiş ise de şimdiye kadar dört kez yayımlanan raporlarında tam bir anlaşma temin edilememiştir. Her ülkenin çıkarının diğerlerini çok yakından ilgilendiriyor olması bunun en büyük nedenidir. Bu sebeple, ülkeler arasında bir tür çıkar çatışması yaşanmaktadır (Taner, 2007). Diğer bir nedeni ise iklim değişiklikleri ile ortaya çıkan açık ve kesin kanıtlara rağmen gelecek yıllarda sıcaklıklarda ve doğa olaylarında gözlenecek değişimlerin tahmin edilmesinin giderek olanaksız hale gelecek

olmasıdır. Kuzey Atlantik'te meydana gelen kasırgaların şiddetlerinin tahmin edilememesi buna bir örnek olarak verilebilir. 2004 ve 2005 yıllarında oluşan kasırgaların, tufanlara varan derecede çok şiddetli meydana gelmesine rağmen 2006'da böyle bir durum yaşanmamış olması ise tahminlerin ne kadar güç ve karmaşık olduğunu kanıtlamaktadır.

Küresel ısınmanın neden olduğu iklimsel olaylardan kaynaklanan felaketlerin sayısı 1970 ile 1990 yılları arasında üç kat artmıştır. 1990'dan bu yana tabii afetlerdeki artış eğilimi sürmektedir. Bunun bir sonucu olarak da can ve mal kaybı hızla yükselmektedir. Örneğin sadece 2005 yılındaki maddi hasar 230 milyar dolara ulaşmıştır. Ortaya çıkan insan kaybı sayısı da son derece kaygılandırıcı bir düzeye yükselmiştir. Bu arada zengin ülkelerde oluşan doğal afetler, küresel finans sistemini de ciddi şekilde sarsmaktadır. Avrupa'da yol açtığı maddi hasar da dâhil olmak üzere Katrina kasırgasının sigorta şirketlerine maliyeti 50 milyar dolar olmuştur. Bu durum ise, Dünya genelinde sigorta ücretlerinin fahiş şekilde artmasına neden olmuştur (Taner, 2007). Öte yandan, IPCC raporlarına dair kuşku ve yoğun muhalefet hala sürmektedir [(Toprak ve ark., (2013), Kempton, (1991), Beckerman ve Malkin (1994), Hammerle ve ark., (1991), Jutro (1991), Feldman (1991), Runge (1992), Lukac ve ark., (2010), Kreuzwieser ve Gessler (2010), Boretti ve Watson Thomas (2011), Read ve ark., (1994)]. Çok şiddetli düzeydeki fırtına ve tayfunların sayısındaki artışın, iklim değişikliklerine katkı yaptığı iddia etmektedir (Taner, 2007). Diğer taraftan, konunun abartıldığına inanlar da mevcuttur. Örneğin Malarya gibi salgın hastalıkların alarm seviyesinde dünyada yaygınlaşmasının, sıcaklık yükselmelerinden bir başka deyişle küresel ısınmadan çok daha önemli olduğunu iddia edenler bulunmaktadır Bazı eleştiriler de hükümetlerarası oluşturulan panelin ekonomisine olan güvensizlikten kaynaklanmaktadır (Taner, 2007).

Küresel iklim değişikliği konusunda referans alınan en önemli kaynak olan IPCC raporları 5 adet yayınlansa da burada IV. değerlendirme raporu ve son kabul edilen ve son bulguları içeren V. değerlendirme raporu özetlenmiştir.

2.3.1. IPCC IV. Değerlendirme Raporu

İklim değişiklikleri ile ilgili Hükümetlerarası Panel (IPCC) tarafından hazırlanan IV. değerlendirme raporu, 2 Şubat 2007’de Paris’te yayımlanmıştır. Rapor, önemli, çok açık ve tartışma götürmez konuları içermektedir. Raporun önemi, Birleşmiş Milletlerin yönetiminde kurulan panelin, ülkeler arasında bilimsel düşüncelere uygun şekilde bir politik görüşe önderlik etmesidir. Raporun çok açık olması, bir kısım rakamların III. Değerlendirme metninden farklılığına rağmen değişimlerin minimum düzeyde ve buna karşılık sonuçlarının da çok daha içerikli bulunmasından kaynaklanmaktadır. Son iki rapor arasında dikkat çeken diğer bir farklılık, önceki raporda iklimsel değişikliklerde insanoğlu “muhtemelen veya olası” sözcüğü ile kısmen sorumlu tutulurken, son raporda daha açık biçimde “çok olası” şeklinde ifade edilmek sureti ile insan kaynaklı nedenler fail gösterilmektedir. Son olarak raporun “tartışma götürmez” bulunması ise, sayıları az da olsa, iklim değişikliklerine muhalefet eden kuşkulu kişilerin, bilimsel bulgular karşısında, bir dereceye kadar mutabık kalmalarıdır. Tüm bunlara rağmen, tartışmaların çoğunlukla, iklim değişikliklerinin etkileri ve karşılığında yapılması gerekli eylem planlarına dair 2007’nin sonlarına doğru yayınlanacak olan iki ek raporda yoğunlaşması beklenmektedir (Taner, 2007).

Raporun içeriğinin bir kısmı, şimdiye kadar ki değişim hızı ile ilgili ayrıntılı çalışmaları kapsamaktadır. Bu arada, küresel ısınmanın biraz hızlandığı göze çarpmaktadır., 1995-2006 dönemini kapsayan 12 yıl, sıcaklıkların resmi olarak kayıtlara geçirildiği 1850 yılından bu yana en sıcak 12 yıl olarak kaydedilmiştir. Böylece, geçen yüzyılda küresel sıcaklıktaki ortalama artış, III. değerlendirme raporunda 0.6 °C olarak tahmin edilmişken, bu tahmin dördüncü raporda 0.74 °C olarak revize edilmiştir.

Deniz seviyesindeki yükseliş 1961 ila 2003 yılları arasında yılda ortalama 1.8 mm iken 1993-2003 yılları arasında bu ortalama 3.1 mm olarak tespit edilmiştir. Rakamlar hala küçük olmakla beraber eğrinin artış şekli ya da yukarı doğru olan eğimi kaygı vermektedir. Örneğin, IPCC raporunda yayınlanmak üzere, bilimsel araştırma yazıları için son gönderme tarihlerine verilen sürenin (deadline) sona ermesi nedeni ile raporun tartışıldığı tarihlerde, Grönland’daki (Greenland) buzulların erimelerinin

hızlanması ile ilgili çok kaygılandırıcı çalışmaların bazıları da söz konusu müzakerelerin gündemine dâhil edilememiştir (Taner, 2007).

İklimsel değişikliklere dair bazı eğilimler açıkça gözlenmektedir. Örneğin, Kuzey ve Güney Amerika ikliminin daha rutubetli olmasına karşın Akdeniz ve Güney Afrika iklimi gittikçe kuraklaşmaktadır. Batı rüzgârlarının 1960 yılından bu yana gün geçtikçe şiddetini artırdığı belirtilmektedir (Taner, 2007). Ayrıca, 1970’den itibaren kuraklıklar yoğun olarak daha geniş bir alanda ve uzun süreli görülmektedir. Aşırı derecede yağmur ve bundan kaynaklanan sel felaketlerinde artışlar da göze çarpmaktadır. Son on yıl içinde Kuzey Kutbunda yaz boyunca görülen deniz buzullarında yaklaşık %7’lik bir azalma dikkat çekmektedir.

Diğer taraftan değişimin beklendiği bazı bölgelerde ise belirgin bir farklılık gözlenmemektedir. Örneğin, küresel ısınmaya rağmen Güney Kutbundaki deniz buzullarında fark edilir düzeyde artan bir erime gözlenmemektedir. Bu durumun, bölgeye çok yoğun kar yağışından kaynaklandığı belirtilse de (Taner, 2007) bu yorumda ciddi bir çelişki görülmektedir: Kar yağışında bir artışın olması bu bölgede ısınmanın var olduğunu göstermez. Kar yağışında bir değişim gözlenmemiş olması da yine ısınmanın olduğunu göstermez. Kar yağışında bir azalma tespit edilmiş ise de kar erimelerinde fark edilir düzeyde bir artış olmalıydı.

IPCC’in IV. değerlendirme raporundaki diğer bir bölümde, iklimlerde görülecek değişimler hakkında ön tahminler yapılmaktadır. Bu bölümde, iklim değişikliği konusunda merak ve aynı zamanda da kaygı uyandıran görüşlere de yer verilmektedir. Ayrıca, iklimsel değişimlerin mekanizmalarına dair, yeni ve tam olarak anlaşılamayan konulara da açıklık getirilmektedir. Örneğin, küresel boyutta sıcaklıkların yükselmesi, ısınmanın artması veya azalmasında rol oynayan geri besleme çevrimleri üzerindeki etkileri (feedback effects) tetiklemesi açıklığa kavuşturulmaktadır. Böylece öngörüler azalmakta ve çok daha gerçekçi tahminler yapılabilmektedir. Buna rağmen IPCC’in IV. raporunda 2100 yılına kadar tahmin edilen sıcaklık artışı aralığı hala geniş tutulmakta ve bu aralık, 1.1°C ila 6.4°C olarak verilmektedir (Taner, 2007). Oysa daha önceki 2001 raporunda bu aralık, 1.4°C ila 5.8°C olarak verilmişti (IPCC, 2001). Bu rakamlarda da ciddi bir çelişki görülmektedir. Eğer öngörüler azalıyor ve daha gerçekçi tahminler yapılabilir ise bu aralığın daha dar olması beklenirdi. Oysa IPCC’in IV.

raporunda bu aralık daha geniştir. Taner (2007), tahminlerin daha gerçekçi yapıldığını belirtmektedir. Burada bu iddiaya katılmak da güçtür. Nitekim Arıkan ve Özsoy (2008), iklim değişikliklerine dair karmaşıklıklar göz önüne alındığı takdirde IPCC'in sıcaklık artışları ile ilgili verdiği çok geniş aralığın hiçbir şekilde şaşırtıcı olmadığını belirtmekte ve bu denli büyük aralıkta varsayılan tahminin, iklim değişiklikleri konusunda alınacak önlemlerin bir değer taşıyıp taşımadığı hususundaki tartışmalara da zemin hazırladığını eklemektedir.

2.3.2. IPCC V. Değerlendirme Raporu

IPCC V. değerlendirme raporunu, politika belirleyicilere yardımcı olmak için elde edilen bilimsel veriler ve gözlemler ile gelecek projeksiyonları başlıklar halinde bölüm bölüm incelenmiş ve 27 Eylül 2013'te yayımlanmıştır.

Küresel iklim değişikliğinin bilimsel temellerinin ve iklim değişikliğine neden olan etkenlerin değerlendirildiği rapor, gözlenen iklim değişikliğinin insan nedenli olduğunu önceki raporlardan daha net bir kesinlikle ortaya koymaktadır. Rapora göre, 1951-2010 döneminde küresel sıcaklıklardaki artış, kesin olarak (%95-%100 ihtimalle) insan etkinliklerinden kaynaklanmaktadır.

1901-2011 yılları arasında küresel sıcaklıklarda yaklaşık 0.9 °C artış görüldüğünü ortaya koyan raporda, ortalama yüzey sıcaklıklarının sanayi devrimi öncesine göre 2 °C yüksek olduğu son buzul arası dönemde, deniz seviyelerinin bugünkünden en az 5 ve en fazla 10 metre daha yüksek olduğu belirtilmektedir. İklim değişikliği ile mücadele için kapsamlı önlemlerin alınmaması durumunda kasırgaların ve kuraklıkların artacağı, deniz seviyelerinin yükseleceğinin belirtildiği rapordaki öngörüler gerçekleşirse üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizin de büyük risk altında kalacağının altı çizilmektedir.

Olumsuzluklardaki bu artış, sera gazı salımlarının iklim sistemi üzerindeki etkisindeki bilimsel dayanağın çok güçlendiğini ve yer çekimi ve termodinamik gibi temel fizik kurallarının güvenilirlik düzeyine ulaştığı anlamına gelmektedir. Değerlendirme raporu, yapılan tahminlerin sonuçlarını açıklarken iki ölçüm kullanmaktadır: “*güvenilirlik*” ve “*olasılık*”. Güvenilirlik, bir açıklama, veri dizisi veya

projeksiyonun niteliksel değerlendirilmesindeki bilimsel anlayışın derecesini, güvenilirlik ise bilimsel kanıtlar hakkındaki kalite, tür ve hemfikirlik düzeyini esas almaktadır. İklimin nasıl değişeceğine ilişkin düşük bir güvenilirlik düzeyinin varlığı, bu öngörülerin gerçekleşmeyeceği ve böyle bir durumun, değişimin nasıl olacağı konusunda yeterli kanıt olamayacağı anlamına gelmektedir. Raporda, “güvenilirliğin” yanı sıra “olasılığa” da yer verilmektedir. Olasılık, bazı bilimsel açıklama veya öngörüler hakkındaki bilimsel belirliliğin ölçüsünü ifade etmektedir. Örneğin, “büyük ihtimal” olasılıkta en az %90 olarak karşılık bulmaktadır.

IPCC istatistik terimler sözlüğüne göre benzer sözlü ifadelerin olasılık bilimindeki karşılığı aşağıda verilmiştir (IPCC, 2013):

Neredeyse kesin: En az yüzde 99 ihtimalle doğru

Çok büyük olasılıkla: En az yüzde 95 ihtimalle doğru

Büyük olasılıkla: En az yüzde 90 ihtimalle doğru

Olasılıkla: En az yüzde 66 ihtimalle doğru

Yanlışansa doğrudur: En az yüzde 50 ihtimalle doğru.

IPCC'nin V. değerlendirme raporunda daha önceki raporlarda kullanılan sera gazı salım senaryoları değiştirilmiştir. Bu raporda bir öncekine göre projeksiyonlar daha geniş aralıklarda verilmektedir.

IPCC V. değerlendirme raporu, sera gazları salımının azaltılması konusunda acil önlemler alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Rapordan, sera gazları salımının ciddi önlemlerle azaltılması durumunda sıcaklık artışının makul ve uyum sağlanabilecek seviyelerde kalacağı anlaşılmaktadır. Eylemsizliğin devam etmesi halinde ise sıcaklık artışının yıkıcı ve yönetilemez olacağı vurgulanmaktadır.

IPCC yeni raporunda, buz tabakaları ve deniz seviyesindeki artışa da yer vermektedir. Buz tabakalarındaki değişimin etkisinin belirsizliği nedeni ile 2007 raporunda bu konuya yer verilmemiştir. Son raporda bu konuya da değinilerek buzul erimesinin hızlandığı, dolayısıyla deniz seviyesinin yükselmesi üzerindeki etkisinin de arttığı iddia edilmektedir. Sonuç olarak, yüzyılın sonunda deniz seviyesinde

gerçekleşecek artışın 1 m olması öngörülmektedir. Oysa IPCC'in 2007 yılında yayınladığı raporda bu rakam 20 cm olarak tahmin edilmiştir (IPCC, 2007).

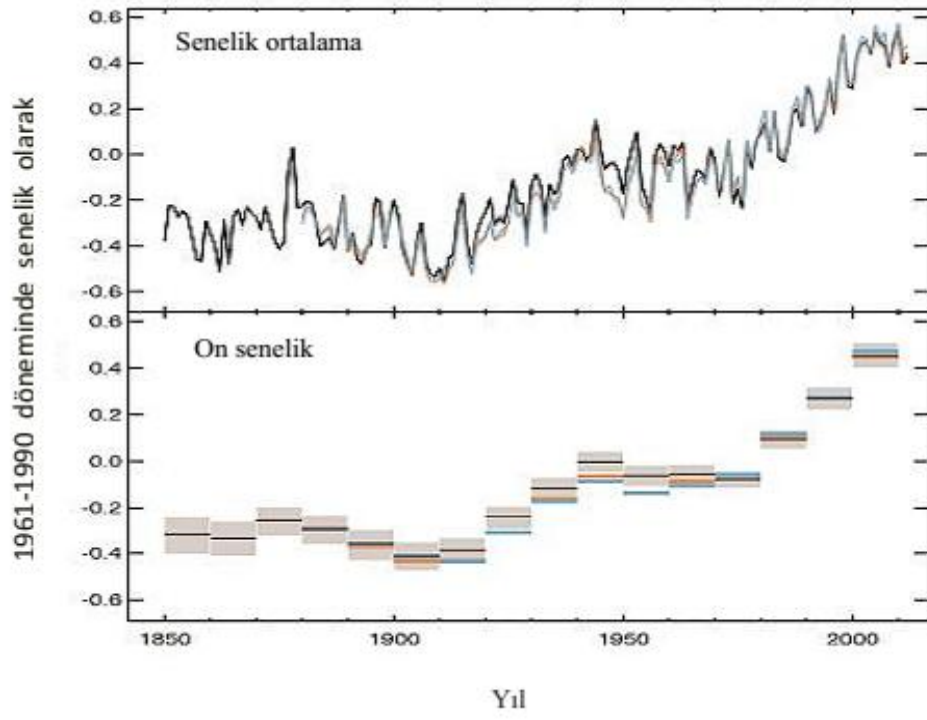
2.3.2.1. İklim Sisteminde Gözlenmiş Değişiklikler

Şekil 2.1, Şekil 2.2, Şekil 2.3, Şekil 2.4, atmosferin ve okyanusun ısındığını, kar ve buz miktarının azaldığını, deniz seviyesinin yükseldiğini ve sera gazları konsantrasyonlarının arttığını göstermektedir. 1950'den bu yana aşırı hava ve iklimsel olaylarda gözlenen birçok değişiklik bu iddiayı desteklemektedir. IPCC'nin teknik terimler sözlüğü ile ifade etmek gerekirse *büyük olasılıkla* küresel ölçekte soğuk gün ve gecelerin sayıları azalmış, sıcak gün ve gecelerin sayısı artmıştır. *Büyük olasılıkla*, dünyanın bazı bölgelerindeki sıcak hava dalgalarının sıklığında artış gözlenmiştir. *Olasılıkla* kuvvetli yağış olaylarının sayısının arttığı kara alanları bu olayların azaldığı kara alanlarından daha geniştir (IPCC, 2013).

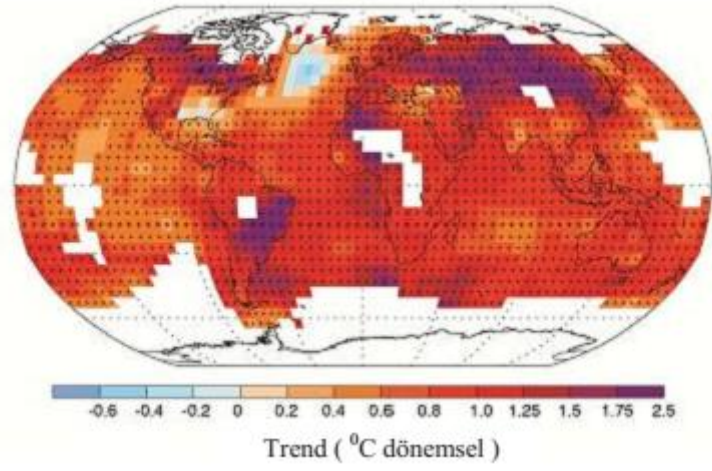
2.3.2.1.a. Atmosfer

Küresel ortalama yüzey (kara ve okyanus) sıcaklığı verileri, 1901-2012 döneminde yaklaşık 0.9 °C' lik bir artış göstermiştir. Bu dönem boyunca yerkürenin hemen hemen tüm yüzeyi ısınmıştır (**Şekil.2.1.b**). Geçen 30 yıl, küresel ölçekte 1850'den beri kaydedilen en sıcak ardışık 30 yıl, 21'nci yüzyılın ilk 10 yılı ise en sıcak 10 yıldır (**Şekil 2.1.a**).

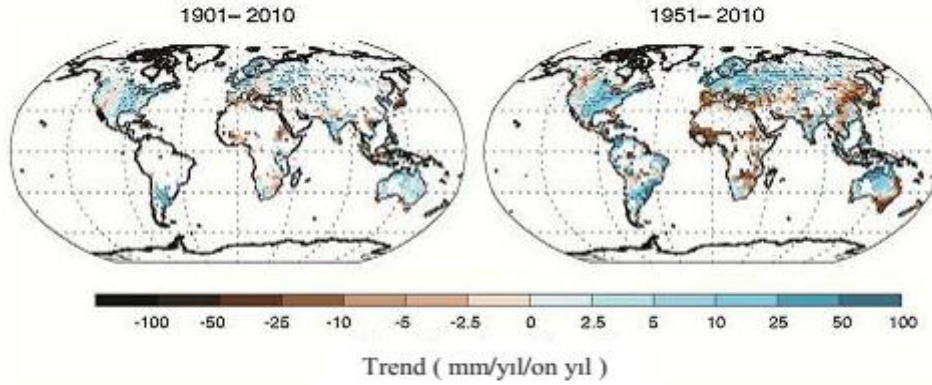
Paleoklimatolojik dolaylı verilerin analizleri, Kuzey Yarımküre'de 1983-2012 döneminin *büyük olasılıkla* son 800 yılın en sıcak 30 yıllık dönemi olduğunu (*yüksek güvenilirlik*) ve *olasılıkla*, son 1400 yılın en sıcak 30 yıllık dönemi olduğunu (*orta güvenilirlik*) göstermektedir.



Şekil 2.1.a. 1850-2012 arasında senelik olarak gözlenmiş, küresel olarak ortalaması alınmış, kara ve okyanus yüzey sıcaklığı (IPCC, 2013).



Şekil 2.1.b. 1901-2012 ortalama yüzey sıcaklığında gözlenmiş değişim (IPCC, 2013).



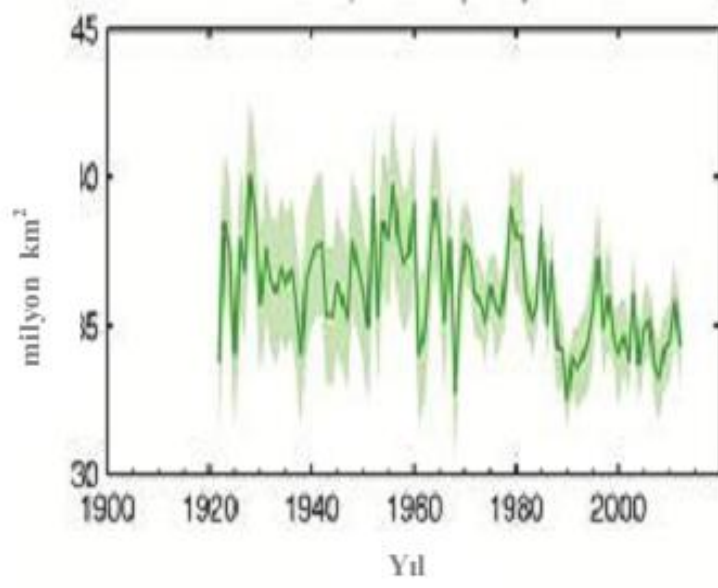
Şekil 2.2. Karada yağışlarda gözlenmiş değişikliklerin dünya haritası üzerinde görselleştirilmesi (IPCC, 2013).

2.3.2.1.b. Okyanus

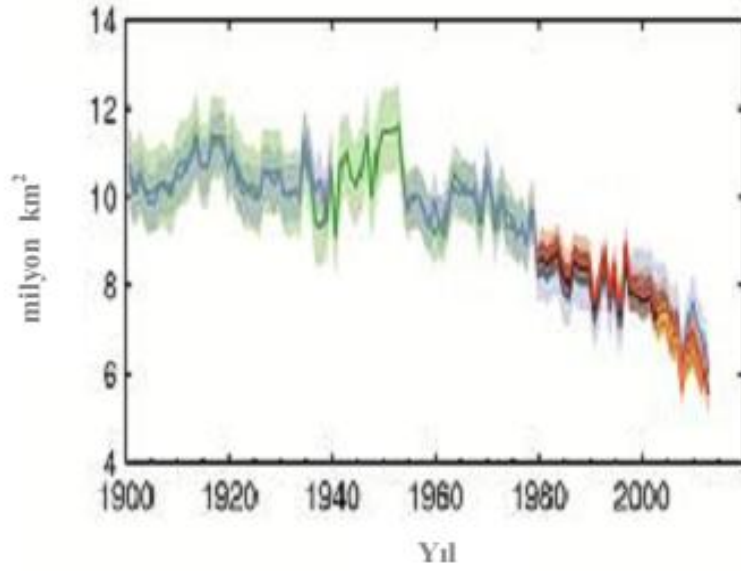
(Şekil 2.3.c), okyanusların atmosfere salınan insan kaynaklı karbonun yaklaşık %30'unu emdiğini ve bu durumun da okyanusların asitlenmesine yol açtığını göstermektedir. Bu kapsamda, 1971-2010 döneminde okyanuslarda biriken enerjinin %90'dan fazlasının okyanuslarda kendini gösteren küresel ısınma ile bağlantılı olduğu, dolayısıyla okyanuslarda tespit edilen küresel ısınmanın iklim sisteminde biriken enerjideki artışı denetlediği söylenebilir. Yine aynı şekilden, üst okyanusun (0-700 m) 1971-2010 döneminde *kesin olarak* ve 1870-1971 arasında ise *olasılıkla* ısındığı anlaşılmaktadır (Şekil 2.3.c).

2.3.2.1.c. Buzul Kara

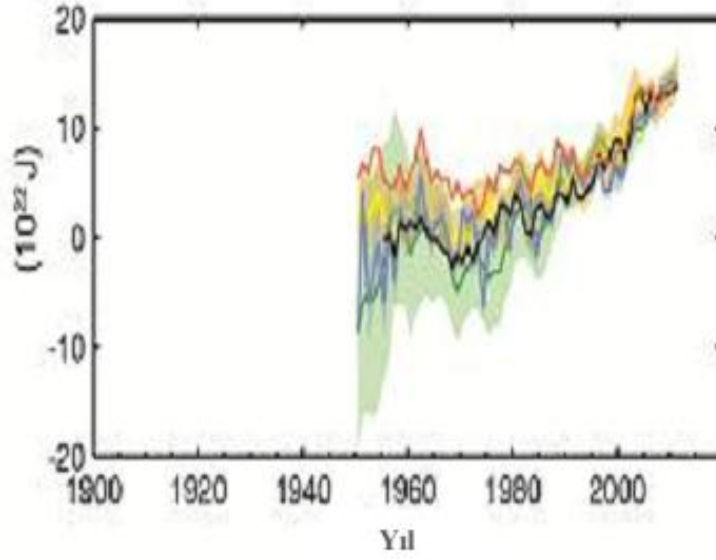
Grönland ve Antarktik buz kalkanları geçen 20 yıllık dönemde kütle kaybetmekte, buzullar (dağ vadi ve takke buzulları, vb.) neredeyse küresel ölçekte küçülmeyi sürdürmekte ve Kuzey Kutup deniz buzu ve Kuzey Yarımküre ilkbahar kar örtüsü alansal olarak küçülmelerini sürdürmektedir (*yüksek güvenilirlik*) (Şekil 2.3.a ve Şekil 2.3.b).



Şekil 2.3.a. Kuzey yarım küre bahar kar örtüsünün trendi (IPCC, 2013).



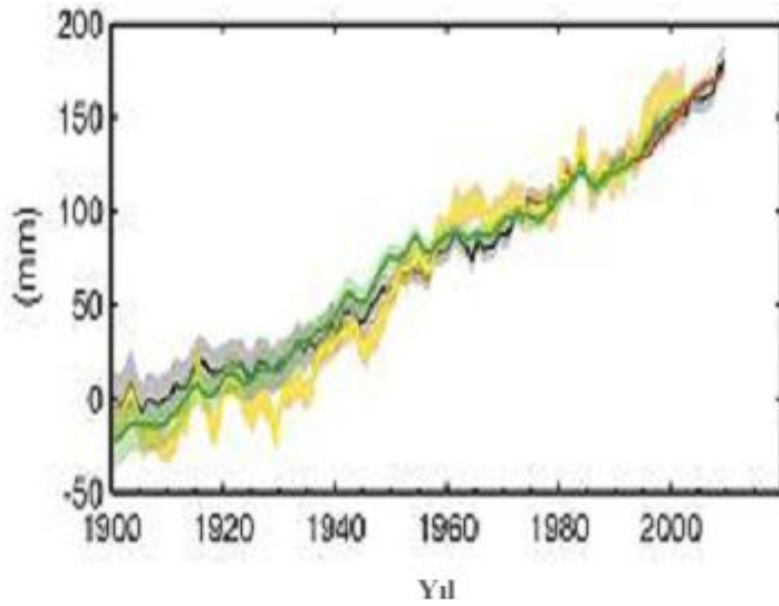
Şekil 2.3.b. Arktik yaz deniz buz alanı trendi (IPCC, 2013).



Şekil 2.3.c. Okyanus ısı içeriği üzerinde küresel ortalamadaki değişim (IPCC, 2013).

2.3.2.1.d. Deniz Seviyesi

19. yüzyıl ortasından beri gözlenmiş olan deniz düzeyi yükselmesi, önceki iki bin yıllık dönemdeki ortalama yükselmesinden oransal olarak daha büyüktür (*yüksek güvenilirlik*). 1901-2010 döneminde deniz yüzeyi kotu küresel boyutta ortalama olarak 19 cm [17-21] yükselmiştir. *Olasılıkla* küresel ortalama deniz düzeyi yükselmesini sürdürecektir (**Şekil 2.3.d**).



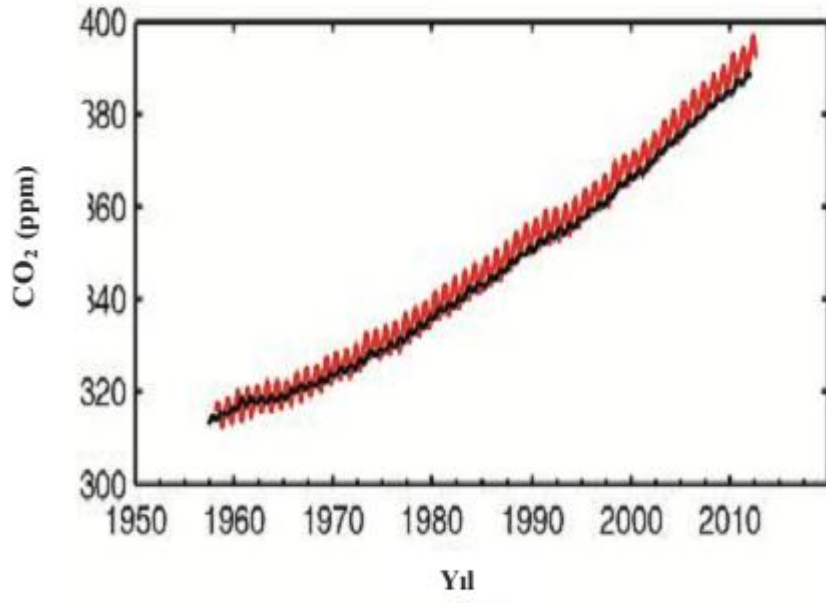
Şekil 2.3.d. Küresel ortalama deniz seviyesi değişimi trendi (IPCC, 2013).

2.3.2.1.e. Karbon ve Diğer Biyokimyasal Döngüler

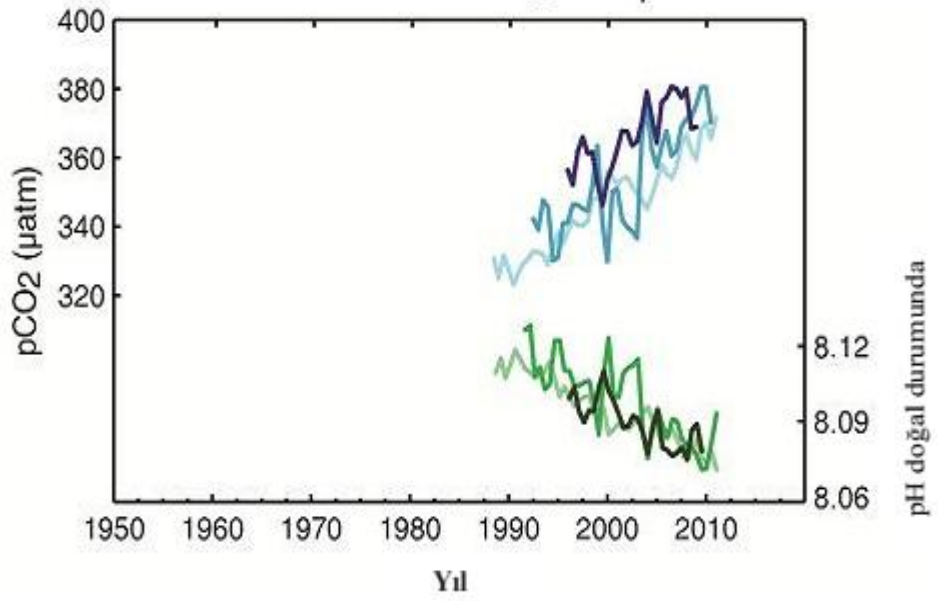
Karbondioksit (CO_2), metan (CH_4) ve diazotmonoksit (N_2O) gazlarının atmosferik birikimleri (konsantrasyonları) bugün itibarıyla en azından son 800,000 yıllık dönemde hiç olmadığı kadar yüksek bir düzeye yükselmiştir (IPCC, 2013).

CO_2 birikimleri, temel olarak fosil yakıt yanması ve ikincil olarak net arazi kullanımı değişikliğinden kaynaklanan salımlar nedeniyle, sanayi öncesi döneme göre %40 oranında artmıştır. Buna göre küresel boyutta sanayileşmenin ve dramatik nüfus artışının son 200 yılda meydana geldiği de dikkate alınırsa anılan gazların atmosferdeki oranının artmasında insanoğlunun etkisinin olduğu düşünülebilir. Bu da sera etkisi olan gazlardaki artışın %98 (%99) insan etkisi ile meydana geldiğini iddia eden IPCC'nin son raporları (IPCC 2007 ve IPCC 2014) ile çelişmemektedir (IPCC, 2013).

Okyanus asitleşmesine neden olan antropojenik karbondioksit yayılımının yaklaşık %30'u okyanuslar tarafından absorbe edilmiştir (**Şekil 2.4.a ve Şekil 2.4.b**).



Şekil 2.4.a. Atmosferik CO₂'nin trendi , (IPCC, 2013).



Şekil 2.4.b. Okyanus yüzeyi CO₂ ve PH'ı , (IPCC, 2013).

2.3.2.2. İklim Değişiminin Sürücüleri

İklim değişiminin sürücülerini olarak belirtilen pozitif radyoaktif zorlama yüzey ısınması ile, negatif radyoaktif zorlama ise yüzey soğumasına neden olmaktadır. Toplam radyoaktif zorlama pozitifdir ve iklim sistemi tarafından enerjinin çekilmesiyle sonuçlanmıştır. Radyoaktif zorlamaya en büyük katkı, 1750'den beri CO₂'nin atmosferik konsantrasyonundaki artma neden olmaktadır (IPCC, 2013).

2.3.2.3. İklim Sistemini Anlama ve İklimdeki Son Değişiklikler

Yukarıdaki son alt başlıklarda detayları verilen pozitif radyoaktif zorlama, sıcaklık başta olmak üzere ısıma, anormal meteorolojik olaylar, basınç, nem, rüzgâr hızı, yağış miktarı, çeşidi ve zamanlaması, buzul erimesi, deniz suyu seviyesi v.b. birçok meteorolojik ve/veya iklim parametrelerindeki değişimlerden küresel boyutta iklim sisteminde bir değişikliğin olduğunu anlamak mümkündür. Sera etkisi olan gazların atmosferdeki konsantrasyonu ile yukarıda verilen diğer değişimlerle birlikte son yüzyıllardaki dramatik nüfus artışı ve sanayileşme süreciyle, fosil yakıtların korelasyonundaki değişiminde insan etkisinin olduğu söylenebilir. Aşağıdaki alt başlıklar ile, anılan bu değişimin miktarı ve sonuçlarına ilişkin detaylı bilgiler ve resmi raporlara dayanan tespitler verilmiştir.

2.3.2.3.a. İklim Modellerini Değerlendirme

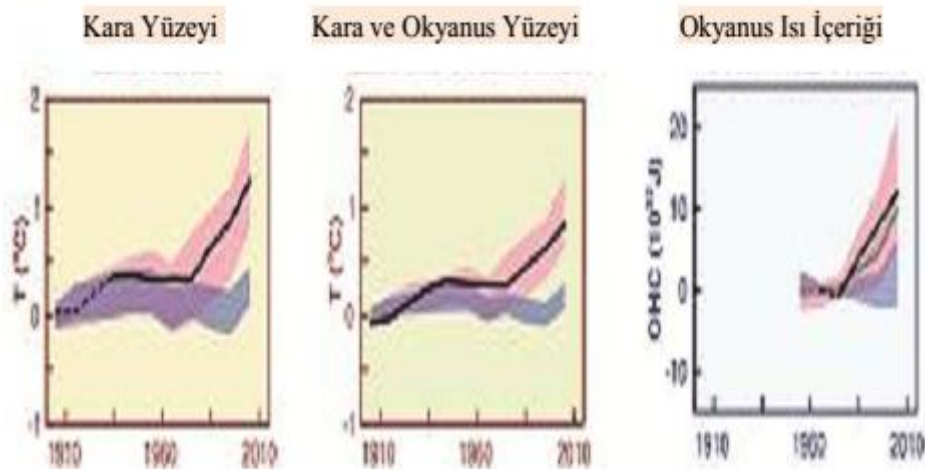
Özellikle IV. değerlendirme raporu (AR4)'nın yayımlanmasından bu yana iklim modellerinin geliştirilmesine ciddi bir yönelme olmuştur. Bu çalışmalar, son birkaç on yıldaki gözlenmiş kıtasal ölçekteki yüzey sıcaklık ve diğer meteorolojik ve iklimsel örneklerini ve bunların istatistik gidişlerini modellemektedir.

2.3.2.3.b. İklim Sistem Tepkilerinin Belirlenmesi

Yukarıda sözü edilen deniz suyu seviyesindeki yükselme, kar ve buz erimelerinde, anormal meteorolojik olaylarda ve küresel boyutta ortaya çıkan sağlık problemlerindeki artış, çölleşme, canlı sayı ve çeşitliliğindeki azalma ve benzeri değişimler doğanın iklim değişimine olan tepkisi ve aynı zamanda iklimsel değişimin kanıtı olarak mütalaa edilmektedir.

2.3.2.3.c. İklim Değişikliğinin Nedeni

Okyanus ve atmosferin ısınmasında, küresel su döngüsündeki değişikliklerde, kar ve buzdaki azalmalarda, küresel ortalama deniz seviyesi yükselmesinde, bazı iklim aşırılıklarındaki değişimlerin, sera etkisi olan gazların atmosferdeki konsantrasyonundaki, fosil yakıt tüketimi ve insan nüfusundaki dramatik artış ve sanayileşme süreci ile ve bu göstergelerin kendi aralarındaki korelasyonu (Şekil 2.6) bu değişimin insan kaynaklı olabileceğini düşündürmüştür. Bunun sonucu olarak bu tespit IPCC IV. değerlendirme raporunda (AR4) yer almış böylece bu yöndeki kanaatler daha da artmıştır. Bu nedenle 20. yüzyıl, bu değişimlerin açıkça gözlemlendiği önemli bir yüzyıl olarak kayıtlara geçmiştir.



Şekil 2.5. Küresel ortalamalar (kara yüzeyi, kara ve deniz yüzeyi, okyanus ısı içeriği) (IPCC, 2013).

2.3.2.4. Küresel ve Bölgesel İklim Değişikliğinin Geleceği

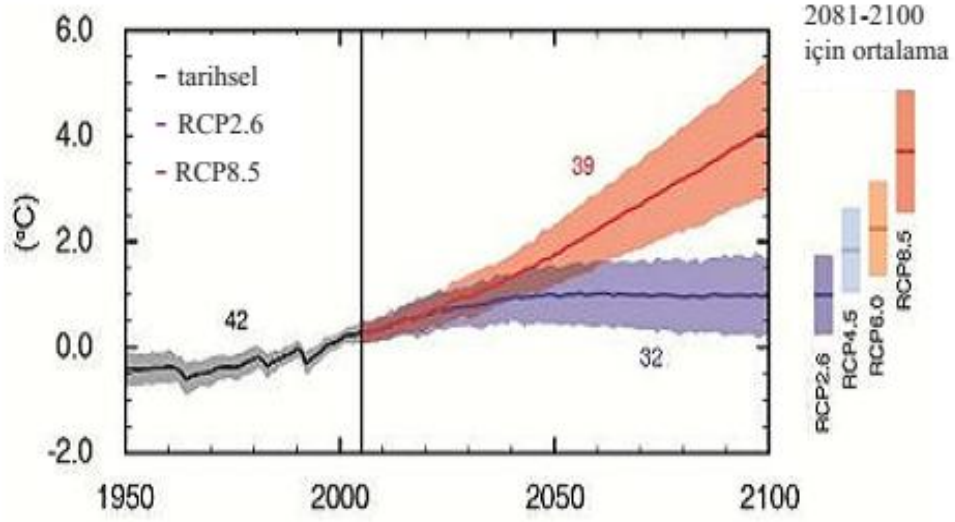
Yukarıda anılan ve detayları verilen IPCC raporları, Kyoto protokolü, Birleşmiş Milletler Sözleşmesi ve resmi veya yarı resmi diğer dokümanlar ile güncel literatürde yer alan bilimsel çalışmalar, sera gazlarındaki artışın aynen veya değişerek (azalma veya artış yönünde) devam etmesi halinde küresel ve bölgesel olarak ortaya çıkaracağı sonuçlara ilişkin senaryolar, geleceğe yönelik projeksiyonlar yapılmaktadır [IPCC, 2013, IPCC, 2014 ve diğ.]. Bu senaryolara göre, sera gazlarındaki bu artışın aynen veya artarak devam etmesi halinde gelecekte daha çok ısınmaya ve iklim sisteminin tüm bileşenlerinde değişime neden olacaktır. Yine bu senaryolara göre bu durumun önüne geçmenin neredeyse yegâne yolunun bu gazlardaki artışın durdurulması veya azaltılması ile mümkündür. Isınma veya geriye dönüş hızının bu gazlardaki artış veya azalma hızı ile doğrudan ilgili olduğu söylenebilir.

2.3.2.4.a. Atmosfer: Sıcaklık

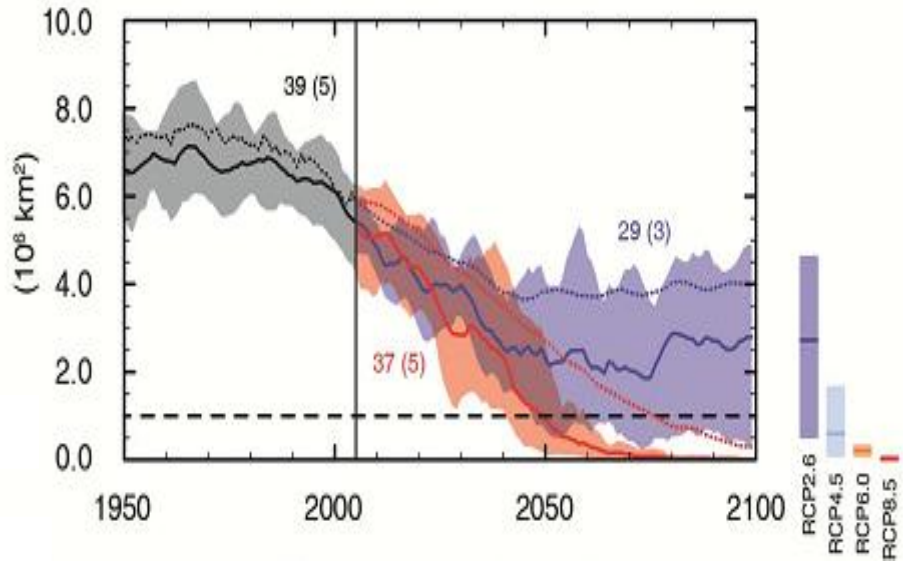
1986-2005 dönemine göre 2016-2035 dönemindeki küresel ortalama yüzey sıcaklığı değişikliğinin, *olasılıkla* 0.3°C ile 0.7°C aralığında olacağı tahmin edilmektedir. Doğal içsel değişkenliğe göre ise, mevsimlik ve yıllık ortalama sıcaklıklarındaki kısa süreli artışların tropikal ve subtropikal kuşaklarda orta enlemlerden daha büyük olması beklenmektedir (*yüksek güvenirlik*). Küresel yüzey sıcaklığının, 21. yüzyılın sonuna kadar, biri dışında tüm yeni IPCC senaryolarına göre *olasılıkla* sanayi öncesi döneme göre 1.5°C'yi ve iki yeni senaryoya göre ise 2°C'yi aşacağı tahmin edilmektedir.

Yine biri dışında tüm yeni IPCC senaryolarına göre ısınmanın, 2100 yılı sonrasında da süreceği ve on yıllık fark edilir değişkenliklerin, yerini yıllık fark edilir değişkenliklere bırakacağı ve gerek yıllık gerek on yıllık değişkenliklerin türdeş olmayacağı beklenmektedir (Şekil 2.6 ve Şekil 2.7). RCP senaryolarına göre CO₂ salımları ekler kısmında (Çizelge E.4.1)'de, (2046-2065) ve (2081-2100) dönemlerindeki küresel ortalama yüzey sıcaklıkları ve (2046-2065) ile (2081-2100)

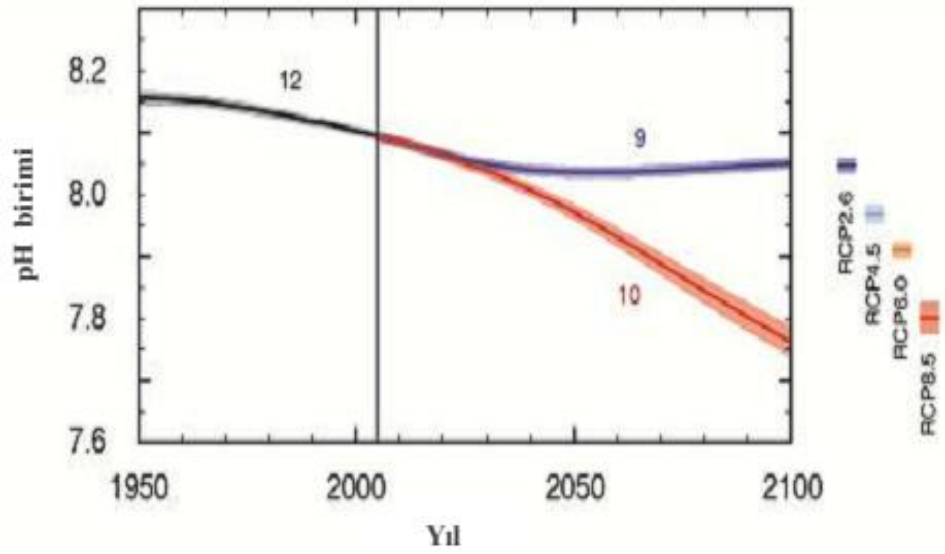
dönemlerinde küresel ortalama deniz seviye yükselmesi ekler kısmında (Çizelge E.4.2)'de verilmiştir.



Şekil 2.6.a. Küresel ortalama yüzey sıcaklık değişimi
(IPCC, 2013).



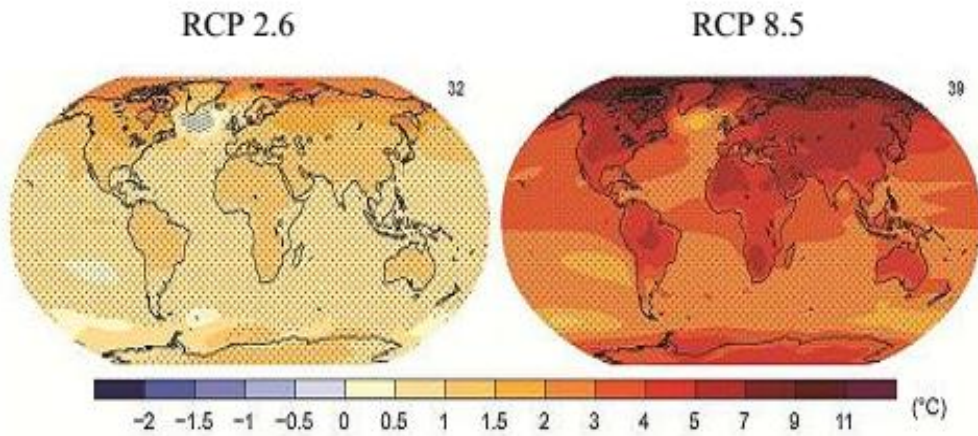
Şekil 2.6.b. Kuzey Yarım Küre eylül ayı deniz buz alanı
(IPCC, 2013).



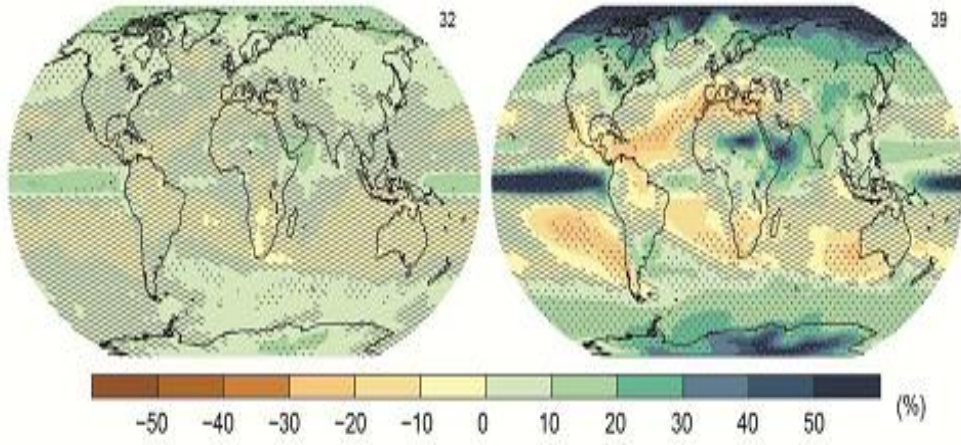
Şekil 2.6.c. Küresel okyanus yüzeyi PH'ı (IPCC, 2013).

2.3.2.4.b. Atmosfer: Su Döngüsü

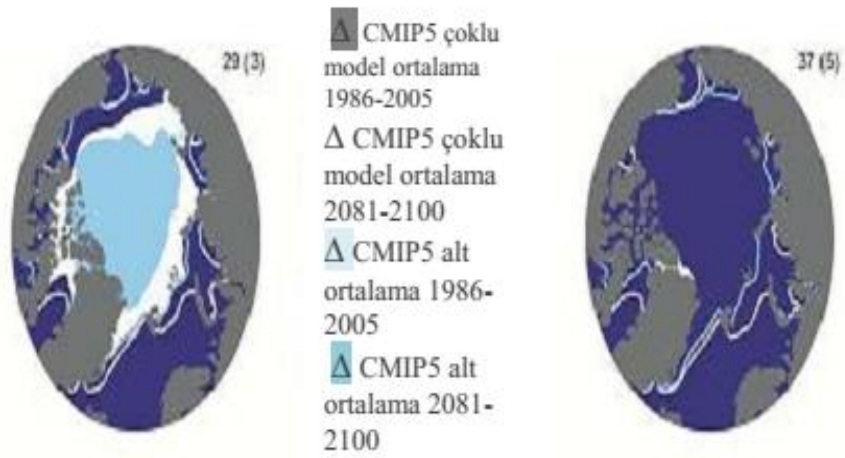
Isınmaya tepki olarak 21. yüzyılda küresel su çevrimindeki değişikliklerin düzenli olmayacağı ve bu değişimin hem ıslak ve kuru mevsimler arasında hem de ıslak ve kuru bölgeler arasında kendini göstereceği beklenmektedir (Şekil 2.7).



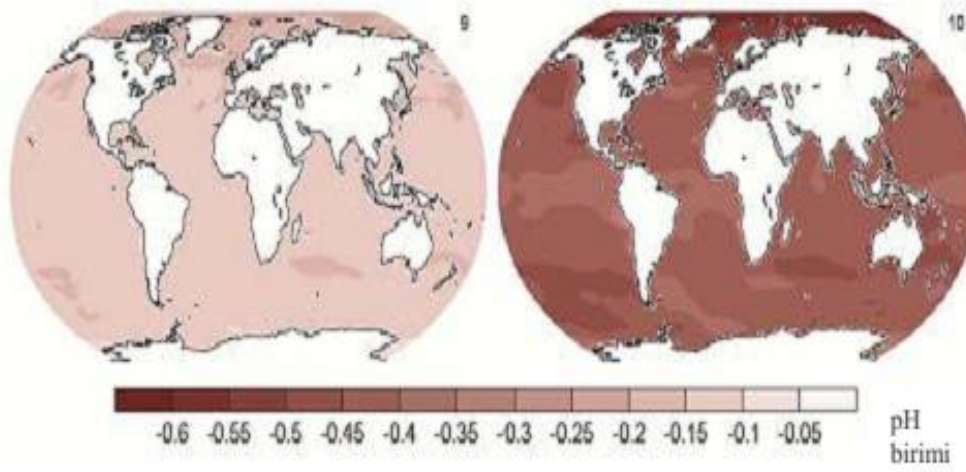
Şekil 2.7.a. Ortalama yüzey sıcaklığındaki değişim (1986-2005 ile 2081-2100 arasındaki) (IPCC, 2013).



Şekil 2.7.b. Ortalama yağıştaki değişim (1986-2005 ile 2081-2100 arasındaki) (IPCC, 2013).



Şekil 2.7.c. Kuzey Yarım Küre’de eylül ayı deniz buzu alanı (2081-2100 ortalaması) (IPCC, 2013).



Şekil 2.7.d. 1986-2005 ile 2081-2100 arasındaki okyanus yüzeyinde PH'daki değişim (IPCC, 2013).

2.3.2.4.c. Atmosfer: Hava Kalitesi

Gözlem ve modeller, kimyasal olarak PM_{2.5} ve ozonun en üst seviyelere çıkmasıyla yerel olarak bölgesel geri beslemelerin başlayacağını göstermektedir (*orta güvenilirlik*). Her ne kadar doğal aerosol kaynakların etkisi yağışlarla ortadan kalkacağı düşünülse de PM_{2.5}'in iklim değişimine etki edebileceği belirtilmektedir (IPCC, 2013).

2.3.2.4.d. Okyanus

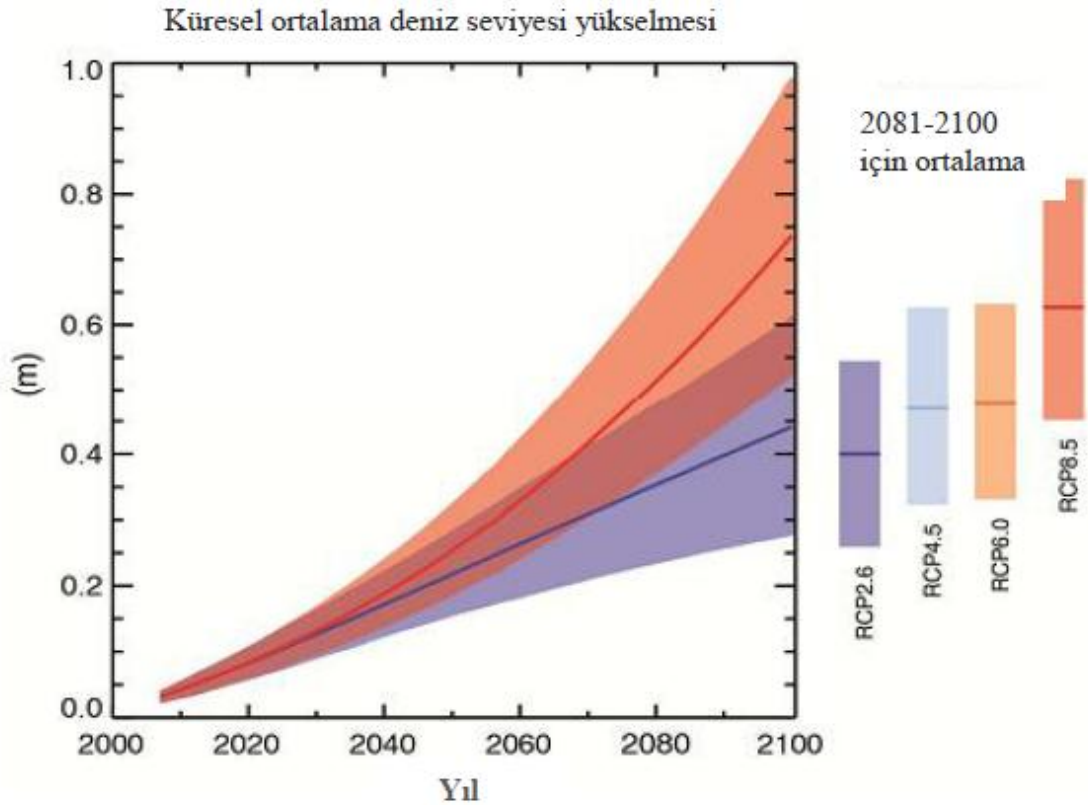
Küresel ısınmanın okyanuslarda, 21. yüzyılda da süreceği, ısının, yüzeyden okyanus dibine doğru nüfuz edeceği ve buna bağlı olarak okyanuslarda sirkülasyona neden olacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2013).

2.3.2.4.e. Buzul Kara

Küresel ortalama yüzey sıcaklık yükselmelerinden dolayı arktik deniz buz örtüsünün küçülmeye ve incelmeye devam etmesi ve Kuzey Yarımküre bahar kar örtüsünün azalması olasıdır (IPCC, 2013).

2.3.2.4.f. Deniz Seviyesi

Küresel ortalama deniz seviyesinin, 21. yüzyıl süresince yükselmeye devam edeceği (Şekil 2.8). Tüm RCP senaryoları altında deniz seviye yükselmesi oranları, buz örtüleri ve buzullarda kütle kaybının artmasından ve artmış okyanus ısınmasından 1971-2010 süresince gözlenmiş olan aşırılık çok olası olacak.



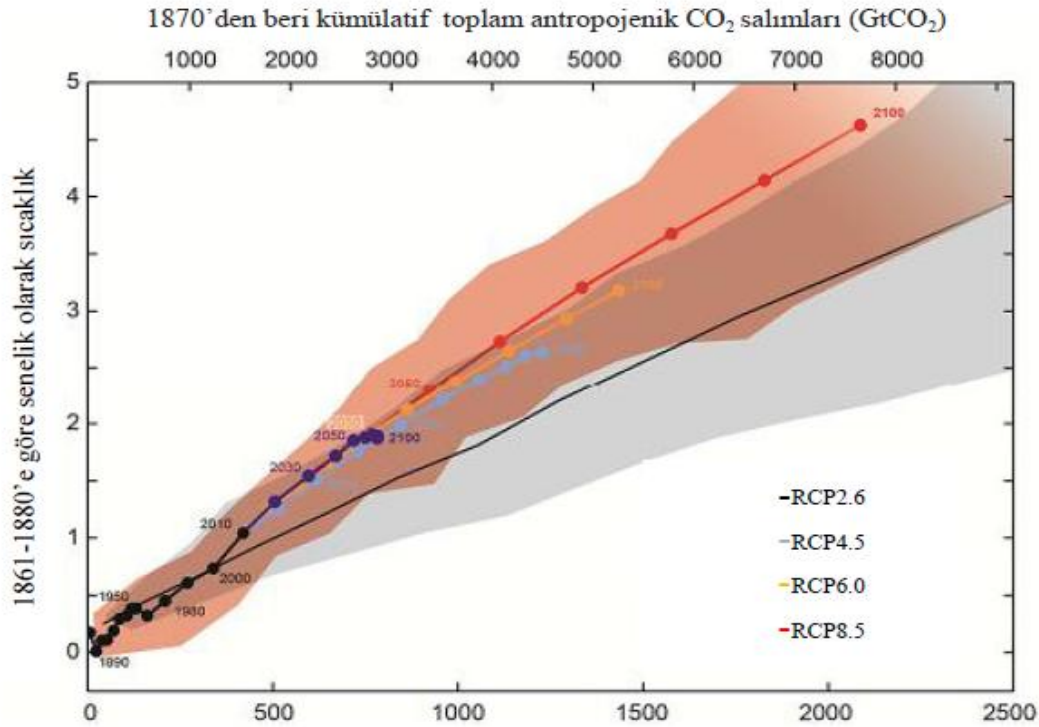
Şekil 2.8. Küresel ortalama deniz seviyesi yükselmesi gelecek projeksiyonları (IPCC, 2013).

2.3.2.4.g. Karbon ve Diğer Biyokimyasal Döngüler

İklim değişiminin, karbon döngüsü süreçlerini etkileyeceği (*yüksek güvenilirlik*), buna bağlı olarak okyanusların birer karbon yutağı haline geleceği ve bunun okyanuslarda asitleşme sürecine neden olacağı düşünülmektedir (IPCC, 2013).

2.3.2.4.h. İklim Dengesi, İklim Değişimi Bağlantısı ve Tersine Çevrilemezlik

CO₂'nin kümülatif yayılımının, 21. yüzyıl ve ötesi için küresel yüzey ısınması üzerindeki ana etken olduğu bilinmektedir (Şekil 2.9). Ancak bu süreç, parametrelerinin birbirini etkileyici ve tetikleyici özelliği nedeniyle çok karmaşık bir doğal mekanizma içinde meydana gelmektedir. Bu nedenle, CO₂'nin salımları durduğu takdirde bile iklim değişiminin çoğu etkilerinin devam etmesi beklenmektedir.



Şekil 2.9. CO₂'nin kümülatif yayılımlarının küresel yüzey ısınmasına etkisi (IPCC, 2013).

2.4. A'dan Z'ye Tüm Boyutları İle İklim Değişikliği

Bu başlık altında “A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi” adlı çalışma irdelenmiş ve tartışılmıştır. Anılan çalışma her ne kadar kapsamlı bir çalışma ise de literatür derlemesi mahiyetinde bir çalışma olup, “iklim değişikliğinin bilimsel temelleri”, “politika belirleme süreçleri”, “iklim değişikliğiyle savaşım ve uyum”, “karbon piyasaları”, “2012 sonrası yeni sözleşme için seçenekler” alt başlıkları altında konuya ilişkin çok sayıda inceleme rapor edilmiş ve bu doğrultuda çeşitli önerilerde bulunulmuştur. Çalışmada Avrupa Birliği ve Türkiye ayrı ayrı ele alınmıştır (Arıkan ve Özsoy, 2008). Aşağıda çalışma, benzer başlıklar altında tartışılmıştır.

2.4.1. İklim Değişikliğinde Bilimsel Temeller

2.4.1.1. İklim Değişikliğinin Fiziksel Temeli

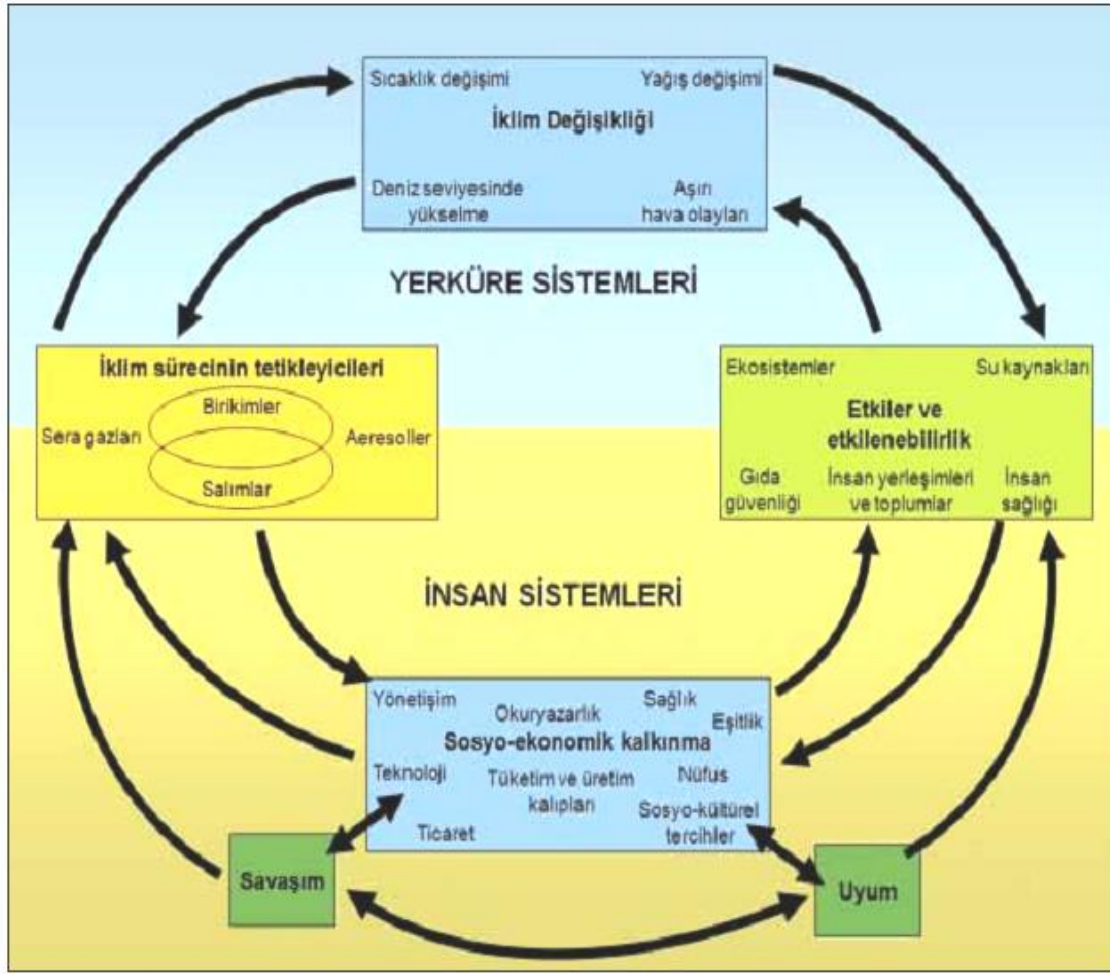
İklim sisteminde yaşanan değişikliklerin temel nedeni, Yerküre'nin ışıınım dengesinin değişime uğramasıdır. Ortalama koşullarda, Yerküre/atmosfer sistemine giren kısa dalgalı güneş enerjisi ile geri salınan uzun dalgalı yer ışıınının dengede olması beklenmektedir. Yerküre atmosferinin yapısı içerisinde çok küçük miktarlarda bulunan ve doğal sera gazları olarak adlandırılan bazı gazlar (su buharı, CO₂, CH₄, N₂O ve O₃), gelen güneş ışıınımına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan uzun dalgalı yer ışıınımına karşı çok daha az geçirgen yapıya sahiptir. Böylelikle sera gazlarının varlığı, Yerküre'nin beklenenden daha fazla ısınmasına yol açmaktadır. “Sera etkisi” olarak adlandırılan ve yüz milyonlarca yıldan beri Yerküre'mizin ısı dengesini düzenleyen bu doğal süreç, Yerküre'mizin bu sürecin bulunmadığı ortam koşullarına göre, yaklaşık 33 °C daha sıcak bir ortalama sıcaklığa sahip olmasına yol açmaktadır.

Güneş ışıınımı ile Yer ışıınımı arasındaki bu dengeyi değiştiren herhangi bir etmen, iklim sistemini de etkilemektedir. Bu etmenler kimi zaman doğal süreçlerle kimi zaman da insan kaynaklı etkinlikler nedeniyle ortaya çıkmaktadır.

Sera gazlarının atmosferdeki birikimlerinde insan etkinlikleri sonucunda oluşan artışlar, Yerküre'nin uzun dalgalı ışıınım yoluyla soğuma etkinliğini zayıflatarak, onu daha fazla ısıtma eğilimindeki bir pozitif ışıımsal zorlamanın oluşmasını sağlamasına

yol açmaktadır. Böylelikle, “Yerküre/atmosfer ortak sisteminin enerji dengesine yapılan pozitif katkı” *kuvvetlenmiş sera etkisi* olarak adlandırılır. Kuvvetlenen sera etkisinden kaynaklanan bir küresel ısınmanın büyüklüğü ise; her sera gazının birikimindeki artışın boyutuna, bu gazların ışımsal özelliklerine (küresel ısınma potansiyellerine), atmosferik yaşam sürelerine ve atmosferdeki varlıkları sürmekte olan öteki sera gazlarının birikimlerine bağlıdır.

İnsan etkinliklerine bağlı olarak atmosferdeki sera gazı birikimlerinin değişmesi, bir dizi zincirleme süreci tetiklemektedir. İlk aşamada ortaya çıkan küresel ortalama sıcaklıklarındaki artış, başta yağış rejimlerinde düzensizlikler olmak üzere küresel iklim sistemlerinde çeşitli değişimlere yol açmakta, bu değişimler ise doğal kaynakların varlığını ve dağılımını etkilemekte, bu düzensizlik ise tekrar sosyo-ekonomik yapılara yansımaktadır. Bu çerçevede toplumlar, hem sera gazı salımlarının azaltılması (savaşım) hem de bugüne kadarki ve önlem alınmazsa gelecekteki olası etkilere karşı uyum çalışmalarını gözetmek zorundadır (Arıkan ve Özsoy, 2008). Bu etkileşimli süreç Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli tarafından 2007 yılında tamamlanan IV. değerlendirme raporunda (**Şekil 2.10**)’daki gibi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.10. İnsan kaynaklı iklim değişikliği sürecini tetikleyen oluşumlar, bu sürecin etkileri, bu sürece gösterilen tepkiler ve aralarındaki bağlantı (Arıkan ve Özsoy, 2008).

2.4.1.2. İklim Değişikliğinde Gözlemlenen ve Öngörülen Değişiklikler

Enerji, sanayi, ulaşım, tarım, atık, ormancılık ve arazi kullanımı sektörlerinden kaynaklanan toplam 6 temel sera gazının salımı, 1970-2004 yılları arasında %70 artarak 49 milyar ton eş-CO₂ düzeyine çıkmıştır. Bu süreçte 1995-2004 dönemindeki yıllık artış hızı, 1970-1994 dönemindeki yıllık artışın 2 katına yaklaşmıştır.

Antartika'daki buzullardan alınan örnekler üzerinde yapılan araştırmalar doğrultusunda son 650,000 yıllık dönemde atmosferdeki sera gazı birikimlerindeki ve aynı dönemdeki sıcaklık değişimleri incelenerek, CO₂ ve CH₄ gazının atmosfer birikimlerinin son 650,000 yılın ve her üç gazın toplam ışınsal zorlamasının ise son 10,000 yılın en yüksek düzeyinde olduğu ortaya konulmuştur.

Çizelge 2.1. Atmosferdeki doğal sera gazları birikimlerindeki değişimler (Arıkan ve Özsoy, 2008).

	Sanayi Öncesi Atmosferik Birikim Değeri	2005 Atmosferik Birikim Değeri	1750 - 2005 Toplam Artış
CO₂	280 ppm	379 ppm	% 35
CH₄	715 ppb	1774 ppb	% 148
N₂O	270 ppb	319 ppb	% 18

Yeni bulgu ve kanıtlara göre, IPCC 2007’de daha kuvvetli bir biçimde yapılan değerlendirmeler dikkate alındığında, 20. yüzyılın ortasından itibaren küresel ortalama sıcaklıklarda gözlenen artışın büyük olasılıkla, atmosferdeki insan kaynaklı sera gazı birikimlerinde gözlenen artış nedeniyle olduğu ortaya konulmuştur. Nüfus artışı ve iklim değişikliği ile mücadelede gösterilecek kararlılığa bağlı olarak ekonomi ve teknoloji alanında elde edilen ilerlemeler seçeneklerine göre oluşturulan çeşitli senaryolarda, küresel sera gazı salımlarında 2000-2030 yılları arasında %25-90 arasında artış beklenmektedir.

Küresel sera gazı salımlarında yaşanacak artışlar sonucunda, küresel ortalama sıcaklık artışının 2000 öncesindeki artış hızının 2 katına çıkarak her on yılda 0.2 °C artabileceği, küresel salımların 2000 yılı itibariyle sabitlenmesi bile, küresel ortalama sıcaklık artışlarının her 10 yılda 0.1 °C artabileceği öngörülmektedir.

Çizelge 2.2. Küresel iklimde gözlemlenen başlıca değişiklikler (Arıkan ve Özsoy, 2008).

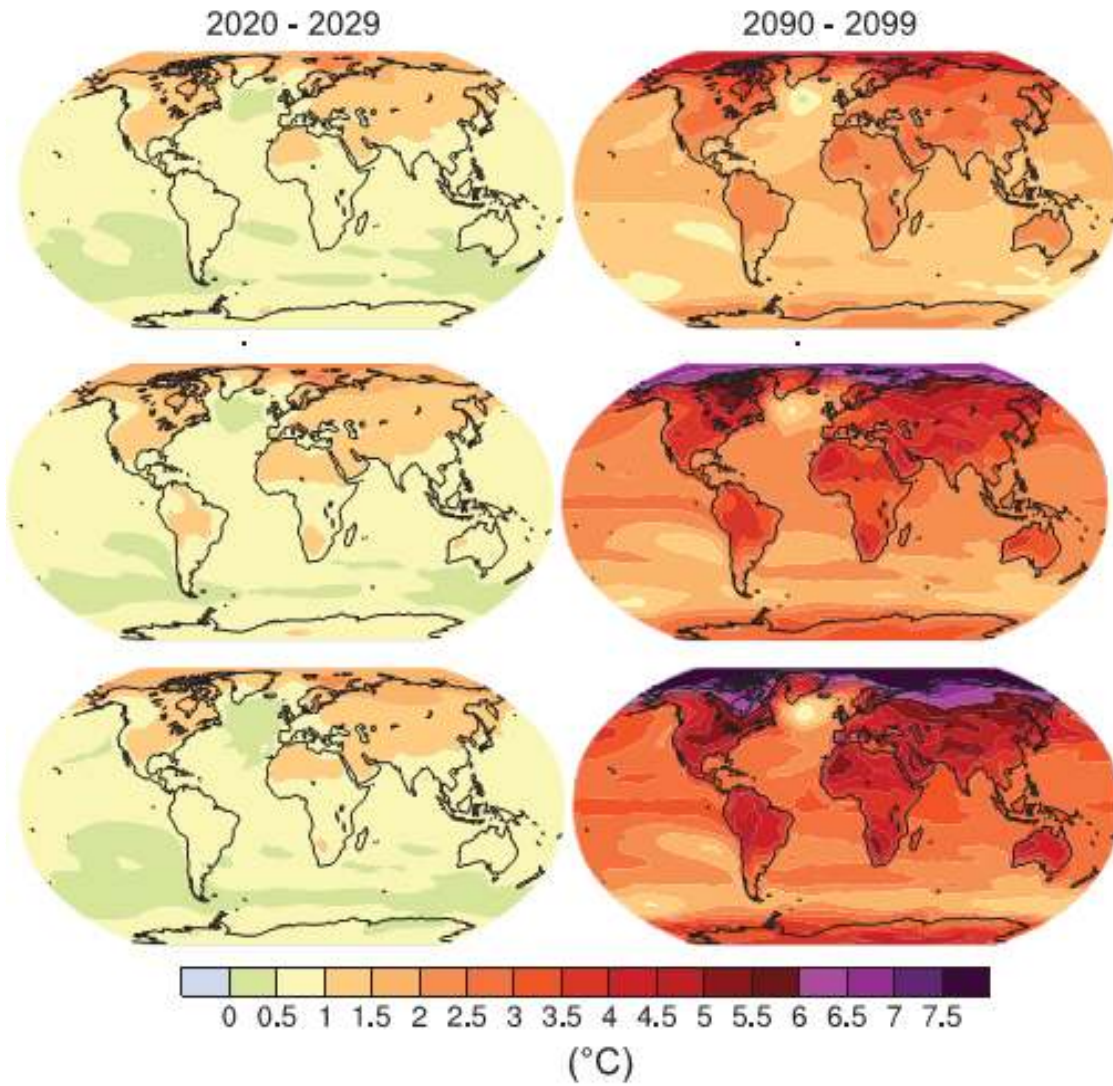
Sıcaklık	Yağış Rejimi	Buzul Bölgeleri
-Sanayi devriminden itibaren aletli gözlem kayıtlarında yer alan en sıcak 12 yılın 11'i 1995-2006 yılları arasında yaşanmıştır -Küresel ortalama yüzey sıcaklıkları için güncellenen 100 yıllık (1906-2005) doğrusal eğilimin büyüklüğü, 0.74 °C'ye ulaşmıştır. (0.74 +/- 0.18 °C) -Doğrusal ısınma eğilimi, son 50 yıllık dönemde, geçen 100 yıllık dönemin yaklaşık iki katı olmuştur (0.13 °C/10 yıl) -Arktik bölgede 19.yy'dan 21.yüzyıla ve 1960'lardan günümüze kadar olan dönemdeki ısınma küresel ortalamaların iki katıdır. -20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren aşırı sıcak dalgası olayları sıklaşmaya başlamıştır. -Donlu günler ve en soğuk günler sayısı azalmıştır. - Okyanus sularının ortalama sıcaklıkları en az 3000 m derinliğe kadar ısındı.	-1900'den 2005 yılını kapsayan yağış gözlemlerine göre; Kuzey ve Güney Amerika'nın doğusunda Kuzey Avrupa'da, Kuzey ve Orta Asya'da yağış artıyor, Sahel, Akdeniz havzası, Güney Afrika ve Güney Asya'nın bir bölümünde ise önemli ölçüde azalıyor. -1970'li yıllardan itibaren tropikler ve subtropiklerde daha şiddetli ve uzun kuraklıklar gözlemlendi. -Aşırı yağış ve tropik siklon olaylarında hissedilir artış gözlemlendi.	-Permafrost tabakasının yüzey sıcaklığında 1980'lerden beri gözlenen artış 3 °C'dir. -Kuzey Yarı Küre'de mevsimlik olarak donan toprakların kapladığı maksimum alan 1900 yılından bu yana yaklaşık % 7, ilkbaharda % 15 azalmıştır. -1980'lerden itibaren ilkbaharda karla kaplı alanlarda % 5 azalma. -Deniz buzlarının kapladığı alanlar her on yıl için ortalama % 2.7, yaz aylarında % 7.4 azalmaktadır.

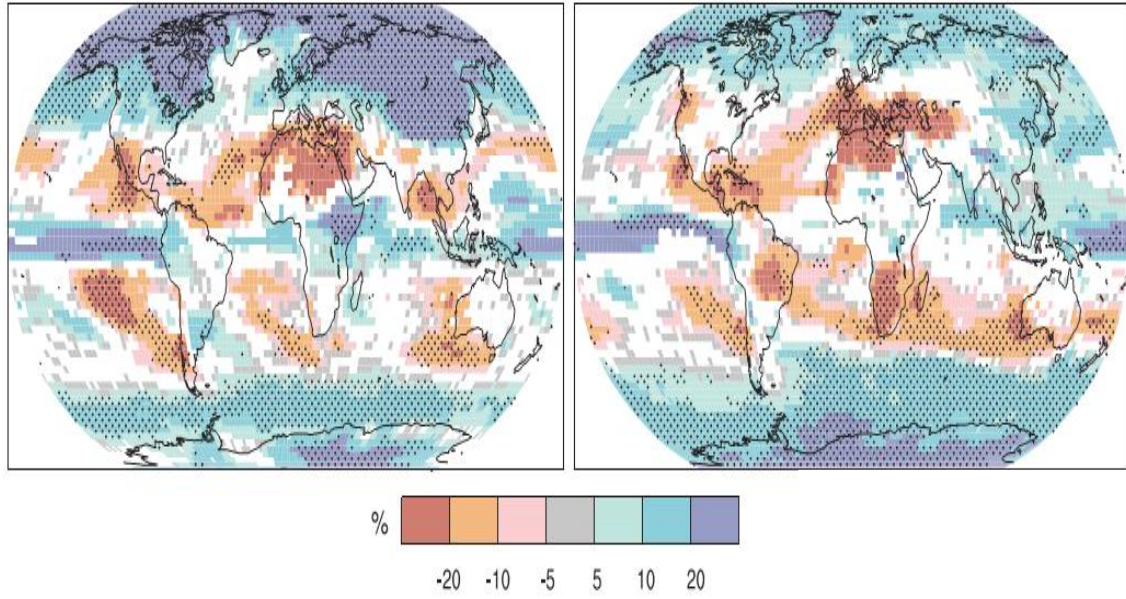
Bu çerçevede, günümüzdeki mevcut uygulamalar çerçevesindeki en iyimser ve en kötümser senaryolar dikkate alındığında, 2100 yılı sonu itibari ile küresel ortalama sıcaklıkların, Sanayi Devrimi öncesiyle karşılaştırıldığında 2.7 ile 5.8 °C arasında artabileceği öngörülmektedir. Bölgesel olarak ele alındığında, Kuzey Amerika'nın kuzey bölgelerinde ve Orta Asya'nın kuzeyindeki sıcaklık artışları, küresel ortalamayı % 40'tan daha fazla aşabilecektir.

Öngörülen sıcaklık artışlarının, 20. yüzyılda gözlenen değişikliklerden daha büyük olabileceği ve eski iklim verilerine dayanarak, yüksek bir olasılıkla, son 10,000

yılda görülebilecek en büyük sıcaklık artışı olarak kayıtlara geçebileceği düşünülmektedir.

Yağış rejimleri açısından bakıldığında, 21. yüzyılın ikinci yarısına kadar, yağışların, kışın orta ve yüksek kuzey enlemlerde ve Antartika'da, yazın ise, güney ve doğu Asya'da artması beklenmektedir. Bölgesel olarak ele alındığında, Doğu Akdeniz Havzası ve Orta Doğu için, yağışlarda, su kaynaklarında ve akımlarda gelecek yüzyıl için önemli azalmalar bekleniyor. Ayrıca, ortalama yağışlar için bir artışın görüldüğü pek çok alanda, yıldan yıla yağış değişkenliği daha yüksek olabilecektir (Arıkan ve Özsoy, 2008).





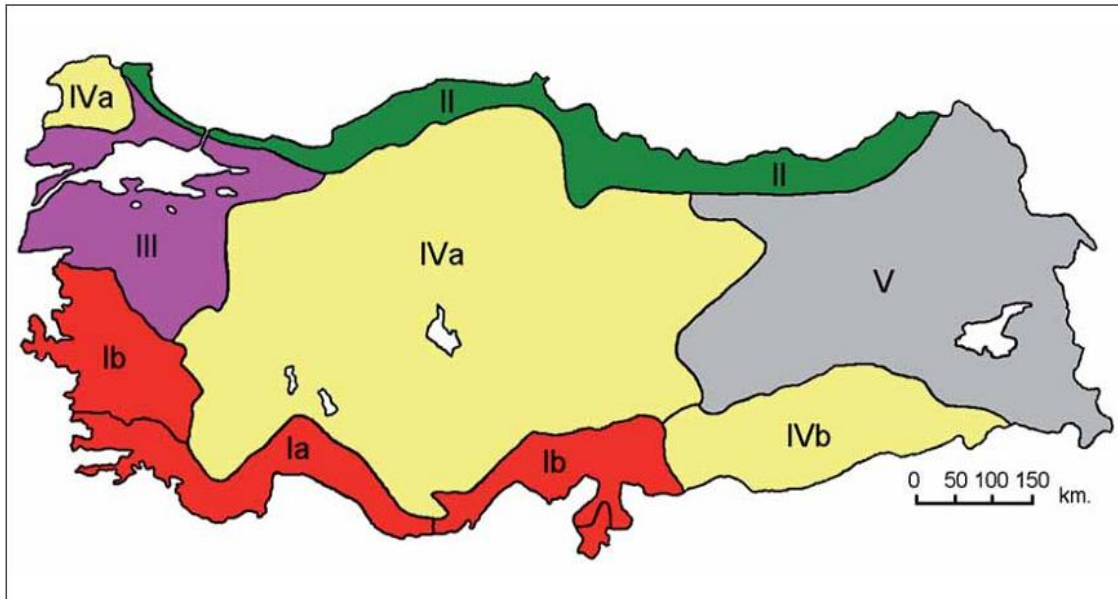
Şekil 2.11. 21. Yüzyıl'da küresel ortalama sıcaklıklardaki olası artışlar ve yağış rejimlerindeki düzensizlikler (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Çizelge 2.3. 21. Yüzyıl'da yaşanacak iklimsel değişikliklerin olası etkileri (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Ekosistemler	Gıda	Kıyılar
-Pek çok ekosistemin direnme kapasitesi aşılabilecektir. -21. Yüzyılın ortalarından itibaren orman alanları ve okyanusların yutak özellikleri ortadan kalkarak iklimsel değişiklikleri hızlandırabilecektir. -Ortalama sıcaklık artışının Sanayi devrimi öncesine göre 2 °C'yi aşması halinde bitki ve hayvan türlerinin % 30'u yok olabilecektir.	-Orta ve yüksek enlemlerde, bölgesel ölçekte, bazı bitki türlerinde sınırlı verim artışı beklenebilecektir. -Ancak nüfusun daha yoğun olduğu alçak enlemlerde, kurak ve tropik bölgelerde tarım üretiminin ciddi azalarak, açlık tehlikesinin artabileceği öngörülmektedir.	-Kıyı erozyonu ve insan kaynaklı baskılar nedeniyle kıyı alanlarındaki riskler şiddetlenebilecektir. -2080'li yıllarda, nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu alçak konumlu mega deltalara sahip Asya ve Afrika'da etkiler daha da ciddi hissedilecektir.
Yerleşim Alanları	Sağlık	Su Kaynakları
-Kıyı ve nehir deltalarında kurulu, iklimsel değişikliklerden çabuk etkilenebilecek kaynaklara dayalı ekonomi ve sektörler ile hızlı büyüyen kentler, daha fazla etkilenebilecektir.	-Yetersiz beslenme, aşırı hava olayları, salgın hastalıklar milyonlarca insanı etkileyebilecektir. - Etkilenme derecesi ise eğitim, halk sağlığı altyapısı ve ekonomik duruma göre farklılık gösterebilecektir.	-Buzulların yok olması, kar örtülerinin erimesi nedeniyle dünya nüfusunun 1/6'sının tatlı su kaynakları ciddi oranda azalacaktır. - 2050 yılı itibarıyla yüksek enlemlerde yüzey akışları % 30'a varan oranda artarken, Akdeniz'de dahil olmak üzere, bazı orta enlemlerde su kaynakları % 40 'a varan oranda azalabilecektir.

2.4.1.3. Türkiye’de İklimsel Değişiklik

Türkiye, subtropikal kuşakta kıtaların batı bölümünde oluşan ve Akdeniz iklimi olarak adlandırılan bir büyük iklim bölgesinde yer almaktadır. Üç yanı denizlerle çevrili ve ortalama yüksekliği yaklaşık 1100 m olan Türkiye’de birçok alt iklim tipi belirmiştir. İklim tiplerindeki bu çeşitlilik, Türkiye’nin yıl boyunca, polar ve tropikal kuşaklardan kaynaklanan çeşitli basınç sistemleri ve hava tiplerinin etki alanına giren bir geçiş bölgesi üzerinde yer almasıyla bağlantılıdır. Buna, topoğrafik özelliklerinin karmaşıklığı ve kısa mesafelerde değişme eğiliminde olması vb. fiziki ve coğrafya etmenleri de eklenebilir. Güney ve batı bölgelerinde, Akdeniz iklimi hakim olup, yazlar sıcak ve kuru, kışlar serin ve yağışlı geçer. Karadeniz kıyısında iklim daha soğuk ve yağışlıdır. Kuzeydoğu Anadolu’da kara iklimi özellikleri görülür. Kışlar uzun ve sert, yazlar ise kısa ve serindir. Orta Anadolu platosunda ise, yazların kuru ve sıcak kışların ise soğuk geçtiği step iklimi hakimdir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. Türkiye iklim bölgelerinin harita üzerinde gösterilişi (Arıkan ve Özsoy, 2008).

I. Akdeniz - Ia(Nemli Akdeniz) - Ib(Yarı nemli Akdeniz) / II. Karadeniz / III. Yarı nemli Marmara / IV. Yarıkurak , IVa (Yarı kurak İç Anadolu) , IVb (Yarı kurak Güneydoğu Anadolu) / V - Karasal Doğu Anadolu.

1941-2003 yılları arasındaki gözlemlere göre, özellikle ilkbahar ve yaz mevsimi minimum (gece en düşük) hava sıcaklıkları, Türkiye'nin pek çok kentinde istatistiksel ve klimatolojik açıdan önemli bir ısınma eğilimi göstermektedir. Bu sonuçlar, Türkiye'nin sıcaklık rejiminde daha ılıman ve/ya da daha sıcak iklim koşullarına yönelik değişiklikler olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla beraber, gece hava sıcaklıklarındaki belirgin ısınma eğilimi, küresel ısınmanın genel ve uzun süreli etkisine ek olarak, Türkiye'deki hızlı nüfus artışına ek olarak, Türkiye'deki hızlı nüfus artışına ve kentsel alanlara yönelik büyük göçe bağlı, yaygın ve hızlı kentleşmenin etkisini de ortaya koymaktadır.

Aynı dönemde, yağışlarda önemli azalma eğilimleri ve kuraklık olaylarının kış mevsiminde daha belirgin olarak ortaya çıktığı gözlemlenmektedir. Genel olarak, Doğu Akdeniz Havzası'nın ve Türkiye'nin yıllık ve özellikle kış yağışlarında gözlenen önemli azalma eğilimleri, Kuzey Atlantik Salınımı'nın (NAO) kuvvetli (ekstrem) anomali indisi dönemlerine karşılık gelmektedir. Bölgesel olarak ele alındığında 1970'li yılların başı ile 1990'lı yılların başı arasındaki kurak koşullardan en fazla, Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu bölümleri etkilenmektedir. Öte yandan, özellikle karasal yağış rejimine sahip iç bölgelerdeki bazı istasyonların ilkbahar ve yaz yağışlarında ve yıllık kuraklık indislerinde ise bir artış eğilimi, başka sözlerle daha nemli koşullara doğru bir gidiş gözlenmiştir.

Bu çerçevede, Türkiye'nin karasal iç ve doğu bölgelerinin önemli bir bölümü ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi iklim etmenleri ve bitki örtüsü de dikkate alınarak, çölleşmeye eğilimli araziler olarak değerlendirilmektedir.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından İngiltere Meteoroloji servisi Hadley İklim Tahmin ve Araştırma Merkezi'nin geliştirdiği PRECIS Bölgesel İklim Modeli kullanılarak ve IPCC A2 Senaryosu (küresel ortalama sıcaklık artışı 2-5 °C) temel alınarak yürütülen modelleme çalışmalarında, 2071-2100 döneminde, 1961-1990 dönemine göre olası iklimsel değişikliklere yönelik güncel bulgular ortaya konulmuştur (**Çizelge 2.4**).

Söz konusu çalışmanın sonuçları, bir başka bölgesel iklim modeli olan RegCM3 modelinin Doğu Akdeniz bölgesi için uygulanıp elde edilen sonuçlarla da benzerlik göstermektedir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Çizelge 2.4. PRECIS modeli sonuçlarına göre, 1961-1990 ortalamasına göre 2071-2100 döneminde Türkiye’de beklenen iklimsel değişiklikler (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Sıcaklıklar	Yağış	Kar Kalınlığı
-Kıyılar dışında ortalama sıcaklık artışı 5-6 °C arasında, -Yaz aylarında batıda, kış aylarında ise doğuda sıcaklık artışı daha fazla	-Ortalama yağışlarda % 40’a varan oranda azalmalar bekleniyor, -Batıda yağış azalması toplam miktar ve % değeri olarak daha yüksek, -Yaz aylarında Orta Anadolu ve Karadeniz’de belirgin azalmalar öngörülüyor, -Sonbaharda Karadeniz’de yağışlarda artış beklenebilir.	-Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu dağlarında kar kalınlığı 300 mm’ye kadar varan azalmalar görülmektedir.

2.4.2. İklim Değişikliği Hakkında Politika Belirlemede Süreçler

Uluslararası alanda iklim değişikliği ile ilgili süreç; 1980’li yıllarda bilimsel çalışmalarla başlayıp, 1990’ların ilk yarısında eylem stratejilerinin belirlenmesi, 1990’lı yılların ikinci yarısında yükümlülüklerin belirlenmesi ve kurumsal yapılanmanın tamamlanması, 2000’li yılların başında yükümlülük dönemi uygulamalarının başlaması ve 2005 yılından itibaren de 2012 sonrası döneme ait müzakerelerin başlatılması şeklinde özetlenebilir.

Uluslararası alanda iklim değişikliği hakkında politika belirleme süreçleri çalışmaları sonucunda, BMİDÇS, Kyoto Protokolü, IPCC gibi önemli toplantılar yapıp, takip edilecek politikalar konusunda kararlar alınmıştır. Bu toplantı ve alınan kararlar yukarıda açıklandığı için burada bir daha açıklamaya gerek duyulmamıştır (Arıkan ve Özsoy, 2008).

2.4.2.1. Avrupa Birliği’nde Politika Belirlemede Süreçler

“21. Yüzyıl’ın ortasındaki küresel ortalama sıcaklık artışını, Sanayi Devrimi öncesi döneme göre 2 °C’nin altında kalmasını sağlamak” Avrupa Birliği’nin iklim değişikliği politikasının temelini oluşturmaktadır. Birlik olarak Kyoto Protokolü

hedeflerine ulaşılmasını sağlamak amacıyla 2000 yılında hazırlanan Avrupa İklim Değişikliği Programı, hem değişik sektörlerden 40'tan fazla önlemi içermesi, hem de tasarım, uygulama ve izleme aşamalarında, toplumun ilgili tüm kesimlerini (paydaşlar) kapsayan geniş tabanlı ve katılımcı bir süreçle hayata geçirilmesi açısından önemli bir model olarak değerlendirilebilir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Çizelge 2.5. Avrupa Birliği'nin iklim değişikliği politika ve uygulamalarının temel özellikleri (Arıkan ve Özsoy, 2008).

AB Politika ve Uygulamasının Temel Özelliği	Açıklama
İklim değişikliğinin politikalarının sürdürülebilir kalkınma süreçleriyle entegrasyonu	1990 yılındaki Lüksemburg Çevre Konseyi kararı iklim değişikliği politikalarının temelini oluşturmuş, 2001 yılında hazırlanan AB Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi ile de diğer ekonomik sektörlerle entegrasyon sağlanmıştır. 2012 sonrası hedeflerinin enerji ve iklim paketi olarak açıklanması, iklim değişikliğiyle savaşım ve uyum politikalarının güvenlik-ekonomi-istihdam-yatırım alanlarıyla birleştirilmesini sağlamaktadır.
Ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ilkesinin uygulanması	2008-2012 yılında 15 ülkenin oluşturduğu AB Balonu içerisinde, Birlik olarak salımlar azaltılırken, Uyum Fonu ülkeleri olarak adlandırılan İrlanda, İspanya, Portekiz, Yunanistan'ın ekonomik kalkınmalarına yardımcı olabilmek amacıyla, salımlarını arttırmalarına olanak sağlanmıştır. 2004 yılındaki genişleme sürecindeki 10 ülkenin farklı yükümlülükler alabilmesine izin verilmiş 2012-2020 döneminde de hem sektörler hem de ülkeler için özgün koşullara göre esneklikler tanınmıştır.
Siyasi hedeflerin bilimsel çalışmalarla belirlenmesi	AB Balonu müzakereleri öncesi Uthrech Üniversitesi tarafından yürütülen ve Üçlü İndirim Yaklaşımı(Tryptich Approach) modelinin sonuçları dikkate alınmış, bu model uyarınca ulusal sektörler, uluslar arası ölçekte enerji yoğun sektörler ve enerji sektörleri temel alınarak CO ₂ salımlarında indirimler hesaplanmıştır.
Ar-Ge Programları ve kamu politikalarıyla öncülük	Bilimsel Araştırma Çerçeve Programları, Sektörel Destek Programları, Örnek Uygulamalar ve Kampanyalarla özel sektör ve sivil toplumun sürece katılmasında kamu kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması sağlanmaktadır.
Paydaşlar arasında işbirliği, katılımcılık, geri beslemeler ve "yaparak öğrenme"	2000 yılında Birlik bünyesinde oluşturulan Avrupa İklim Değişikliği Programı(ECCP) pek çok çalışma grubunun sürece katılımını sağlamış, 2005 yılından itibaren gerek programın revizyonunda gerek yeni geliştirilen uyum çalışmaları için Beyaz Kitap yayınlanarak paydaş görüşleri alınmış, Salım Ticareti Programı ilk olarak 2005 yılında deneme amaçlı uygulanarak sistemin eksikleri ve başarıları gözlemlenmiştir.
Uluslar arası alanda öncü rol	Sera gazı salımları izlenmesi, ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ilkesi uyarınca yükümlülük paylaşımı ilkesinin hayata

2.4.2.2. Türkiye’de İklim Değişikliğinde Politika Belirlemede Süreçler

Türkiye’nin, 1990 yılında gerçekleştirilen 2. Dünya İklim Konferansı’na katıldığı ve hatta Bakanlar Deklarasyonu’nu imzaladığı, 1990’lı yılların başındaki BM Genel Kurul kararlarını onayladığı, 1991-1992 yıllarını kapsayan Hükümetlerarası Müzakere Komitesi (INC) çalışmalarına da katıldığı dikkate alındığında, resmi olarak başlangıç aşamasında sürecin içinde yer aldığı gözlemlenmektedir.

Uluslar arası müzakerelerde kat edilen ilerlemenin, özellikle sonuçlarından doğrudan etkilenecek ekonomik sektörler tarafından yakından ve etkin izlenmesinde yaşanan olumsuzluklar, 1992 Mayıs ayında gerçekleşen INC müzakerelerinin 5. Toplantısında kabul edilen BMİDÇS kapsamında, Türkiye’nin, OECD üyesi olması nedeniyle sözleşmenin her iki Ek listesinde yer almasının engellenememesiyle sonuçlanmıştır.

1997 yılında gerçekleştirilen III. Taraflar Konferansı’na gönüllü olarak sunulan Türkiye Durum Raporu, en kritik adımlardan birisini oluşturmuştur. Bir anlamda Ek-I ülkelerinin sunmakla yükümlü oldukları Ulusal Bildirim ve Sera Gazı Envanteri Raporları’nın karşılığı olan bu rapor, Azerbaycan ve Pakistan’ın önerisiyle Türkiye’nin eklerden çıkarılma talebini Sekreteryaya’ya sunmasını sağlamıştır. Bu resmi girişim ise, 2001 yılında Marakeş’te gerçekleştirilen VII. Taraflar Konferansı’nda alınan Türkiye’nin Ek-II listesinden çıkartılması ve diğer ülkelerden farklı bir konumda Ek-I’de yer almasını sağlayan 26/CP7 numaralı kararın altyapısını oluşturmuştur.

2001 yılında yayınlanan Başbakanlık genelgesi doğrultusunda, ilgili kamu kurumlarının üst düzeyde temsil edildikleri İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu’nun oluşturulması, sürecin kamu kurumları tarafından daha geniş bir katılım ve perspektifle yürütülmesine olanak sağlamıştır.

2001 yılında alınan 26/CP7 numaralı kararla, Türkiye’nin adının Ek-II listesinden çıkartılarak, diğer ülkelerden farklı bir konumda Ek-I listesinde yer alması kabul edilmiştir. Böylelikle Türkiye sözleşmenin, 2.d maddesine göre 31 Aralık 1998 tarihinin, eklerde yapılacak değişiklik için son tarih olarak belirlenmesine rağmen, 2001 yılında söz konusu değişikliği gerçekleştirmeyi başarmıştır. İçeriği dikkate alındığında, bu karar, BMİDÇS düzeyinde sadece bir ülke için tanınabilen en geniş koşulları kapsamaktadır (**EK-3, (Çizelge E.3.1), Karar 26/CP7**).

2005 yılında GEF (Küresel Çevre Fonu)’ndan sağlanan hibe desteği ile hazırlanmaya başlanan Birinci Ulusal Bildirim Raporu, başta sera gazı envanteri olmak üzere ulusal düzeyde pek çok önemli resmi veri ve bilginin ulusal ve uluslararası kamuoyunun bilgisine sunulması açısından önemli bir eksikliği tamamlamıştır.

2002 yılında gerçekleştirilen VIII. Taraflar Konferansı’nda kabul edilen Yeni Delhi Çalışma Programı uyarınca, 2005 yılında, Bölgesel Çevre Merkezi (REC) Türkiye Ofisi’nin Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından eğitim, öğretim ve kamuoyu bilinçlendirme alanlarında Ulusal Odak Noktası olarak görevlendirilmesi, hem bu alanda Dünya’daki ilk uygulama örnekleri arasında yer alması nedeniyle uluslararası kamuoyu tarafından büyük bir ilgiyle karşılanmış hem de BMİDÇS yükümlülüklerinin uygulanmasında tüm paydaşlar için önemli bir teknik destek sağlamıştır.

Özellikle 2007 yılının başında yaşanan kuraklık, BMİDÇS’in sadece sera gazı salımları değil, iklim değişikliğinin etkileri ve etkilere uyum konusunda da pek çok önemli açılım sunduğunun ortaya çıkması açısından önemli bir rol oynamıştır.

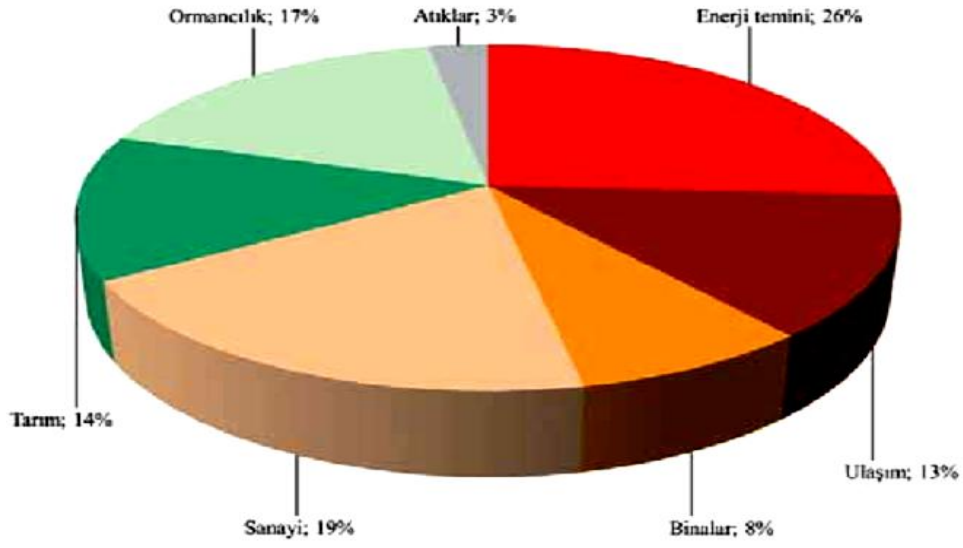
Ancak, 2005 yılında hem Türkiye’nin sürece aktif katılmaya başlaması hem de uluslararası alanda hareketlenen Kyoto Protokolü tartışmaları, Türkiye’deki STK’ların da süreçte daha aktifleşmesinin önünü açmıştır.

Tüm bu gelişmeler ışığında Türkiye’nin, sözleşmenin Ek-I listesinde yer almasına rağmen, Kyoto Protokolü’nün I. yükümlülük dönemi için (2008-2012) sera gazı salım azaltma ya da sınırlama hedefi (QELRO) belirlemeyen tek ülke olması, 26/CP7 numaralı karar uyarınca, Türkiye’nin diğer Ek-I ülkelerinden farklı olmasının, ilk somut göstergelerinden birisi olarak değerlendirilebilir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

2.4.3. İklim Değişikliği İle Savaşım

2.4.3.1. İklim Değişikliği ile Savaşımında Bilimsel Bulgular

Küresel ölçekte insan kaynaklı sera gazı salımlarının, 2004 yılı itibarı ile 49 milyar ton eş CO₂/yıl düzeyine ulaştığı öngörülmekle beraber, söz konusu sorumluluk tüm dünya ülkelerince eşit bir şekilde paylaşılmaktadır.



Şekil 2.13. 2004 yılı itibarı ile insan kaynaklı sera gazı salımlarının sektörel dağılımı
(Toplam 49 milyar ton eş CO₂) (Arıkan ve Özsoy, 2008).

2004 yılı itibarı ile insan kaynaklı sera gazı salımların %65'e yakın bölümü fosil yakıtların yanmasından kaynaklanmıştır (**Şekil 2.13**). 1970-2004 döneminde en büyük artışlar %145, %120, %40 oranında sırasıyla enerji temini, ulaşım ve arazi kullanım değişiklikleri sektörlerinde kaydedilmiştir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

İklim değişikliği ile mücadele için çok sayıda seçenek bulunmaktadır. (**Çizelge 2.6**), ülkelerin kendi ulusal koşullarına ve önceliklerine göre tercihte bulunabilecekleri geniş portföyü özetlemektedir.

Çizelge 2.6. İklim değişikliği ile savaşım için seçenekler (İlk 10 yıl, 2006), (Arıkan ve Özsoy, 2008).

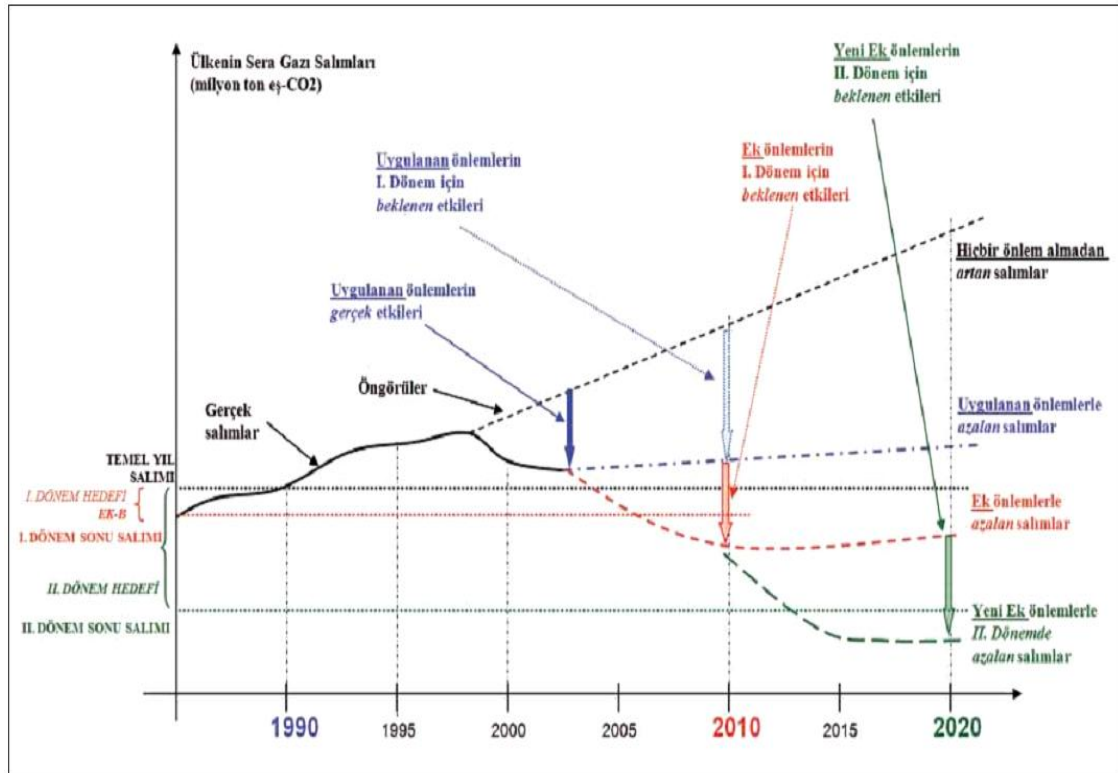
SERA GAZI SALIM AZALTIM POLİTİKALARININ TEMEL YAPITAŞLARI		SERA GAZI SALIMLARI İÇİN TEKNOLOJİ SEÇENEKLERİ		
		SEKTÖRLER	TEMEL KONULAR	TEKNOLOJİ
ENERJİ	Ekonomik olarak verimli enerji arzı ve kullanımı ve diğer farklı politikalar (kaynak çeşitliliğinin sağlanması, çevrenin korunması, enerji sektörü reformu, yeşil vergiler, salım ticareti)	Enerji arzı ve altyapısı	Yenilenebilir Enerji ve Yakıtlar	Rüzgar enerjisi, Güneş gözeleri, Güneş yapıları, Güneş ışınının yoğunlaştırılması, Biyokütlenin biyokimyasal çevrimi, Biyokütlenin termokimyasal çevrimi, Biyokütle atıkları, Enerji bitkileri, Fotoçevrim, İleri hidroelektrik, Jeotermal enerji
			Enerji altyapısı	Yüksek ısıda süper iletkenlik, İletim ve dağıtım teknolojileri, Dağınık üretimle kombine çevrim ve ısı, Enerji depolaması, Sensörler, kontroller ve iletişim araçları, güç elektronığı.
			Düşük salımlı fosil yakıtlar ve santraller	Sıfır atık enerjisi, hidrojen ve ürünler, Yüksek verimli kömür, Yüksek verimli karma sistemler.
			Hidrojen	Nükleer teknolojiden hidrojen elde edilmesi, Bütünleşik hidrojen enerjisi sistemleri, Hidrojen üretimi, Hidrojen depolaması ve

ULAŞIM	Sektörde sürdürülebilir kalkınma	BAKINIZ: ENERJİ		
	Hava kalitesi yönetimi			
	Trafik yönetimi			
	Enerji Güvenliği			
ENDÜSTRİYEL SÜREÇLER	Verimliliğin artırılması, Florlu gazların kullanımının ve salımının azaltılması. Yan ürünler tarafından salınan gazların azaltılması.	CO ₂ dışı sera gazlarını n iklim etkisinin azaltılması	Yüksek küresel ısınma potansiyeli ne sahip gazların salımı	-Yarı iletken sanayileri -Yarı iletken sanayilerin de yüksek potansiyeli olan gazların değişimi -Aluminyum sanayisi SF6 salımları -Elektrik santrallerinde SF6 gazının değişimi. -Süper marketlerde soğutma HFC salımları
TARIM	Yer altı sularının kirlenmesinin önlenerek çevresel performansın iyileştirilmesi, iyileştirilmiş gıda kalitesi, kırsal kalkınma, organik tarım ve arazi planlaması yoluyla sürdürülebilirlik.	CO ₂ dışı sera gazlarını n iklim etkisinin azaltılması	Tarım sektöründ en Kaynaklı metan ve N2O salımları	-N2O için ileri tarım teknikleri -Gübre yönetimi ile metan salımları azaltımı -Enterik fermantasyon için ileri tarım teknikleri
ARAZİ KULLANIM VE ORMANCILIK	Ormanların korunması ve sürdürülebilir yönetimi Biyoçeşitlilik yaban hayatı toprak ve suyun korunması Yutak kapasitesi için ormanlaştırma ve yeniden ormanlaştırma			
ATIK	Atıkların hava, toprak ve yeraltı suları üzerindeki olumsuz etkisinin azaltılması. Atıkların geri kazanımı, Atık azaltımı	BAKINIZ: ENERJİ		

İklim değişikliği ile savaşmada kullanılan politika ve önlemlere Ek-I ülkelerinden örnek uygulamalar verecek olursak; Almanya’da kamu politikaları ve alım garantileriyle yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payı 1990-2001 döneminde % 3.8’den %7’ye çıkmıştır. İngiltere’de enerji verimliliğini arttırmak için hükümetle gönüllü anlaşma yapan enerji yoğun sektörler için, iklim değişikliği vergisi

%20 azaltılmaktadır. Slovenya’da ısı yalıtım malzemeleri için vergi muafiyeti uygulanmaktadır. Avrupa Birliği’nde, uygulanan “Yenilenebilir Enerji Çıkış Kampanyası”nda pek çok yeni teknolojinin yaygınlaşması sağlanmıştır.

1990-2001 yılları arasında Ek-I ülkeleri tarafından iklim değişikliği ile mücadelede, izlenen politika ve önlemlerin sektörel konulara göre dağılımı ve uygulayan ülke sayısını verecek olursak; Enerji verimliliği (uygulayan ülke sayısı 19), ormanlaştırma ve yeniden ormanlaştırma (uygulayan ülke sayısı 18), yenilenebilir enerji (uygulayan ülke sayısı 17), gübre ve hayvansal atık yönetimi (uygulayan ülke sayısı 15), sanayide kirlilik önleme (uygulayan ülke sayısı 14), düzenli depolama gazının toplanması (uygulayan ülke sayısı 14), kombine ısı ve elektrik (uygulayan ülke sayısı 10), araç ve yakıt vergileri (uygulayan ülke sayısı 10), yakıt dönüşümü (uygulayan ülke sayısı 7), ortak tarım politikası (uygulayan ülke sayısı 7), bütünleşik ulaşım politikaları (uygulayan ülke sayısı 6)’dır (Arıkan ve Özsoy, 2008).



Şekil 2.14. Politika ve önlemlerin, sera gazı salımları yükümlülüklerine etkisinin şematik gösterimi (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Ek-I ülkelerinin sera gazı salımlarının, yürütülen tüm çabalara karşın, belirgin bir azalma eğilimi içerisine girememesi, ilgili tüm kesimleri iklim değişikliği ile savaşım konusunda daha farklı bir yaklaşımların ortaya konulması yönünde arayışlara yönlendirmiştir.

Her ne kadar mevcut eğilimler kötümser bir tablo sergilese de, orta vadeli bir hedefle 2030 yılına yönelik olarak yapılan çeşitli öngörülerde, zaman içerisinde;

- özellikle enerji tasarrufu ve yenilenebilir enerji alanlarında teknolojiler,
- petrol başta olmak üzere fosil yakıtların erişilebilirliği ve ekonomik olarak tüketicilere sunulmasında karşılaşılabilecek sorunlar,
- karbon piyasalarının etkinleşmesi ve büyümesi gibi alanlarda geliştirilebilecek kararlı ve cesur politika ve önlemlerle, iklim değişikliği ile savaş alanında hedeflenen başarıya erişilmesinin çok zor olmadığını ortaya koymaktadır.

Vattenfal firması tarafından yapılan bir analiz sıfır ya da çok düşük maliyetli yatırımları hayata geçirerek, 2030 yılı itibarı ile yıllık 7 milyar ton eş-CO₂ düzeyinde bir salım tasarrufu elde edilebileceği ortaya konulmaktadır. Bu değerin, 2004 yılı itibarı ile ABD'nin yıllık salımlarına ya da 15 üyeli Avrupa Birliği ile Rusya'nın 2004 yılı salımlarının toplamına eşit bir değer olduğu düşünüldüğünde, önemli bir anlam taşıdığı ortaya çıkmaktadır. 2030 itibarı ile yaklaşık 15-25 milyar ton eş-CO₂/yıl tutarında bir sera gazı salım azaltım potansiyeli, en fazla \$20/ton eş-CO₂ tutarında bir maliyetle hayata geçirilebilecek, bu potansiyel ise 2030 yılındaki yıllık sera gazı salımlarının %30'una yakın bir bölümünü oluşturabilecektir. Günümüzde uluslar arası borsalarda karbon değerinin €10-€20/ton eş-CO₂ seviyesinde değiştiği dikkate alındığında, söz konusu potansiyelin rahatlıkla hayata geçirilebileceği de ortaya konulmaktadır (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Çizelge 2.7. İklim değişikliği ile savaşım için alınabilecek önlemlerin maliyeti ve potansiyeli (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Maliyet (ABD \$/ton-eş CO₂)	Küresel Ekonomik Potansiyel (milyar ton-eş CO₂/yıl)	Küresel Salımlara Oranı % (A1B Senaryosuna göre 2030 yılı salımları: 67 milyar ton- eş CO₂ / yıl)
0	5-7	7-10
20	9-17	14-25
50	13-26	20-38
100	16-31	23-46

2.4.3.2. Avrupa Birliği’nin İklim Değişikliği ile Savaşımı

Yukarıda da belirtildiği gibi, Avrupa Birliği’nin iklim değişikliği ile savaşım politikalarının temel amacı “21. Yüzyılda Sanayi Devrimi öncesine göre 2 °C’lik sıcaklık artışını aşmamak”tır.

15 üyeli Avrupa Birliği’nin, bu yöndeki ilk çalışması, 1995-1997 yılı arasında devam eden ve 1997 yılında Kyoto’da gerçekleştirilen III. Taraflar Konferansı (COP3) ile imzaya açılan “2000 sonrasına yönelik sera gazı salımı azaltım hedeflerine” yönelik ortak bir AB politikası belirlenmesi yönünde olmuştur.

Sağlıklı bir politikanın belirlenebilmesi için öncelikle üye ülkeler 1996 yılının ikinci yarısında, 2010 yılına yönelik sera gazı salım tahminlerini sundular. Söz konusu bildirimlerde toplam 12 ülkeden gelen veriler 2010 yılı itibarı ile 15 üyeli AB’nin en fazla % 3 oranında bir toplam salım azaltım hedefine ulaşabileceğini ortaya koyuyordu. Bu veriler ışığında Uthrect Üniversitesi tarafından hazırlanan Üçlü İndirim Yaklaşımı (Tryptich Approach) olarak adlandırılan ve ulusal sektörlerde, uluslar arası ölçekte enerji yoğun sektörlerde ve enerji sektörlerinde sadece CO₂ salımlarını temel alınarak hazırlanan bir modeldir. İrlanda, ispanya, Portekiz, Yunanistan’ın diğer adıyla Uyum Fonu ülkelerinin (Cohesion Fund Countries), Birlik içerisindeki dengeler göz önünde bulundurularak ve ekonomik kalkınmalarına yardımcı olabilmek amacıyla, salımlarını

azaltmak yerine artırabilecekleri öngörüsünde bulunulması, modelde kullanılan pek çok veri ve varsayımın en önemlileri arasında yer almaktadır.

Daha sonra müzakereler Tryptich Approach Modeli'nin sonuçları ve Avrupa Komisyonu tarafından yürütülen MIDAS Modeli'nin sonuçları üzerinde ilerledi. 1997 Bahar Konseyi'nde alınan AB Balonu hedefinde 3 gaz için öngörülen salım azaltım yükümlülüğü, toplam 6 gazı kapsayacak şekilde daha da genişletilmiştir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

(Çizelge 2.8)'de toplam salım azaltım hedeflerine dair çeşitli model sonuçları verilmiştir.

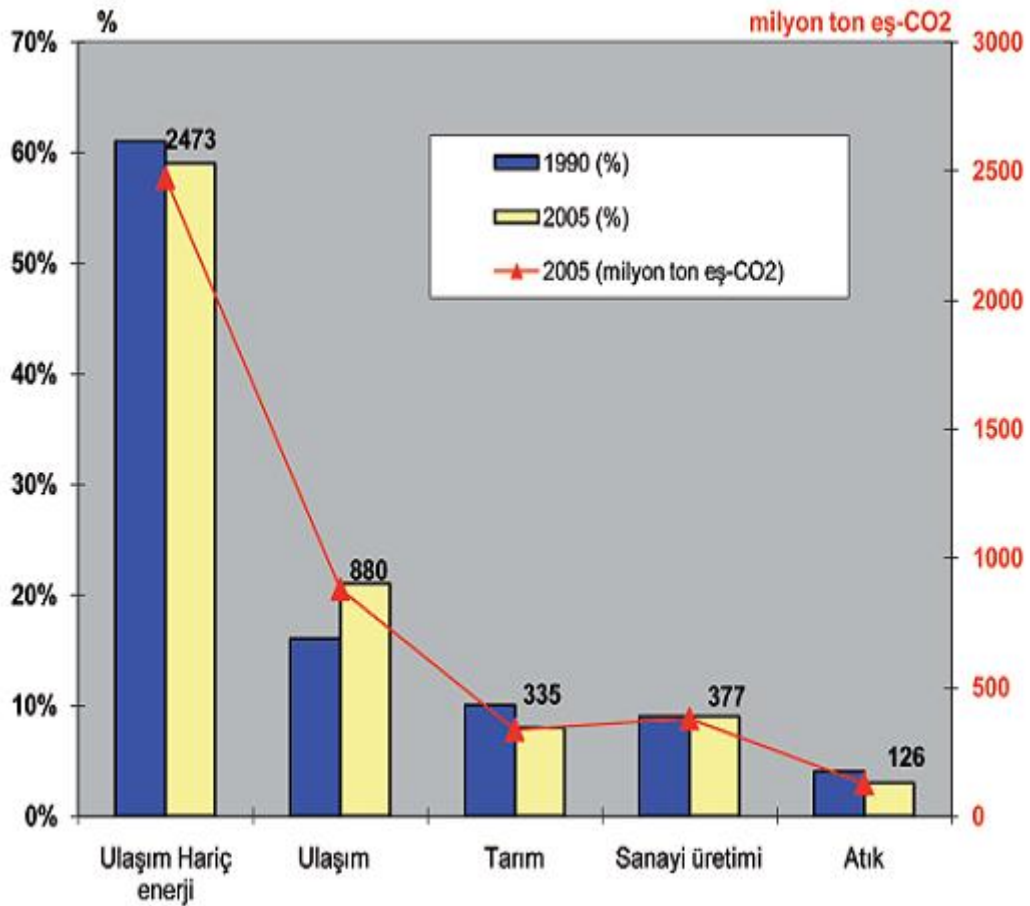
Çizelge 2.8. Kyoto Protokolü AB Balonu için gündeme gelen seçenekler (Arıkan ve Özsoy, 2008).

15 Üyeli AB için 2010 yılı itibarı ile toplam salım azaltım hedefi için seçenekler	Önerilen Toplam Salım Azaltım Hedefi
1996 İrlanda Dönem Başkanlığında Üye Ülkeler tarafından sunulan öneri	% 3
MIDAS modeli sonucu	% 10
Üçlü Yaklaşım(Tryptich Approach)	% 13
1997 Çevre Bakanları Bahar Konseyi Kararı	% 8

1997 tarihli Kyoto Protokolünde 15 üyeli AB adına kabul edilen sera gazı salım azaltım yükümlülüğünün yerine getirilmesi amacıyla öncelikli olarak 2 temel çalışma yürütülmüştür. Birlik bünyesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin kullanılmasına yönelik bir strateji ve eylem planı olan 1997 tarihli Yenilenebilir Enerji Beyaz kitabı, bu çalışmaların ilki ve en önemlisidir. Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan söz konusu belgede, Birlik bünyesinde 2010 yılı itibarı ile enerji tüketiminin %12'sinin, elektrik üretiminin de %22.1'inin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması öngörülmüştür. Diğer önemli çalışma ise Avrupa Komisyonu ile Avrupalı, Japon ve Güney Koreli otomobil üreticileri ile imzalanan gönüllü anlaşmalardır. Söz konusu anlaşmalarla, Avrupa Birliği ülkelerinde trafiğe çıkan yeni araçların sera gazı salımlarının 140 gr CO₂/km düzeyine çekilmesi öngörüldü.

Ancak, aradan geçen 3 yıl içerisindeki uygulamalardan edinilen deneyimler doğrultusunda, Birlik çapında daha kapsamlı bir programın oluşturulması gereği ortaya çıktı. Böylelikle Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan, Avrupa İklim Değişikliği Programı 2000-2005 yılları arasında kapsayacak şekilde yürürlüğe konuldu.

Alınan önlemler sonucunda 15 üyeli AB'nin sera gazı salımları 1990-2005 döneminde %1,4 azalarak toplam 4,2 milyar ton eş-CO₂/yıl değerine ulaşmıştır (**Şekil 2.15**). Söz konusu salımların %80'i ise enerji sektöründen kaynaklanmaktadır (Arıkan ve Özsoy, 2008).



Şekil 2.15. 1990-2005 döneminde AB15 sera gazı salımlarının grafiksel gösterimi
(Arıkan ve Özsoy, 2008).

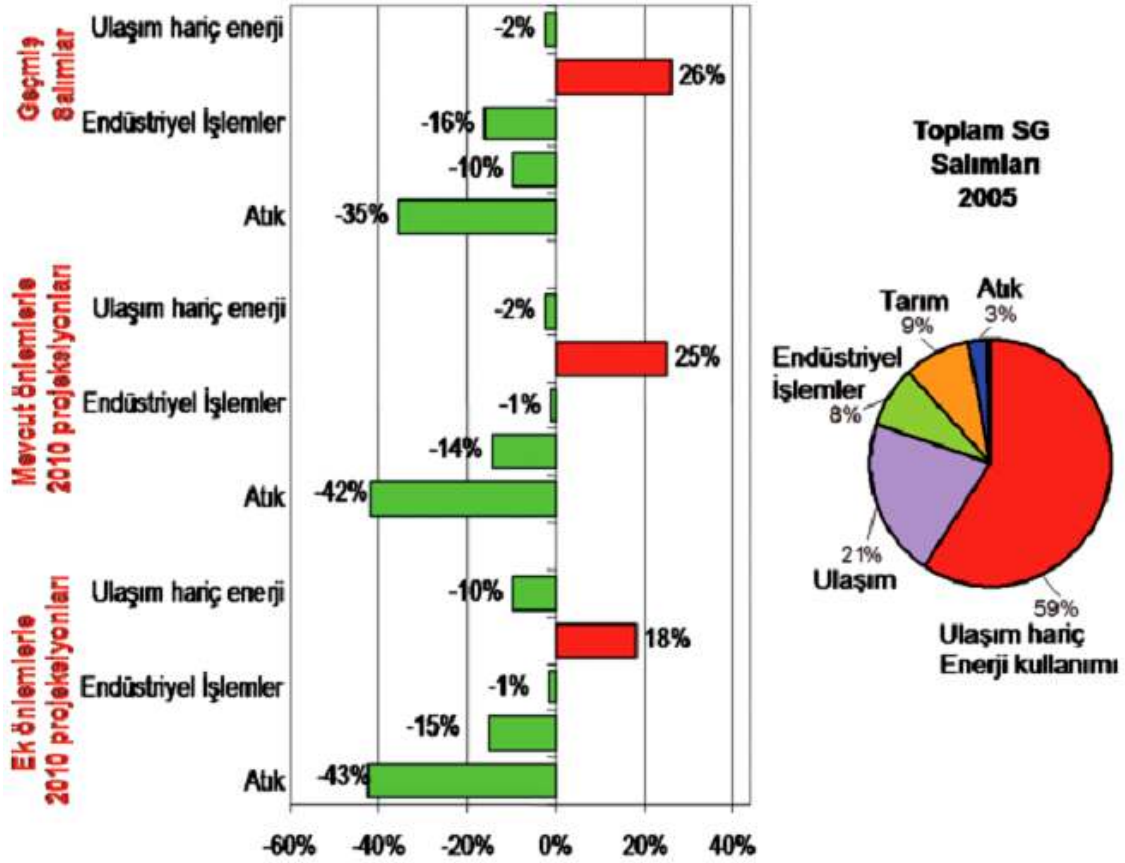
(Çizelge 2.9)'da, Avrupa İklim Değişikliği Programı'nın sera gazı salımları tasarruf öngörülleri verilmiştir.

Çizelge 2.9. Avrupa İklim Değişikliği Programı'nın sera gazı salımları tasarruf öngörülleri (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Seçilen Önlemler	Azaltım Potansiyeli (Milyon ton eş- CO ₂ /yıl) AB15, 2010)	Yürürlüğe Giriş	Salım Tasarrufunun Başlangıcı
AB Salım Ticareti Programı(2005-2006 ortalama salımlarına göre 2008-2012 tahsisi)	146	2003	2005
JI/CDM Projelerinin Salım Ticaretine Bağlanması	(maksimum 227)	2004	2007
F-Gazları Düzenlemesi	23	2006	2008
Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Elde Edilmesinin Desteklenmesi Direktifi	100-125	2001	2003
Kombine Isı ve Çevrimin Desteklenmesi Direktifi	65	2004	2006
Binaların Enerji Performansı Direktifi	35-45	2003	2006
Ulaştırımda Biyoyakıtların Desteklenmesi Direktifi	35-40	2003	2005
Enerji Verimliliği ve Enerji Hizmetlerinin Desteklenmesi Direktifi	40-55	2003	2006
Otomotiv Sektörü Gönüllü Anlaşmaları	75-80	1998	1999

Avrupa İklim Değişikliği Programı'nın 2005 yılında gerçekleştirilen gözden geçirme çalışmaları sırasında, mevcut önlemlerin AB'nin Kyoto Protokolü hedeflerine ulaşması için yeterli olmayacağı anlaşılmış ve üye ülkelerin ek önlemler almaları halinde Avrupa Birliği hedeflerine ulaşılabilceği ortaya konulmuştur. (Şekil 2.16),

mevcut durum, mevcut önlemler ve ek önlemler sonucunda elde edilebilecek salım değişimini ortaya koymaktadır (Arıkan ve Özsoy, 2008).

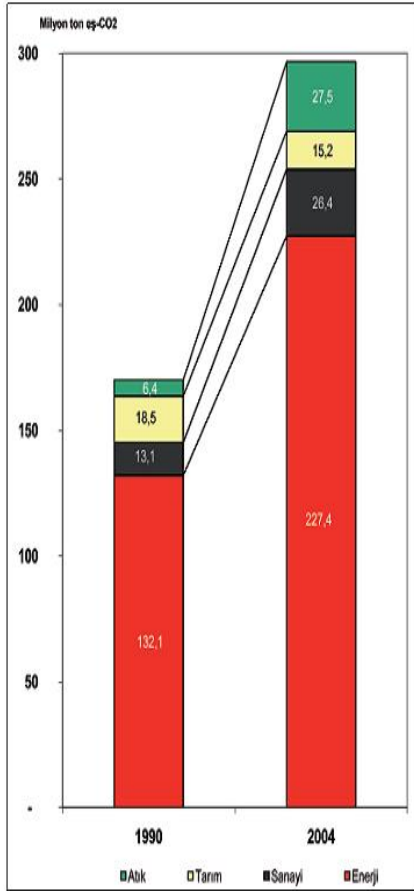


Şekil 2.16. Mevcut durum, mevcut önlemler ve ek önlemlerle AB15 salımlarının sektörel değişimi (Arıkan ve Özsoy, 2008).

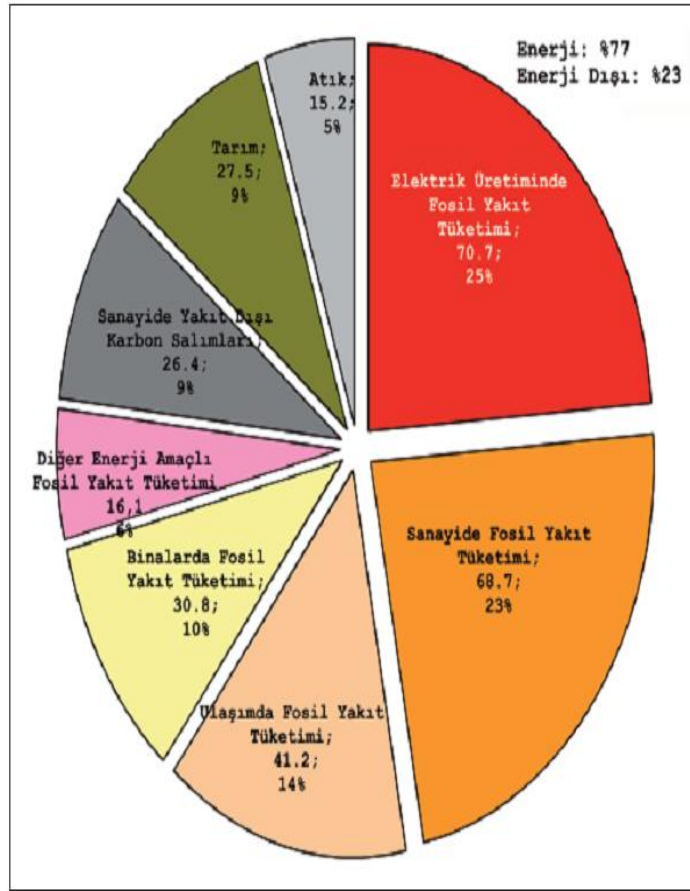
2.4.3.3. Türkiye'nin İklim Değişikliği İle Savaşımı

Ek-I ülkeleri, geçmişe dair sera gazı salım değerlerinin sayısal verilerini içeren sera gazı envanterlerini her yıl BMİDÇS Sekretaryası'na sunmak zorundalar. Türkiye'nin 2004 yılına ait sera gazı envanteri 2006 yılı içerisinde BMİDÇS sekreteryasına sunulmuş, zaman içerisinde revize edilerek 2007 yılı içerisinde son şeklini almıştır. 2004 yılı envanteri Türkiye'nin sera gazı salımlarının tüm ayrıntılarıyla ilk defa resmen açıklanması açısından özel bir öneme sahiptir.

(Şekil 2.17)'de verilen 2004 yılı sera gazı envanterine göre, 2004 yılı sera gazı salımları, 1990 yılı ile karşılaştırıldığında toplamda %74 oranında artarak 296.6 milyon eş-CO₂ düzeyine ulaşmıştır. 1990-2004 döneminde, tarım hariç tüm temel sektörlerde artış gözlemlenmiştir. En yüksek artışın gözlemlendiği %331 atık sektöründe en güncel verinin 1994 yılına ait olduğu ve 1990 yılına ait salımların extrapolasyon yöntemiyle elde edildiği açıklanmaktadır (Arıkan ve Özsoy, 2008).



Şekil 2.17. 1990-2004 dönemi sektörel sera gazı salımları (Arıkan ve Özsoy, 2008).



Şekil 2.18. 2004 yılında sektörlere göre sera gazı salımlarının dağılımı (Toplam: 296,6 milyon ton eş-CO₂) (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Çizelge 2.10. 1990 yılı salım değeri, 2004 yılı salım değeri, 1990-2004 salım artış oranı açısından en öncelikli ilk 10 alt sektör (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Öncelik Sıralaması	Alt Sektör Tanımı	Sera Gazı Salımları (milyon ton-eş-CO ₂)		1990-2004 Değişimi	
		1990	2004	(milyon ton eş-CO ₂)	%
1	Sanayide kömür kullanımı	23.4	40.3	16.9	72%
2	Katı atıkların depolanması	6.4	27.5	21.1	330%
3	Elektrik üretiminde doğalgaz kullanımı	5.4	27.5	22.1	409%
4	Elektrik üretiminde kömür kullanımı	21.6	35.4	13.8	64%
5	Karayolu Taşımacılığı	24.1	34.8	10.8	45%
6	Sanayide Doğalgaz kullanımı	1.7	10.5	8.8	518%
7	Binalarda Doğalgaz Kullanımı	0.1	9.8	9.7	9271%
8	Sanayide Fuel Oil Kullanımı	12.6	17.9	5.3	42%
9	Çimento Üretimi(klinker)	10.3	16.7	6.4	62%
10	Sivil Havacılık	0.9	4.8	3.9	433%
İlk 10 alt sektör		106.5	225.2	118.7	112%
Yıllık Toplam		170.1	296.6	126.5	74%

2004 yılı itibarı ile toplam salımlar içerisinde fosil yakıt kullanımının payı (%77) Avrupa Birliği değerlerinden düşük, ama dünya ortalamasının üstündedir. Benzer şekilde, enerji dışı sektörlerin toplam salımları içerisinde tarım ve atık sektörlerinin salımlarının oranı (%62), Avrupa Birliği değerlerinden düşük, ama dünya ortalamasının üstündedir. Bu profil, Türkiye'nin halen bir gelişmekte olan ülke görünümü içerisinde olduğu savını güçlendirmektedir.

2004 yılı salımlarına oranları ele alındığında, en öncelikli ilk 10 alt sektörde, sektörel sıralamasında, ilk sırada sanayi sektörü (kömür/doğalgaz kullanımı ve çimento üretimi), 2. sırada elektrik üretimi (kömür ve doğalgaz kullanımı), 3. sırada ulaşım sektörü (karayolu taşımacılığı ve sivil havacılık) yer almaktadır.

Ülkelerin sera gazı envanterleri, kapsadıkları dönem içerisinde hayata geçirilmiş önlemler sonucunda sera gazı salımlarının geldikleri düzeyi göstermektedir (**EK-4, (Çizelge E.4.1)**)’de bir Ek-I ülkesinin sera gazı envanteri verilmiştir). Türkiye’nin 1990-2004 dönemine ait sera gazı envanteri de, bu dönemde yürütülmüş çalışmaların sonucunda gelinen noktayı ifade etmektedir. Bu dönemde Türkiye’nin BMİDÇS’e taraf olmaması nedeniyle sistematik bir sera gazı salım azaltım politikası izlenmesi beklenmemektedir. Bununla beraber, gerek merkezi hükümet gerek yerel idarelerce çok farklı amaçlarla hayata geçirilen enerji ve atık sektörlerinde pek çok çalışmanın, dolaylı olarak sera gazı salımlarının azaltılmasına katkı sağladığı öngörülmektedir. Türkiye 2004 yılına kadar BMİDÇS tarafı olmadığı ve BMİDÇS kapsamında gelişmekte olan ülke kategorisinde değerlendirilmediği için bu önlemlerin hiçbirisi için uluslararası finans desteği almamış, tüm bu çalışmalara ulusal bütçeden ayrılan kaynaklarla hayata geçirilmiştir.

Yürütülen çalışmalar kapsamında, sadece doğalgaz kullanımı ve demir-çelik sektöründeki iyileştirmeler sonucunda, 2004 yılı itibarı ile 19,5 milyon ton eş-CO₂ dolayında bir sera gazı tasarrufu elde edilmiş olunabileceği öngörülmektedir. Bu önlemler uygulanmasaydı, 1990-2004 döneminde Türkiye’nin sera gazı salımlarındaki artış %74 değil %86 düzeyine ulaşabilecekti.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında 1997-2001 döneminde kaydedilen artış, sera gazı salımlarındaki değişimlere de ters orantılı olarak yansımıştır. Bununla beraber, 1997-2001 döneminde karbon yoğunluğunun daha düşük oranda artması, bu dönemde doğal gazın temel enerji kaynağı olarak kullanımının sonucu olarak değerlendirilebilir.

2001’den itibaren özellikle ekonominin karbon yoğunluğunda ciddi azalmalar gözlemlenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artmasının yanında, esas olarak, ekonomik alanda kaydedilen ilerlemenin bu sonucun elde edilmesinde etken olduğu değerlendirilebilir.

1990-2004 verileri genel olarak değerlendirildiğinde, ortaya çıkan en önemli sonuçlardan birisi de, dünyadaki genel eğilimin tersine, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği alanında Türkiye’de kaydedilen ilerlemelerin oldukça sınırlı bir düzeyde kalmış olmasındır. 1995-2004 döneminde küresel ölçekte rüzgar enerjisi kurulu gücünün %800, güneş gözesi (PV) kurulu gücünün %400’n üzerinde büyümesine rağmen, 1990-2004 Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde kullanımının %24 oranında azalması dikkat çekicidir.

Tüm dünyada olduğu gibi, Türkiye’de de düşük ya da sıfır maliyetli sera gazı salım azaltım önlemlerinin, iklim değişikliği ile savaşım kapsamında önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Toplam 12,9 milyon ton eş-CO₂/yıl düzeyindeki bu tasarruf önlemlerinin 2004 salımlarının %4’ne denk geldiği ortaya çıkmaktadır (Arıkan ve zsoy, 2008).

2.4.4. Dünyada Karbon Piyasaları

2.4.4.1. Kyoto Protokolü’nde Esneklik Düzenekleri

Kyoto Protokolü’n diğer uluslar arası evre sözleşmelerinden farklı kılan en önemli özelliklerinden birisi de hedeflere ulaşmak için tanımlanan esneklik düzenekleridir. Kyoto Protokolü’nn proje temelli esneklik düzenekleri, Ek-I lkelerinin kendi aralarında (Ortak Yürütme) ya da Ek-I dışında yer alan gelişmekte olan ülkelerde (Temiz Kalkınma Düzeneği) uygulayacakları projeler aracılığıyla elde edecekleri sera gazları tasarruflarının kendi kotalarına dahil edilmesini öngörmektedir. Bu düzenekler esas olarak 1990’lı yıllarda tüm dünyada yaygın bir eğilim kazanan piyasa ekonomisinin ilkeleri gözetilerek kurgulanmıştır (Arıkan ve zsoy, 2008).

Çizelge 2.11. Kyoto Protokolü esneklik düzeneklerinin temel tanımları (Arıkan ve Özsoy, 2008).

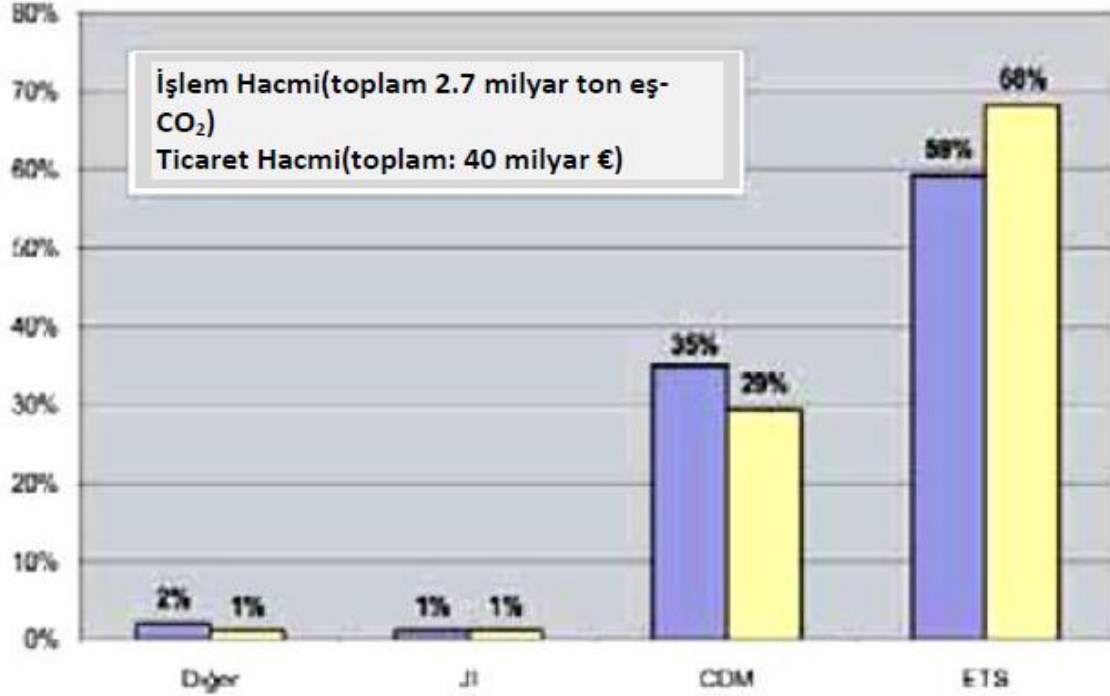
Düzenek Türü	İlgili Kyoto Protokolü Maddesi	Katılımcı Ülkeler		Geçerli Karbon Birimi
		Yatırımcı (Karbon Alıcı)	Ev Sahibi (Karbon Satıcı)	
Temiz Kalkınma Düzeneği(CDM)	12. Madde	Ek-B Ülkeleri	Ek-I Dışı Ülkeler	Onaylı Salım Azaltımı(CER)
Ortak Yürütme(JI)	6. Madde	Ek-B Ülkeleri		Salım Azaltım Birimi(ERU)
Salım Ticareti(ET)	17. Madde	Ek-B Ülkeleri		Ayrılmış Miktar Birimi(AAU)

Atmosfere salınan sera gazlarının iklim değişikliğine olan etkisinin tüm ülkelerde aynı olması, ancak ülkelerin ve sektörlerin değişen koşullarına göre salım azaltım çabalarının maliyetinin farklılaşması, esneklik düzeneklerinin kurgulanmasındaki gerekçelerin başında yer almaktadır. Bu düzenekler kullanılarak, Ek-B ülkelerinin başka ülkelerde ve coğrafyalarda, daha az maliyetle gerçekleştirecekleri salım azaltım projelerinden elde edilen sera gazı salım tasarruflarının, Ek-B ülkelerinin Kyoto Protokolü kapsamında üstlendikleri sera gazı salım azaltım yükümlülüklerini yerine getirilmesinde kullanılması öngörülmektedir.

Bununla beraber, esneklik düzenekleri aracılığıyla elde edilecek sera gazı tasarruflarının, ulusal sınırlar içerisinde yürütecekleri sera gazı salımlarının azaltılması çabalarına ek olarak ve onları tamamlayan nitelikte olmasına özellikle vurgu yapılmaktadır. Böylelikle, Ek-B ülkelerinin kendi ülkelerinde sera gazı salımlarını azaltma çabalarından tamamen vazgeçerek, kendi ülkelerinde ortaya çıkardıkları salımlara karşılık olarak, bedeli karşısında başka ülkelere salım hakkı elde etmelerinin önüne geçilmesi hedeflenmektedir.

2007 yılında, BM Genel Kurulu ve BM Güvenlik Konseyinde iklim değişikliğinin ele alınması, IPCC'in IV. değerlendirme raporunu yayınlayarak Nobel ödülü ile onurlandırılması ve Bali Konferansı ekseninde yaşanan yoğun müzakerelerin, küresel ölçekte karbon piyasalarına güven ve ilginin giderek arttırdığı değerlendirilmektedir. Bu çerçevede 2005 yılı ile karşılaştırıldığında, küresel karbon

piyasaının işlem bazında %242, ticaret hacmi bazında %326 artmış olması bu ilginin somut ifadesi olarak değerlendirilebilir (Arıkan ve Özsoy, 2008).



Şekil 2.19. 2007 yılı itibarı ile küresel karbon piyasasının görünümü (Arıkan ve Özsoy, 2008).

2.4.4.2. Dünyada Gönüllü Karbon Piyasaları

Gönüllü karbon piyasaları, işletmelerin, etkinliklerin ve kar amacı gütmeyen kuruluşların sera gazı salımlarını gönüllü olarak dengeleyebilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan bir pazardır. Gönüllü karbon ticaretinin temel çıkış noktası, Kyoto Protokolü'nde yer almayan ülke ve sektörlerin de sera gazı salım azaltım çabalarına katılması ve bu çabalara uluslararası finans desteği sağlanmasının önünün açılmasıdır.

Bu süreç, Kyoto Protokolü kapsamında zorunlu olarak uygulanan esneklik düzeneklerine göre daha karmaşık bir süreçtir. Karbon ticareti daha farklı şekillerde gerçekleştirilebilir, bundan dolayı karbon salım azaltımı daha esnek ve yeni biçimlerde sağlanabilir. Devletin belirlediği politikalar ve hedeflerden bağımsız olarak geliştirilebilir. Katılım için bir sınırlama yoktur. Gönüllü karbon azaltım süreçlerinde

oluşan karbon kredilerinin (VER) standartları ve ticareti kuralları konusunda belirsizlikler vardır.

Ancak günümüz koşullarında gönüllü karbon ticareti, Kyoto Protokolü kapsamına girmeyen sektörler ve ülkelerde geçerlidir. Bu süreç kanuni zorlamalardan farklı olarak;

- iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması için istekli olmak (çevreci duyarlılık)
- kamu yararı için finans sağlama konusunda yenilikçi yaklaşımlar içerisinde olmak,
- halkla ilişkiler yararları,
- ulusal ve bölgesel yükümlülükler ve planlamalar için hazırlanılması,
- karbon kredilerinin tekrar satılmasıyla kar elde edilmesi,
- yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği programlarının birleştirilmesi gibi amaçlar için geliştirilmektedir.

Japonya’da hükümetin toplam 58 özel sektör derneği ile yürüttüğü Keidanren Gönüllü Eylem Planı, Avustralya hükümetinin uyguladığı Karbon Dostu Girişimi (Greenhouse Friendly Initiative) sistematik olarak yürütülen programlar arasında örnek olarak gösterilebilir.

Bunların dışında, 2006 FIFA Dünya Kupası’nda geliştirilen Yeşil Gol (Green Goal) yaklaşımı, 2002-2006 yılları arasında İngiltere’de uygulanan Salım Ticareti Programı (UK-ETS), 2003 yılında Chicago’da başlatılan Chicago Climate Exchange (CCX) örnek olarak verilebilir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

(Çizelge 2.12)’de küresel karbon ticaretinde gönüllü karbon piyasasının konumu gösterilmektedir.

Çizelge 2.12. Küresel karbon piyasalarında gönüllü karbon ticareti, (Arıkan ve Özsoy, 2008).

	2005		2006		2005-2006 Değişimi	
	Ticaret Hacmi (Mton eşCO ₂)	Piyasa Değeri (milyon US\$)	Ticaret Hacmi (Mton eşCO ₂)	Piyasa Değeri (milyon US\$)	Ticaret Hacmi (Mton eşCO ₂)	Piyasa Değeri (milyon US\$)
Birincil CDM	341	2417	450	4813	32%	99%
İkincil CDM	10	221	25	444	150%	101%
JI	11	68	16	141	45%	107%
Diğer	20	187	17	79	-15%	-58%
Gönüllü Karbon	6	44	10	100	67%	127%

Yaklaşık 100 milyon dolarlık bir ciroya sahip gönüllü karbon ticaretinin, tüm dünyadaki karbon piyasasının oldukça küçük bir bölümünü oluştursa da hızla büyümekte olduğu gözlenmektedir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

2.4.4.3. Türkiye'nin Karbon Piyasası

Türkiye'nin gelişmekte olan ülke konumundan hareketle, benzer konumdaki ülkelerde çok yoğun bir gelişme gösteren CDM projelerine ev sahipliği yapabileceği yönünde beklenti ve girişimler oluştu. Ancak çok kısa bir sürede Türkiye'nin BMİDÇS kapsamında Ek-I listesinde yer alması nedeniyle CDM (Temiz Kalkınma Düzenliği) projelerine ev sahibi olamayacağı, Kyoto Protokolü kapsamında da Ek-B listesinde yer almaması nedeniyle de JI (Ortak Uygulama) projelerine ev sahipliği yapamayacağı ve salım ticareti kapsamına giremeyeceği ortaya çıktı.

Bu bilgilenmeler ışığında Türkiye'nin, karbon piyasalarının dışında kalacağı beklentisi yaygınlaşırken, 2006 yılından itibaren tüm dünyada yaygınlaşmaya başlayan gönüllü karbon ticaretinin Türkiye için de bir seçenek oluşturabileceği yönünde öneri ve girişimler yoğunlaşmaya başladı. İlk uygulamalar kapsamında, önceleri Türkiye'den satışa sunulan karbon kredilerinin, Türkiye'nin Kyoto Protokolü karşısındaki konumunu riske atabileceğine dair çekinceler oluşsa da gerek karbon ticaretinde ağırlıklı olarak Kyoto Protokolü Ek-B listesi dışındaki ülkelerin yer aldığı ortaya çıkması ve

uygulamalarda 2012 sonrasına yönelik herhangi bir vaat ya da öngörude bulunulmaması sağlanınca bu ilk çekinceler belirli oranlarda giderildi.

Türkiye’de gönüllü karbon piyasasının, özellikle 2007 yılının ikinci yarısından itibaren hızla büyüdüğü gözlemlendi. Türkiye’de gönüllü karbon ticaretini oluşturmadaki asıl hedef, karbon salımlarının azaltılması için önemli bir girişimde bulunmak olmalıdır. Türkiye’nin şu anki koşullarında bu talebin oluşması için bütün koşullar vardır. Gönüllü karbon ticareti, hiç kuşkusuz uluslar arası boyutlarda oluşturulan zorunlu mekanizmaların yürütülmesine alternatif olamaz. Ancak, Türkiye’de sera gazı salımlarının azaltılmasında gönüllü karbon ticareti uygulamaları, yakın gelecekte, yeni enerji ve çevre politikalarının tanımlanmasına ve kurgulanmasına zemin sağlayacaktır (Arıkan ve Özsoy, 2008).

2.4.5. İklim Değişikliği Etkilerini Azaltmada İklim Değişikliğine Uyum

2.4.5.1. Uyumun Bilimsel Bulguları

BMİDÇ kapsamında, Uyum (adaptation); toplumların ve ekosistemlerin, değişen iklim koşulları ile baş edebilmelerine yardımcı olmak için gerçekleştirilen eylemler ve alınan önlemler olarak tanımlanmıştır. Uyum önlemleri, çok kuvvetli fırtınalar ve şiddetli yağışlardan en uygun bir biçimde korunmak amacıyla taşkın duvarlarının inşa edilmesi; ya da daha yüksek sıcaklıklara ve daha kuru toprak koşullarına en uygun tarımsal ürünlerin ve ağaçların yetiştirilmesi vb. uygulamaları içerir.

Temel olarak BMİDÇS, iklim değişikliği ile savaşım yolunda atılacak adımların ekosistemin iklim değişikliğine doğal bir şekilde uyum sağlamasına olanak sağlamasını, tüm ülkelerin iklim değişikliğine uyum hazırlığında işbirliği yapmalarını ve Ek-II ülkelerinin gelişmekte olan ülkelere finansman desteği sağlamalarını öngörmektedir. Ayrıca, BMİDÇS’in 4.1 numaralı maddesinde tüm tarafların, iklim değişikliğinin etkilerine uyum hazırlığında işbirliği yapması, kıyı alanları yönetimi, su kaynakları ve tarım özellikle Afrika’daki gibi kuraklık, çölleşme ve sellerden etkilenen alanların korunması ve rehabilitasyonu için uygun ve entegre planlar hazırlamaları ve

genişletmeleri öngörülmüştür. BMİDÇS'in 4.8 maddesinde, iklim değişikliğine hassas ülkelerin tanımı için 8 adet kriter belirlenmiştir. Bunlar;

- Küçük ada devletleri;
- Alçak konumlu kıyı alanları;
- Kurak ve yarı-kurak alanları, ormanlaştırılmış alanları ve orman çürümesine karşı hassas alanları bulunan ülkeler;
- Yüksek kentsel atmosfer kirliliğine sahip alanları bulunan ülkeler;
- Ekonomileri, büyük ölçüde fosil yakıtların üretiminden, işlenmesinden, ihracatından ve/veya tüketiminden ve fosil yakıtlarla ilişkili enerji-yoğun ürünlerden gelen gelire bağımlı ülkeler;
- Denize çıkışı olmayan ve transit ülkelerdir.

İklim değişikliğinin etkileri başlangıçta çoğunlukla Asya ve Afrika'da yer alan ekonomik gücü yetersiz gelişmekte olan ülkelerin bir sorunu olarak ele alınmış, 1997 tarihli Kyoto Protokolü'nde dahi iklim değişikliğine uyum konusunda hiçbir öngörü ya da planlamaya bile yer verilmemişti.

2001 yılında yayınlanan IPCC'nin III. değerlendirme raporu (TAR), iklim değişikliğine uyum konusunu en az iklim değişikliği ile savaşım kadar önemli bir başlık olarak insan kaynaklı iklim değişikliği sürecinde yer vermesiyle süreçte ilerlemeler kaydedilmeye başlandı. Bu çerçevede, Temiz Kalkınma Düzenekleri kapsamında elde edilecek gelirle bir uyum fonu oluşturulması gündeme alınmış, 2002 yılında düzenlenen VIII. Taraflar Konferansı'nda da ilk defa uyum konusunda BMİDÇS düzeyinde çalışmalar yürütülmesi kararlaştırılmıştır.

2003 yılında yaşanan sıcaklık krizleri sonucunda tüm Avrupa'da bir haftada 35,000'e yakın insanın yaşamını kaybetmesi ve 2005 yılında yaşanan Katrina Kasırgası'nın da dünyanın en güçlü ekonomisi olduğu iddia edilen ABD'de bile yarattığı maddi ve manevi kayıplar ise, uyum konusunun tüm ülkelere daha ciddi ele alınması gereğini ortaya koymuştur. Bu çerçevede, İklim değişikliği alanında kurumsal düzenleme yolundaki en sistematik yaklaşım olarak 2005-2010 yıllarını kapsayan Nairobi Çalışma Programı ile ortaya konmuştur.

İklim değişikliğinin etkilerine, etkilenebilirlik ve uyum konusundaki Nairobi Çalışma Programı, tüm ülkelere ve özellikle gelişmekte olan ülkelere, iklim değişikliğinin etkileri, etkilenebilirlik ve uyum süreçlerinin anlaşılmasında ve şimdiki ve gelecekteki değişiklikler dikkate alınarak, uygun bilimsel ve sosyo-ekonomik temellere dayalı, pratik uygulanabilir uyum eylemlerinin ve önlemlerinin alınmasında yardımcı olmayı hedeflemektedir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Nairobi Çalışma Programı'nın ekseninde ortaya konulan sorun alanları ve çözüm yolları (**Çizelge 2.13**)'te, bu yolda geliştirilebilecek stratejiler de (**Çizelge 2.14**)'de verilmiştir.

Çizelge 2.13. Nairobi çalışma programı'nın ilkeleri (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Nairobi Çalışma Planı Ekseninde, İklim Değişikliğine Uyum Konusunda	
Sorun Alanları	Çözüm Yolları
-Tatlı Su Kaynakları -Ekosistemler -Tarım -Kıyı Alanları -Sanayi/Ekonomik Etkinlikler/Yerleşim -Sağlık	-Yöntemler ve Araçlar -Veri ve Gözlemler -İklim Modellemesi, Senaryolar ve Ölçek küçültme -İklime Bağlı Riskler ve Aşırı Olaylar -Sosyo-Ekonomik Bilgiler -Uyum Planlaması ve Uygulamaları -Araştırma -Uyum için Teknolojiler -Ekonomik Çeşitlendirme

Çizelge 2.14. İklim değişikliğine uyum için olası stratejiler (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Tehlike	Etki	Strateji
-Ürün Kaybı -Su sıkıntısı -Toprak Bozunması -Toprak Erozyonu -Geçim Kaybı -Hayatta kalma süresinde düşme/Besicilik verimi -Hayatta kalma süresinde düşme/Kümes hayvancılığının verimi -Balık üretiminde azalma -Toprak kaybı -Su baskınları -Kıyı baskınları7erozyon -Yerleşim alanlarında hasar -Kentsel ısı adaları Hastalık vakalarında artış	-Hastalık taşıyıcıların kontrolü -Uygun ürün seçimi -Alternatif ekim metodları -Hasat sonrası yönetimi -Hasat sonrası yönetimi -Zararlı kontrolü -Yağmur suyunun toplanması -Sürdürülebilir su yönetimi -Toprakların korunması -Doğal kaynakların yönetimi -Bitki besin maddeleri yönetimi -Geçim kaynaklarının değiştirilmesi -Doğru ürün seçimi -Doğru kümes hayvanı seçimi -Beslenme alışkanlıkları -Afet risk yönetimi -Geliştirilmiş konut tasarımları -Uygun alet kullanımı -Toprak reformu -Arazilerin ıslah edilmesi	-Kuraklık/Çoraklaşma -Düzensiz yağışlar -Seller -Deniz seviyesinin yükselmesi -Tropik siklonlar -Aşırı sıcaklar -Aşırı soğuk -Taşıyıcı kaynaklı hastalıklar

IV. değerlendirme raporu (AR4), uyum konusunda öne çıkan kritik konuları aşağıdaki şekilde özetlemektedir:

- Günümüze kadarki salımlar nedeniyle bile, yakın gelecekte kısa ve orta vadede uyum konusunda ciddi önlemler alınması gerekecektir. Hem savaşım hem de uyum önlemlerinin bir arada uygulanması, iklim değişikliğine bağlı risklerin azaltılmasında önemli kazanımlar ortaya çıkarabilecektir.
- Uyum konusunda pek çok seçenek bulunmaktadır ve bunların bir kısmı uygulamaya alınmaktadır. Ancak, teknolojik, davranışsal, yönetim ve planlama alanlarındaki bölgesel, ulusal ve yerel ölçekteki farklılıklar nedeniyle, toplumların uyum sağlama kapasiteleri arasında çok büyük farklar bulunmaktadır.

- Bununla beraber, gelecekte olası etkilere uyum sağlamak için çok daha geniş kapsamlı önlemlerin devreye alınması gerekmektedir.
- Halen farklı alanlarda gerçekleşen çok çeşitli insan etkinlikleri nedeniyle, ekosistemlerin iklimde yaşanacak değişikliklere karşı olumsuz yönde etkilenme riskleri daha da artmaktadır.
- Nüfus planlaması, kentleşme, tarım, su kaynakları yönetimi gibi alanlarda iklimsel değişiklikleri dikkate almadan uygulanacak kalkınma modelleri, yaşanacak iklimsel değişikliklerin olumsuz etkilerini daha da arttırabilecektir.
- Sürdürülebilir kalkınmanın etkin bir şekilde uygulanması, etkilenebilirliğin azaltılmasına katkıda bulunabilecektir. Ancak, yaşanacak değişiklikler, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasını da geciktirebilir ya da engelleyebilir.
- İklim değişikliğine yol açan sera gazı salımlarının azaltılması alanında yürütülecek pek çok çalışmada sağlanacak başarı, iklim değişikliğinin etkilerini de hafifletebilir. Ancak sera gazı salımlarının azaltılması konusunda yürütülecek çalışmaların ortaya çıkacak maliyetler nedeniyle ertelenmesi, hiçbir önlem alınmaması halinde çok daha yüksek maliyetlerle karşılaşılmasına neden olabilir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

2.4.5.2. Avrupa Birliği'nin İklim Değişikliğine Uyum Çabaları

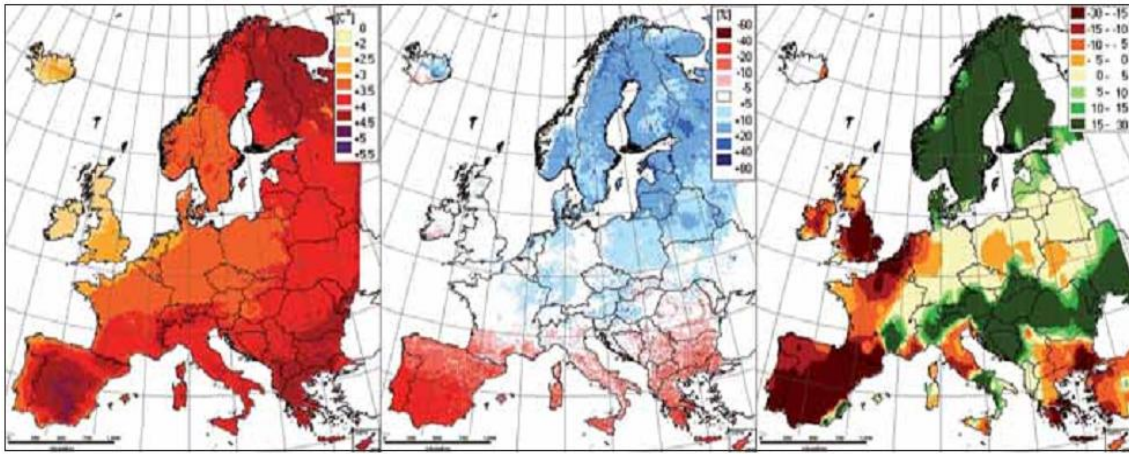
Avrupa'da da özellikle 2003 yazında tüm Avrupa'yı etkileyen sıcaklık dalgaları gerek 2012 sonrasında oluşacak yeni uluslar arası iklim değişikliği rejiminde iklim değişikliğine uyum konusunun yer alması gerektiğini ortaya koymuştur.

Bu süreçte, AB bünyesinde CIRCE (VI.Çerçeve Programı kapsamında Akdeniz Bölgesi'nde iklim değişikliğinin etkilerine yönelik araştırma programı), MEDROPLAN (Akdeniz Bölgesi'nde kuraklık erken uyarı ve hazırlık çalışmaları için rehberler hazırlanması), EUROHeat (Aşırı sıcaklarla ilgili olarak AB ve Dünya sağlık örgütü ile beraber yürütülen bir kapasite geliştirme projesi) gibi çalışmalar yapılmıştır.

2000 yılında oluşturulan Avrupa İklim Değişikliği Programı (ECCP)'nin ECCP-II kapsamında uyum konusuna yönelik olarak daha geniş kapsamlı ve sistematik

Çalışmaların yürütülmesine yönelik komisyon tarafından hazırlanan Yeşil Kitap, 3 Temmuz 2007 tarihinde ilgili paydaşların görüşlerinin alınabilmesi amacıyla kamuoyuna sunulmuştur.

(şekil 2.20)'de, Yeşil Kitap kapsamında oluşturulması hedeflenen çalışmalara dayanak oluşturacak şekilde, Avrupa çapında gelecekteki sıcaklık artışı ve yağış azlığı senaryoları ile bunların sonucunda tarım sektöründe oluşacak ürün kaybına yönelik ngrleri ortaya koymaktadır.



şekil 2.20. 2071-2100 döneminde Avrupa'da sıcaklık, yağış ve tarımsal üretim ngrleri (1961-1990 ortalamasına göre) (Arıkan ve zsoy, 2008).

Avrupa'da İklim Değişikliğine Uyum başlıklı Yeşil Kitap, temel olarak 4 ana eksen üzerine kurulmuştur.

I.AB bünyesinde eyleme geçilmesi

- Tarım ve kırsal kalkınma, sanayi ve hizmetler, enerji, ulaşım, sağlık, su, denizler, balıkçılık, ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik, diğer doğal kaynaklar ve kesişen konular (r: ED) mevcut ve planlanan mevzuat ve politikalara iklim değişikliğine uyum konusunun entegre edilmesi.
- Uyum Fonu, Bölgesel Kalkınma Fonu, IPA Fonu, Avrupa Sosyal Fonu, Balıkçılık Yapısal Fonu, LIFE+ gibi kaynakların iklim değişikliğine uyumla ilgili çalışmalardaki finansman ihtiyacını karşılaması,
- Sigorta sektörü, kentsel planlama, yapı standartları, tarım ürünleri gibi pek çok alanda yeni politika araçlarının geliştirilmesi,

II.İklim Değişikliğine Uyumun Uluslararası Eylemlerde Dikkate Alınması

- İklim değişikliğinin etkileri yeni güvenlik sorunlarını beraberinde getirmesi nedeniyle, AB ortak dış ilişkiler ve güvenlik politikasının bu yönde geliştirilmesi,
- AB'nin dış ilişkilerinde mevcut bilgi, fon ve mevzuat çerçevesinde yapılacaklar ve yeni belirlenecek politikalar çerçevesinde uyum için yürütülecek çalışmaların topluluk mali yardım programları kapsamında desteklenmesi,
- Özellikle BMİDÇS kapsamında gelişmekte olan ülkelerle diyalog ve işbirliğinin artırılması,
- Avrupa'nın yakın çevresinin de iklim değişikliklerinin olumsuz etkilerine açık olması nedeniyle, Avrupa Komşuluk Politikası'nın bu yönde geliştirilmesi,
- Sanayileşmiş ülkelerle işbirliği,
- Sürdürülebilir ürün ve hizmetlerin küresel ölçekte yaygınlaştırılması,

III.AR-GE Çalışmalarıyla Bilginin Arttırılması

- Çerçeve Programı, Avrupa Çevre Ajansı, Ortak Araştırma Merkezi gibi yapılarla Kutuplar, Akdeniz, Karadeniz gibi bölgelerde kapsamlı araştırmaları desteklemek
- Bütünleşik araştırma programlarıyla bu alanda bilgi düzeyinin arttırılması,

IV.Sivil Toplumla İşbirliği

- ECCP kapsamında geniş katılımlı bir Danışma Kurulu'nun oluşturulması (Arıkan ve Özsoy, 2008).

2.4.5.3. Türkiye'nin İklim Değişikliğine Uyum Çabaları

Türkiye, (Çizelge 2.15)'de ortaya konulduğu gibi, BMİDÇS'in 4.8 maddesinde iklim değişikliğine hassas ülkelerin tanımı için aşağıda sıralanan toplam 8 kriterin 5 tanesinin kapsamında ele alınabilmektedir. Bu nedenle, Türkiye'nin BMİDÇS kapsamında iklim değişikliğinden etkilenebilirliği yüksek olan ülkeler arasında değerlendirilmesi gerekmektedir.

Çizelge 2.15. BMİDÇS kapsamında etkilenebilir ülke tanımlaması ve Türkiye (Arıkan ve Özsoy, 2008).

BMİDÇS 4.8 maddesine göre etkilenebilir ülke tanımı	Türkiye'nin konumu
a. Küçük ada devletleri, b. Alçak konumlu kıyı alanları bulunan ülkeler, c. Kurak ve yarı-kurak alanları, ormanlaştırılmış alanları ve orman çürümesine karşı hassas alanları bulunan ülkeler, d. Doğal afetlere açık alanları bulunan ülkeler, e. Kuraklığa ve çölleşmeye karşı hassas alanları bulunan ülkeler, f. Yüksek kentsel atmosfer kirliliğine sahip alanları bulunan ülkeler, g. Ekonomileri, büyük ölçüde fosil yakıtların üretiminden, işlenmesinden, ihracatından ve/veya tüketiminden ve fosil yakıtlarla ilişkili enerji-yoğun ürünlerden gelen gelire bağımlı ülkeler, h. Denize çıkışı olmayan ve transit ülkeler.	-Türkiye’de başta nehir deltaları olmak üzere önemli miktarda alçak konumlu kıyı alanı bulunmaktadır(b). -Türkiye coğrafyasının büyük bir bölümü kurak ve yarı-kurak iklime sahiptir. Türkiye yüzölçümünün % 25’ine yakın bir bölümü orman alanlarından oluşmaktadır, bu alanın % 50’ye yakın bir bölümü bozuk ormanlardan ve iklimsel özellikler nedeniyle bu alanlar yangına karşı hassastır(c). -Dağlık yapısı, düzensiz nehir rejimleri ve arazi kullanım özellikleri nedeniyle, sel,deprem,kuraklık riskleri yüksektir(d). -Doğu Akdeniz havzasında yer alması nedeniyle, Türkiye’nin büyük bölümü kuraklık riski altındadır(e). -Düzensiz kentleşme, düşük yakıt kalitesi, verimsiz ısınma altyapısı, yetersiz hava kirliliği kontrolü önlemleri, sanayi ve kentiçi ulaşımdan kaynaklanan hava kirliliği nedeniyle, Türkiye’nin pek çok kentinde özellikle kış aylarında hava kirliliği önemli bir sorundur(f).

Avrupa Birliği Komisyonu tarafından hazırlanan İklim Değişikliğine Uyum Yeşil Kitabı’nda, Akdeniz havzasına özel bir önem verilmektedir. Raporda sıcaklık artışı ve yağış azalması nedeniyle Akdeniz havzası 1. öncelikli bölge olarak sunulmaktadır.

Akdeniz ve Karadeniz’de iklimin ve iklim değişikliğinin daha iyi anlaşılması gerektiği vurgulanarak, bölgesel modeller ve öngörüler geliştirilmesinin yararlı olacağı belirtilmiştir. Gerek Akdeniz kıyısında yer alan AB ülkelerinin başta sağlık, turizm, tarım alanlarında karşılaşılabilecek sorunlar gerek Akdeniz havzasındaki kuraklık koşullarının giderek Avrupa’da daha geniş bir bölgeye yayılma olasılığı, Avrupa ve Akdeniz havzasının daha etkin bir etkileşim içerisinde yer almasını gündeme getirmektedir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

2.4.6. Küresel İklim Değişikliğinde 2012 Sonrası İçin Alternatifler

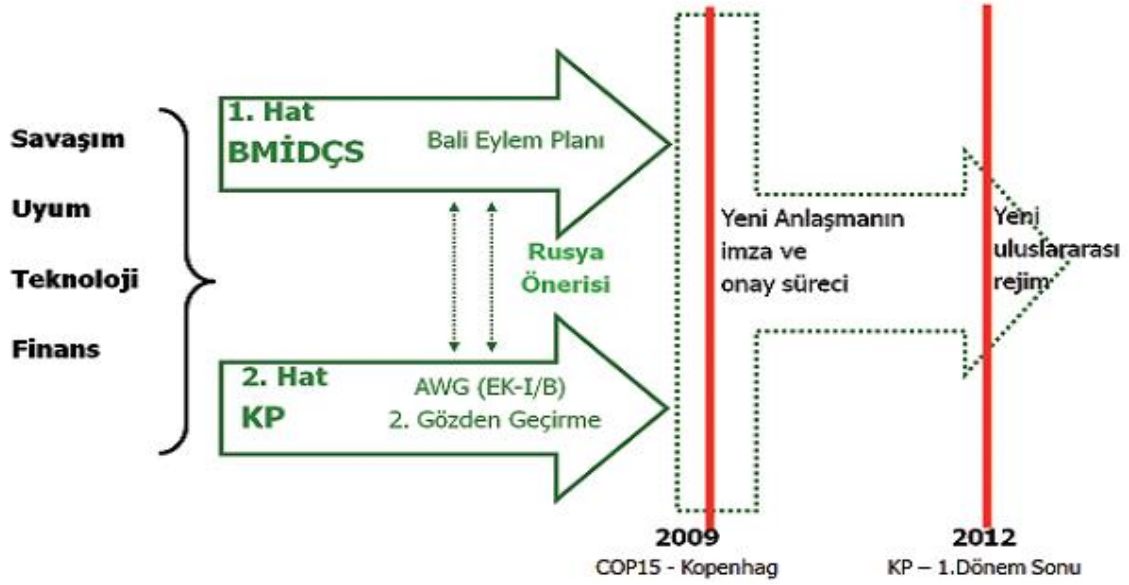
2.4.6.1. Uluslararası Çabalar

1992 tarihli BMİDÇS'in 2. maddesi sözleşmenin amacını “atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde durdurmayı başarmak” olarak özetlemiştir. Bu çok geniş kapsamlı amacı nedeniyle BMİDÇS, tüm iklim değişikliği görüşmeleri için temel bir çerçeve oluştursa da, gerçekte, sözleşme kapsamında, atmosferdeki sera gazı birikimleri için belirli bir düzey belirlememekte, bu düzey için insan kaynaklı etkiyi tanımlamamakta ve bu düzeye ne zaman erişileceğine dair bir öngörü yer almamaktadır. Bu açılardan ele alındığında, BMİDÇS'in nihai amacının, zaman içerisinde, mevcut belirsizliklerin ortadan kaldırılarak, daha da somutlaştırılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Kyoto Protokolü ise, BMİDÇS'in uzun vadeli amacına ulaşma çabası kapsamında, somut hedef ve yaptırımlar içeren ilk adımı olarak kurgulanmıştır. Bu kısa vadeli yaklaşım doğrultusunda ilk aşamada sadece birinci yükümlülük dönemi olarak 2008-2012 sonrası dönemdeki işleyişin Protokol'ün 3.9 ve 9 numaralı maddelerinde tanımlanan müzakere süreçleriyle belirlenmesi öngörülmüştür.

Bunun yanında, ABD'nin, BMİDÇS'e taraf olmasına rağmen, 2000 yılından bu yana Kyoto Protokolü'ne ve Kyoto Protokolü ile ilgili her türlü konuyla ilgili görüşmelere katılmayı reddetmesi de, iklim değişikliği ile ilgili uluslararası müzakerelerin, fiilen, BMİDÇS ve Kyoto Protokolü olmak üzere, 2 paralel ama bazı farklılıkların olduğu zeminlerde ilerlemesine yol açmıştır.

Mevcut Kyoto Protokolü'nün; ilk aşamada kısa bir yaptırım dönemi içermesi, çok sayıda ülkenin (182) taraf olmasına rağmen son derece kısıtlı sayıda ülke (Ek-B; 39) için bir yükümlülük içermesi, bazı önemli sektörlerin (ör: uluslararası sivil havacılıktan kaynaklanan salımlar) salım azaltım ya da sınırlama yükümlülüğü altına girmemesi ve uyum konusunun hiçbir şekilde kapsam dahiline alınmamasının, 2012 sonrası dönem için dikkate alınması süreçlerinde öne çıkacak konuların başında yer alması beklenmektedir. Halen yürümekte olan süreçler (**Şekil 2.21**)'de özetlenmektedir.



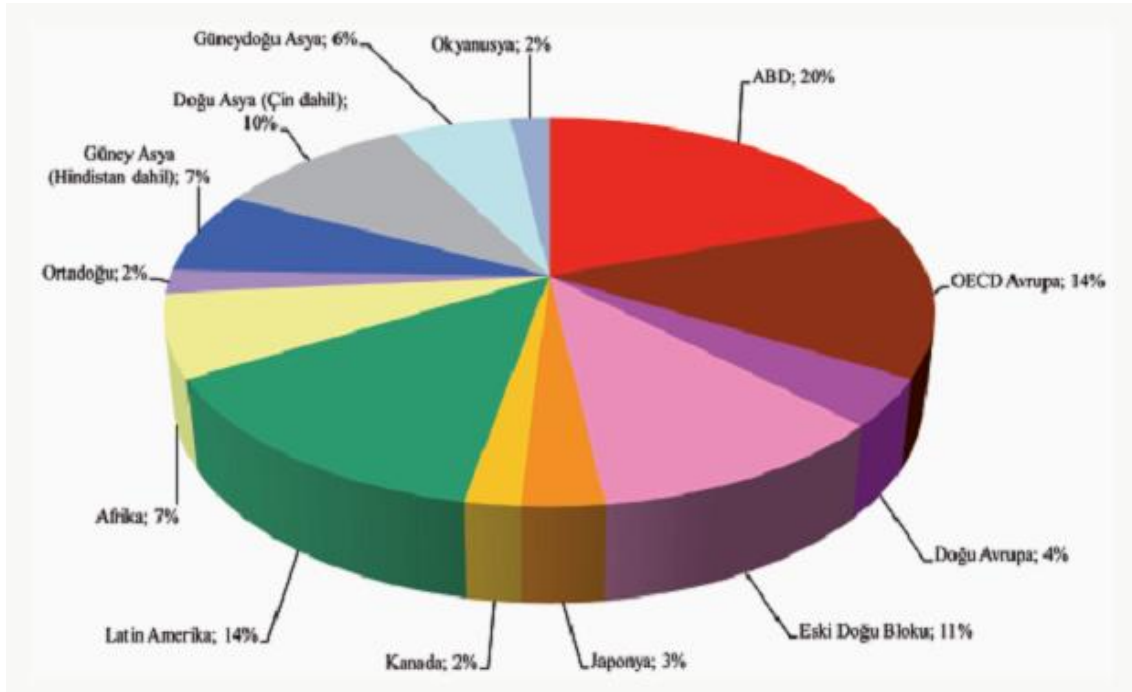
Şekil 2.21. İklim değişikliği konusunda 2012 sonrası için yol haritası (Arıkan ve Özsoy, 2008).

2009 yılında ortaya çıkacak yeni rejimin aşağıdaki kavram ve süreçleri içermesi beklenmektedir;

- II. dönemin en azından 2012-2020 dönemini kapsaması
- Uluslar arası sivil havacılık ve denizcilik ile ormansızlaşmadan kaynaklanan salımlar gibi yeni kavram ve sektörlerin sera gazı salım azaltım yükümlülüğü kapsamına alınması;
- Ek-B listesine Beyaz Rusya (10/CMP2 numaralı karar uyarınca) ile Kıbrıs (GKRY) ve Malta'nın (2004 yılından itibaren AB üyesi olmaları nedeniyle) dahil edilmesi;
- AWGKP çalışmalarının sonucu olarak Ek-B listesinde yer alan ülkelerin daha fazla salım azaltım yükümlülüğü (2012-2020 arasında 1990 yılına göre %10-20 azaltma) üstlenmeleri;
- AWGLCA (Bali Eylem Planını görüşmekle görevli bir geçici çalışma grubu) ve KP II. gözden geçirme süreçlerinin sonucu olarak, Ek-B listesi dışında, Ek-I ya da Ek-B listesi dışında kalan ülkelere bazılarının, daha esnek yükümlülüklerle sera gazı salımlarının azaltılmasına katkıda bulunması;

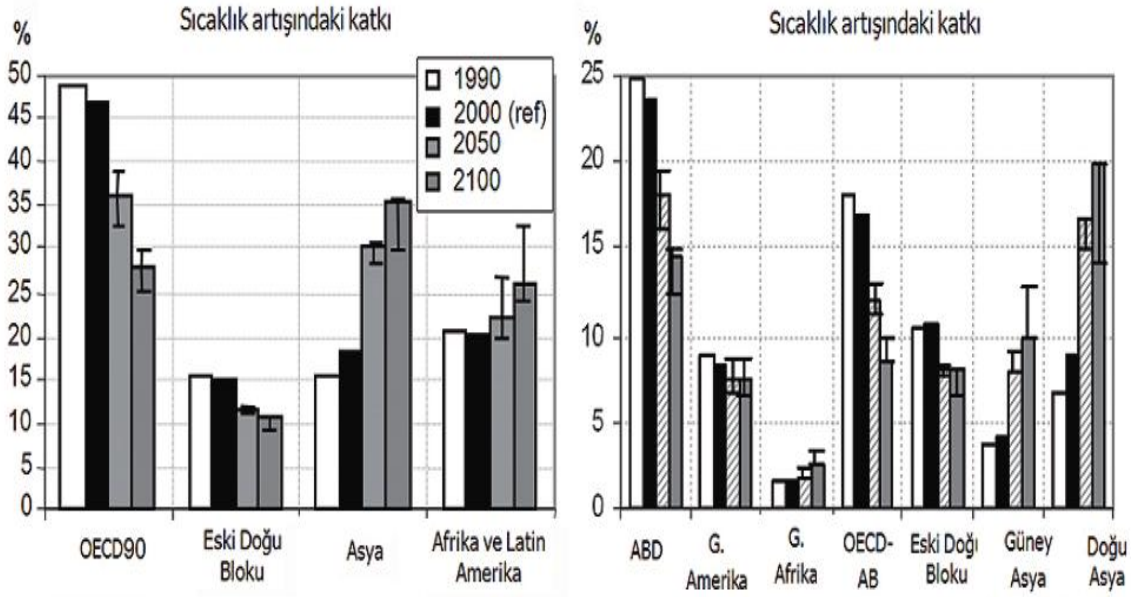
- Uyum ve uyumun finansmanı;
- Salım ticareti ya da CDM/JI gibi esneklik düzeneklerinin daha etkin kullanılması

Hangi ülkenin ne kadar salım azaltım yükümlülüğü alacağı, 2012 sonrası dönem için en önemli tartışma konularının başında yer almaktadır. Gerek BMİDÇS gerek Kyoto Protokolü'nün o dönemdeki mevcut bilimsel verilerin eksikliği nedeniyle ağırlıklı olarak siyasi müzakereler sonucunda ortaya çıkması, 2012 sonrası dönemin daha sağlam bilimsel temeller üzerinde oturtulmasını da gündeme getirmiştir. 1997 yılında Brezilya heyeti, ülkelerin küresel ısınmadaki tarihsel sorumluluğunun, Sanayi Devriminin başlangıcı kabul edilen 1750 yılından başlayarak daha net ortaya konulması yönünde bir öneri sunmuştur. Bu konuda daha net çalışmalar yürütmek üzere oluşturulan Geçici Çalışma Grubu (MATCH), 1890-2000 döneminde insan etkinlikleri sonucunda ortaya çıkan doğal sera gazlarının salımının %56'sının sanayileşmiş ülkelerden, %44'ünün de geliştirmekte olan ülkelere dağıtıldığını ortaya koymuştur (Şekil 2.22).



Şekil 2.22. 1890-2000 döneminde insan kaynaklı sera gazlarının salımlarının dağılımı (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Aynı çalışma kapsamında, 1990 itibarı ile 2100 itibarı ile yaşanacak sıcaklık artışının, %65'e yakın bir oranda OECD ve eski Doğu Bloku ülkelerinden kaynaklandığı, ancak söz konusu çalışmanın 2100 yılına kadar genişletilmesi halinde, OECD ve eski Doğu Bloku ülkelerinin sorumluluğunun %40'a kadar azalacağı ortaya konulmaktadır (Şekil 2.23).



Şekil 2.23. Farklı yıllar itibarı ile ülkelerin ve bölgelerin küresel ısınmaya katkıları (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Aynı konu IPCC'nin IV. değerlendirme raporunda ele alınarak, 21. yüzyılın sonunda atmosferdeki sera gazı birikimlerinin çeşitli farklı düzeylerde sabitlenebilmesi için, Ek-I ve Ek-I dışı ülkelerin 2020 ve 2050 yılı itibarı ile sera gazı salımlarında azaltma oranları ortaya konulmuştur (Çizelge 2.16).

Çizelge 2.16. IPCC IV. değerlendirme raporunda bölgelere göre salım azaltım seçenekleri (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Senaryo	Sanayi öncesi döneme göre beklenen sıcaklık artışı (°C)	Küresel Salımların en yüksek değere çıkabileceği dönem	Bölge	2020 Hedefi	2050 Hedefi
A-450 ppm eş-CO ₂	2.0 - 2.4	2000 - 2015	Ek-I Ek-I Dışı	% 25 ile %40 Özellikle Latin Amerika, Ortadoğu, Doğu Asya ve merkezi planlanan Asya'nın salımlarında, mevcut eğilimden önemli ölçüde farklılaşma(a zalma)	%80 ile %95 Tüm bölgelerin salımlarında, mevcut eğilimden önemli ölçüde farklılaşma (azalma)
B-550 ppm eş-CO ₂	2.8 - 3.2	2010 - 2030	Ek-I Ek-I Dışı	%10 ile %30 Özellikle Latin Amerika, Ortadoğu, veDoğu Asya salımlarında mevcut eğilimden önemli ölçüde farklılaşma(a zalma)	%40 ile %90 Pek çok bölgede özellikle Latin Amerika ve Ortadoğu'nun salımlarında mevcut eğilimden önemli ölçüde farklılaşma (azalma)
C-650 ppm eş-CO ₂	3.2- 4.0	2020-2060	Ek-I Ek-I Dışı	%0 ile %25 Mevcut eğilim devam edebilir	%30 ile %80 Latin Amerika ve Ortadoğu'nun salımlarında mevcut eğilimden farklılaşma gerekir.

Tüm bu çalışmalar, sera gazı salımlarının azaltılmasında Ek-I dışı ülkelerin de ciddi katkı sağlaması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ancak, bu konuda bir ilerleme sağlanabilmesi için, hem ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre bir sıralamaya sokulması hem de her düzey için farklı bir önlemler paketinin ortaya konulması gerekmektedir.

Bu noktada BMİDÇS kapsamında, Ek-I bünyesinde yer alan bütün ülkelerin “gelişmiş ülke” olarak değerlendirilmediği gibi, Ek-I dışı olan bütün ülkelerin de “gelişmekte olan ülke” olarak adlandırılmadığına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Bununla beraber, Ek-I ya da Ek-B dışında kalan ülkelerin sera gazı salımlarının azaltılmasında katkıda bulunmasını sağlamak için, Ek-B tarzı 1990 yılına göre toplam salımların azaltılmasını içeren “mutlak salım azaltım” hedefleri yerine, daha esnek, yumuşak ve aynı zamanda ekonomik olarak da ulaşılabilir hedefler olarak tanımlanan “sektörel yaklaşım”, “sürdürülebilir kalkınma politika ve hedefleri” ya da “beraber kazanma” gibi daha yenilikçi yöntemler söz konusu olabilmektedir.

Çin, Brezilya, Hindistan, G.Kore, Meksika gibi önde gelen Ek-I dışı ülkeler, gelişmiş ülkelere ve uluslararası kamuoyundan gelen yoğun baskılar sonucunda, Ulusal Bildirimler dışında, 2012 sonrasına yönelik ulusal hedeflerini içeren resmi belgeleri gönüllü olarak oluşturmaya ve bunları kamuoyu ile paylaşmaya başlamışlardır (Arıkan ve Özsoy, 2008).

2.4.6.2. Avrupa Birliği’nde 2012 Sonrası Görünüm

Avrupa birliği, Kyoto Protokolü’nün 3.9 numaralı maddesi uyarınca 2012 sonrası dönemde sera gazı azaltma yükümlülüklerinin hangi ilkeler çerçevesinde ve hangi hedefleri içereceğine yönelik müzakerelerin 1 Ocak 2005 tarihinde başlatılması yönündeki hükmünü dikkate alarak, konu ile ilgili ilk resmi pozisyonunu belirleyen taraf olmuştur.

Avrupa Birliği Komisyonu’nun “Küresel İklim Değişikliği Savaşını Kazanmak” başlıklı 9 Şubat 2005 tarihli belgede, sera gazı salımlarının azaltım hedefleri ve yükümlülük dönemi süresi ile ilgili sayısal bir hedef belirtilmemekle beraber, bu karara temel oluşturacak politika esasları sunulmuştur.

Söz konusu belgede, 2100 yılı itibarı ile Sanayi Devrimi öncesi döneme göre sıcaklık artışının en fazla 2 °C düzeyinde kalması gerekliliği vurgulanmış, bu amaçla alınacak önlemlerin maliyetinin ise, önlem alınmaması halinde yaşanacak afetlerin sonucunda oluşacak ekonomik kayıpların altında olduğu belirtilmiştir.

Bu çerçevede 2012 sonrası dönem için, AB ve üye ülkelere yönelik olarak belirlenen politikaların eksiksiz uygulanması, kamuoyu duyarlılığının artırılması, daha fazla sayıda ve daha belirli alanlarda araştırmalar yapılması, AB dışındaki ülkelerle daha etkin işbirliğine girilmesi ve 2000 yılında belirlenen Avrupa İklim Değişikliği Programı'nın 2005'te yeni bir aşamaya taşınması önerilmektedir.

Uluslararası düzeyde ise, Kyoto Protokolü'ne daha geniş bir uluslararası katılımın sağlanması, başta sivil havacılık ve deniz ulaştırması olmak üzere daha fazla sektörün sera gazı salımlarının azaltılması çalışmalarına dahil edilmesi, bilim ve teknoloji alanında daha fazla ilerleme için çaba harcanması, salım ticareti gibi piyasa ve esneklik düzeneklerinin kullanılmasına devam edilmesi, iklim değişikliğinden kaynaklanan etkilere uyum politikalarının daha etkin bir şekilde ele alınması önerilmektedir.

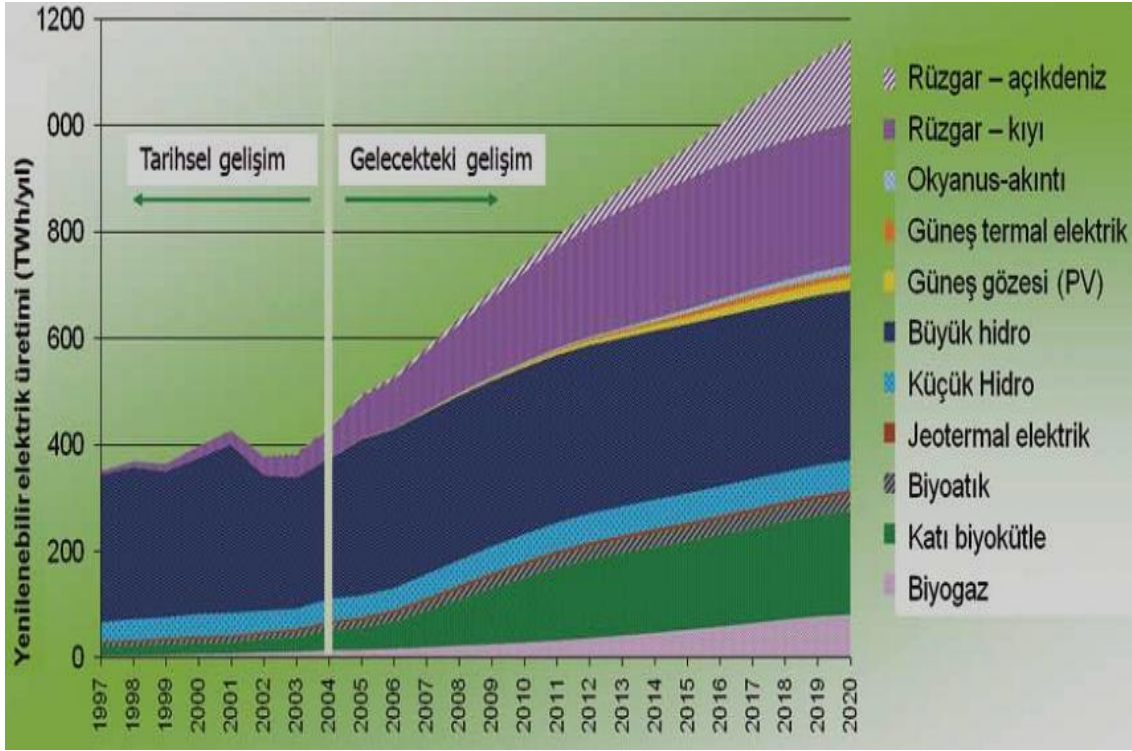
AB'nin bu alandaki kararlılığının bir göstergesi olarak, Avrupa Komisyonu tarafından 10 Ocak 2007 tarihinde yayınlanan sayılı "Enerji ve İklim Planı", 8-9 Mart 2007 tarihlerinde toplanan AB Çevre Bakanları Bahar Konseyi'nde kabul edilmiştir. AB'nin 2012 sonrası iklim değişikliği politikasının, rekabet, iklim güvenliği, enerji arzı güvenliği gibi çok geniş kapsamlı üç temel alanda ilerlemesini öngörmektedir.



Şekil 2.24. Avrupa Birliği'nin enerji ve iklim planının temel ilkeleri (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Çizelge 2.17. AB enerji ve iklim planı'nın temel stratejisi (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Avrupa Birliği Enerji ve İklim Planı (10.1.2007 – COM (2007) 2)			
Uluslararası Hedefler		AB içi Hedefler	
2012 sonrasında ABD ve Çin'in de katıldığı bir uluslararası iklim değişikliği rejiminin oluşturulması halinde 27 üyeli AB'nin 2020 yılı itibarı ile sera gazı salımları 1990 yılı değerlerinin % 30 altında olacaktır.	2012 sonrasında uluslararası alanda ortak bir iklim değişikliği rejimi oluşturulamaması halinde, 27 üyeli AB'nin 2020 yılı itibarı ile sera gazı salımları 1990 yılı değerlerinin % 20 altında olacaktır.	Enerji Paketi (2020 yılı itibarı ile % 20 azaltma hedefinin % 75'i) -Enerji Verimliliği: 2020 yılı itibarı ile % 20 iyileştirme -Yenilenebilir Enerji: 2020 yılı itibarı ile % 20 zorunlu hedef -Biyoyakıt hedefi; 2020 yılı itibarı ile % 10; -Fosil yakıtlardan sürdürülebilir enerji üretimi: 2015 itibarı ile 12 adet büyük ölçekli gösterim tesisi; 2020 yılı itibarı ile sıfıra yakın salım hedefi -Stratejik Enerji Teknolojisi Planı -İç piyasa seçenekleri, ayrıştırma ve düzenleme güçleri -Nükleer: üye ülkeler tercihlerinde serbest	İklim Stratejisi (2020 yılı itibarı ile % 20 azaltma hedefinin % 25'i) -AB ETS (Gözden geçirme, uluslar arası sivil havacılık) -Diğer politikalar (ör: yakıt kalitesi) - Küresel karbon piyasası(CDM dahil)



Şekil 2.25. AB enerji ve iklim planında, yenilenebilir enerji türlerinin trendi (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Avrupa Birliği'nin Enerji ve İklim Paketi'nin çeşitli alanlarda sağlayacağı ek yararlar;

- AB'nin enerji bağımlılığı azalacaktır.
- Mevcut koşullarda, 2030 itibarı ile AB'de gazın %80'i, petrolün %90'ı ithal edilecek.
- Enerji Paketinin hedeflerine ulaşılması 2020 yılında, mevcut duruma göre, petrol ve gaz ithalatını %20 azaltacak.
- Alınan önlemlerin maliyeti enerji fiyatlarına bağlıdır, ör: Enerji portföyünde yenilenebilirin payının %20'ye çıkması;
- Petrolün fiyatı 48\$/varil olursa; yıllık maliyet 18 milyar Euro
- Petrolün fiyatı 78\$/varil olursa; yıllık maliyet 10.8 milyar Euro
- Avrupa ekonomisi düşük karbon geleceğine daha iyi hazırlanacaktır. ör:
- 78\$/varil petrol fiyatına ek olarak, karbonun maliyetinin de €20/ton eş-CO₂ olması halinde yenilenebilir enerjiler “geleneksel” fosil yakıtlarla rekabet edebilecek konuma sokacaktır.

- İklim değışikliğı politikaları istihdam ve ekonomi için de bir fırsattır. Örneğın rüzgar enerjisi Almanya, Danimarka ve İspanya’da 100,000’den fazla istihdam yarattı. Halen AB şirketleri, küresel piyasanın %60’ına sahip.
- Şirketler, yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için uzun vadeli yatırım hedefi talep ediyorlar. Ör: karbon yakalama ve biriktirme (CCS) için uyumlu bir düzenleyici çerçeve
- Yeni teknolojiler için ortaya çıkacak yatırım maliyetleri ekonomimizin içinde dönüştürülebilir, ancak ithal edilen enerji için bu söz konusu değildir.
- İklim politikaları sayesinde, AB içinde hava kirliliğı politikalarının maliyetinde de ciddi azalmalar elde edilecektir.

Ancak, söz konusu yükümlölüklerin 27 üyeli AB bünyesinde nasıl paylaştırılacağı da ayrı bir çalışma gerektirmektedir. Avrupa Komisyonu 23 Ocak 2008 tarihinde yayınladığı karar taslağı ile 2020 yılı itibarı ile %20 salım hedefine ulaşmak için izlenecek temel ilkeleri belirlemiştir. Buna göre;

- 2008-2012 Dönemindeki planda “Yük Paylaşımı” olarak adlandırılan model, 2013-2020 Döneminde “Çaba Paylaşımı” olarak adlandırılmaktadır.
- 2003/87/EC sayılı AB Salım Ticareti direktifi ile kapsanmayan sektörler “Çaba Paylaşımı” programına dahil edilmektedirler.
- Ülkeler arası hedefler belirlenirken, 27 ülke arasındaki göreceli kişi başı GSYİH değeri referans alınmıştır. Böylelikle düşük gelire sahip ülkelerde sera gazı salım artışı, yüksek gelire sahip ülkelerde sera gazı salımları için radikal hedefler belirlenmiştir.
- Bununla beraber, hiçbir ülke için %20’den fazla artış hakkı ya da azaltma zorunluluğı getirilmemiştir.
- 2012’den sonrası için JI uygulaması kullanılmayacaktır.
- 2013-2020 arası hedefler için CDM kredileri kullanılabilir. CDM kredileri, 2020 için toplam azaltım hedefinin %30’una kadar çıkabilecektir.
- Ek-I listesinde bulunmayan Kıbrıs (GKRY) ve Malta, 2004 yılında AB üyesi olmalarının ardından 8 yıl sonra ilk defa sera gazı salım azaltım yükümlölüğü kabul etmişlerdir.

Avrupa Birliği, Enerji ve İklim Programı ile, 2020 yılına kadar somut hedeflerini açıklayarak başta Çin, Brezilya, Hindistan olmak üzere gelişmekte olan ülkelerle çok açık bir işbirliği için istekli ve kararlı olduğunu belirtmesi, 2007 yılı Aralık ayında Bali’de gerçekleştirilen COP13 ve COP/MOP3 toplantılarında, 2012 sonrasına yönelik bir yol haritasının en geç 2009 yılında belirlenmesi için somut kararlar alınmasında çok büyük rol oynamıştı. Bu çerçevede, AB’nin, Bali görüşmelerinde ve onu izleyen süreçlerde izlediği strateji aşağıda özetlenmektedir:

- Sanayileşmiş ülkelerce daha fazla mutlak salım azaltımı (2020 yılı itibarı ile 1990 düzeyinden %30 azalma), 2050 itibarı ile küresel salımların 1990’a göre en az %50 azaltılması
- Diğer ülkelerce ek, adil ve etkili katkıların kolaylaştırılması
- Karbon piyasasının genişletilmesi
- Temiz teknolojilere yönelik geliştirme, yaygınlaştırma, işbirliği ve araştırma çabalarının arttırılması
- Uyumla ilgili çabaların geliştirilmesi
- Uluslararası sivil havacılık ve deniz ulaşımından kaynaklanan salımların kapsama alınması
- Ormansızlaşmadan kaynaklanan salımların azaltılması
- Tüm başlıklar için: finansman konusunun ele alınması
- 2012 sonrası için küresel ve kapsamlı bir anlaşma için müzakerelerin başlaması,
- Müzakerelerin 2009 sonundan önce tamamlanması (2009 COP15 Kopenhag)
- Müzakerelerin iklim değişikliğine çözüm konusunda ortaklaşa bir vizyon ekseninde ilerlemesi: yani, küresel ortalama sıcaklık artışının, sanayi devrimi öncesine göre 2°C ile sınırlanması (2050 yılı itibarı ile salımların 1990 yılına göre en az %50 azaltılması)
- Müzakerelerde netleştirmek üzere, 2012 sonrası anlaşmanın temel elemanlarının belirlenmesi (Arıkan ve Özsoy, 2008).

2.4.6.3. Türkiye’de 2012 Sonrasında Olası Seçenekler

Türkiye’nin 2004 yılına kadar BMİDÇS süreçlerinin, 2012’ye kadar da Kyoto Protokolü kapsamı dışında kalmasının, ulusal ve uluslararası düzeyde ortaya çıkardığı sonuçlar dikkate alındığında, 2012 sonrası için geçerli olacak yeni uluslararası düzende haklarının ve yükümlülüklerinin doğru tanımlanarak yer almayı başarmak, hiç kuşkusuz Türkiye’nin en önemli öncelikleri arasında yer almaktadır.

Hatırlanacağı gibi, ozon tabakasını incelten maddelerin yasaklanmasına yönelik Montreal Protokolü’nde gelişmekte olan ülke konumunda yer alan Türkiye, bu konumu itibarı ile, yükümlülüklerini yerine getirebilmek için uluslararası hibelerden yararlanarak, 1992-2002 döneminde, önceleri 5000 ton/yıl olan CFC salımını 300 ton/yıl düzeyine çekmeyi başarmış ve bu başarı Birleşmiş Milletler tarafından en iyi uygulamalar arasında gösterilmişti.

Türkiye’nin Montreal Protokolü deneyimi, gerçekte uluslararası çevre sözleşmelerinin, doğru kurgulanmaları halinde, özellikle gelişmekte olan ülkeler için, sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen en önemli unsurların başında geldiğinin en somut ve başarılı göstergesi olarak değerlendirilebilir.

2001 yılında Marakeş’te gerçekleştirilen VII. Taraflar Konferansı’nda kabul edilen 26/CP7 numaralı karar ise, Türkiye’nin BMİDÇS kapsamında, diğer Ek-I ülkelerinden farklı konumdaki bir Ek-I ülkesi olarak yer almasını öngörmektedir.

Dolayısıyla Türkiye, eğer 26/CP7 numaralı kararın sağladığı avantajları uygun şekilde kullanarak, Kyoto Protokolü’nün 2008-2012 ve 2012 sonrası dönemde ya da 2012 sonrası döneme yönelik olarak, 2009 yılında Kopenhag’da gerçekleştirilecek XV. Taraflar Konferansı’nda kabul edilmesi muhtemel yeni bir uluslar arası sözleşmede, Montreal Protokolü’ndekine benzer çerçevede bir konum elde edebilirse, başta yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, sürdürülebilir atık yönetimi, sürdürülebilir ormancılık olmak üzere, ülkemizde bugüne kadar gerçekleştirilemeyen pek çok ilerlemenin önünün açılacağı öngörülebilir.

Bu açılardan ele alındığında, Türkiye’nin 2012 sonrası seçenekleri tartışılırken, Türkiye’nin hem 2012 sonrası döneme yönelik karar verme süreçlerinde yer alması hem de alınan bu kararlarda kendisi için en uygun konumun ortaya çıkmasını sağlaması

gerektiğinin altının çizilmesi gerekmektedir. Ayrıca, Türkiye'nin 2012 sonrası seçenekleri tartışılırken, en geç 2008 içerisinde her iki platformdaki, tartışmalara katılmasının diğer bir ifadeyle Kyoto Protokolü'ne de katılmasının sağlanması, öncelikli bir adım olarak değerlendirilebilir.

Bu çerçevede, Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne katılma ve 2012 sonrası seçenekleri tartışmalarında (**Çizelge 2.18**)'de yer alan soruların yanıtlarının önemli bir altyapı oluşturabileceği öngörülebilir.

(**Çizelge 2.18**)'deki sorular dikkatlice incelendiğinde, gerçekte Türkiye'nin atacağı adımların zamansal düzlemde 2008-2012 ve 2012 sonrası olarak ikiye ayrıldığı, bununla beraber her iki dönemdeki müzakerelerin hem Birleşmiş Milletler hem de Avrupa Birliği perspektifiyle ele alınması gereği ele alınması gereği ortaya çıkmaktadır (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Çizelge 2.18. Türkiye için 2012 sonrası seçenekleri değerlendirilirken dikkate alınabilecek sorular
(Arıkan ve Özsoy, 2008).

NO	SORU
1	Mevcut ABD federal yönetiminin Kyoto Protokolü konusundaki konum ve tutumu nedeniyle, 2012 sonrası müzakerelerinin BMİDÇS ve KP olmak üzere iki hatta ilerlediği düşünülürse 2008 ABD başkanlık seçimleri sonrasında bu çift başlılığın ortadan kaldırılması mümkün olabilir mi?
2	ABD federal yönetiminin, 2009 başından itibaren Kyoto Protokolü'ne daha yakın bir politika izlemesi halinde, Protokol dışında kalmayı sürdüren Türkiye bu süreçten nasıl etkilenir?
3	Aslen 1997'de BMİDÇS'ne taraf olmadığı için, Kyoto Protokolü Ek-B listesinde yer almayan ve diğerlerinden farklı konumdaki bir Ek-I ülkesi olan Türkiye, Protokole katılmasa da, Protokolün ve eklerinin gözden geçirme müzakereleri, Türkiye'nin 2012 sonrası konumu ve yükümlülüklerine yönelik bazı sonuçlar doğurabilir mi?
4	Bali Eylem Planı ile Çin, Brezilya ve Hindistan gibi ülkeler dahi 2012 sonrasında sera gazı salımlarını 'bir şekilde' azaltabileceklerini kabul ederken, Türkiye, halen mevcut KP Ek-B dışı konumuyla, sera gazı salımlarının azaltılması ya da kontrolü konusunda "hiçbir yükümlülüğe girmemeyi", 2012 sonrasında sürdürebilir mi?
5	2001'deki 26/CP7 numaralı kararıyla Ek-II listesinden çıkarılarak gelişmiş ülkeler arasında olmadığı kesinleşen, ancak 2004 yılı itibarı ile, yıllık toplam 500 milyar ABD doları ve kişi başına 7,500 bin ABD doları aşan GSYİH'si 300 milyon ton eş-CO ₂ /yıl düzeyindeki sera gazı salımı ile AB katılım sürecindeki bir OECD üyesi olan Türkiye'nin gelişmekte olan ülkeler arasında, 2012 sonrasında sera gazı salımlarının azaltılması ya da kontrolü konusunda konumu ne olabilir?
6	Diğer Ek-I ülkelerinden farklı olduğu kabul edilen ve 2008-2012 dönemi için sera gazı salımlarının azaltılması ya da kontrolüne yönelik bir hedefi bulunmayan tek Ek-I ülkesi olan Türkiye, KP'nin mevcut yapısı ve 26/CP7 kararı dikkate alındığında, 2009'dan önce KP'ye katılırsa ne kaybeder?
7	Türkiye, Kyoto Protokolü'ne 2008'den sonra katılırsa ne kazanır?
8	AB'nin Kyoto Protokolü'nü ve buna yönelik önlemleri iç hukukun bir parçası haline getirmesi, ayrıca 2012-2020 arası döneme yönelik olarak hem sera gazı salımlarının azaltılması hem de iklim değişikliğinin etkilerine uyum konusunda yeni mevzuat hazırlıklarını yürütmesi; tam üyelik sürecindeki Türkiye'nin, orta ve uzun vadeli iklim değişikliği politikalarını ve müzakere pozisyonunu nasıl etkileyebilir?
9	BMİDÇS Ek-I listesinde yer almayan Kıbrıs (GKRY) ve Malta'nın AB üyeliklerindeki ilk sekiz yıl boyunca(2012'ye dek), sera gazı salımlarının azaltımı konusunda ne AB ne de BMİDÇS kapsamında bir yükümlülük üstlenmemeleri; halen Kyoto Protokolü Ek-B listesinde yer almadığı için bir sera gazı salım azaltım ya da kontrol yükümlülüğü bulunmayan Türkiye'ye, gerek BMİDÇS ve KP gerek AB katılım müzakerelerinde, 2012 sonrasında ve AB katılımı öncesinde ya da sonrasında ne tür avantajlar sağlar?

2.5. Küresel Isınmanın Olmadığına veya Gereğinden Fazla Abartıldığına Dair İddialar

IPCC raporları küresel iklim değişikliğinin varlığına, bunun %98 insan kaynaklı olduğuna ve etkilerinin çok ciddi olduğuna dair iddialar ileri sürmekte, senaryolar üretmekte ve bu iddiaları doğrular nitelikte kanıtlar göstermektedir (bknz.: IPCC Şubat 2007 Raporu). Bunun sonucu olarak Kyoto Protokolü ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) sözkonusu olmuş ve 191 ülke hâlihazırda Kyoto Protokolüne imza atmıştır. Bütün bunlara rağmen “niçin”, “nasıl” ve “ne kadar” sorularının cevabında bilim insanlarının aynı birliktelik içinde olmadığı görülmektedir. En azından küresel iklim değişikliğinin varlığı konusunda olduğu kadar bir ittifak görülmemektedir (Toprak ve ark., 2013; Kempton, 1991). Bazıları problemin her yönü ile mübalağa edildiğine inanırken bazıları ise şüphe ile bakmaktadır. Kondratyev (1991), son yüzyılda meydana gelen küresel ısınma ile ilgili konsesün hala netlik kazanmadığını belirtmektedir. Beckerman ve Malkin (1994), IPCC raporlarının yeterince sorgulanmadığını, raporların bazı entelektüellerin görüşünden ibaret olduğunu, medyanın sivil toplum örgütlerini ve hükümetleri etki altında bıraktığını iddia etmektedir. Krupa (1997) ise küresel iklim değişikliği ile ilgili bilgilerimizin bazı süreksizlikler içerdiğini belirtmekte, sıcaklık artışlarının ne kadar olduğu ve ne zaman başladığına ilişkin ikinci IPCC raporunda (SAR) verilen rakamların şüphe götürdüğünü dile getirmektedir. Hammerle ve ark., (1991), IPCC (2007) raporunun aksine, küresel iklim değişikliğinin insan kaynaklı olduğuna dair çok sınırlı kanıtların elde bulunduğunu ileri sürmektedir. Dahası gerçekçi ölçüm ve gözlemlerin matematik modellerin sonuçlarını doğrulamadığını iddia etmektedir. Horness (1991) ise şu an daha çok konu ile ilgili olarak birlikte çalışmaya ihtiyaç olduğunu belirterek konuya ilişkin şüphelerini dile getirmektedir. Jamieson (1992), Küresel iklim değişikliğinin beklendiği söylenen sonuçlarının bilimsel değil politik ve etik olduğunu iddia etmektedir. Budzianowski (2011), küresel iklim değişikliğinin, küresel ısınmanın, buzul erimelerinin geçmişte periyodik olarak gerçekleştiğini ileri sürmektedir. Bunlar gibi, Jutro (1991), Feldman (1991), Runge (1992), Lukac ve ark., (2010), Kreuzwieser ve Gessler (2010), Boretti ve Watson Thomas (2011) ve Read ve ark., (1994) konu ile

ilgili olarak farklı düşünen, en azından bu konuda ittifakın olmadığına inanan diğer araştırmacılardan bazıları olarak sıralanabilir.

Yukarıda anılan araştırmacılar ve bu tür kuşkuları bulunan diğer araştırmacılar küresel iklim değişikliğine, küresel boyutta sergilenen tüm boyutları ile inanan araştırmacılar tarafından “Küresel ısınma kuşkucuları” olarak adlandırılmaktadır. Ancak öncelikle, bu nitelemenin oldukça alaycı ve haksız bir niteleme olduğunu belirtmekte yarar olduğu düşünülmektedir. Bu niteleme aynı zamanda, kimi çevrelerce dünya kamuoyundan bir şeylerin gizlendiği kuşkusunu da uyandırmaktadır. Bunun yanında, konuya ilişkin farklı yaklaşımları olan araştırmacılar hakkında küresel boyutta gözden düşürücü ve alaycı yaftalamalar bilimsel objektiflikle de bağdaşmamaktadır. Akademik sorumluluk gereği, “kuşkucu” olarak iddia edilen kesimin de karşı taraf için “çıkarıcı çevreler” şeklinde nitelemeleri olduğunu belirtmekte yarar görülmektedir. Dünya sularının pazarlanması iddiasından tutun az gelişmiş ülkelerin karbon üretimlerini azaltma adına gelişmesini durdurma ve Kyoto Protokolü ile hava borsasının kurulduğu iddialarına kadar birçok iddiaya rastlamak mümkündür. Bununla birlikte, iki taraflı olarak ileri sürülen bu tür yanlış iddiaların akademik ve bilimsel dil ve teamüller ile bağdaşmadığını da eklemekte yarar vardır. Çelik, İ., (2011), kuşkucu kesimin iddialarını aşağıdaki şekilde sıralamaktadır :

1. Isınmanın olduğu iddiasını çürütmeye çalışarak, küresel ısınmanın bir aldatmaca olduğunu, dolayısıyla küresel ısınmaya karşı önlemler almanın gereksiz olduğunu belirtmektedirler.
2. Atmosferdeki karbondioksitin küresel iklim değişikliğine sebep olamayacak kadar düşük oranda olduğunu, ayrıca insanların oluşturduğu karbondioksit miktarının volkanizma faaliyetleri ve başka doğal kaynaklara göre çok düşük olduğunu belirtiyorlar. Bu iddialarını da atmosfere salınan karbondioksitin %95’inin doğal olaylardan kaynaklandığı bilimsel gerçeğine dayandırmaktadırlar.
3. Bir zamanlar küresel ısınma olmuşsa bile bunun artık devam etmediği görülmektedir. Bu düşüncelerinin altında, son yıllarda yaşanan sıcaklıkların dünyanın en sıcak yılı olan 1998’deki sıcaklıklara göre daha düşük olması

yatmaktadır. Hatta bazı bölgelerde soğuma görülmekte olup bu ve benzeri durumlar kuşkucu iddiaları güçlendirmektedir.

4. 1998’ den bu yana geçen süre istatistiksel olarak çok uzun bir süre değildir, dolayısıyla bu sürenin küresel ısınmanın olduğuna dair yeterli bir fikir vermemektedir. Bundan sonra da sıcaklıkların düşük seyretmesi halinde ısınmanın olmadığına ikna olunacak mı?
5. İklim değişikliğinin birçok sektörü ilgilendirmesi nedeniyle çok büyük bir ekonomik rant sağlanabileceğinden dolayı iklimbilimciler çeşitli kesimlerin talepleri doğrultusunda gerçekleri saklamak üzere gizli bir ittifak içindedirler.
6. İngiltere Norwich’teki Doğu Anglia Üniversitesi’nin İklimsel Araştırma Birimi’nden çalınıp yayımlanan binlerce e-posta ve başka dosyalar bu gerçeklerin saklandığını gösteren bir kanıttır. Yayımlanan e-postalar arasında bilim insanlarının verilerin saptırıldığı ile ilgili konuşmalar yer almaktadır.
7. Küresel ısınmanın olduğunu kabul eden IPCC Değerlendirme Raporları gibi uluslar arası çevrelerce kabul gören kaynaklarda bile “olasılıkla” , “büyük ihtimalle” gibi kavramların olması ya da iklim değişikliğinin tüm etkilerinde (sıcaklık, buzullara etkisi, deniz seviyesine etkisi vd.) IPCC V. değerlendirme raporunda ifade edildiği gibi “yüksek güvenle kesindir” ifadesinin söylenememesi kuşkucuların haklılık payının olduğunu göstermektedir. Ayrıca, her zaman muhalefetin olması bir art niyetin olmaması şartıyla daha doğruyu bulmada, daha iyiye ulaşmada ya da daha fazla çalışmayı tetiklemede yarar sağlamaktadır.

Ancak, 6. maddede verilen iddialara ilişkin, karşıt görüştekiler bu konuşmaların bilim insanlarının özel samimi, eleştirel yaklaşımları olduğunu söylemekte ve iklim değişikliğine ilişkin verilerin halka açık veri tabanlarında yer aldığını belirtmektedirler (Çelik, 2011).

Bölümde küresel iklim değişikliğinin etkilerinin değerlendirildiği sınıflarda, literatürü tarafsız bir şekilde değerlendirebilmek için küresel ısınmanın olmadığını iddia eden referanslara da yer verilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada; iklim değişikliğine ilişkin olarak kamuoyunda sıkça gündeme gelen konuları ve bunlara ilişkin bazı soruların yanıtlarını, bu konuda bugüne kadar yapılmış çok sayıda çalışma (bilimsel araştırma makaleleri, kitaplar, paneller, uluslararası sözleşmeler, seminer ve konferans notları vb.) ayrıntılı olarak incelenerek verilmeye çalışılacaktır. Yani bu araştırmanın yöntemi olarak ilgili metinlerden belge toplama, verileri sınıflandırma, kavramsal ve mantıksal çözümlemeler ve yeni çıkarımlar yapma, karşılaştırma, anlama, açıklama, yorumlama ve belli başlı temel çevre bilimleri ve hidroloji bilgileriyle değerlendirme ve nihayet salt betimleme, çözümleme ve sorun-çözüm odaklı önerilerde bulunma esas alınacaktır (OMÜ, 2013).

Değerlendirmede esas alınan çalışmalar, web of science, science direct, google akademik, google scholar, ebscohost, springer, elsevier, wiley online library, nature vd. gibi birçok veri tabanından detaylı literatür taraması sonucu elde edilmiştir.

Bulunan çalışma sonuçlarına göre varsa sorunlar tespit edilecek, problemin zararlarından dünyayı, çevreyi ve dolayısıyla insanlığı (toplum ve/veya bireyi) korumak için yapılması gerekenler konusunda referanslarla desteklenip önerilerde bulunulacaktır. Örneğin, küresel ısınmayı tetiklediği kabul edilen sera gazlarının olumsuz etkisine karşılık yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek, motorsuz ulaşım araçlarını tercih etmek veya toplu ulaşım araçlarını kullanmak, fosil yakıtlar yerine rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, hidroelektrik santraller ve diğer alternatif enerji kaynaklarını kullanmayı teşvik etmek gibi günlük yaşantıda yapılabilecek katkılar için adım adım referans gösterilerek, kaynakları değerlendirip mantıksal çıkarımlar yaparak önerilerde bulunulabilir.

İklim değişim senaryoları incelenerek gelecek hakkında tahminler yapılacaktır. Sonuç olarak elde edilen bu çıkarım veya sonuçların ne gibi etkileri olacağı ve bu etkilerin ne gibi sonuçlar doğurabileceği araştırmalar referans gösterilerek irdelenecektir. Yukarıda nedenleri açıklandığı gibi bu çalışmada ampirik araştırma yapılmayacak, mevcut araştırmalar değerlendirmede kullanılacaktır.

İklim değişikliği konusu çok geniş kapsamlı olduğu için, bütünüyle sistematik olarak inceleyebilmek için literatürdeki kaynaklar sınıflandırılıp, her bir sınıf ayrı ayrı incelenecektir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

“Küresel İklim Değişikliği ve Beklenen Sonuçları” isimli tez çalışmasının bu bölümünde, küresel iklim değişikliği ve etkilerinin her biri ayrı bir sınıf olarak, araştırma makaleleri bulgularını ve tez, rapor, kitap gibi diğer referansları objektif olarak inceleyip, değerlendirerek ve bu değerlendirmeler doğrultusunda yeni çıkarımlar da yapılarak bazı sonuçlar elde edilmiş ve öneriler yapılmıştır. İklim değişikliğinin etki ettiği alanlar aşağıda (Şekil 4.1)’de şematik olarak verilmiştir.



Şekil 4.1. Küresel iklim değişikliğinden etkilenmesi beklenen sektörlerin şematik olarak gösterimi (Kadıoğlu, 2008).

4.1. KİD'in Buzullara ve Kar Örtüsüne Etkisi

IPCC'in IV. değerlendirme raporunda verilen açıklamada;

“Son on yıl içinde Kuzey Kutbunda yaz boyunca görülen deniz buzullarında yaklaşık %7 'lik bir azalma dikkat çekmektedir. Her şeye rağmen değişimin beklendiği bazı bölgelerde de, hiçbir farklılık gözlenmemektedir. Örneğin, Güney Kutbu'ndaki deniz buzulları küresel ısınma ile artan biçimde erimelerine rağmen, muhtemelen bölgeye çok yoğun kar yağışından dolayı, hiçbir şekilde fire vermeden, mevcut durumunu aynen muhafaza etmektedir” (Taner, 2007).

IPCC'in son raporu olan V. değerlendirme raporunda yüksek güvenle belirtilen açıklamada;

“Son yirmi yıldır, Grönland ve Antartik buz örtülerinde kütle kaybı olmuş. Buzullar, dünya çapında da daralmış. Ve Arktik deniz buzu ve Kuzey Yarımküre bahar kar örtüsü aşamalı olarak azalmaya devam etmiştir” belirtilmiştir (IPCC, 2013).

Büyük Okyanus (Pasifik) ve Atlas Okyanusu'nda (Atlantik) su sıcaklıklarındaki doğal döngüyü analiz edilerek; Avrupa ve Kuzey Yarımküre'yi etkileyen sert kış koşullarının 20 veya 30 yıl sürecek bir mini buz çağıının başlangıcı olduğu ileri sürülmektedir (Latif, 2010).

Küresel ısınma teorilerine ve Dünya'nın 1900'lerden beri insan yapımı sera gazı salımıyla iklim değişikliğine uğradığı görüşlerine tamamıyla ters düşen yeni iddia, araştırmacıların, okyanus sıcaklıklarını, soğuma ve ısınma döngülerinin başladığı yüzeyden yaklaşık 1000 metre aşağıda ölçmeye dayanan yeni yöntemlerine dayanıyor. Bilim adamları raporlarında ABD'nin Colorado eyaletindeki Amerikan Ulusal Kar ve Buz Veri Merkezi'nin, Kuzey Kutbu'nun yazın buz yüzölçümünün 2007'den bu yana % 26 arttığı yönündeki bulgularının da altını çizdiler (Latif, 2010).

Türkiye için yapılan bir çalışmada, Türkiye'de aktüel buzul alanlarının 1990 ile 2000'li yıllar arasındaki alansal değişimleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama (UA) yöntemlerinin yardımı ile incelenmiş ve elde edilen sonuçlara göre (Bahadır ve Dikbaş, 2011) :

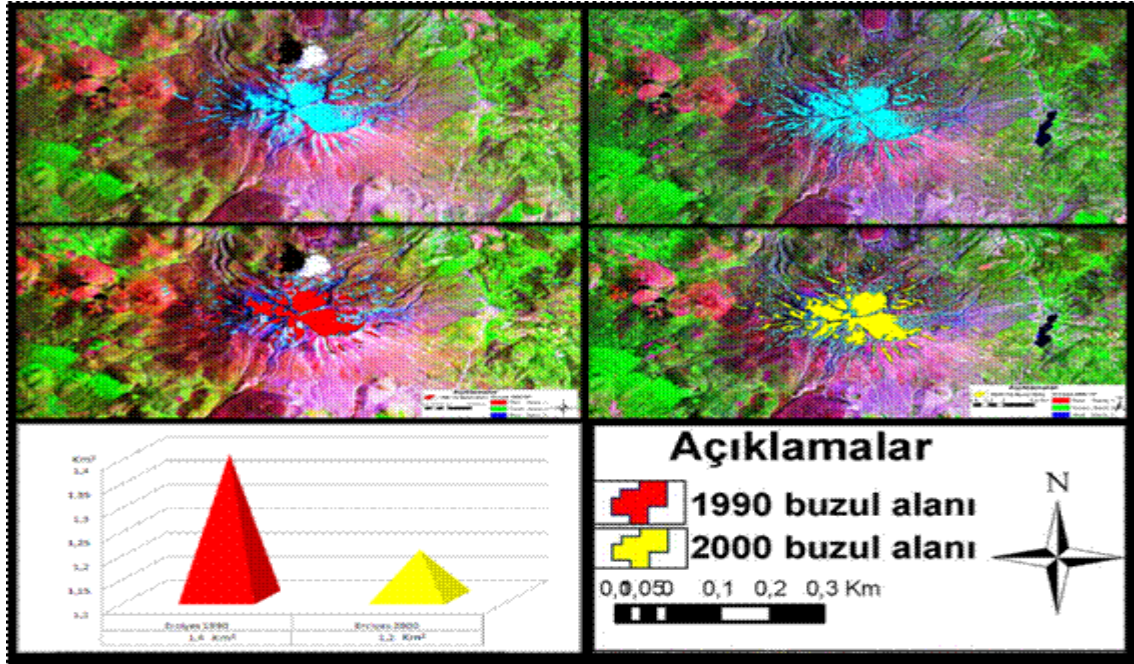
Türkiye'deki aktüel buzul alanlarının hemen hepsinde periyodik sayılacak bir nitelikte gerilemenin ve alansal parçalanmaların var olduğu ortaya çıkmıştır. Bu

gerilemelerde buzulları doğrudan etkileyen sıcaklık ve yağış gibi önemli iklim parametrelerindeki değişimlerin çok önemli bir paya sahip olduğu görülmüştür. Özellikle gerek dünya da gerekse Türkiye’de son 50 yıldaki yüzeysel sıcaklıklardaki artış, yağış yetersizliklerine bağlı olarak kuraklığa doğru gidişin söz konusu olması buzul kütlelerinde negatif bir etki yaparak buzulların sürekli olarak gerilemesine ve alansal olarak parçalanmalarına neden olmaktadır (Bahadır ve Dikbaş, 2011) :

Türkiye’de Landsat uydu görüntülerinin alınabildiği yerlerde çeşitli tespitler yapılmıştır. Bunlardan bazıları görüntüleri ile birlikte aşağıda verilmiştir.

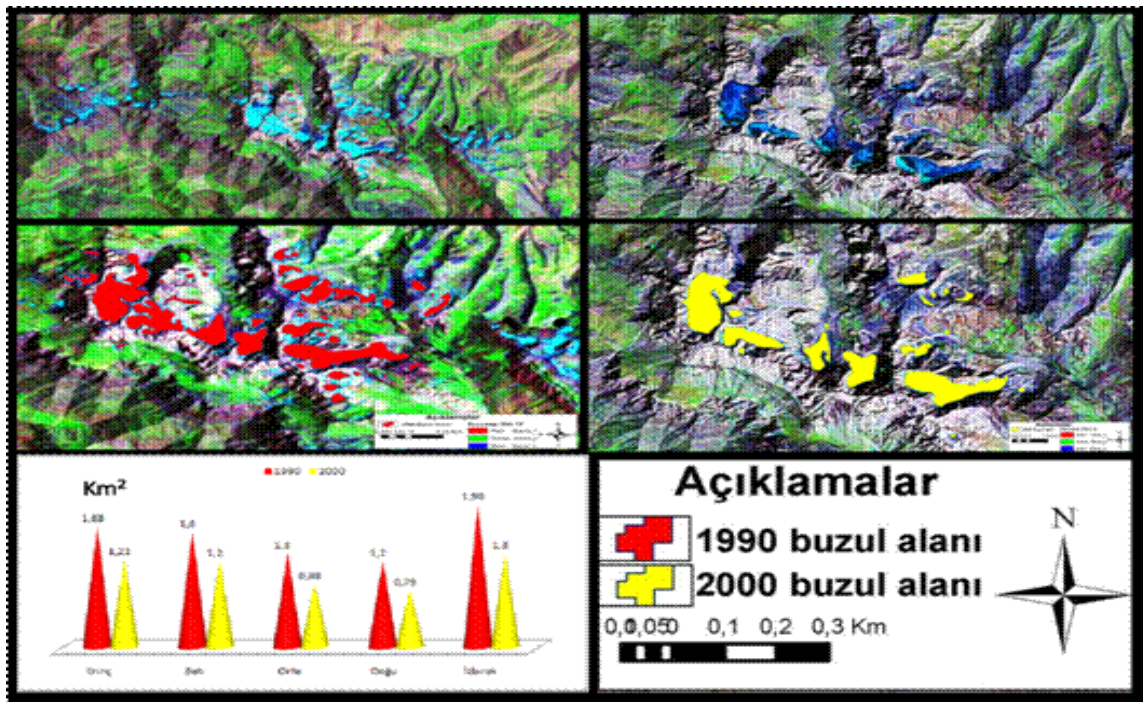
Penther tarafından 1902 yılında çekilen ve Türkiye’nin ilk buzul fotoğrafı olduğu sanılan fotoğrafta Erciyes Dağı’nın kuzeybatı yamacından Aksu Vadisi’ne doğru 3100 metre’ye kadar sarkan ve toplam uzunluğu 700 metre olan bir buzul görülmektedir (Bahadır ve Dikbaş, 2011) :

Bu bölgedeki en son çalışmayı gerçekleştiren Sarıkaya vd. ise aktif buzul dilinin 3420 metre’ye kadar gerilediğini saptamışlardı. Yapılan bu çalışma da ise Landsat uydu görüntüleri değerlendirilerek, 1990 yılında buzul alanının 1,4 km², 2000 yılında ise bu alanın 1,2 km² olduğunu görmekteyiz. Böylece yapılan çalışmaları da göz önüne alındığında buzul alanının da buzulların gerilediğini ve alansal parçalanmaların olduğu görülmektedir (Şekil 4.2), (Sarıkaya ve Çiner, 2003).



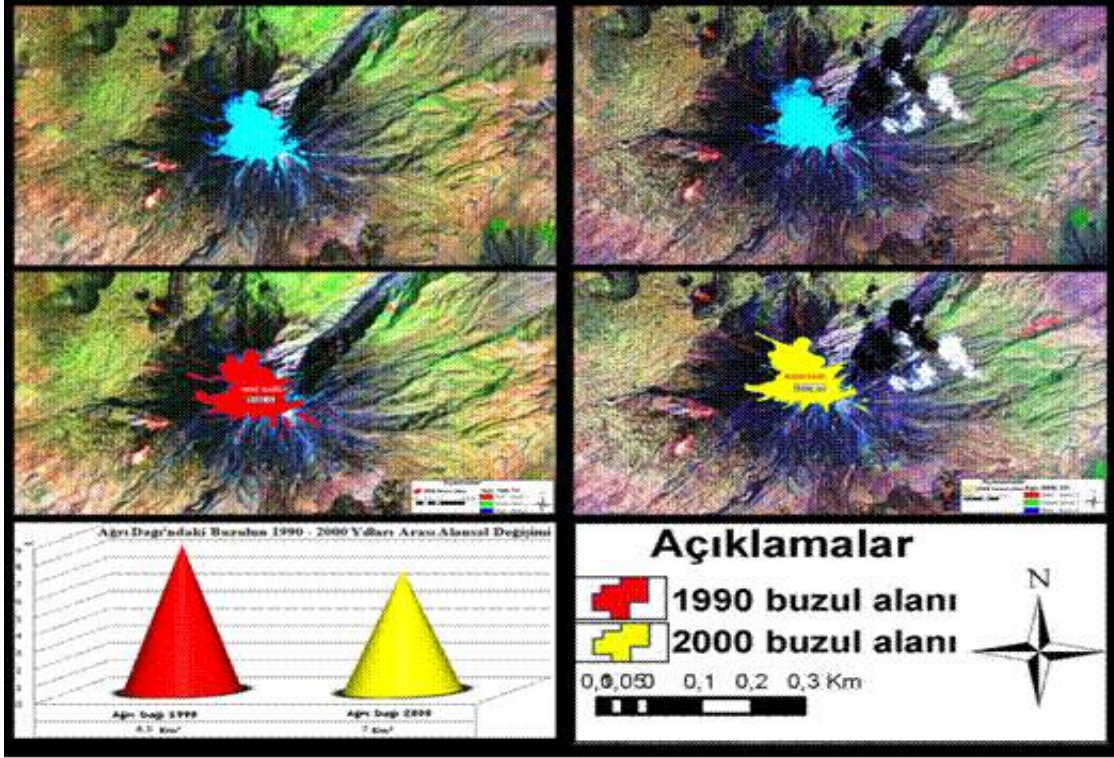
Şekil 4.2. Erciyes Dağı'nın buzullarının 1990-2000 yılları arasındaki alansal değişimi (Bahadır ve Dikbaş, 2011).

Buzul Dağı'ndaki buzullarda Landsat uydu görüntüleri değerlendirilerek, buzul alanının 1990 yılında 1,98 km², 2000 yılında ise 1,3 km² ye gerilediği görülmüştür. Bu durumda sahadaki mevcut buzulların hızlı sayılacak bir şekilde erimeye maruz kaldığı ve parçalanmaların meydana geldiği görülmektedir (**Şekil 4.3**). Bu sahada da meydana gelen değişimler küresel iklim değişikliklerinin bir nevi kanıtını oluşturur niteliktedir. Çünkü bölgedeki en yüksek buzul alanında bu denli değişimin var olması küresel iklimde meydana gelen değişimleri gösterir niteliktedir (Bahadır ve Dikbaş, 2011).



Şekil 4.3. Buzul Dağı'ndaki buzulların (Cülo) 1990-2000 yılları arasındaki alansal değişimi (Bahadır ve Dikbaş, 2011).

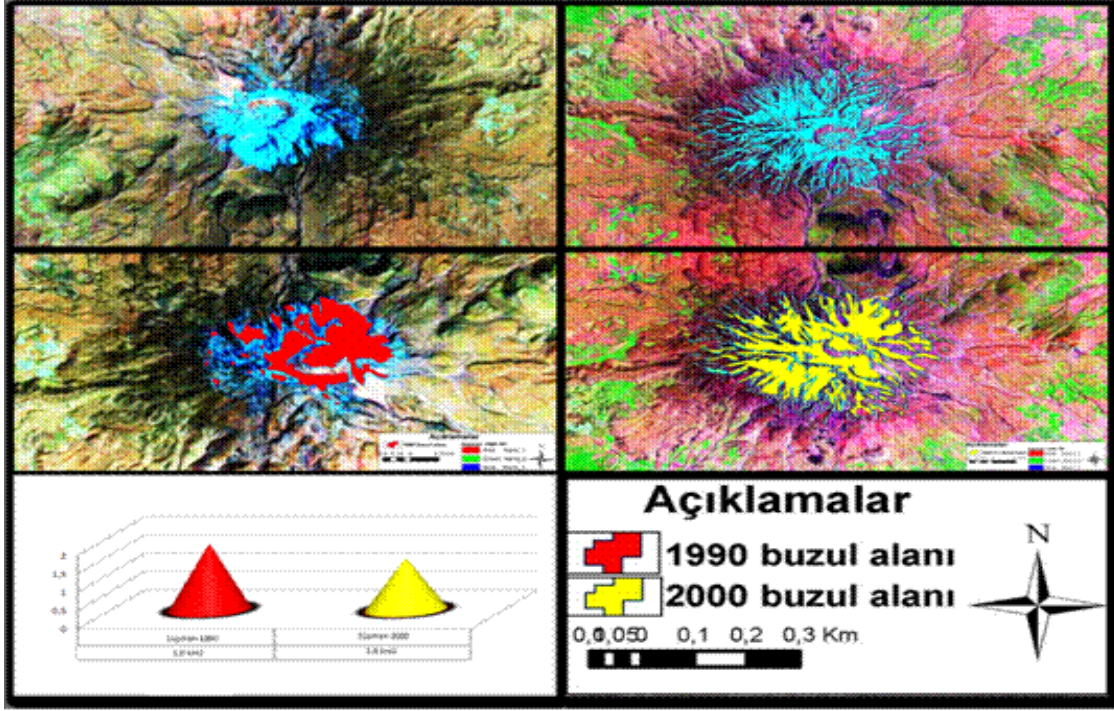
Ağrı Dağı için yapılmış olan çalışmada ise Landsat uydu görüntüleri değerlendirilerek, buzul alanının 1990 yılında 8,5 km², 2000 yılında ise 7 km²'ye gerilediğini ve gerileme ile beraber buzullarda parçalanmaların meydana geldiği görülmektedir (**Şekil 4.4**). Türkiye'nin en yüksek zirvesi olan Ağrı Dağı'nda da bu denli bir azalmanın varlığı küresel iklimdeki değişimlerin etkisinin ne denli bir boyutta olduğunu göstermektedir. Ağrı Dağı takke buzulunda 1977-2008 yılları arasındaki en büyük gerileme güneye ve batıya bakan yamaçlarda görülmektedir. Kuşkusuz bu durum bakı (gölge) faktörü ile ilişkilidir (Bahadır ve Dikbaş, 2011).



Şekil 4.4. Ağrı Dağı'ndaki buzulların 1990-2000 yılları arasındaki alansal değişimi (Bahadır ve Dikbaş, 2011).

Süphan Dağı'nda toplam buzul alanının 1977 yılında 1.29 km^2 iken, 2007 yılında 0.35 km^2 'ye gerilediği belirlenmiştir (Yavaşlı, 2009).

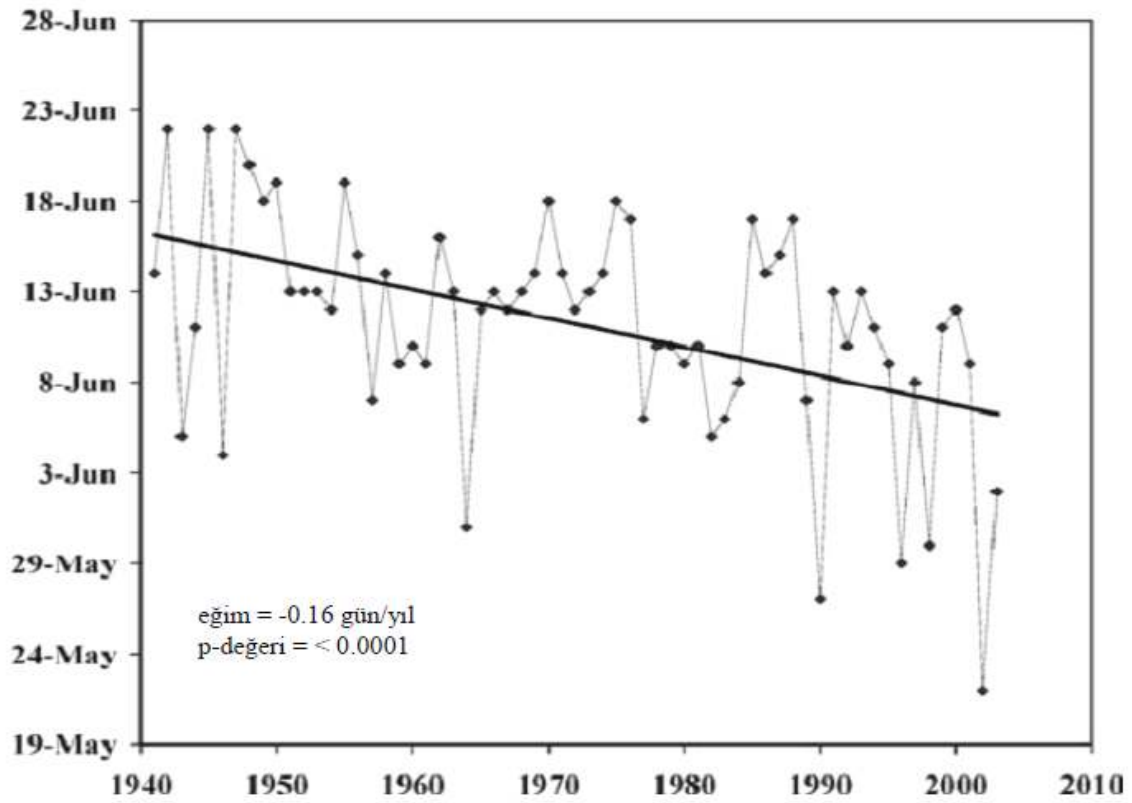
1990-2000 yılları Landsat uydu görüntüleri üzerinden yapılmış olan analiz sonucunda buzul alanının da erimenin bir hayli fazla olduğu ayrıca erimelere bağlı olarak alansal parçalanmaların da meydana geldiği görülmektedir. Buzul alanı 1990 da 1.8 km^2 iken bu miktar 2000 yılına gelindiğinde 1.4 km^2 'ye gerilemiştir. Bu on yıllık süreçte buzul alanının kaybı yaklaşık olarak %20 oranında gerçekleşmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Süphan Dağı’ndaki buzulların 1990-2000 yılları arasındaki alansal değişimi (Bahadır ve Dikbaş, 2011).

Yine bu araştırmayı destekleyen ayrı bir çalışmada, Doğu Antartika’da Vostok istasyonunda yapılan sondajla 420,000 yıllık buz kayıtları hakkında bilgi edinilmiştir. Ve CO₂ ve CH₄ sera gazlarının konsantrasyonları ile karşılaştırılmış ve bu gazların güçlü olarak Antartika sıcaklıkları ile ilişkili olduğu kanaatine varılmıştır (Petit ve ark., 1999).

NOAA/CMDL’den alınan güncel verilerle, Barrow Alaska’da yapılan gözlemler ve incelemelerde, kar erime tarihinin kar derinliğinin 2.5 cm’den daha az olduğu günlerle ilişkili olduğu ve bu değer altında erimenin devam ettiği belirlenmiştir. 1990’dan beri değişkenlikte hızlı ve beklenmedik bir artma gösteren Alaska kuzey yamaçlarındaki erken erime Mayıs hava sıcaklıkları ile bağlantılıdır. Kışın toplam kar biriktirmesi azalmış ve Mart ve Nisan sıcaklıkları son 10 yılda artmış. Bütün kuzey yamaçlarının iklimini etkilemiş olan bu değişiklikler synoptik sirsülasyon değişikliklerine katkı sağlar. Regresyon analizi belirtir ki, 1941’den beri kar erime tarihi yaklaşık 10 gün erkene alınmış. Erken kar erimesi ve sonbaharda daha geç kar biriktirmesi, iklim ısınmasına önemli bir pozitif geri beslemeye neden olur (Petit ve ark., 1999).



Şekil 4.6. Barrow Alaska’da erken kar erimesinin ilişkili trendi (Petit ve ark., 1999).

Alaska’da, buzul buz kütlelerinde bir azalmaya neden oluyor olan ısınmanın delilleri vardır. Örneğin Seward Peninsula’nın Kigluaik dağlarında. Batı Alaska’nın deniz-kıta iklim rejiminin bu değişkenliğinde, büyük birleşik buzulu, 20.yy. oranlarındaki geri çekilmesine devam ederse 2035 yılına kadar tamamen yok olacak. 1950 ile 1990 arasında buzul uzunluğunda %30 azalma olmuştur (Hinzman ve ark., 2005).



Şekil 4.7. McCall buzulunun sonunun fotoğrafları (1958). Buz kütleğinde bu büyük azalma yaklaşık olarak 1890'da başlar ve o zamandan beri arttığı olası olan bir oranda bugün devam eder (Hinzman ve ark., 2005).

4.2. KİD'in Deniz Suyu Seviyesine ve Deniz Suyu Sıcaklığına Etkisi

IPCC V. değerlendirme raporunda deniz seviye yükselmesi ve okyanus ısınması hakkında aşağıdaki tespitler yapılmıştır;

Raporda yüksek güvenle belirtilen konuda, “19. yüzyıl ortasından beri gözlenmiş olan deniz düzeyi yükselmesi oranı (hızı), önceki iki bin yıllık dönemdeki ortalama yükselme oranından daha büyüktür (*yüksek güvenilirlik*). Küresel ortalama deniz düzeyi 1901-2010 döneminde 19cm [(Latif, 2010),(Bahadır ve Dikbaş, 2011),(Sarıkaya ve Çiner, 2003),(Petit ve ark., 1999)] yükselmiştir. *Olasılıkla* küresel ortalama deniz düzeyi yükselmesini sürdürecektir” şeklinde tespitler yapılmıştır” (IPCC, 2013).

Raporda yine yüksek güvenle belirtilen okyanus ısınması konusunda;

“1971-2010 döneminde okyanuslarda biriken enerjinin %90'dan fazlası küresel okyanus ısınmayla bağlantılıdır. Üst okyanus (0-700 m) 1971-2010 döneminde *kesin olarak* ısınmıştır ve 1870'ler ve 1971 arasındaysa *olasılıkla* ısınmıştır” şeklinde tespitler yapılmıştır (IPCC, 2013).

IPCC V. değerlendirme raporunda, bu konuda gelecek öngörülerini de verilmiştir. Okyanus ısınması için;

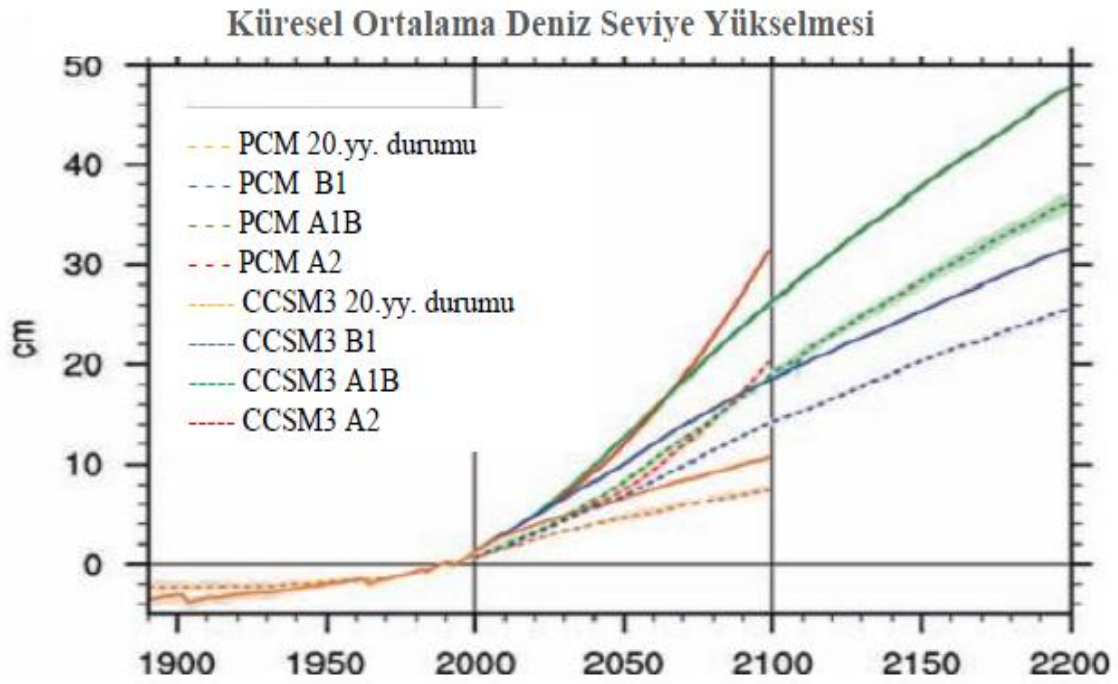
“Küresel okyanusta, 21. yüzyıl süresince ısınma sürecektir. Isı, yüzeyden okyanus dibine doğru nüfuz edecek. Isı okyanus sirkülasyonunu etkileyecek” öngörüsü yapılmıştır. Deniz seviye yükselmesi için ise;

“Küresel ortalama deniz seviyesi, 21. yüzyıl süresince yükselmeye devam edecek. Tüm RCP senaryoları altında deniz seviye yükselmesi oranları, buz örtüleri ve buzullarda kütle kaybının artmasından ve artmış okyanus ısınmasından 1971-2010 süresince gözlenmiş olan aşırılık çok olası olacaktır” şeklinde bir öngörü elde edilmiştir (IPCC, 2013).

Uluslararası iklim değişimi çalışmalarından IPCC IV. değerlendirme raporunda, geçen yüz yılda deniz seviyesinin küresel ölçekte 10-20 cm yükseldiğini ve bunun ağırlıklı olarak küresel ısınmadan kaynaklandığını, bu yüzyılda ise 40-60 cm daha yükseleceğini belirtmekte. Küresel iklim değişiklikleri ve deniz seviyesindeki yükselmelerden etkilenecek ülkelerin başında Maldiv, Tuvalu vb. gibi küçük ada devletleri geliyor. Bu devletler denizden sadece 2-5 metre kadar yüksekteler ve deniz

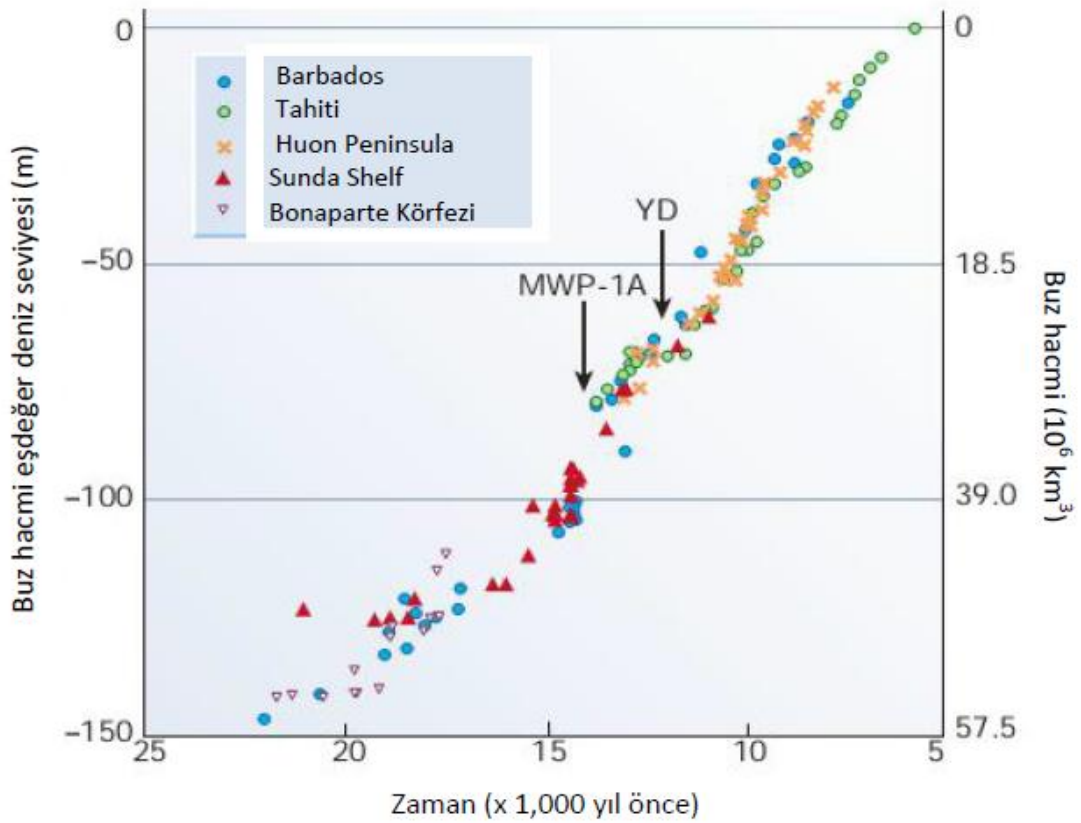
suyu seviyesindeki yükselmelerin bu ülkelerdeki yaşamın bitmesine neden olacağı düşünülmektedir. Öngörülere göre su seviyesinin yükselmesi, Bengadeş'te, toplam ülke alanının %12-28' inin kaybına neden olacaktır. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin esas etkisi denizlerin en verimli alanları olan kıyılarda görülecektir. Çünkü rüzgar ve yağmurların düzensiz hal alması sonucu besleyici maddelerin deniz ortamına aktarımı da değişecek, değişen akıntı rejimi de göz önüne alındığında günümüzdeki canlı verimliliği ve göç dinamiği kısmen veya tamamen değişecektir. Deniz suyundaki sıcaklık artışı Pasifik ve Hint okyanusundaki mercanların sararması ve toplu ölümüne yol açmıştır. Örneğin Karayiplerde 1989-1990 yıllarında deniz suyu sıcaklığının 2 derece artması yani su sıcaklığının 28-29 °C' den 30-31 °C' ye yükselmesi, mercanların kitlesel ölümüne neden olmuştur. Oysa mercanların ortadan kalkması sadece denizlerdeki biyoçeşitliliğin yıkımına yol açmaz, ayrıca küresel ısınmadan birinci derece sorumlu olan karbondioksitin doğada bir yutak görevi gören denizler tarafından emilimi de azalır (IPCC, 2007).

Kuzey Atlantik Okyanusunda yapılan bir çalışmada, PCM ve CCSM3 iklim modelleri kullanılarak çeşitli senaryolara göre deniz seviye yükselmeleri öngörülmüştür. Bu iki modelin A1B, B1 ve A2 senaryoları arasından düşük tahminli iklim değişikliği senaryosunda (SRES B1), 21. yy.'ın sonunda , deniz seviye yükselmeleri sırasıyla 13 cm ve 18 cm olarak 1999 seviyelerinin altında belirlenmiştir. Aynı modellerin orta tahminli senaryosunda (SRES A1B), 21. yy.'ın sonunda sırasıyla 18 cm ve 25 cm deniz seviye yükselmesi öngörülmüştür. Bu iki modelin yüksek tahminli senaryosunda (A2), 21. yy.'ın sonunda sırasıyla 19 cm ve 30 cm deniz seviye yükselmesi öngörülmüştür. (**Şekil 4.8**), (Meehl ve ark., 2005).



Şekil 4.8. PCM ve CCSM3 modellerine göre deniz seviye yükselmeleri (Meehl ve ark., 2005).

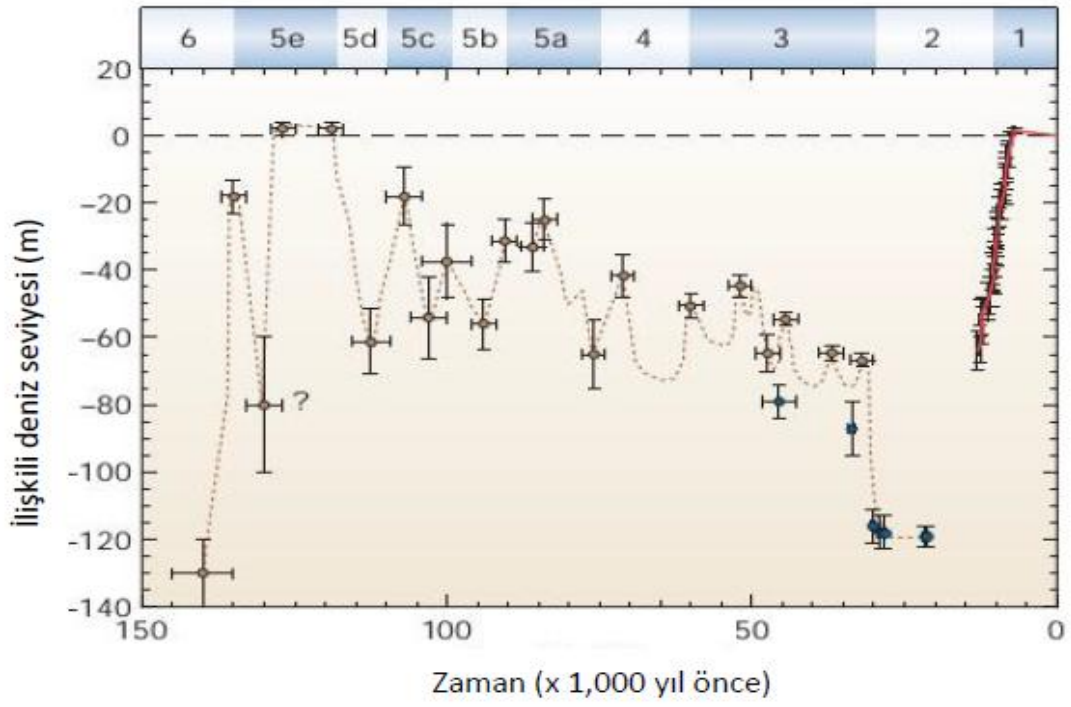
Deniz seviyesindeki değişimler, buzulların erimesiyle ya da deniz suyu sıcaklığının artması sonucu termal genişlemeyle olabilir. Aşağıda farklı bölgelerde binlerce yıl öncesinden günümüze buzul hacimlerindeki azalmayla orantılı olarak deniz seviyelerindeki değişim görülmektedir (Şekil 4.9).



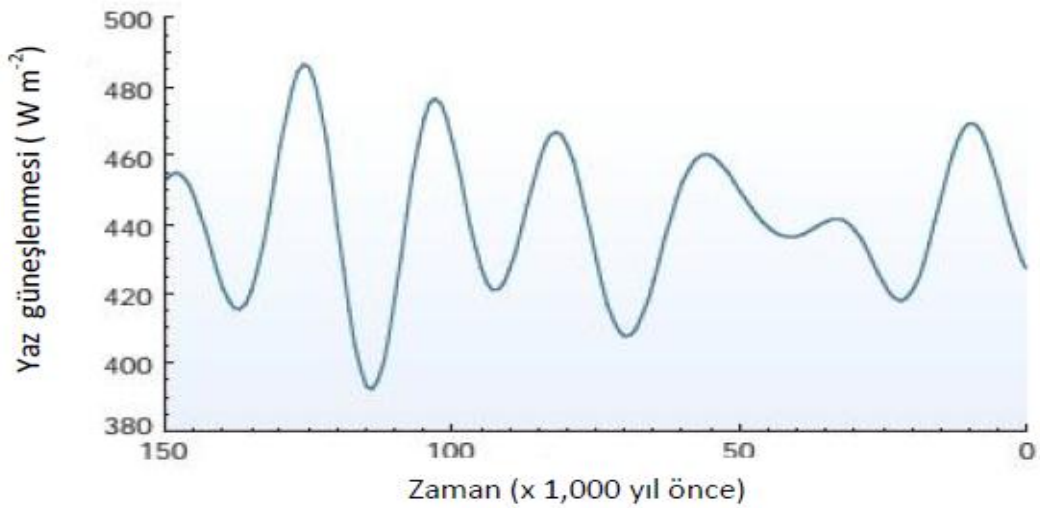
Şekil 4.9. Farklı bölgelerde binlerce yıl öncesinden günümüze deniz seviyesinin günümüz değerlerinden farkı ve ilişkili buz hacmi değerleri (örneğin, 15000 yıl önce Barbados ve Sunda Shelf'te deniz seviyesi günümüz değerinden 100 m düşük ve o zaman ki buz hacmi 39 milyon km³ 'tür.), (Lambeck ve ark., 2002).

(Şekil 4.9) yorumlandığında, günümüze doğru buz hacminin azaldığı ve buna bağlı olarak, yani buz erimeleri sonucunda deniz seviyeleri yükselmiştir ve günümüz seviyelerine ulaşmıştır.

Aşağıdaki (Şekil 4.10.a. ve Şekil 4.10.b.)'de güneşlenme seviyesi ile deniz seviyesi arasındaki ilişki tespit edilmeye çalışılmıştır. Çok eski jeolojik devirlerden bu yana güneşlenme seviyesi ile deniz seviyesi arasında aşağıda grafiksel olarak da görselleştirildiği gibi çok büyük bir benzerlik olduğu ve genel eğilimin aksine güneşlenme süresi arttıkça deniz seviye yüksekliği artmaktadır. Bunun kar ve buz erimelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ve deniz seviyesi çok eski jeolojik devirde yüksek olmasına rağmen daha sonra düşme eğilimi göstermiş ve son yıllarda yine ciddi bir şekilde yükselmiştir (Lambeck ve ark., 2002).



Şekil 4.10.a. Binlerce yıl öncesinden günümüze kadar deniz seviyesi yüksekliklerinin günümüz değerlerine göre kıyaslanması (Huon Peninsula (Papua Yeni Gine)'nin verileri kullanıldı ve Bonaparte Körfezi (Avustralya) gözlemleri verileriyle tamamlandı). Grafiğin yukarıdaki mavi renkli rakamlar jeolojik devirleri göstermektedir, (Lambeck ve ark., 2002).



Şekil 4.10.b. Mercan ve sediment kalıntıları incelenerek binlerce yıl öncesinden günümüze güneşlenme seviyesi eğrisi, (Lambeck ve ark., 2002).

4.3. KİD'in Su Kaynaklarına, Yağışlara, Kuraklık ve Çölleşmeye Etkisi

IPCC, V. değerlendirme raporu gelecek öngörülerinde;

Su döngüsü hakkında, “21. yüzyılda ısınmaya tepkide, küresel su çevrimindeki değişiklikler düzenli olmayacak. Islak ve kuru mevsimler arasındaki ve ıslak ve kuru bölgeler arasındaki yağışlardaki fark, bölgesel farklılıklar olabilmesine rağmen artacak” şeklinde öngörüler yapılmıştır. Sıcaklık ve yağıştaki ortalama değerlerdeki geçmiş ve gelecek arasındaki değişimler (**Şekil 2.8.a** ve **Şekil 2.8.b**)’de yerküre üzerinde görselleştirilerek gösterilmiştir (IPCC, 2013).

Yine uluslararası bir kuruluş olan Orta ve Doğu Avrupa için Bölgesel Çevre Merkezi’nin (REC) Türkiye’deki ofisinin yapmış olduğu bir derleme çalışma olan ve IPCC gibi kapsamlı bir çalışmadan yararlanılarak yağış ve kuraklık konusunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

“1900’den 2005 yılını kapsayan yağış gözlemlerine göre; Kuzey ve Güney Amerika’nın doğusunda Kuzey Avrupa’da, Kuzey ve Orta Asya’da yağış artıyor. Sahel, Akdeniz Havzası, Güney Afrika ve Güney Asya’nın bir bölümünde ise önemli ölçüde azalıyor. 1970’li yıllardan itibaren tropikler ve subtropiklerde daha şiddetli ve uzun kuraklıklar gözlemlendi. Aşırı yağış ve tropik siklon olaylarında hissedilir artış gözlemlendi”. (**Şekil 2.12**)’ de, 21. Yüzyıl’da küresel ortalama sıcaklıklardaki olası artışlar ve yağış rejimlerindeki düzensizlikler yerküre üzerinde görselleştirilerek verilmiştir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

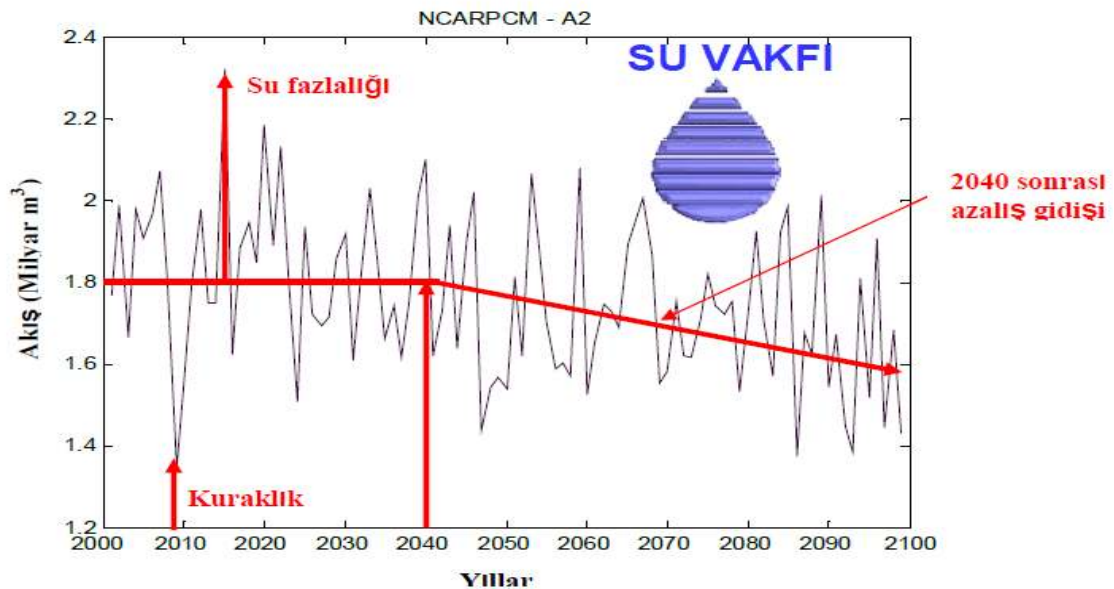
Bu kaynakta, 21. Yüzyıl’da yaşanacak iklimsel değişikliklerin su kaynaklarına olası etkileri kapsamında; “Buzulların yok olması, kar örtülerinin erimesi nedeniyle dünya nüfusunun 1/6’sının tatlı su kaynakları ciddi oranda azalacaktır. 2050 yılı itibariyle yüksek enlemlerde yüzey akışları %30’a varan oranda artarken, Akdeniz de dahil olmak üzere, bazı orta enlemlerde su kaynakları %40’a varan oranda azalabilecektir.” şeklinde öngörüler yapılmıştır (**Çizelge 2.3**).

Bu kaynakta Türkiye için de öngörüler mevcuttur. PRECIS model sonuçları, 1961-1990 ortalamasına göre 2071-2100 döneminde Türkiye’de beklenen iklimsel değişiklikleri; “ortalama yağışlarda %40’a varan oranlarda azalmalar bekleniyor. Batı’da yağış azalması toplam miktar ve % değeri olarak daha yüksek, yaz aylarında Orta

Anadolu ve Karadeniz’de belirgin azalmalar öngörülüyor. Sonbaharda, Karadeniz’de yağışlarda artış beklenebilir” şeklinde öngörmüştür (Arıkan ve Özsoy, 2008), (**Çizelge 2.4**).

Şen, Su Vakfı adına Türkiye üzerine yapmış olduğu bir çalışmasında; “Türkiye’de kullanılabilir suyun kişi başına bir yılda düştüğü miktar 1600 m^3 civarındadır. Bir ülkenin su zengini sayılması için kişi başına bir yılda 10000 m^3 su düşmelidir. Bu bakımdan ülkemiz dünya standartlarına göre bir su fakiridir” tespitinde bulunmuş ve iklim değişikliğinin ülkemiz su kaynaklarına olumsuz etkileri olarak (Şen, 2009);

Kişi başına düşecek yıllık su miktarında ortaya çıkacak azalmalar sonucunda, ülkemizin daha kurak bir iklim etkisi altına girmesi beklenmektedir (**Şekil 4.11**). Özellikle, Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde etkisi fazlaca olabilecek iklim değişikliği dolayısı ile buradaki su kaynaklarının hacimlerinde, kalitelerinde ve yenilenme sürelerinde azalmalar olacaktır. Sahil şeritlerinde olabilecek deniz seviyesi yükselmesi dolayısı ile özellikle kıyılara yakın ve yeraltı suyu ile beslenen yerleşim alanlarımızın su kaynakları daralacaktır. Bunun sebebi, her 1 metre deniz seviyesi yükselmesine karşılık yaklaşık 40 metre kadar daha içerilere doğru deniz suyunun girerek tatlı su kaynaklarını tuzlandırmasıdır.



Şekil 4.11. Türkiye su potansiyelinin geleceği (Türkiye yıllık akışları, ulusal iklim değişikliği model ve yazılım sonuçları, 2009), (Şen, 2009).

4.4. KİD'in Aşırı Sıcaklıklar ve Doğal Afetlere Etkisi

IPCC V. değerlendirme raporunda, sera gazları salımının azaltılması konusunda acil önlemler alınmaması durumunda sıcaklık artışının yıkıcı ve yönetilemez olacağı vurgulanıyor. Raporda gözlenmiş atmosfer değişiklikleri kapsamında sıcaklık konusunda;

Küresel ortalama yüzey (kara ve okyanus) sıcaklığı verileri, 1901-2012 döneminde yaklaşık 0.9 °C' lik bir artış göstermiştir. Bu dönem boyunca yerkürenin hemen hemen tüm yüzeyi ısınmıştır (**Şekil.2.1.b**). Geçen 30 yıl, küresel ölçekte 1850'den beri kaydedilen en sıcak ardışık 30 yıl, 21'inci yüzyılın ilk 10 yılıysa en sıcak 10 yıldır (**Şekil 2.1.a**).

Paleoklimatolojik dolaylı verilerin analizleri, Kuzey Yarımküre'de 1983-2012 döneminin büyük olasılıkla son 800 yılın en sıcak 30 yıllık dönemi olduğunu (yüksek güvenilirlik) ve olasılıkla, son 1400 yılın en sıcak 30 yıllık dönemi olduğunu (orta güvenilirlik) göstermektedir (IPCC, 2013).

Raporda gelecek öngörülleri de yapılmıştır. “Küresel yüzey sıcaklığı değişikliği, 21. yüzyılın sonuna kadar, biri dışında tüm yeni IPCC senaryolarına dayanarak olasılıkla sanayi öncesi döneme göre 1.5°C' yi ve iki yeni senaryoya göre 2°C'yi aşacaktır. Küresel ısınma, bir senaryo dışında tüm yeni IPCC senaryolarına dayanarak 2100 yılı sonrasında da sürecektir. Isınma, yıllararası değişkenlikten on yıllık değişkenliklere kadar çeşitli değişkenlikler sergilemeyi sürdürecektir ve bölgesel olarak türdeş olmayacaktır (**Şekil 2.6** ve **Şekil 2.7**).

1986-2005 dönemine göre 2016-2035 dönemindeki küresel ortalama yüzey sıcaklığı değişikliği, olasılıkla 0.3°C ile 0.7°C aralığında olacaktır. Doğal içsel değişkenliğe göre, mevsimlik ortalama ve yıllık ortalama sıcaklıklardaki kısa süreli artışların tropikal ve subtropikal kuşaklarda orta enlemlerden daha büyük olması beklenmektedir (yüksek güvenilirlik) (IPCC, 2013).

Bölgesel çevre merkezi (REC)'in yapmış olduğu bir derleme çalışmada; “Sanayi devriminden itibaren aletli gözlem kayıtlarında yer alan en sıcak 12 yılın 11'i 1995-2006 yılları arasında yaşanmıştır. Doğrusal ısınma eğilimi, son 50 yıllık dönemde,

geçen 100 yıllık dönemin yaklaşık iki katı olmuştur. Arktik bölgede 19 yy.'dan 21. yüzyıla ve 1960'lerden günümüze kadar olan dönemdeki ısınma küresel ortalamaların iki katıdır. 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren aşırı sıcak dalgası olayları sıklaşmaya başlamıştır" şeklinde tespitlerde bulunulmuştur (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Yine aynı çalışmada gelecek öngörülleri de verilmiştir. Bu öngörüler "Günümüzdeki mevcut uygulamalar çerçevesindeki en iyimser ve en kötümser senaryolar dikkate alındığında, 2100 yılı sonu itibari ile küresel ortalama sıcaklıkların, Sanayi Devrimi öncesiyle karşılaştırıldığında 2.7 ile 5.8 °C arasında artabileceği öngörülmektedir. Bölgesel olarak ele alındığında, Kuzey Amerika'nın kuzey bölgelerinde ve Orta Asya'nın kuzeyindeki sıcaklık artışları, küresel ortalamayı %40'tan daha fazla aşabilecektir.

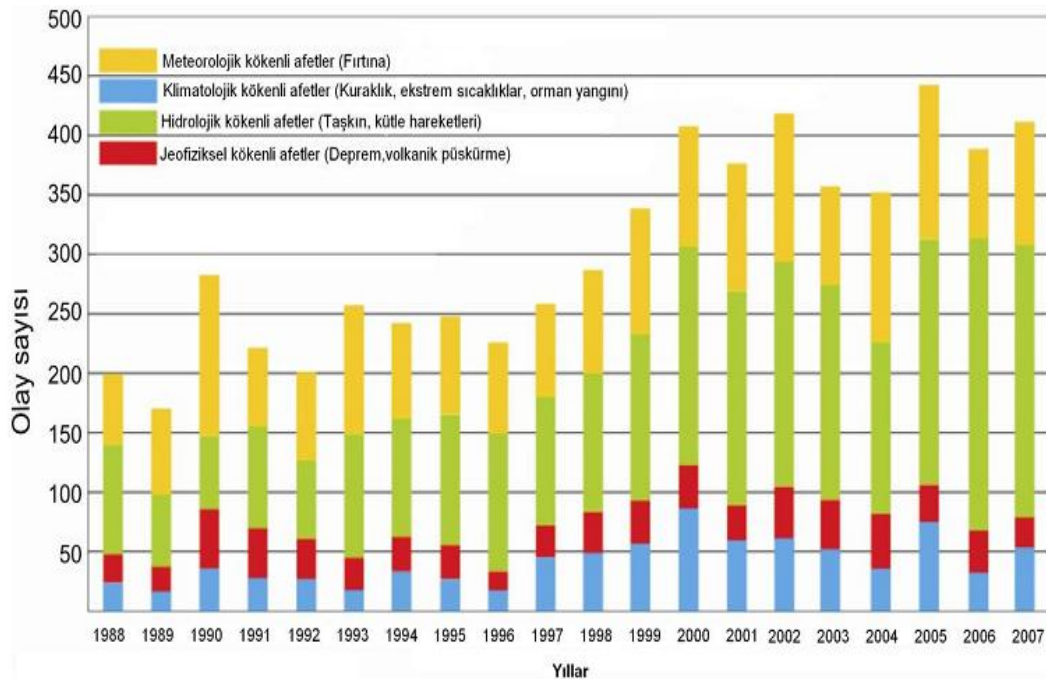
Öngörülen sıcaklık artışlarının, 20. yüzyılda gözlenen değişikliklerden daha büyük olabileceği ve eski iklim verilerine dayanarak, yüksek bir olasılıkla, son 10,000 yılda görülebilecek en büyük sıcaklık artışı olarak kayıtlara geçebileceği düşünülmektedir" şeklindedir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Bu konuda yapılan bir çalışmada, doğal afetler ile iklim değişikliği arasındaki ilişkiyi şu şekilde açıklamıştır. "Günümüzde afet araştırma merkezleri, afetleri oluşum nedenlerine göre, biyolojik (salgın hastalık, böcek istilası, hayvan paniği), jeofiziksel (deprem, volkanik püskürme, tsunami), meteorolojik (fırtına, fırtına kabarması, tropikal siklon), klimatolojik (sıcak ve soğuk hava dalgaları, kuraklık, orman yangını) ve hidrolojik (taşkın, sel, kütle hareketleri) kökenli afetler olarak sınıflandırır.

Afetler, genel olarak doğal nedenle oluşsa da çevresel bozulmalar ve insan etkinlikleriyle (ormanların yok edilmesi, çölleşme, nükleer ve endüstriyel kazalar, kimyasal atıklar, ulaşım ve taşımacılık kazaları, yangınlar, küresel ısınma, vb.) bozulan çevre koşulları herhangi bir doğal olayın afete dönüşmesine neden olabilir. Günümüzde, bazı doğal afetlerin frekansındaki ve şiddetindeki artışlar iklim değişikliğinin bir göstergesi olarak da kabul edilebilmektedir. Günümüzde, üzerinde en çok durulan ve dikkat çekilen insan kaynaklı doğal afet, küresel iklim değişikliği ve onun en kolay algılanabilen ve belirlenebilen doğrudan sonuçlarından birisi olan küresel ısınmadır" (Türkeş ve Acar Deniz, 2010). Küresel ölçekte, yıllık ortalama

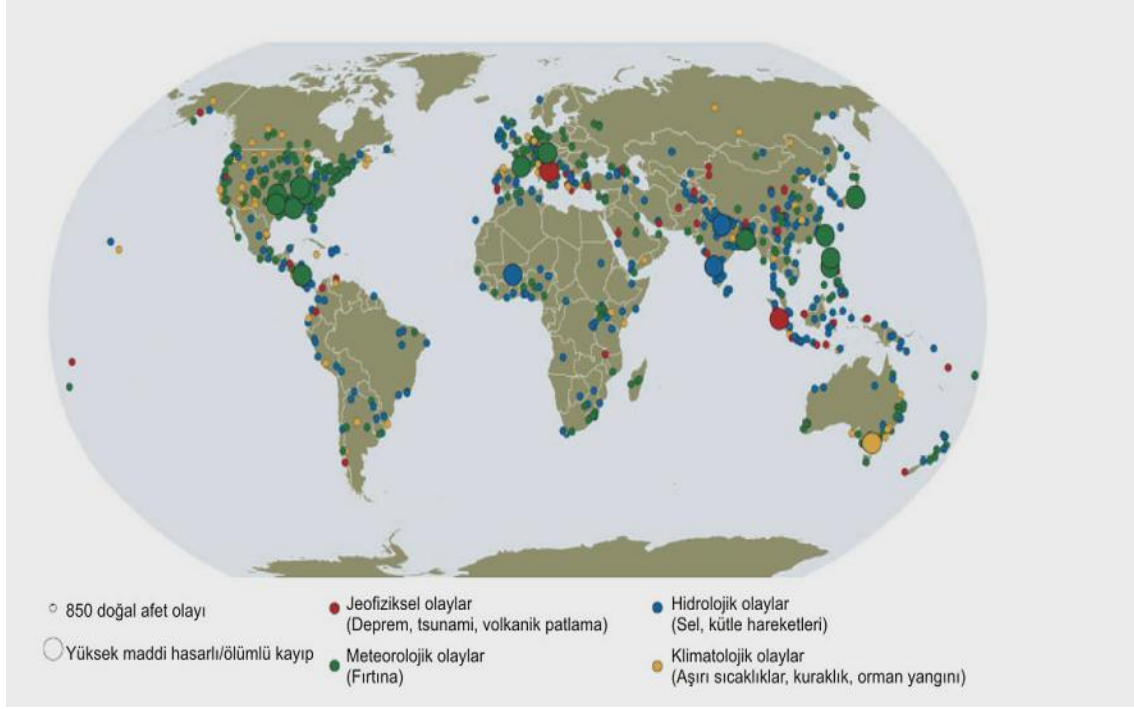
sıcaklıkların artması, bazı alanlarda yağışların artması, buzulların erimesi ile okyanus ve deniz seviyelerinin yükselmesi alçak kıyı alanları için (Marshall Adaları, Papua Yeni Gine, Maldiv Adaları, vb.) büyük bir tehdit oluşturur. Alçak alanlardaki yeraltı suyu akiferlerinin yükselen deniz suyu seviyesiyle birlikte tuzlu sular tarafından yutulması, canlı yaşamı için büyük önemi olan içme suyunun niteliğinin bozulmasına ve gelecekteki su krizlerine işaret eder.

Sanayi devrimiyle hızlanan sanayileşme süreci, insanın Yerküre atmosferi ve iklim sistemi üzerindeki baskısını daha da artırmıştır. Özellikle 1980’li yıllardan sonra her yıl bir önceki yıldan daha sıcak olmak üzere yerküre iklimi büyük bir hızla ısınmaktadır. Küresel iklim değişikliği beraberinde birçok olumsuz sonucu getirir. Bir çok araştırmacı tarafından, insan etkinlikleri sonucunda kuvvetlenen sera etkisi doğal afetlerin tetikleyicisi olarak kabul edilir. Doğal döngünün bozulmasıyla hidrolojik, ekolojik vb. sistemler zarar görmekte ve doğanın tüm düzeni ve dengesi bozulmaktadır. Son yıllarda, afet olaylarının frekanslarının artması dünya nüfusunun %40’ının afete açık bölgelerde yaşıyor olmasıyla büyük bir tehdit oluşturur (Türkeş ve Acar Deniz, 2010).



Şekil 4.13. Meteorolojik, klimatolojik, hidrolojik ve jeofizik kökenli küresel doğal afet sıklıklarının 1988-2007 dönemindeki yıllararası değişimleri (Scheuren ve ark., 2008).

Çeşitli iklim modellerine dayalı projeksiyonlara ve uzun yıllık küresel iklim kayıtlarına bakıldığında, gelecekte küresel ısınmanın giderek kuvvetleneceği ve daha fazla doğal afet oluşumu beklenmektedir (Türkeş ve Acar Deniz, 2010).



Şekil 4.14. 2009 yılında kaydedilen hidrolojik, meteorolojik, klimatolojik ve jeofizik kökenli afetlerin, şiddetlerine göre küresel dağılışı, (Münich Re, 2009).

Sigorta şirketleri ve afet araştırma merkezlerinin istatistikleri, 1980-2008 yılları arasındaki meteorolojik, klimatolojik ve hidrolojik kaynaklı doğal afet frekanslarının ve kayıpların ekonomik boyutunun 1980'lerden sonra hızla arttığını gösterir. Afet Kaynaklı Salgın Hastalıkları Araştırma Merkezi'nin (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, CRED) istatistiklerine göre, 1988'den 2007'ye kadarki dönemde meteorolojik kökenli afetler ile hidrolojik kökenli afetlerin artış oranları birbiriyile uyumludur. Taşkın ve kütle hareketleri, meteorolojik olaylarla bağlantılı geliştiği için, birçok şiddetli hava olayı beraberinde hidrolojik kökenli afeti getirir. Ekstrem sıcaklıklar (sıcak ve soğuk hava dalgaları), kuraklık ve orman yangınları gibi klimatolojik kökenli afetlerin frekansında 1990'ların ortasından başlayarak bir artış gözlenir. Her yılın bir önceki yıldan daha kurak olma

olasılığının artması ve buna bağlı olarak 1990'lardan başlayarak küresel sıcaklıklardaki artış, kış aylarındaki dondurucu soğuklar ile yaz aylarındaki aşırı yüksek hava sıcaklıkları canlı yaşamı için önemli bir tehdit oluşturur. Ayrıca, kurak ve sıcak geçen yaz aylarındaki sıcak hava dalgaları, orman yangınlarını tetikleyerek büyük kayıplara yol açar (Türkeş ve Acar Deniz, 2010).

4.4.1. KİD'in Orman Yangınlarına, Ormanların KİD'e Etkisi

Kid'in orman yangınlarına etki etmesi ve ormanların bir yutak görevi üstlenip Kid'e etki etmesi bu konuya önem kazandırmış ve ayrı bir alt başlık altında incelenme ihtiyacını doğurmuştur.

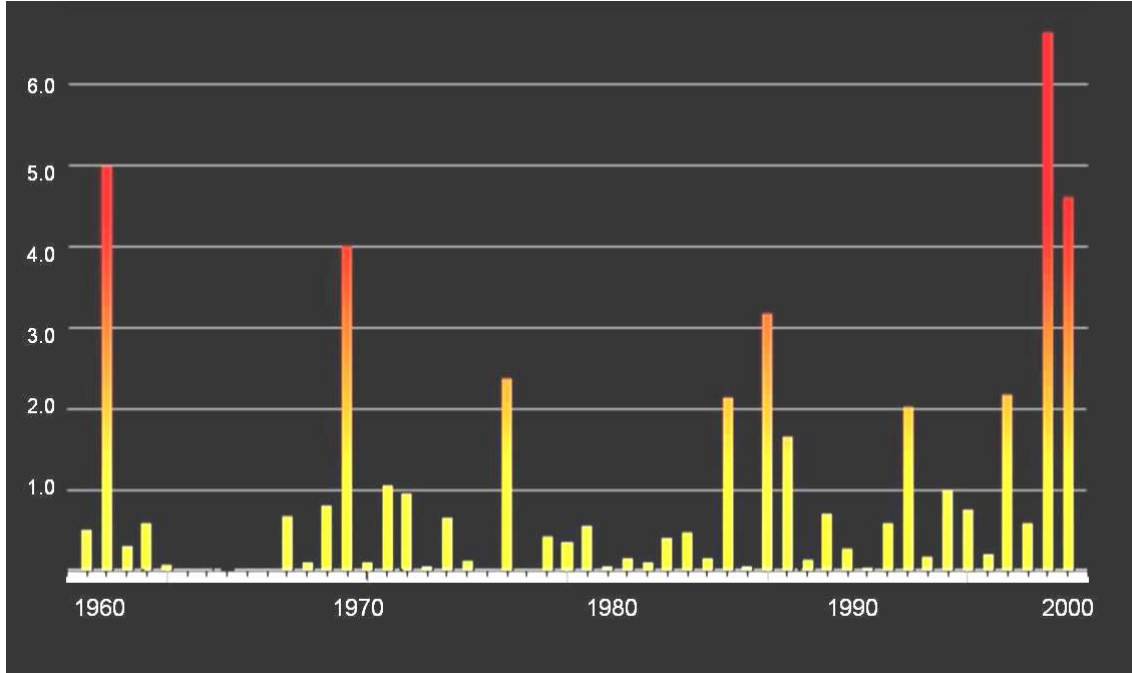
Günümüzde dünya üzerinde 4 milyar hektar orman bulunmaktadır. Çeşitli nedenlerle 1950-1990 yılları arasında mevcut ormanların yarısı tahrip olmuştur. Ülkemizde de son 10 yıl içerisinde 12.000 hektar ormanımız yanarak yok olmuştur (ÇOB, 2005).

Özellikle son yıllarda afet düzeyindeki orman yangınlarına daha sık rastlanılır olması, bu durumun bir tesadüften çok, yangınları yaratan faktörlerin büyümesi olarak değerlendirilebilir. Zaman içinde insanoğlunun faaliyetlerinden kaynaklanan iklimsel değişiklikler, dünya nüfusundaki hızlı artış ve ormanlar üzerindeki hatalı uygulamalar önümüzdeki yıllarda da orman yangınlarının insanoğlu için ciddi problem yaratacağını işaret etmektedir. Özellikle son yıllarda doğal afet haline dönüşen, tüm teknolojik donanım ve insan gücü desteğine rağmen söndürülemeyen yangınlar, sık sık görsel ve yazılı basında çıkmaktadır.

İstatistiksel olarak yapılan araştırmalar, orman yangınlarının 3 ana bileşenden etkilendiğini ortaya koymuştur; sıcaklık, nem (yağış) ve rüzgar. Küresel ısınmanın sıcaklıkları ve kurak sezonları arttıracığı, yağışları dengesizleştireceği, rüzgar yön ve şiddetinde önemli farklılıklara yol açacağı, buna bağlı olarak da gelecekte orman yangınları açısından olumsuz etkilerin gözleneceği öngörülmektedir (Flannigan ve ark., 2000).

Yapılan araştırmalar orman yangınlarında küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin şimdiden ortaya çıktığını göstermektedir. Örneğin, Alaska'da 2004 ve 2005

yıllarında 10 milyon hektarın üzerinde orman alanı yanarak tahrip olmuştur. Bu rakam, daha önceki 10 yılda orman yangınlarında tahrip olan toplam alan miktarından daha yüksek bir rakamdır. Söz konusu yangınlarla birlikte kuzeydoğu Alaska'daki ormanların %25'i tahrip olmuştur. (Şekil 4.15), (Alaska Conservation Solutions, 2008).



Şekil 4.15. Alaska'da 1956-2000 yılları arasında gerçekleşen orman yangınlarından etkilenen alan miktarı (milyon dönüm), (Alaska Conservation Solutions, 2008).

Lokasyonlar arasındaki sıcaklık farklılıklarının küresel ısınma nedeniyle artacağı, bu nedenle de rüzgarların daha sert eseceği tahmin edilmektedir. Ayrıca şu ana kadar bilinen meteorolojik verilere uymayan yönlerde farklı hava sirkülasyonları beklenmektedir. Bu durum sonucunda, başlayan küçük orman yangınlarının hızla daha büyük alanlara yayılacağı ve rüzgar yönü düşünülerek hazırlanan bentlerin de orman yangınlarından korunmak için yeterli olmayacağı tahmin edilmektedir (Stocks ve ark., 1998). Bu durumu destekler nitelikte, daha önce büyük orman yangınlarının gerçekleşmediği 68. paralelin kuzeyindeki bölgelerde, küresel ısınma sonucu büyük çaplı orman yangınlarının ortaya çıkmaya başladığı gözlemlenmiştir (Alaska Conservation Solutions, 2008).

Küresel ısınma sonucu ortaya çıkan kuraklık nedeniyle yangınların başlama ve yayılma oranında bir artış beklenmektedir. Özellikle ormanların alt tabakalarında yer alan karayosunu ve otsu bitkilerin söz konusu kuraklıktan dolayı kurumması, yangının ortaya çıkma ve yayılma ihtimalini yükseltmektedir. Sıcaklık, buharlaşma ve tutuşma indeksini arttırdığından orman yangınlarının da artmasına sebep olur. İşte bu yüzden sıcaklıklarda ortaya çıkacak küçük boyutlu farklılıklar bile, orman yangınlarında istatistiksel olarak anlamlı bir artışa yol açabilecektir (Gillett ve ark., 2004).

Yapılan araştırmalar ile özellikle Amazon yağmur ormanlarının olumsuz yönde etkilenerek gelecekte büyük oranda yanacağı, tahmin edilenden daha fazla karbondioksit salınımı ve absorpsiyon yapan bileşenlerin azalması nedeniyle küresel ısınma gerçeğinin katlanarak artacağı öngörülmektedir (Loehle ve LeBlanc, 1996). Gelecekte ortaya çıkacak orman yangınları, büyük miktarda karbondioksitin bir anda açığa çıkmasına ve fotosentez sonucu tutulan karbondioksit miktarının düşmesine yol açacağı için, IPCC'nin iklim modellemelerinde de dikkate alınmaya başlanmıştır (Jones ve Wingley, 1990).

Özellikle kutup bölgelerine yakın alanlarda, özel ekolojik şartların bulunması nedeniyle küresel ısınma süreci daha net şekilde izlenebilmektedir. Orman yangınları açısından birçok ülkede istatistiki veriler tutulmasına rağmen, kuzey enlemler haricinde kalan bölgelerde dönemsel kuraklık gibi ikincil parametrelerin geçici istatistiksel artışlara sebep olduğu bilinmektedir (Stocks ve ark., 1998). Kuzey enlemlerde ise geçmişte orman yangınlarının yaşanmıyor oluşu, istatistiksel anlamda verileri anlamlı hale getirmektedir (Alaska Conservation Solutions, 2008). Küresel ısınma sürecinde orman yangınlarının artışına paralel olarak yangın mücadele ekiplerinin sayılarının ve teknik donanımlarının artırılması ihtiyacı doğmuştur.

Küresel ısınma özellikle boreal (kuzey) kuşak ormanlarında vejetasyon süresinin uzamasına ve buna bağlı olarak bitki büyümesinin artışına sebep olmaktadır. Ancak bu etki bazı alanlarda kuraklık, yangın ve biyotik etkenlerle birleşerek olumsuz bir yöne de değişebilmektedir. İnsan etkisiyle oluşan CO₂ artışına bağlı olarak Amazon yağmur ormanlarındaki biyokütle artışı simülasyonlarla ortaya konulmuştur (Beerling ve Mayle, 2006). İklim değişiminin fenoloji üzerinde oluşturacağı değişimler, bitkilerin çiçeklenme zamanı ile dölleme etkili olan böceklerin bulunma zamanları arasında

uyumsuzluğa sebep olmaktadır (Humphries ve ark., 2002). Bu uyumsuzluk kiraz hibritleri üzerinde yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Miller-Rushing ve ark., 2007). Fenoloji gözlem bahçelerinde yapılan bazı denemelerde, küresel ısınma ve CO₂ konsantrasyonu değişimine bağlı olarak, tomurcuk patlatma zamanının farklılık gösterdiği, bu değişimin özellikle sıcaklıktaki yükselmeye bağlı olarak yüksek rakımlarda daha büyük marjlarda gerçekleştiği tespit edilmiştir [(Taylor ve ark., 2008), (Parmesan, 2007)]. Özellikle hotspots alanlar iklim değişiminden büyük oranda etkilenecektir. Bu alanlarda iklim değişimine bağlı olarak türlerin %43'lük kısmının yok olabileceği ifade edilmektedir (Malcolm ve ark., 2006). Özellikle boreal (kuzey) ve temperate (ılıman) orman alanlarının yüksek kesimlerinin %60 oranında habitat kaybına bağlı olarak, biyoçeşitlilik kaybında en fazla etkilenen bölgeler olacağı ifade edilmektedir (Thuiller ve ark., 2005). İklim değişimi kaynaklı tür yok olmasının kuzey bölgelerde %1'in altında olurken, bazı sıcak bölge orman alanlarında bu oranın %24'e kadar artabileceği ifade edilmektedir (Thomas ve ark., 2004). İklim değişimi başta orman yangınları üzerinde etkili olmaktadır (IPCC, 2007). Bunun yanında böcek zararları ve hastalıklar iklim değişimi kaynaklı negatif etkenlerdir. Bu tür böcek ve hastalıklar geniş orman ölümlerine neden olabileceği gibi, orman alanlarında çok sayıda küçük boşluklar oluşturarak parçalı orman ölümlerine de sebep olabilmektedir (McNeely, 1999). İklim değişiminin diğer bir etkisi değişen habitat alanlarına bağlı olarak bazı istilacı bitki türlerinin alana gelebilmesidir. Özellikle endemik bitki türleri değişen habitat alanlarında istilacı bitki türleri ile rekabet edemeyerek alandan uzaklaşmaktadırlar (Dale ve Rauscher, 1994). Atmosferde biriken CO₂'nin 2/3'ünün fosil yakıt tüketiminden, 1/3'ünün de arazi kullanım değişimi ve ormansızlaştırmadan kaynaklandığı belirlenmiştir.

Yeryüzünün bir diğer önemli karbon havuzu da okyanuslardır. Yeryüzündeki orman ekosistemleri atmosferden her yıl 100 gigaton (Gt, milyar ton) CO₂ almalarına karşın bunun yarısını geri vermektedir.

Fosil yakıt emisyonlarından kaynaklanan karbondioksitin önemli bir kısmının yersel ekosistemlerde (yutak alanları) tutulabileceği ve böylece iklim değişiminin yavaşlatılması konusunda önemli bir katkı yapılabileceği belirtilmektedir.

Çizelge 4.1. 1990-2000 yılları arasında karbon kaynaklarının küresel karbon dengesine katkısı (White, 2002).

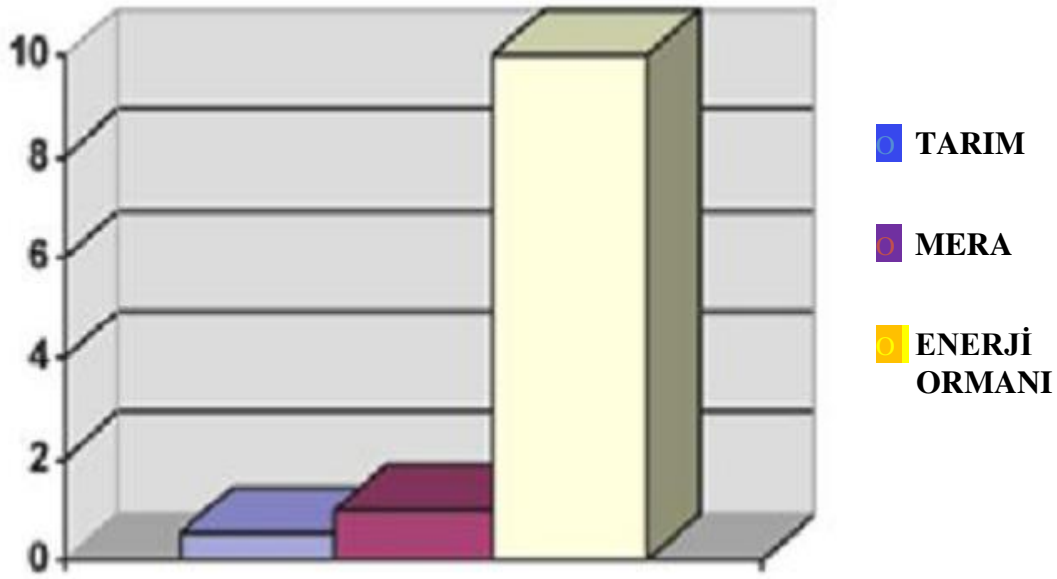
KAYNAK	SALINAN (GT) (1 GT = 10 ⁹ Ton)	EMİLEN (GT) (1 GT = 10 ⁹ Ton)
Fosil yakıt kullanımı	6,3	
Arazi kullanım değişimi (ormansızlaşma)	1,6	
Bitki büyümesi		3,0
Okyanus-Atmosfer Dengesi		1,7
Toplam	7,9	4,7
Denge	3,2	

Küresel bazda ormanlar yıllık yaklaşık 0,75 GT karbon bağlama potansiyeline sahiptir ki, bu atmosfere salınan yıllık 8 GT'lik miktarın önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Diğer taraftan tarım, yerleşim ve enerji kullanımının neden olduğu ormansızlaşma atmosferik karbon yüküne 1,6 GT'lik bir katkı yapmaktadır (White, 2002).

Şehir ormanları hava kirliliğini azaltma, çok yüksek ve düşük sıcaklıkları ılımanlaştırma, estetik görünüm oluşturma gibi hizmetler sunmaktadır. CO₂ ile ilişkili olarak kentler ve civarlarındaki ağaç ve ormanlar iki yönlü bir rol oynamaktadır. Öncelikle diğer ormanlar gibi kent ormanları da karbon depolar. İkinci ve daha önemli olanı ise kent ağaç ve ormanlarının mikro iklimi düzenlemeleridir. Bu şekilde aşırı sıcaklıkları ılımanlaştırmak suretiyle ısınma ve serinleme amaçlı enerji kullanımının azalmasına yardımcı olurlar.

Ormanlar bağladıkları karbonu kimi zaman yüzlerce yıl bünyesinde tutma özelliklerinden ötürü diğer ekosistemlerden üstündür. Şöyle ki, tarım alanlarında bağlanan karbon fotosentezi yapan bitkinin türüne göre üretim döneminin sonunda ya doğrudan çürüyerek, ya da insan ve hayvanlar tarafından tüketilerek, çok kısa bir zaman (bazen 3 aylık bir mevsim, bazen 1 yıl, ortalama 6 ay) sonra tekrar doğaya dönmektedir.

Aynı süreler mera ekosistemleri için de geçerlidir. Biyokütle kuru ot biçiminde saklansa bile mera bitkileri tarafından bağlanan karbon en fazla bir yıl içinde CO₂ şeklinde tekrar atmosfere dönmektedir. Ormanlarda bağlanan karbonun CO₂ şeklinde doğaya dönmesi ise, termik santrallere yakıt sağlayan enerji ormanlarında bile en az 10 yıldır. Bu süreler odun ürününün kullanım yerine ve üretim süresine bağlı olarak 3-4 yüzyıla kadar uzayabilmektedir, (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Değişik Bitkisel Ekosistemlerde Biriken Karbonun Depolanma Süresi (Yıl), (Asan ve ark., 2006).

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan araştırma sonuçlarına göre, orman ekosistemleri içindeki karbonun %74'ü toprak üstünde, %26'sı toprak altında bulunmaktadır. Toprak üstündeki bölümünün %35'i sürekli olarak ekosistem içinde tutulurken, %32,5' i normal çürüme ve ayrışma ile atmosfere dönmekte, kalan %32,5 ise odundan üretilen orman ürünleri içinde bulunmaktadır. Orman ürünleri içinde stoklanan karbonun her yıl %2 oranında azaldığı tahmin edilmektedir.

4.5. KİD ve Bölgeler

Küresel iklim değişikliğinin küresel ortalamalara etkisinin yanında bölgesel ölçekte iklimsel değişikliklere ve etkilere de sebebiyet vermektedir. İklim değişikliğinin etkileri küresel ortalamalarda çok dikkat çekici boyutta kendini göstermese de bölgesel ölçekte çok ciddi etkileri olabilmektedir. Bu değişiklik ve etkiler çeşitli bilimsel araştırma neticeleri referans gösterilerek incelenmiştir. İklim değişikliğinin etkileri, bölgeden bölgeye de değişiklik gösterebilmektedir. Bunu çeşitli araştırmalarla irdeleyelim.

Grönland'daki (Greenland) buzulların erimelerinin hızlandığı çeşitli çalışmalarla tespit edilmiştir. İklimsel değişikliklere dair diğer bazı bölgesel eğilimler açıkça gözlenmektedir. Kuzey ve Güney Amerika'nın ikliminin daha rutubetli olmasına karşın, Akdeniz ve Güney Afrika'nın iklimi git gide kuraklaşmaktadır. Son on yıl içinde Kuzey Kutbunda yaz boyunca görülen deniz buzullarında yaklaşık %7'lik bir azalma dikkat çekicidir (Taner, 2007).

Her şeye rağmen değişimin beklendiği bazı bölgelerde de, hiçbir farklılık gözlenmemektedir. Örneğin, Güney Kutbundaki deniz buzulları küresel ısınma ile artan biçimde erimelerine rağmen, muhtemelen bölgeye çok yoğun kar yağışından dolayı, hiçbir şekilde fire vermeden, mevcut durumunu aynen muhafaza etmektedir (Taner, 2007).

Bunun yanında, Arktik bölgede 19. yy'dan, 21. yy'a, 1960'lardan günümüze kadar olan dönemdeki ısınma küresel ortalamaların iki katıdır.

1900-2005 yıllarını kapsayan yağış gözlemlerine göre; Kuzey ve Güney Amerika'nın doğusunda, Kuzey Avrupa'da, Kuzey ve Orta Asya'da yağışlar arttığı, Sahel, Akdeniz Havzası, Güney Afrika ve Güney Asya'nın bir bölümünde ise önemli bir ölçüde azaldığı tespit edilmiştir (Arıkan ve Özsoy, 2008). 1970'li yıllardan itibaren tropikler ve subtropiklerde daha şiddetli ve uzun kuraklıklar gözlemlendi. Bu, yıllık yağışlardaki bölgesel değişiklikler başlığıyla (**Şekil 4.12**)'de de görselleştirilerek verilmiştir.

Permafrost(donmuş toprak alanları) tabakasının yüzey sıcaklığında 1980'lerden beri gözlenen artış 3 °C'dir. Kuzey Yarımküre'de mevsimlik olarak donan toprakların

kapladığı maksimum alan 1900 yılından bu yana yaklaşık %7, ilkbaharda %15 azalmıştır (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Denizleri de yerkürede bir bölge olarak düşünebiliriz. Ve deniz buzlarının kapladığı alanlar her on yıl için ortalama %2.7, yaz aylarında %7.4 azalmaktadır (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Küresel iklim değişiklikleri ve deniz seviyesindeki yükselmelerden etkilenecek ülkelerin başında Maldiv, Tuvalu vb. gibi küçük ada devletleri gelmektedir. Deniz suyundaki sıcaklık artışı Pasifik ve Hint okyanusundaki mercanların sararmasına ve toplu ölümüne yol açmıştır (Batan ve ark., 2013).

Türkiye için iklim değişikliklerinin etkileri olarak; 1941-2003 yılları arasındaki gözlemlere göre, özellikle ilkbahar ve yaz mevsimi minimum (gece en düşük) hava sıcaklıkları, Türkiye'nin pek çok kentinde istatistiksel ve klimatolojik açıdan önemli bir ısınma eğilimi göstermektedir. Bu sonuçlar, Türkiye'nin sıcaklık rejiminde daha ılıman ve/ya da daha sıcak iklim koşullarına yönelik değişiklikler olduğunu ortaya koymaktadır.

Aynı dönemde yağışlarda önemli azalma eğilimleri ve kuraklık olaylarının, kış mevsiminde daha belirgin olarak ortaya çıktığı gözlemlenmektedir. Genel olarak Doğu Akdeniz Havzası'nın ve Türkiye'nin yıllık ve özellikle kış aylarında gözlenen önemli azalma eğilimleri, Kuzey Atlantik Salınımı'nın (NAO) kuvvetli (ekstrem) pozitif anomali indisi dönemlerine karşılık gelmektedir. Bölgesel olarak ele alındığında 1970'li yılların başı ile 1990'lı yılların başı arasındaki kurak koşullardan en fazla, Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu bölümleri etkilenmektedir. Öte yandan, özellikle karasal yağış rejimine sahip iç bölgelerdeki bazı istasyonların ilkbahar ve yaz yağışlarında ve yıllık kuraklık indislerinde ise bir artış eğilimi, başka bir ifadeyle daha nemli koşullara doğru bir gidiş gözlemlenmiştir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Erzurum'da genel olarak kışları soğuk, yazları ılık, yarı nemli, yarı nemli step olan bir iklim yaşanıyor. Küresel ısınmanın Doğu Anadolu Bölgesi ve Erzurum çevresine oluşturacağı muhtemel etkilerin başında ısınmanın yanında toplam yağış miktarında oluşacak azalmalar ve yağış rejiminin değişmesi geliyor. Yağışların özellikle kış aylarında azalarak ilkbahar ve yaz aylarına kaydığını destekleyen meteorolojik veriler, son 5 yılda ortaya çıkmıştır. Yağışların azalması, tarım ve hayvancılığı olumsuz

etkiliyor. Ayrıca, oluşan hava kirliliği ve atmosfere salınan partiküler maddeler havada oluşan kar kristallerine karışarak kar kalitesini düşürüyor. Kar kalitesinin azalması karın daha çabuk erimesine neden oluyor; turizmi kar sporlarına dayanan bir şehir olan Erzurum'un turizm faaliyetlerini ve ekonomisini olumsuz etkiliyor (Bayraktar, 2009).

Bölgesel ölçekte gelecek iklim değişikliği öngörülleri de yapılmıştır. Bunlardan bazılarını irdeleyelim.

Kuzey Amerika'nın kuzey bölgelerinde ve Orta Asya'nın kuzeyindeki sıcaklık artışları, küresel ortalamayı %40'tan daha fazla aşabilecektir. Yağış rejimleri açısından bakıldığında, 21. yüzyılın ikinci yarısına kadar, yağışların kışın orta ve yüksek kuzey enlemlerde ve Antartika'da, yazın ise, Güney ve Doğu Asya'da artması beklenmektedir. Bölgesel olarak ele alındığında, Doğu Akdeniz havzası ve Orta Doğu için, yağışlarda, su kaynaklarında ve akımlarda gelecek yüzyıl için önemli azalmalar bekleniyor. Ayrıca ortalama yağışlar için bir artışın öngörüldüğü pek çok alanda, yıldan yıla yağış değişkenliği daha yüksek olabilecektir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Orta ve yüksek enlemlerde, bölgesel ölçekte, bazı bitki türlerinde sınırlı verim artışı beklenebilecektir. Ancak nüfusun daha yoğun olduğu alçak enlemlerde, kurak ve tropik bölgelerde tarım üretiminin ciddi azalarak açlık tehlikesinin artabileceği öngörülmektedir.

Kıyı erozyonu ve insan kaynaklı baskılar nedeniyle kıyı alanlarındaki riskler şiddetlenebilecektir. 2080'li yıllarda, nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu alçak konumlu mega deltalara sahip Asya ve Afrika'da etkiler daha da ciddi hissedilecektir.

Öngörüllere göre, deniz seviyesinin yükselmesi, Bangladeş'te toplam ülke alanının %12-28'inin kaybına neden olacaktır (Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, 2013).

2050 itibarı ile yüksek enlemlerde yüzey akışları %30'a varan oranda artarken, Akdeniz de dahil olmak üzere bazı orta enlemlerde su kaynakları %40'a varan oranlarda azalabilecektir (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Diyarbakır kent merkezi için yapılan bir çalışmada, 1972'den 2005'e kadar maksimum, minimum ve ortalama günlük sıcaklık verilerini istatistiksel olarak analiz etti. Yazarlar aynı analizleri, aylık ve mevsimsel sıcaklıklarla tekrarladı. Analizler gösterdi ki, her yılın 7 ayı için şehir merkezi sıcaklıklarında bir artan eğilim vardır (Toprak ve ark., 2009).

20 yy.'da İtalya ikliminin evriminin yeniden inşası için heyet temelli bir araştırma programı yapılmış ve bazı sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, İtalya iklimi daha sıcak ve daha kurak oluyor. Bunun dışında, yağışlı günlerin sayısında azalmaya bağlı olarak yağışta azalma var, buna karşın yağış şiddetinde pozitif trend görülüyor. Ağır yağış olaylarında bir artım görülüyor. Gözlenmiş sinyallerin çoğu, Batı Akdeniz Havzası üzerinde subtropikal siklonların frekansında bir artıma neden olan atmosferik sirsülasyondaki değişimlerden olduğu görülüyor. Bu hipotez, 1951-1996 döneminde İtalya'nın toplam bulut miktarının evrimi ile de desteklenir (Brunettia ve ark., 2003).

Birleşik Arap Emirlikleri'nde üç hava limanından düzenli olarak toplanan hava verileri incelendikten sonra 1982-2009 dönemi için Abu Dhabi, Dubai ve Al Ain'de, ortalama senelik sıcaklığın 3 °C'nin üzerine kadar arttığı ve aynı zaman periyodu için ileride kuraklaşmayı işaret eden bağıl nemin azaldığı tespit edilmiştir (Conca ve ark., 2011).

4.6. KİD'in Çevreye ve Ekolojiye Etkisi

4.6.1. KİD'in Doğal Çeşitlilik ve Canlı Ölümlerine Etkisi

Küresel ısınma sadece canlı yaşamını direk olarak etkilemeyecek, habitat yıkımlarına da yol açacaktır. Böylece küresel ısınma ekosistem değişikliklerini de beraber getirecektir (Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, 2013).

Küresel ısınmanın neden olacağı sonuçlar oldukça karmaşık gibi gözükse de genel bir görüşe göre pek çok ekosistemin, içinde barındırdığı canlı populasyonları ile birlikte değişikliğe uğrayacağı tahmin edilmektedir. Sıcaklık nedeniyle hem hayvan hem de bitki populasyonlarının yaşam ortamları yatayda ve düşeyde değişim gösterecektir. 3 °C'lik bir sıcaklık artışı yaşam alanında 500 metrelik bir yükselti değişimine neden olabilecektir. Buna bağlı olarak da hayvan ve bitki populasyonlarının yaşayabilecekleri alanlar daralacaktır. Ekosistemlerin küresel ısınma nedeniyle değişmesi, yaşam zonlarının kuzeye doğru kaymasını ve hatta bazı türlerin yaşam alanı bulamayarak yok olmasını beraberinde getirecektir. Çünkü dağların üst kısımları eteklerine göre daha

dardır ve bu coğrafik durum, hayvan ve bitki populasyonlarının daha da küçülmesine, dolayısıyla hem genetik hem de çevre baskılarına karşı daha duyarlı hale gelmelerine neden olacaktır (Rubenstein, 1992).

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin esas etkisi denizlerin en verimli alanları olan kıyılarda görülecektir. Çünkü rüzgar ve yağmurların düzensiz hal alması sonucu besleyici maddelerin deniz ortamına aktarımı da değişecek, değişen akıntı rejimi de göz önüne alındığında günümüzdeki canlı verimliliği ve göç dinamiği kısmen veya tamamen değişecektir. Deniz suyundaki sıcaklık artışı Pasifik ve Hint okyanusundaki mercanların sararması ve toplu ölümüne yol açmıştır. Örneğin, Karayipler’de 1989-1990 yıllarında deniz suyu sıcaklığının 2 derece artması yani su sıcaklığının 28-29 °C’den 30-31 °C’ ye yükselmesi, mercanların kitlesel ölümüne neden olmuştur (Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, 2013).

Küresel iklimde meydana gelecek değişimler böcekler de dahil pek çok hayvanın davranışını ve yaşam tarzını etkileyecektir. Birçok böcek türü için sıcaklık ve nemde meydana gelen artış; gelişme oranının, yer değiştirme hızının ve üreme kapasitesinin artması demektir ki bu değişiklikler aynı zamanda doğada gerçekleşen ekolojik süreçleri de etkileyecektir. İklimde meydana gelen değişimler aynı zamanda canlıların yaşadıkları çevrenin karakterlerini de değiştirecek ve bu değişimler o ekolojik ortamda bulunan böcek populasyonlarının davranışlarını dolaylı olarak da etkileyecektir (Canlı, 2010).

Böcekler küresel ısınma sonucu daha fazla ve daha sık yumurtlayacak, biyolojik gelişim safhaları hızlanacak, çok farklı coğrafyaları da etkilemeye başlayacak ve artan metabolik faaliyetleri nedeniyle birey başına daha fazla gıdaya ihtiyaç duyacaktır (Rubenstein, 1992).

Küresel ısınma nedeniyle strese girecek bitkiler, bünyelerinde bulunan aminoasit, şeker ve alkol oranlarındaki artış ile bu maddelere duyarlı reseptörlere sahip böcekler için daha çekici hale gelecek ve daha önce o bitki türleri için zararlı olmayan böceklerin istilasına uğrayacaktır (Canlı, 2010). Alaska’da Ladin kurtçuğu 1990’dan önce yaşam şansı bulamazken, günümüzde artan yaz sıcaklıkları nedeniyle ormanları istila etmektedir. Aynı şekilde kabuk böceği (*Dendroctonus ponderosae* Hopkins) artan yaz sıcaklıkları nedeniyle üreme, artan kış sıcaklığı nedeniyle de neslini sonraki yıla

aktarabilme şansı bulmuştur ve şu anda Alaska'da 1,6 milyon hektarlık bir alanı istila etmiş durumdadır.

Küresel ısınma toplam yağış istatistiklerini doğrudan etkilememekle birlikte, yerel ölçekte yağış miktarını ciddi anlamda değiştirmektedir. Bitkilerin, direnebileceklerinden daha uzun kuraklık periyotlarına maruz kalacakları ya da peş peşe gelen yoğun yağmurlar ile toprağın kullanılabilir düzeyin çok üzerinde su miktarına sahip olması nedeniyle fizyolojik kuraklık yaşanacağı öngörülmektedir. Ayrıca, yağışlardaki dengesizlik toprağı da doğrudan etkileyecek ve hatta toprak kaybına yol açarak bitkinin gelişimi için ihtiyaç duyduğu ortamın yitirilmesine neden olacaktır (Maslin, 2004).

Kar örtüsü özellikle ormanın yeni gelişen genç bitki türlerini soğuktan izole etme özelliğı ile yeni bir jenerasyon oluşturarak devamlılığını sağlamasına olanak verir. Kar yağışlarının azaldığı bölgelerde ormanın genç bitkileri soğuktan korunamayarak ölür ve bu nedenle ormanda genç bitkilerin oluşumu durmuş olur. Sürekli yaşılanan orman ise belli bir noktadan sonra yok olmaya mahkumdur (Dale ve Rauscher, 1994).

Küresel ısınmanın ülkemiz denizlerinde başta biyoçeşitliliğe yapacağı etkiye baktığımızda her denizin farklı sorunlarla karşı karşıya kalacağını görürüz. Ancak bu da gerçektir ki, deniz suyunun ısınması sonucunda yüksek sıcaklıkta yaşayan bakteriler artacak ve ısınma bunların hastalık oluşturma kapasitelerini de artıracaktır.

Akdeniz; Cebelitarık Boğazı ile Atlantik Okyanusu'na bağlıdır ve Atlantik Okyanusundaki ekolojik-oşinografik değişimler Akdeniz'i direk etkilemektedir. Diğer yandan, Akdeniz; Kızıldeniz ve Hint Okyanusu'ndaki değişimlere de açıktır. Çünkü 163 km uzunluk, 15 metre derinlik ve 365 m genişlikteki Süveyş Kanalı yoluyla birçok tür Akdeniz'e girmiştir ve hala girmektedir. Örneğın Akdeniz'de bulunduğu bilinen 650 balık türünden 90 tanesi havzanın yeni müdavimleridir (Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, 2013).

Bütün bu türlerin Doğı Akdeniz'e girmesi ve koloni oluşturup yerli türlerle alan rekabetine girmesinin ana nedenlerinden biri Akdeniz'deki su sıcaklığının artışıdır. Akdeniz'de artık tropikalleşme yaşanmaktadır ve bu tüm havzayı etkilemektedir.

Küresel ısınmayla Karadeniz su sıcaklığındaki artış, dahası değişen atmosferik koşullar nedeniyle yağış rejimi değişecek, denize besleyici yükler birden girecek,

böylelikle mevsimsel plankton patlamaları yaşanabilecektir. Günümüzde yaşandığı gibi tüketiminden fazla üreyen organik maddelerin dibe yığılması ve bunların denizel sülfatları sülfürlere indirgemesiyle canlı yaşamın dar bir kuşağa hapsedileceği gibi, organik maddelerin karadan gelen sediment yükler altına hapsedilmesiyle tersine yani H₂S zonunun daha da inceleyeceği bir sürece de tanık olabiliriz. Böylesi bir süreçle Karadeniz daha iyi bir ortama da geçebilir (Toprak ve ark., 2009).

Ülkemizde şu ana kadar tespit edilmiş yabancı tür sayısı 277'dir. Ülkemiz denizlerine yabancı türlerin zamana bağlı olarak yerleşim hızlarını inceleyecek olursak, 1961-1980 yılları arasında 1 yabancı türün ülkemiz sularına gelmesi 16 hafta da bir olurken bu oran 1980-2000 yılları arasında 3.7 haftaya kadar düşmüştür. Periyotlar arasındaki bu büyük farklılık, periyotlar arasında yapılan bilimsel çalışmaların sıklığından kaynaklandığı gibi küresel ısınma nedeniyle sıcak seven Kızıldeniz kökenli türlerin Akdeniz'e girişlerinin artmasından ve Akdeniz baseninde dağılım alanlarını genişletmesinden de kaynaklanmaktadır (Rubenstein, 1992).

Küresel ısınmadan kaynaklandığı belirtilen aşırı sıcaklıklar ve doğal afetler dünyada binlerce kişinin ölümüne neden olmuştur. Sıcaklıklardaki artış sonucu ($\geq 35^{\circ}\text{C}$) sıcaklıklara erişilen 2003 sıcak dalgası, Avrupa çapında ~40,000'den fazla ölüme neden olmuştur (Canlı, 2010). Yine bölgesel bir örnek olan ve iklim değişikliğinin etkisi olduğu düşünülen felaket 2005 yılında Meksika Körfezi'nin ısınmasından güç alıp kıyı bölgelerini tahrip eden Katrina kasırgası ile ortaya çıkmıştır (Maslin, 2004).

Küresel ölçekte doğal afet zararlarına baktığımızda durumun ciddiyeti daha iyi anlaşılabilir. 1900 yılından bu yana dünyada meydana gelen en ölümcül 10 doğal afette ölenlerin sayısı 4.977.983 kişi olduğu belirtilmektedir (Wikipedia, 2013).

4.6.2. KİD'in Canlı Göçlerine Etkisi

Avustralya'da yapılan çalışmalarda sıcaklık, tuzluluk, rüzgar, deniz kimyası, döngüler ve deniz seviyesindeki öngörülen değişimler için 13 tür grubunda beklenen reaksiyonları araştırmışlar, tür değişimindeki gözlem yetersizlikleri nedeniyle söz konusu reaksiyonlar, 4 ana grupta ortaya konulmuştur. Bu gruplar:

- Dağılımlar ve stoklar üzerindeki etkiler: Isınma ile birlikte türler genellikle ısınan bölgelere doğru hareket edecekler, pteropodlar gibi kabuk yapan türlerin bolluğunda azalmalar meydana gelecektir.

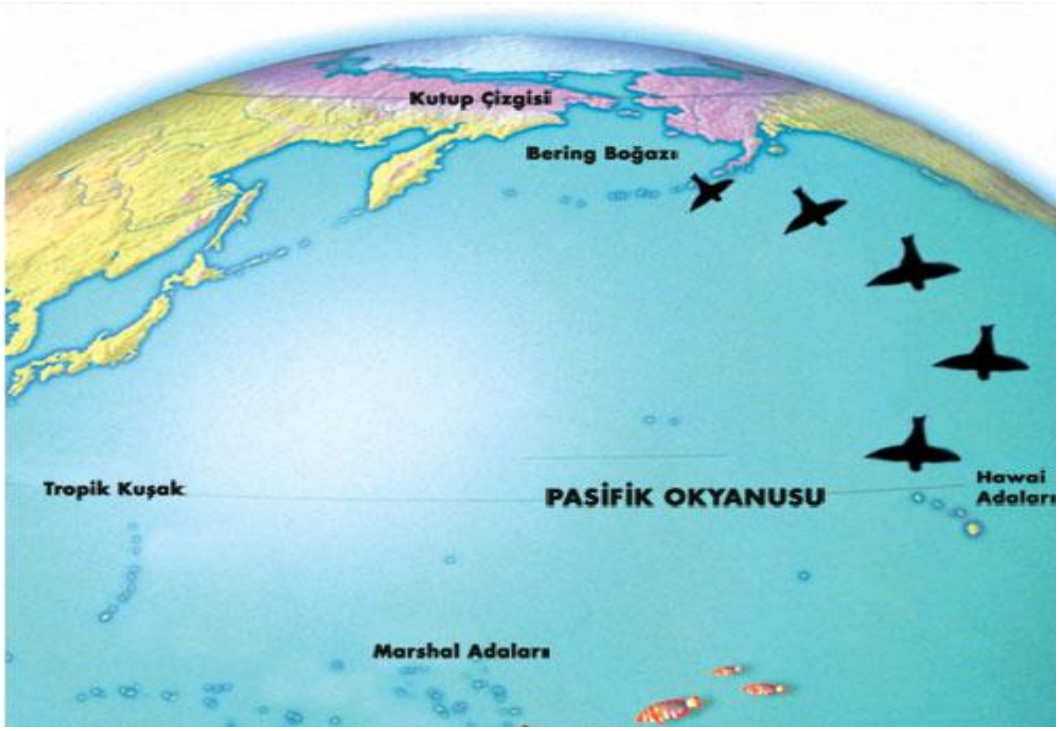
- Hayat döngüsüne ilişkin olayların zamanlaması üzerine etkiler: Plankton patlamalarının zamanı ve göçlerin, ısınma ile birlikte daha erken gerçekleşeceği beklenmektedir.

- Fizyoloji ve davranış üzerine etkiler: Çevresel değişiklikler, metabolizma, üreme, gelişme, fotosentez ve solunum hızlarını doğrudan etkileyecektir.

- Topluluklar ve verimlilik üzerine etkiler: Bu daha çok ekosistem fonksiyonlarına bağlı olarak türleri etkileyecektir. Örneğin bir türün besin zincirindeki yeri gibi (Sağlam ve ark., 2008).

Okyanuslarda on binlerce türden oluşan fitoplankton, aydınlık yüzey tabakalarında yaşayan ve denizel primer üretimi destekleyen küçük balıklar, karidesler ve kıyı sahalarında filtrasyonla beslenen midye ve istiridye gibi bazı canlılara doğrudan yem olan organizmalardır.

Küresel karbon, oksijen ve besin döngülerinde önemli rol oynarlar ve gezegendeki oksijenin yarısını üretirler (Anonim, 2008). Okyanus sıcaklığında ve döngülerindeki değişiklikler, plankton türlerini ısınan yeni sahalara yönlendirecektir. Dünya genelinde plankton bolluğu halen etkilenmekte olup iklimsel değişikliğinin çevresel koşulları etkileyerek besin zinciri içinde birikebilen toksik ve zararlı alg patlamalarının oluşmasına neden olacağı beklenmektedir.



Şekil 4.17. Kışın kuzeyden Hawai adalarına göç eden göçmen kuşların normal göç güzergahı olan bu rota (Yahya, 2006), küresel ısınmayla tersine dönebilir veya kuşlar göç rotalarını kaybedebilirler. Bunun sonucunda da hayatlarını kaybedebilir veya üreme bölgelerine ulaşamayıp nesilleri tükenebilir.

4.6.3. KİD'in Canlı Sağlığına Etkisi

Avrupa Solunum Derneği'nin (ERS) Çevre ve Sağlık Komitesi Mart 2008'de Leuven'de (Belçika) iklim değişikliğinin solunum hastalığı ile ilişkili spesifik sağlık konularını araştırmak için bir çalıştay düzenledi. Bu çalıştayın sonuçlarına göre;

Solunum hastalığını etkileme potansiyeli bulunan kilit iklim değişikliği faktörleri, aşırı ısı olayları (sıcak ve soğuk), hava kirliliğindeki değişiklikler, seller, nemli konutlar, gök gürültülü sağanaklar, alerjen eğilimindeki değişiklikler ve sonuçta olan alerjiler, orman yangınları ve toz fırtınaları, kısa veya uzun vadedeki etkilerdir.

Temel ilgi alanları olan hastalıklar astım, rinosinüzit, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) ve solunum yolu enfeksiyonlarıdır, ancak bunların hangi oranda etkileneceği belirli bir popülasyondaki yatkın kişilerin oranına göre değişiklik gösterecektir. Sağlık hizmetlerine ulaşımı kısıtlı olan daha yoksul alanlar ile sağlık hizmetlerinin daha az gelişmiş olduğu alanlar daha fazla problem yaşayacaktır, bunlar

göç eden popülasyonları ve popülasyon artışının en yüksek olduğu alanları içerecektir (EC-DGE, 2005).

Küresel sıcaklıklarda 2.3 °C düzeyinde bir artışın, 2080 yılına kadar yapılan projeksiyonlarda 270 milyon insanın, 3.3 °C düzeyinde bir sıcaklık artışının da 330 milyona kadar insanın sıtma tehlikesiyle karşı karşıya kalmasına neden olacağı öngörülmektedir. Ayrıca, 2030 yılına kadar iklim değişikliği ile birlikte yaşanacak sıcaklık artışıyla beraber, ishal vakalarında %10'luk bir artış beklenmektedir (Doğan ve Tüzer, 2011).

Küresel iklim değişikliğinin insan sağlığı üzerinde birçok olumsuz etkisi vardır ve özellikle duyarlı kesimler (çocuklar, yaşlılar ve yoksullar gibi) bu durumdan orantısız biçimde etkilenmektedir. Çocuklar fiziksel, fizyolojik ve bilişsel işlevleri açısından yeterince gelişmiş olmadıkları ve kendilerine bakım veren kişilere bağımlı olduklarından bu olumsuz sağlık etkilerine daha fazla duyarlıdırlar (Kondolot ve ark., 2012).

Sıcaklık artışına bağlı olarak polen mevsiminin uzaması da astım gibi alerjik hastalıkları tetiklemektedir. Ayrıca, iklim değişikliği, kuraklık ve ruh sağlığı arasındaki ilişki karmaşık olmakla birlikte, kuraklıkla beraber ruhsal hastalıklarda ve intihar girişimlerinde bir artışın olduğu bildirilmektedir (Nur ve Sümer, 2008).

İklim değişikliğine neden olduğu belirtilen hava kirliliği olaylarından (1952 Londra smöğü) sonra yapılan kısa ve uzun süreli epidemiyolojik çalışmalar ile hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmalar ölüm olaylarının ve hastane girişlerinin arttığını göstermiştir (Brunekreef ve Holgate, 2002). Hava kirlleticilerinin kompozisyonu, dozu ve maruz kalınma süresi farklıdır. İnsanlar sadece bir maddeye değil kirleticili karışımlarına maruz kalmaktadır. Bu da insan sağlığı üzerinde çeşitli etkilerin oluşumuna neden olur. Epidemiyolojik ve hayvan model verileri birinci olarak kardiyovasküler ve solunum sistemlerinin etkilendiğini göstermiştir. Bunun yanında diğer organların fonksiyonları da etkilenebilmektedir [(Cohen ve ark., 2005), (Huang ve Ghio, 2006), (Kunzli ve Tager, 2005), (Sharma ve Agrawal, 2005)].

4.7. KİD'in Sosyo-Ekonomik ve Politik Etkileri

Küresel iklim değişikliği, 1990 yılından beri dünya gündemini ciddi olarak meşgul eden bir konudur. Problemin atmosferi, yeryüzünü ve okyanusu etkileyen hayati önemi itibariyle, meteoroloji uzmanlarını, sigortacıları, çiftçileri, ekonomistleri, turizmcileri, politikacılar ve yerel yöneticileri ve daha birçok alandan insanı ilgilendirmektedir (Batan ve ark., 2013).

Bu yüzden, iklim değişikliğinin birçok sosyo-ekonomik ve politik etkilerinin olması beklenir.

Küresel ısınmanın çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerinin boyutu, bugünden kesin olarak bilinmemektedir. Fakat, bilim adamları, küresel ısınmanın bazı etkilerinin, bugün tahmin edilenden çok daha fazla olabileceğini ifade etmektedirler. Küresel ısınmanın; buzulların erimesine ve deniz seviyesinin yükselmesine, deniz suyu sıcaklığının artmasına, yağış yapılarının değişmesine, ortalama sıcaklıkların artmasına, ekosistemlerin değişmesine bağlı olarak bazı hayvan ve bitki türlerinin yok olmasına, sel, fırtına, kasırga su kaynakları ve kuraklık gibi iklim ilişkili doğal afetlerin artmasına neden olacağı öngörülmektedir (Alper ve Anbar, 2007). Bunca şeye etki eden bir olaya karşı mücadele ve uyum kapsamında hükümetler, yerel yöneticiler politika belirlemekte ve bu durum dolayısıyla ülkelerin politikasını da etkilemektedir.

Amerika, 2004 yılı verilerine göre küresel sera gazı salımlarının %39'unu tek başına salmaktadır (Arıkan ve Özsoy, 2008). Bu yüzden uluslararası toplum ABD'ye Kyoto Protokol'ünü imzalaması için baskı yapmaktadır. Ve bu baskılar sonucunda, ABD'de kongre, "sınırlama ve ticaret" sistemine dayalı ulusal iklim düzenlemelerini içeren bir yasa çıkarmak üzere yasama sürecini başlatmıştır. Senato'da yasa tasarısının onaylanmasına yönelik yasama süreci devam etmektedir (Taner, 2007). Görüldüğü gibi sera gazı azaltım maliyetlerinin kendisi için ağır bir yük getirmesine rağmen ABD yönetimi, bu yönde politika değiştirmek zorunda kalmıştır. Bu örnek, iklim değişikliğinin ülkelerin politikasına nasıl etki edebileceğine çok güzel bir örnektir. Yine, Avrupa Birliği ve birçok ülke, enerji politikalarını, yenilenebilir enerjiye yönelme ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle değiştirmek zorunda kalmıştır. Bazı ülkeler, çevre

politikalarını da yeni çevre mevzuatları çıkararak, iklim değişikliğine uyum sağlamak için yeniden düzenlemiştir.

Bu etkilerin hemen hemen hepsi sosyo-ekonomik etkileri kapsamı içine girmektedir. Burada, tarım ve bitki örtüsüne etkisi, hayvancılığa etkisi ve turizme etkisi alt başlıklar altında incelenmiştir. Yukarıda belirtilen diğer etkili olduğu alanlar tezin muhtelif yerlerinde, genel olarak (4. Bölüm) alt başlıkları olarak incelenmiştir.

Küresel ısınmanın iklim şartlarında, çevrede ve ekosistemde yaptığı değişiklikler, insanların yaşamlarını da etkileyecektir. Örneğin, küresel ısınmanın etkilerinin yoğun yaşandığı bölgelerden, diğer bölgelere göçler olacaktır. Bu göçler, beraberinde diğer sorunları da getirecektir. İnsanlar, daha elverişli iklime sahip bölgelerde çalışmak için daha düşük ücreti kabul edebileceklerdir. Bu bölgelerde, gayrimenkul fiyatları ve ev kiralari artma eğilimi gösterecek, diğer bölgelerde düşecektir. İklim değişikliğinin etkilerine bağlı olarak, kişilerin giderleri artabilecektir (Alper ve Anbar, 2007).

Bölgeler veya ülkeler arası farklılıkların artması, göçler dışında, huzursuzlukların, kavga ve çatışmaların artmasına yol açabilecektir. Terör olayları artabilir, su kaynaklarının paylaşımında bölgesel veya ülkeler arası çatışmalar çıkabilir (Alper ve Anbar, 2007). Aşırı sıcaklar yüzünden, insanların psikolojisi de bozulabilecek, hatta en ufak bir tartışmanın cinayetle bile sonuçlanabileceği uzmanlar tarafından öngörülmektedir.

Tarım, enerji, turizm gibi sektörlerin dışında, küresel ısınma, daha birçok sektörü, doğrudan veya dolaylı olarak etkileyecektir. Emisyon azaltma politikalarına en duyarlı sektörler; çimento, havacılık, metal ve madencilik gibi enerji-yoğun sektörler ile ulaşım sektörü ve otomobil gibi fosil yakıt tüketen ürünler üreten sektörler olacaktır.

Bunların dışında; gıda, inşaat, sigorta ve bankacılık sektörleri de küresel ısınmadan etkilenecek sektörlerdir. Sadece üreticiler değil, tüketiciler de küresel ısınmadan olumsuz etkilenebileceklerdir. Tüketiciler açısından küresel ısınmaya bağlı en önemli risk, gıda ve enerji ürünlerindeki fiyat artışları olacaktır. Bazı ürünlerde veya alanlarda, vergi artışları olacaktır. Enerji verimliliği sağlayan araç ve ekipmanların kullanılması, teşvik edilecek veya zorunlu hale getirilebilecektir. Yeni binaların

yapılmasında, enerji tüketiminde etkinlik ve tasarruf sağlayan yöntemlerin kullanılması zorunlu tutulabilecektir (Alper ve Anbar, 2007).

4.7.1. KİD'in Tarım ve Bitki Örtüsüne Etkisi

Yağışlarda iklim nedeniyle meydana gelen değişimler, hidroloji ve su kaynakları için çok önemli sonuçlar doğurabilir niteliktedir. Bunun yanında iklim değişikliğiyle ortaya çıkan aşırı sıcaklıklar da istenmeyen bir durumdur. Tüm bu olumsuz etkiler, tarım ve bitki örtüsünü doğrudan etkileyen durumlardır.

İklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkan bu tür olumsuz durumlar bir çok tarım ürününün üretim alanını, ekim/dikim zamanlarını değiştirecektir. Artan kış sıcaklıklarından dolayı, buğday Aşağı Seyhan Ovası (ASO)'da ekilmeyecektir. Mısır bitkisiyle birlikte, Seyhan Havzası'nın daha kuzey kesimlerinde yazlık olarak yetiştirilecektir. ASO'da meyve ve sebze gibi bitkiler yetiştirilecektir. Buğday, mısır ve pamuk gibi temel bitkilerde, sırasıyla, %6, %33 ve %18 verim azalışları görülebileceği öngörülmüştür (Kanber ve ark., 2009).

İklim değişikliği yüzünden, bazı bölgelerin temel bitki dokusunda önemli değişiklikler meydana gelecek, orman sınırı daha yukarılara çekilecektir. Hayvancılık için önemli olan mera alanları daralacaktır (Kanber ve ark., 2009).

Anılan durum, Türkiye'de tarımdaki su kullanımının azaltılmasını zorunlu kılacaktır. Ayrıca, küresel ısınma nedeniyle topraklarda tuzluluk-alkalilik gibi sorunlar da ortaya çıkacak ve sürekli artacaktır (Kanber ve ark., 2009).

İklim değişikliğinin tarımsal ürünlere etkisinin yanında tarım alanlarına da etkisi olabilecektir. Buzulların erimesi ve düzensiz ancak artan yağışlar sebebiyle deniz seviyesinde görülecek yükselmeler, birçok kıyı bölgesinin yerleşimini olumsuz yönde etkileyecek, kıyı ekosistemlerinde büyük değişiklikler yaratacak, denizlere yakın alçak düzlüklerde yeni bataklıklar meydana gelecektir. Örneğin deniz seviyesinde meydana gelecek 100 cm'lik bir artışla Hollanda'nın %6'sı, Bangladeş'in %17.5'i ve birçok adanın ya tümü ya da büyük bölümü sular altında kalacaktır. ABD'nin toprak kaybının 25.000 km² 'ye ulaşacağı hesaplanıyor. Bu durum daha şimdiden başta Bangladeş, Maldiv Adaları, Mozambik, Pakistan ve Endonezya olmak üzere birçok ada halkını ve

kıyı ülkelerinin tehlike altına gireceğinin göstergeleridir. Denizlerin karalar üzerinde ilerlemesi ile oluşacak arazi kayıplarının yanında kıyı erozyonlarında da artışlar görülecektir. Bu olumsuz etkilerin zorunlu g  lere ve tarım alanlarında azalmalara neden olacağı düşünüldüğünde oluşacak tehlikenin farkına varılmasının önemi bir kez daha göz önüne serilmektedir (Korkmaz, 2007).

Ayrıca, artan sıcaklık ile beraber dünya üzerinde su sıkıntısının da yaşanması kaçınılmazdır. Hindistan’da sıcaklığın 1  C artması durumunda bile evapotranspirasyonun 15 mm artacağını, bunun ise tüm Hindistan için 313.12 mcm (million cubic metres) büyük bir su ihtiya ı doğuracağını belirtmişlerdir (Goyal, 2004).

 klim değişiminin sonucu olarak orta ve yüksek enlemlerde üretkenlik artarken, tropikal ve subtropikal bölgelerde verim oldukça azalacaktır. Bunun sonucu olarak da kırsal nüfusun büyük  oğunluğ  olumsuz yönde etkilenecektir. Bulaşıcı hastalıklar için kötü beslenme önemli bir faktör haline gelecektir.  kilim değişimi, Hindistan, Asya ve Afrika gibi düşük enlemlerde de görülen yiyecek sıkıntısını şiddetlendirecek ve açlık ve kıtlık ciddi bir biçimde ortaya çıkacaktır. 2025 yılı itibari ile kırsal alanlardan devam eden g   nedeniyle dünya nüfusunun %61’inin şehirlerde yaşaması beklenmektedir. Çevresel bozulmalar, nüfus artışı ve yiyecek sıkıntısı insanlar ve hayvanlar için g  lere neden olacak, bu sağlıksız g  ler sonucunda hastalıklar ve ölümler artacaktır (Khasnis ve Nettleman, 2005).

Küresel ısınmanın hem kuraklığ a hem de aşırı yağışlara neden olması ayrı bir sorundur. Küresel ısınmanın sonucu olarak deniz ve okyanuslardan buharlaşan su miktarlarında önemli derece artmalar görülecektir bunun sonucu olarak yeryüzüne daha nemli bir hava hakim olacaktır ve bu nemli hava sonucu yağışlarda da artma gözlenecektir. Suyun buharlaşması sonucu ise sert r zg rların artması ve bu artışlar suyun topraktan daha hızlı buharlaşmasına neden olacaktır. Buda bazı bölgelerin kuraklaşmasına neden olacaktır. Küresel ısınma ve nemin artmasının sonucu olarak gelecekte tarım ürünlerine ve ormanlara daha fazla böcek ve hastalık musallat olacaktır. Ayrıca sıcaklıkların artması fotosentezi işlemine yavaşlatacğı için bitkilerin büyümeleri yavaşlayacak ve bitkiler döllenme sorunu ile karşı karşıya gelecektir. Birçok bitki türü yok olma tehlikesi geçirecektir (Haşlak, 2007).

İklim değişikliğinin su kaynaklarına, tarıma ve tarım alanlarına etkisinin yanında tarımsal faaliyetlerin de iklim değişikliğini tetiklediği bilinmektedir. Dünya’da sera etkisi yaratan evre sorunlarının %13.8’i tarımdan kaynaklanmaktadır. Tarımsal kaynaklı salımların %1.4’ü karbondioksit (tarımsal enerji kullanımından), %5.2’si diazotmonoksit (tarım topraklarından) ve %5.4’ü metan ve diazotmonoksit (hayvancılık ve gübrelemeden) oluşmaktadır. Çeltik tarımı ve diğer uygulamalar (ilaçlama vs.) %1.7 metan ve diazotmonoksit salımlarına neden olmaktadır (World Resources Institute, 2005).

İklim değişikliğinin tarıma ve tarım alanlarına etkisinin yanında, tarımsal uygulamaların da iklim değişikliğine etki ettiği bir gerçektir. Bozulan ekosistem ve tarımsal topraktaki organik karbon da çözünerek CO₂ ve CH₄ formunda atmosfere salınmakta ve iklim değişikliği nedenleri arasında yer almaktadır. Metan gazı, CO₂ hariç tutulduğunda küresel ısınmadan en fazla sorumlu olan sera gazı haline gelmekte ve CO₂ gazına göre sera etkisi oluşurmada 21 kat daha etkili olmaktadır (Korkmaz, 2007).

Çok uluslu bir bilimsel proje olan ICCAP (Impact of climatic change on agricultural production in arid areas) projesi kapsamında iklim değişiminin tarımsal üretim sistemleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Proje sonuçlarına göre, tarımın iklim değişimini de kapsayan doğal sistemler ve insan etkinlikleri ile etkileşim içerisinde olduğu saptanmıştır. Anılan etkileşimin, hem çok karmaşık hem de sistemlerde oluşacak aksaklıklar sonucu birçok sorunun ortaya çıkmasına eğilimli olduğu anlaşılmıştır. Örneğin, 2070-2100 yıllarında yağışın önemli oranlarda azalacağı; kar yağışlarının miktar ve erime zamanlarının değişeceği; buğday, mısır gibi kimi temel ürünlerin ekim/dikim zamanlarının ve daha önemlisi ekiliş yörelerinin değişeceği kestirilmıştir (Goyal, 2004).

4.7.2. KİD’in Hayvancılığa Etkisi

Bu süreçte hem etkileyen hem de etkilenecek taraf olan hayvancılık büyük bir tehlikeyle karşı karşıyadır. Dünyadaki metan emisyonunun %17-25’inin hayvancılık sektöründen kaynaklanması, hayvancılığın küresel ısınmadan etkilenen taraf olması

yanında küresel ısınmada önemli bir etken olduğunu da göstermektedir (Demir ve Cevger, 2007).

Sera gazlarından biri olan metanın üretimine katkıda bulunan önemli insan kaynaklı (antropojenik) aktivitelerden biri de hayvansal üretim yapan işletmelerdir. Günümüzde et-süt sığırcılığı, kümes hayvancılığı ve süt endüstrisinin yoğunlaşması ile beraber, hayvansal üretim yapan işletmelerin yarattığı çevre kirliliğinde önemli bir artış gözlenmektedir (Sirohi ve Michaelowa, 2004).

Yapılan çalışmalarda, çiftlik hayvanlarından ortaya çıkan amonyağın, asit yağmurlarına, metan gazının ise sera etkisine yol açarak küresel problemlere neden olduğu görülmüştür (Bauer, 2004).

Uluslararası çalışmaların birçoğunda küresel ısınmanın özellikle tarım ve hayvancılıkta yaratacağı olumsuzluklar araştırılmış [(Reilly, 1996), (Cline, 1992), (Evenson, 1999)], yapılan bazı çalışmalarda ise global ısınmanın hayvansal üretimdeki pozitif ve negatif etkileri üzerinde durulmuş, bu etkilerin bölgeye ve mevsime bağlı olarak değişeceği ifade edilmiştir (Mendelsohn, 2003). Örneğin soğuk bölgelerde ısınmaya bağlı olarak çayır ve otlak alanların artmasının hayvancılığın gelişmesine katkıda bulunacağı, yüksek sıcaklığın olduğu bölgelerde ise kuraklığa bağlı olarak yem bitkileri üretiminin azalması ve hava sıcaklığındaki artış sonucunda şekillenecek ısı stresinin hayvanlarda yem alımının düşmesine dolayısıyla verim kaybına neden olacağı belirtilmiştir.

Isı artışının hayvanlara olası etkilerini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada hayvanlardaki biyolojik yanıt fonksiyonlarının gelişimini incelemiş ve iklim değişiminin süt ineklerinin performansını büyük ölçüde azalttığını ifade etmişlerdir (Klinedinst ve ark., 1993). ABD’de yapılan çalışmada, yaz aylarında süt ineklerinin süt verimlerinde, besi hayvanlarının ise canlı ağırlık artışında azalma olduğunu ve süt ineklerinin yaz mevsimi boyunca gebelik oranında da %36’lık bir azalma olduğunu belirtmiştir (Hahn, 1992).

Isı artışının hayvancılıkta meydana getireceği diğer bir önemli etki ise, hayvanlarda hastalık ve parazitlerin artmasıdır. Örneğin Yeni Zelanda ve Avustralya’daki iklim değişikliği ile ilgili yapılan senaryolarda potansiyel iklim değişikliğine bağlı olarak kenelerin yaşama sürelerinin uzayıp dirençlerinin yükseleceği

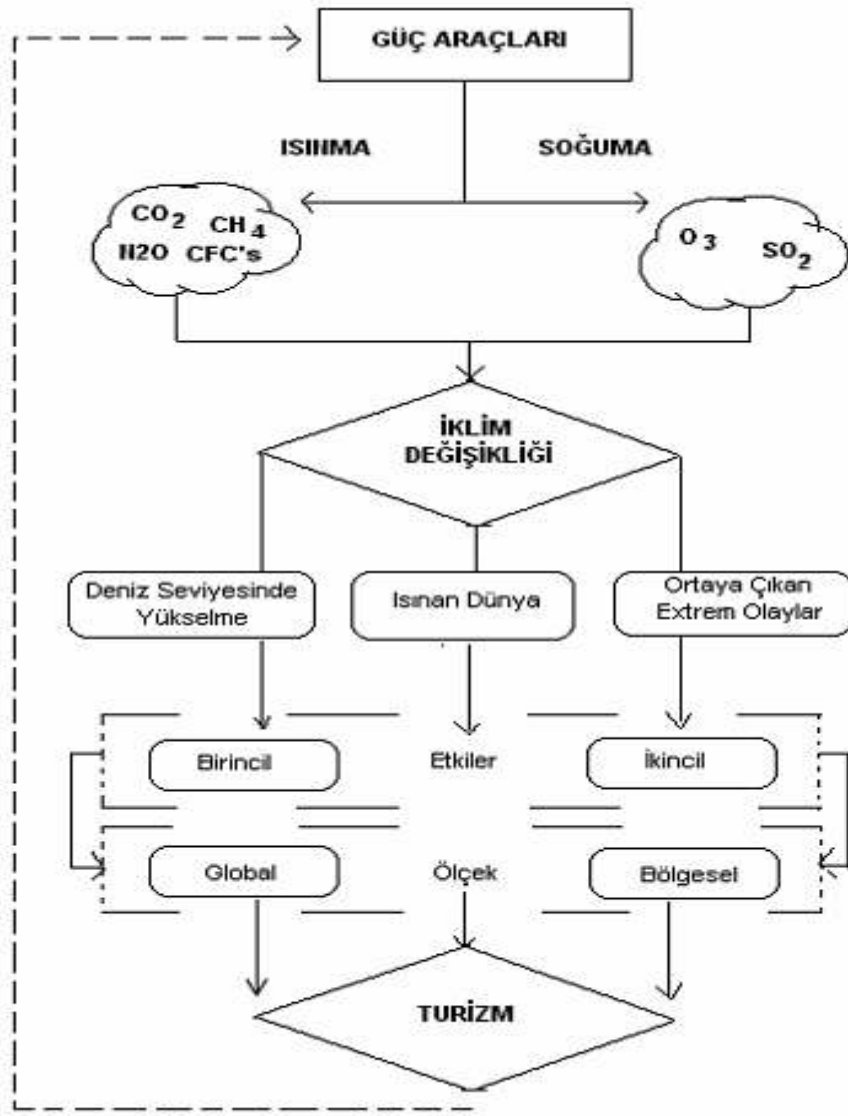
ve bunun sonucunda hayvan hastalıklarının artacağı ifade edilmiştir (Sutherst, 1995). Bu nedenle iklim değişikliğine bağlı sıcaklık artışının hayvansal üretimde birçok olumsuz sosyal ve ekonomik yan etkilere yol açabileceği söylenebilir.

4.7.3. KİD'in Turizme Etkisi

Küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliğinin, kara ve deniz buzullarının erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, iklim kuşaklarının yer değiştirmesine, şiddetli hava olaylarının, taşkınların ve sellerin daha sık oluşmasına, kuraklık, erozyon, çölleşme, salgın hastalıkların oluşmasına neden olmaktadır.

Diğer taraftan insan yaşamını, sosyo-ekonomik sektörleri ve ekolojik sistemleri doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyebilecek önemli sonuçlara neden olabileceği öngörülmektedir. İklim ve hava koşullarındaki değişiklikler insanların yaşayışlarında, ne yiyip içtiklerinden, seyahat ve dinlenme alışkanlıklarına kadar önemli bir rol oynamaktadırlar. Bu nedenledir ki; iklim koşullarındaki değişiklikler, turizm hareketlerini, dolayısıyla turizm endüstrisini önemli ölçüde etkilemektedir (Koç ve Güçer, 2003). Çünkü, iklim değişiklikleri, turist modellerinde direkt olarak etkili bir faktördür. Bu etkiler, bölgesel ve ulusal turizm ekonomilerinde yüksek öneme sahiptir.

Hava durumu, iklim ve turizm arasındaki ilişki global değişim çerçevesinde (**Şekil 4.18**)'de gösterilmiştir. Bu şekil aynı zamanda küresel ısınmanın turizmi değişik yollarla nasıl etkilediğini gözler önüne sermektedir.



Şekil 4.18. İklim değişiklikleri ile turizm arasındaki ilişki (Giles Andrew ve Perry Allen, 1998).

Turizm ve iklim arasındaki ilişki düşünüldüğünde daha fazladır. Çünkü insanların geçmiş, bugün ve gelecek hareketlerinin nasıl olacağının üzerinde etkileri görülmektedir. Diğer bir ifade ile, insanlar turizm hareketlerini iklim koşullarına ve değişikliklerine göre belirlemektedirler.

Anlaşılabileceği üzere, iklim karakteristiklerinde herhangi bir değişikliğin olması hem yüksek rakımlı bölgelerin hem de kıyı bölgelerindeki turistik alanlar üzerinde etkisi olmaktadır (Parish ve Funnel, 1999).

Ayrıca, küresel ısınmayla birlikte ekstrem iklimsel olaylarda da artışlar olacaktır. Tropikal alanlarda sık sık tayfunların, kıtlık ve sellerin meydana gelmesi tahmin edilmektedir (Warrick ve Rahman, 1992).

Tropikal iklime sahip bölgelerde sürdürülen turizm faaliyetleri tayfunlar, seller gibi olağan dışı iklim değişiklikleri nedeniyle olumsuz etkilenmekte ve bunun sonucunda turizm endüstrisi zarar görmektedir.

Kar yağışlarının azalması, kar kalınlıklarının incilmesi ve kar örtüsünün sürekliliğinin olmaması, diğer taraftan dağ buzullarındaki ve örtü buzullarındaki erime ile kar yağışlarının mevsim normallerinin dışında çok erken ya da çok geç yağmaya başlaması, dağ turizmi ve kayak turizmi gibi kış turizm faaliyetlerini de olumsuz yönde etkilemektedir (Harrison ve ark., 2005). **(Şekil E.6.1)**'de küresel ortalama sıcaklıkların gelecekte +3 °C arttığı varsayılarak, kış turizmini öncelikli olarak etkileyen kar kalınlığındaki azalmanın ne kadar olacağı şematik olarak gösterilmiştir (Koenig ve Abegg, 1997).

İklim-turizm ilişkisini analiz etmek için, önemli iklimsel anormallikleri kullanmak gerekmektedir. Özellikle kanıtlar göstermektedir ki, iklimsel ısınma tatil destinasyonlarının rekabetçi dengesini etkilemekte bunun yanında bu bölgelerin turistik çekiciliklerini de yok etmektedir (Giles Andrew ve Perry Allen, 1998).

Deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak, Türkiye, Bangladeş, Tuvalu, Maldiv gibi ada ülkelerindeki yoğun yerleşme ve turizm alanları durumundaki, alçak taşkın delta ve kıyı ovaları ile haliç ve ria tipi kıyıları sular altında kalabilir.

İklimdeki beklenmeyen olaylar ve küresel ısınmanın etkileri uzun süreli turizm stratejilerinin ve planlarının yapılmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle geleceğe yönelik turizm problemlerine karşı savunmasız kalınmaktadır. Tüm dünyada turistik bölge yönetimleri, uzun dönemli pazarlama stratejileri hazırlamaya çalışırlar. Ancak iklim değişikliklerine hazırlıklı düzgün planlarının yapılamaması gelecekte beklenmeyen olayların meydana gelmesine yol açabilecektir (Koç ve Güçer, 2003).

(Şekil 4.19)'da görüldüğü gibi, iklimdeki değişimlerle deniz suyunun ısınması ve mercanların toplu ölümü sonucu veya kıyı kirliliğiyle zararlı alglerin uyum sağladığı bir denizel ortam yaratılmaktadır. Ve bu durum kıyı balıkçılığını olumsuz etkilemekte, görüntü kirliliğine neden olup turizm sektörüne olumsuz etki yapabilmektedir.

Yine (Şekil 4.20)'de de iklimde meydana gelen değişimler sonrası yaşanan kuraklıktan etkilenen Brezilya'daki iguazu şelalesinin suyunun azalmasıyla bir turizm merkezinin nasıl yok olduğu görülmektedir.



Şekil 4.19. En fazla sera gazı salımı yapan gelişmiş ülkelerin başında gelen Çin'in Qindao kentinden bir görünüm. (24 Temmuz 2008 Olimpiyat Oyunları'nda yelken mücadelelerine ev sahipliği yapan Çin'in Qindao kentinin kıyıları, küresel ısınmadan dolayı deniz suyunun aşırı ısınmasıyla mavi-yeşil alglerin istilasına uğradı), (Mailce, 2013).



Şekil 4.20. Zamanında çok turist çeken, Brezilya'daki Iguazu Şelalesi'nin yaşanan kuraklık sonrasındaki durumu (7 Mayıs 2009), (Mailce, 2013).

4.8. KİD'i Önleme ve Çözüm Önerileri

Küresel İklim değişikliğini önleme konusunda iklim değişikliği ile mücadele ve iklim değişikliğine uyum üzerinde durulduğu tezde daha önceki bölümlerde bahsedilmiştir.

İklim değişikliğine neden olduğu kabul edilen sera gazlarını azaltmak için mücadele noktasında; alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelip fosil yakıtların kullanımını azaltma, salımları ülkelerin kotaları ölçüsünde belirli sınırlar dahilinde tutan karbon ticareti, Kyoto Protokolü'nde bahsedilen esneklik düzenekleri, enerji üretimi ve tüketiminde fosil yakıtların kullanımından dolayı enerji verimliliği öne çıkan çözümlerdir. Mücadelenin yanında, gelişmekte olan ülkelerin enerji taleplerinin artmasıyla sera gazları salımının tamamen durdurulması imkansız bir hal almış, bundan dolayı iklim değişikliğine uyum konusuna önem verilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Bu bölümde literatürdeki kaynaklar referans gösterilerek incelenmiştir.

Ormanların, küresel iklim değişikliğini önleyici etkisi bilinmektedir. Önceki bölümlerde bu konu ayrıntılı incelendiği için burada bahsedilmeyecektir.

4.8.1. Alternatif ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Dünyamızın ısınmasına neden olan karbondioksitin %80'i fosil yakıtlardan kaynaklanmaktadır. Bu durum, küresel ısınmayla mücadelede fosil yakıtlara olan bağımlılığımızın azaltılmasının ve yenilenebilir enerji payının artırılmasının ne kadar önemli olduğunu gösteriyor.

Alternatif enerji; fosil yakıt olarak bilinen kömür, doğal gaz ya da petrol gibi ürünleri içermeyen enerji türüdür. Alternatif enerji ya da temiz enerji olarak da isimlendirilen yenilenebilir enerji, neredeyse hiç insan gücü gerektirmez ve kendini yenileyebilir. Güneş ya da rüzgâr ne kadar kullanırsak kullanalım bitmez. Bu nedenle gerçek anlamda sürdürülebilir enerji için yenilenebilir enerji potansiyelimizi arttırmak şarttır. Yenilenebilir enerji, çevresel zararları azaltılmasının yanında kırsal kalkınmaya da yarar sağlar. Ve bunlara ilaveten aydınlatma, haberleşme, ısıtma ve soğutma gibi pek çok gereksinimin karşılanmasını sağlar (Yener, 2011).

Özellikle çevre kirliliği ile ilgili problemler arttıkça yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi artmış ve bunlarla ilgili projeler de destek görmeye başlamıştır. Bunun için şu an tüm dünyada enerji üretiminde yeşil enerji kaynakları önerilmekte ve kullanılmaktadır. Bu enerji kaynakları temel olarak hidroelektrik enerji, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, jeotermal enerji, okyanus enerjisi (gel-git ve dalga enerjisi), biyokütle enerjisi ve hidrojen enerjisi olarak sınıflandırılabilir.

Avrupa Birliği raporlarına göre; yenilenebilir enerji tüketimi 10 yıl içerisinde iki katına çıkarılabilir ise, Avrupa'da karbondioksit emisyonu her yıl 402 Milyon Ton azalacaktır (Ekodialog, 2011). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferanslarında “temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları tüketim payı tüm enerjiler içerisinde en az %25 olmalıdır” sonucu çıkmıştır. Bu hedefe en geç 30 yıl içerisinde ulaşılması aksi takdirde dünyada yaşanılmayacak bölgelerin oluşacağı ve değişen iklim koşullarının kalıcı olacağı belirtilmiştir [(COP3, 1997), (Gürsoy, 1999)]. Bunlara önlem olarak Avrupa Birliği 2010 yılı yenilenebilir enerji kaynakları kullanım hedefi şöyledir:

1.000.000 fotovoltaik çatı (güneş enerjisi) dönüşümü, 10.000 MW ilave rüzgar enerjisi artışı 10.000 MW enerjiye eşdeğer ilave biyokütle enerjisi artışı olarak belirlenmiştir. Bu hedeflerin gerçekleşmesi halinde karbondioksit emisyonlarında yıllık toplam 402 milyon tonluk bir düşüş sağlanacağı belirtilmektedir. Ayrıca; enerji ihtiyacının tamamını yenilenebilir enerji kaynaklardan sağlayacak bölgelerin oluşturulması belirtilen hedefler içerisinde (Ekodialog, 2011).

Karbondioksit, günümüz toplumunun en büyük atık ürünüdür. Kömür yerine kullanılacak olan güneş pilleri sayesinde, karbondioksit miktarında önemli azaltımlar sağlanabilmektedir. Güneş enerjisinden, şimdilik çoğunlukla güneş pilleri aracılığıyla faydalanılmaktadır, kısaca güneş enerjisi günümüzde güneş pilleri anlamına gelmektedir.

Güneş pilleri teknolojisi elektrik üretim ihtiyacını karşılayabilecek düzeydedir (Uzunoğlu ve ark., 2001). Güneş pilleri konusundaki en önemli engel pillerin maliyetidir. Güneş pilleri üzerinde çalışan firmaların günümüzdeki hedefi, pillerin maliyetini 50 sente kadar düşürmektir, çünkü eğer bu başarılabilirse, güneş enerjisi şirketleri elektrik ve doğalgaz şirketleriyle rekabet edebilir bir seviyeye geleceklerdir.

Fotovoltaik enerji üretimi, diğer enerji kaynaklarıyla kıyaslandığında henüz ekonomik değildir. Ancak, yapılan araştırmalar sonucunda, maliyetlerin düşürülmesi başarılabilmektedir. Bu alanda araştırma yapan ve alanın öncü devletleri, ABD, Almanya ve Japonya, yılda yaklaşık bir milyar dolar civarında yatırımı, bu konuyla ilgili harcamalara yapmaktadırlar. 2050 yılında dünyadaki enerji tüketiminin %15'nin güneşten elde edilmesi planlanmaktadır (Doğan, 2001).

Alternatif bir kaynak oluşu, çevreye etkisinin en alt düzeylerde olması, herhangi bir çevre kirliliğine neden olmaması, işletme ve bakım masraflarının az olması, ulusal bir kaynak olması ve güvenilir bir enerji arzı sağlayan bir kaynak oluşu ile hidroelektrik enerjisi, gün geçtikçe önem kazanmaktadır (Tübitak, 2011). ABD'de enerji ihtiyacının %10'unu hidrolik enerjiden sağlanmaktadır. Türkiye'de ise hidrolik enerjiden üretilen enerjinin payı gittikçe azalmaktadır (Çengel, 2003). 1990 yılında elektrik üretiminde, hidrolik enerjinin payı %40 iken, 2010 yılında bu oran %17'ye düşmüştür.

Dünya rüzgar enerji potansiyelinin, 50° kuzey ve güney enlemleri arasındaki alanda 26.000 TWh/yıl olduğu ve ekonomik ve diğer nedenlerden dolayı 9.000 TWh/yıl

kapasitenin kullanılabilir olduğu tahmin edilmektedir (Windpower, 2011). Yine yapılan çalışmalara göre, dünya karasal alanları toplamının %27'sinin yıllık ortalama 5.1 m/s'den daha yüksek rüzgar hızının etkisi altında kaldığı belirtilmektedir. Bu rüzgar enerjisinden yararlanma imkanının olabileceğı varsayımıyla 8 MW/km² üretim kapasitesi ile 240.000 GW kurulu güce sahip olunacağı hesaplanmaktadır.

Rüzgar enerjisi üretiminde emisyonu olmadığı için sera gazları oluşturmaz ve küresel ısınmaya katkı yapmaz, yakıt parası yoktur ve işletme masrafları çok azdır. Bu nedenle ekonomik bir enerji kaynağıdır, dışa bağımlı olmayan ve çevresel koşullar uygun olduğunda sürekli enerji oluşturan bir kaynaktır, kullanılan makinalar, karmaşık olmayan ve otomatik makinalardır ve periyodik bakımlar sonucu 20-30 yıllık ömürleri boyunca sorunsuz çalışırlar, yer kaplamazlar ve bulundukları alanlar başka amaçlarla da kullanılabilir, radyoaktif ışınım veya radyasyon tehlikesi yoktur, işletmeye almak ve kullanmak üç ay gibi kısa bir sürede mümkün olabilmektedir.

Yapılacak araştırmalar sonucunda daha iyi tasarım, geliştirme ve üretim yaparak rüzgar enerjisinin kullanılabilirlik yüzdesini arttırmak temel amaçtır.

Yerkabuğunda biriken termal enerji olarak bilinen jeotermal enerjide, ısı veya elektrik üretimi için yer altında çeşitli derinliklerinde birikmiş ısıdan, kimyasallar içeren sıcak sudan, buhar ve gazlardan faydalanılır. Isı seviyesi yeteri kadar yüksek olduğunda jeotermal enerji elektrik üretimi ve endüstri için yüksek derecede su üretimi için kullanılabilir. Günümüzde jeotermal enerjiden konutlarda ısıtma, kaplıcalarda, sera ısıtmacılığı ve elektrik üretiminde faydalanılmaktadır. Güneş ve rzgrdan farklı olarak jeotermal enerji devamlı elektrik sağlayabilir (Yener, 2011).

Jeotermal enerjinin daha çok ısı enerjisi olarak kullanılması önerilmektedir. Bunun yanında sanayi için diğer enerji kaynaklarından çok daha ucuzdur. 1969 yılında Fransa'da büyük şehirlerin jeotermal enerjiyle ısıtılmasına başlanmıştır.

Türkiye'deki konutların %30'unun jeotermal enerji ile ısıtılması mümkündür. 31500 MW'lık enerjinin günümüzde sadece %2'si kullanılmaktadır (Demir, 2001).

Yeni gelişen teknolojilerden biri denizlerde ve okyanuslardaki dalga ve gel-git olaylarından yararlanarak enerji üretilmesidir. Bu teknolojilerdeki en büyük sorun bu potansiyelin elektrik enerjisine dönüştürülmesidir. Dünya leğinde bu potansiyelin kullanılması için pilot projeler başlatılmıştır. Gelecekte bu projeler planlanırken yerel

kıyı ekolojisi göz önünde bulundurulmalı, gemicilik, balıkçılık gibi sektörlerin nasıl etkileneceği değerlendirilmelidir.

Yenilenebilir biyokütle ve biyokütleden elde edilen yakıtlar çevresel fayda sağlaması sebebiyle günümüz enerji kullanımında kolaylıkla fosil yakıtların yerine geçebilecektir. Biyokütle kaynaklarının sağlanması fosil kaynak sağlanmasından daha pahalıdır. Fakat biyokütle yenilenebilir bir kaynak olmasıyla tükenmekte olan fosil yakıtların yanında sürdürülebilir küresel enerjinin önemli bir unsurudur. Buna ilaveten sera gazları emisyonu ve karbon döngüsünü azaltıp, kırsal ekonominin gelişimini desteklemektedir.

Biyokütlenin enerji kaynağı olarak daha az kullanılmasındaki en önemli faktör; petrol ürünlerine göre üretimi ve depolanmasının daha zahmetli olması, gaz üretim sistemlerinin çalıştırılması için farklı üniteler gerektirmesidir. Yapılan araştırmalara göre, 2025 yılında dünya genelinde biyokütleden sağlanacak enerji, Dünya Enerji Konseyi'nin Raporu'nda 1.339.3 Mtep ile 3.291.5 Mtep arasında bildirilmiştir.

Dünya Enerji Konseyi raporlarında 2020 yılında yeni ve yenilenebilir kaynaklarla enerji talebinin minimum %3-4'ünün, maksimum %8-12'sinin karşılanabileceği belirtilmiştir. Ortaya konulan senaryoya göre modern biyokütle ile sağlanacak enerji jeotermal enerjinin 6.4 katı, rüzgar enerjisinin 2.6-3 katı, güneş enerjisinin 1.6-2.2 katı olabilecektir. Görüleceği gibi en büyük pay modern biyokütleye ayrılmıştır. Günümüzde Avrupa Birliği kapsamında enerji tüketiminin %2-3'ü biyokütleden karşılanmakta olup, bazı AB ülkelerinde biyokütlenin payı %10-16 düzeyinde bulunmaktadır. 2020 yılında modern biyokütle enerji üretiminin ABD'de 235-410 Mtep, Almanya'da 11-21 Mtep, Japonya'da 9-12 Mtep olması planlanmıştır.

1 m³ Biyogazın Sağladığı Isı Miktarı; (4700-5700 kcal/m³)'tür.

0,62 litre gazyağı, 1,46 kg odun kömürü, 3,47 kg odun, 0,43 kg bütan gazı, 12,3 kg tezek, 4,70 kWh elektrik enerjisi, eşdeğerindedir.

1 m³ Biyogaza Eşdeğer Yakıt Miktarları; 0,66 litre motorin, 0,75 litre benzin, 0,25 m³ propan'a eşdeğerdir.

Dünyada biyokütleden enerji üretim örnekleri mevcuttur. 1990 yılında tamamlanan Fransa Paris'te yer alan St. Queen bölgesindeki santral her yıl 600.000 ton atığı yakmakta, 11 MW güç üretmekte ve ısıtma amaçlı 1.5 milyon ton buhar üretmektedir. 1994 yılında İngiltere'de Londra yakınlarındaki Deptford santrali 400.000 ton atığı yakmakta, 32 MW güç üretmekte ve 50 MW'lık ısı üretmektedir. Amerika'da Williams Lake (British Columbia'da) santrali 60 MW, El Nido santrali (California'da) 10 MW, Okeelanta Santrali (Florida'da) 74 MW güç üretmektedir. Finlandiya'da Lahti santrali 25 MW güç üretmektedir. Bunlar çalışan santrallerden bazılarıdır (Demir, 2001).

Brezilya yenilenebilir, çevreci enerji kaynaklarına çok önem vermekte, kısmen de olsa şeker kamışından ürettiği etanol sayesinde Brezilya, enerji devi ülkeler arasına girmeyi amaçlamaktadır. Etanol üretimi ülkenin enerji ihtiyacının karşılanmasında önemli bir yer tutmaktadır (Batan ve ark, 2013).

21.yüzyılın enerji kaynağı olarak görülen Hidrojen gazı, hem yenilenebilir enerji kaynaklarından hem de fosil yakıtlardan elde edilebilmektedir. Yani hidrojeni elde etmek amacıyla kullanılan yöntem, açığa çıkan enerjinin çevre dostu olup olmayacağını belirlemektedir. Bundan dolayı, hidrojen enerjisi kullanımı küresel ısınmayı tetikleyici etki de yapabilmektedir. Çevre kirliliğini önlemek amacıyla, güneş kaynaklı elektrik enerjisiyle elde edilen hidrojenin, mükemmel bir çözüm olduğu düşünülmektedir. Ancak bu henüz teorik olarak düşünülen bir durumdur.

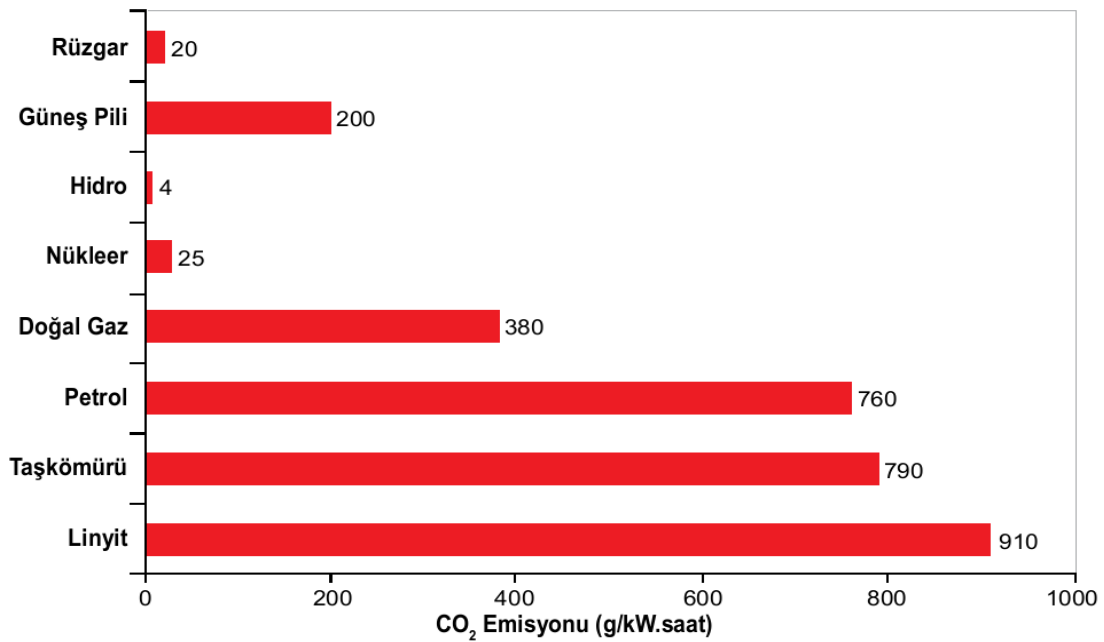
Sınırsız bir kaynak olan güneşten elde edilecek olan elektrik ve bunun esnek, taşınabilir, depolanabilir olması, ayrıca neredeyse hiç çevre kirliliğine neden olmaması, son derece cazip görülmektedir. Ancak bu şekilde elde edilecek olan enerjinin maliyeti, mühendisler tarafından aşılması zor bir engel olarak görülmektedir (Ersöz ve ark., 2001).

Yerel olarak üretimi mümkün olan kolay ve güvenilir bir şekilde taşınabilen ve taşınma aşamasında az enerji kaybı olan, ulaşım araçlarından ısınmaya, sanayiden mutfaklarımıza kadar her alanda yararlanabileceğimiz bir enerji sistemidir. Genellikle, yakıt pilleri olarak kullanılmaktadır.

Teknolojik olarak gelişmiş ülkelerde çok fazla kullanılan nükleer enerjide temel problem, artıkların yok edilmesidir (Johnson, 1985). Nükleer artıklar kolayca

doğaya karışmamakta ve etkilerini uzun yıllar sonra bile göstermektedirler. Kullanılan bu enerji türüne alternatif olarak rüzgar ve güneş enerjisini kullanma yolları araştırılmaktadır. Ancak stratejik önem taşıdığı için nükleer enerji önemini sürdürmektedir ve daha uzun yıllar da sürdürecektir.

Yukarıda açıklanmaya çalışılan enerji türlerinin CO₂ emisyonları (Şekil 4.21)'de çevresel etkileri (Çizelge 4.2)'de verilmiştir. Fosil yakıtların CO₂ emisyonlarının yüksekliğinin yanında hidro, nükleer ve rüzgardan enerji üretiminde CO₂ emisyonları yok denecek kadar azdır.

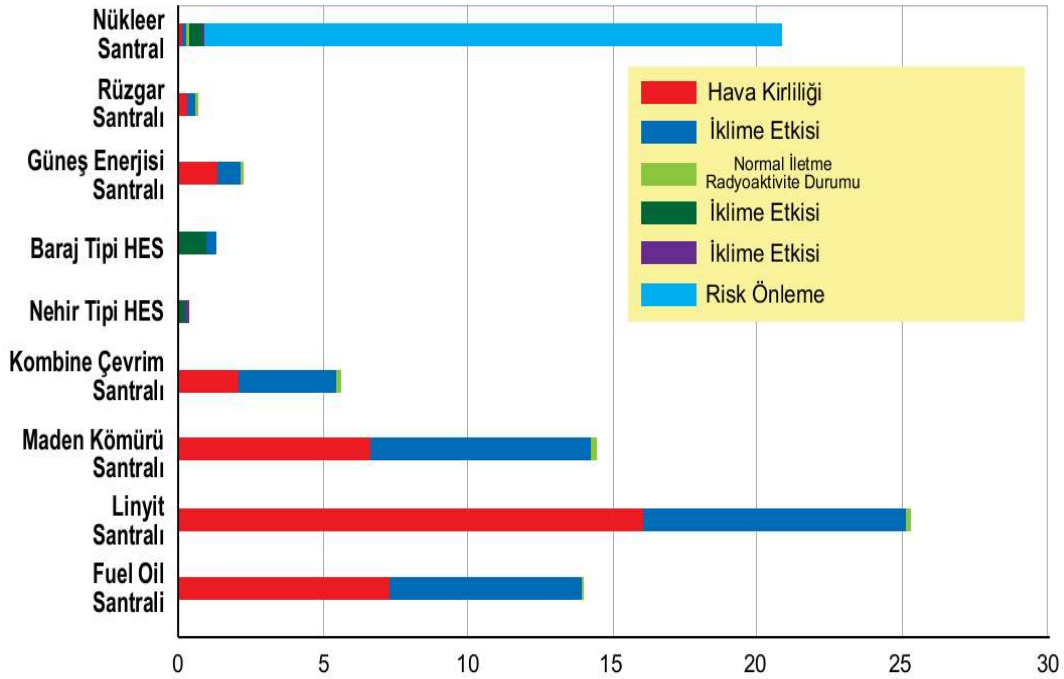


Şekil 4.21. Enerji kaynaklarının meydana getirdiği karbondioksit emisyon miktarları (DSİ, 2011).

Çizelge 4.2. Enerji türlerinin çevresel etkilerinin karşılaştırılması (Yumurtacı ve Bekiroğlu, 2013).

	İklim Değişikliği	Asit Yağmuru	Su Kirliliği	Toprak Kirliliği	Gürültü	Radyasyon
Petrol	+	+	+	+	+	–
Kömür	+	+	+	+	+	+
Doğalgaz	+	+	+	–	+	–
Nükleer	–	–	+	+	–	+
Hidrolik	+	–	–	–	–	–
Güneş	–	–	–	–	–	–
Jeotermal	–	–	+	+	–	–
Rüzgar	–	–	–	–	+	–

Yine bu çizelgeye benzer olarak alternatif enerji santrallerinin çevresel etkileri benzer kriterlerle (Şekil 4.22)’de verilmiştir.



Şekil 4.22. Alternatif enerji santrallerinin çevresel tesirlerinin grafiksel gösterimi (DSİ, 2011).

Şekilden, fosil yakıtlı santrallerin hava kirliliği ve iklime etkisi ve nükleer santralin risk faktörü göze çarpmaktadır.

Enerji türlerinin kullanımını birinci derecede etkileyen çevresel etkilerinin yanında yerel kaynak olup olmaması, kalan ömürleri, santral yatırım ve birim enerji maliyetleri de çok önemlidir.

(Çizelge 4.3) ve (Çizelge 4.4)'e baktığımızda yenilenebilir enerji kaynakları bu konuda oldukça avantajlı görünmektedir. Bir tek yatırım maliyeti ve birim enerji maliyeti diğer enerji kaynaklarına nazaran daha pahalıdır. Bu projelere verilen desteklerle yapılan AR-GE çalışmalarının etkisi, teknolojinin ilerlemesi ve seri imalata geçilmek suretiyle ileriki yıllarda bu maliyetlerin daha da ucuzlaması beklenmektedir.

Çizelge 4.3. Enerji türlerinin bağımlılık ve kalan ömürlerinin karşılaştırılması (Yumurtacı ve Bekiroğlu, 2013).

	Dışa Bağımlılık/Yerellik	Kalan Ömrü(YIL)
Petrol	Dış	40-45
Kömür	Yerel/Dış	200-250
Doğalgaz	Dış	60-65
Nükleer	Dış	–
Hidrolik	Yerel	–
Güneş	Yerel	–
Jeotermal	Yerel	–
Rüzgar	Yerel	–

Çizelge 4.4. Enerji türlerinin yaklaşık olarak yatırım ve birim enerji maliyetlerinin karşılaştırılması
(Yumurtacı ve Bekiroğlu, 2013).

	Yatırım Maliyeti (\$/kWh)	Üretim Maliyeti (cent/kWh)
Petrol	1500-2000	6
Kömür	1400-1600	2.5-3
Doğalgaz	600-700	3
Nükleer	3000-4000	7.5
Hidrolik	750-1200	0.5-2
Güneş	Yüksek	10-20
Jeotermal	1500-2000	3-4
Rüzgar	1000-1200	3.5-4.5

(Çizelge 4.4)'te fosil kaynaklar ve yenilenebilir kaynaklardan birim enerji üretim maliyetleri karşılaştırılmalı olarak verilmiştir. (Çizelge 4.5)'te ise sadece yenilenebilir kaynaklardan birim enerji üretim maliyetleri 2009 yılı fiyatlarıyla verilmiştir.

Çizelge 4.5. Yenilenebilir teknolojilerin birim enerji maliyetleri (DSİ, 2011).

TEKNOLOJİ		MALİYET(2009 yılı fiyatlarıyla/\$)
Biyokütle Enerjisi		5-15 ¢/kWh
Rüzgar Enerjisi		5-13 ¢/kWh
Güneş Enerjisi		25-125 ¢/kWh
Hidroelektrik Enerjisi	Büyük Santraller	2-8 ¢/kWh
	Küçük Santraller	4-10 ¢/kWh
Jeotermal Enerji		2-10 ¢/kWh
Deniz Enerjisi	Gel-git	8-15 ¢/kWh
	Dalga	8-20 ¢/kWh
	Akıntı	8-15 ¢/kWh

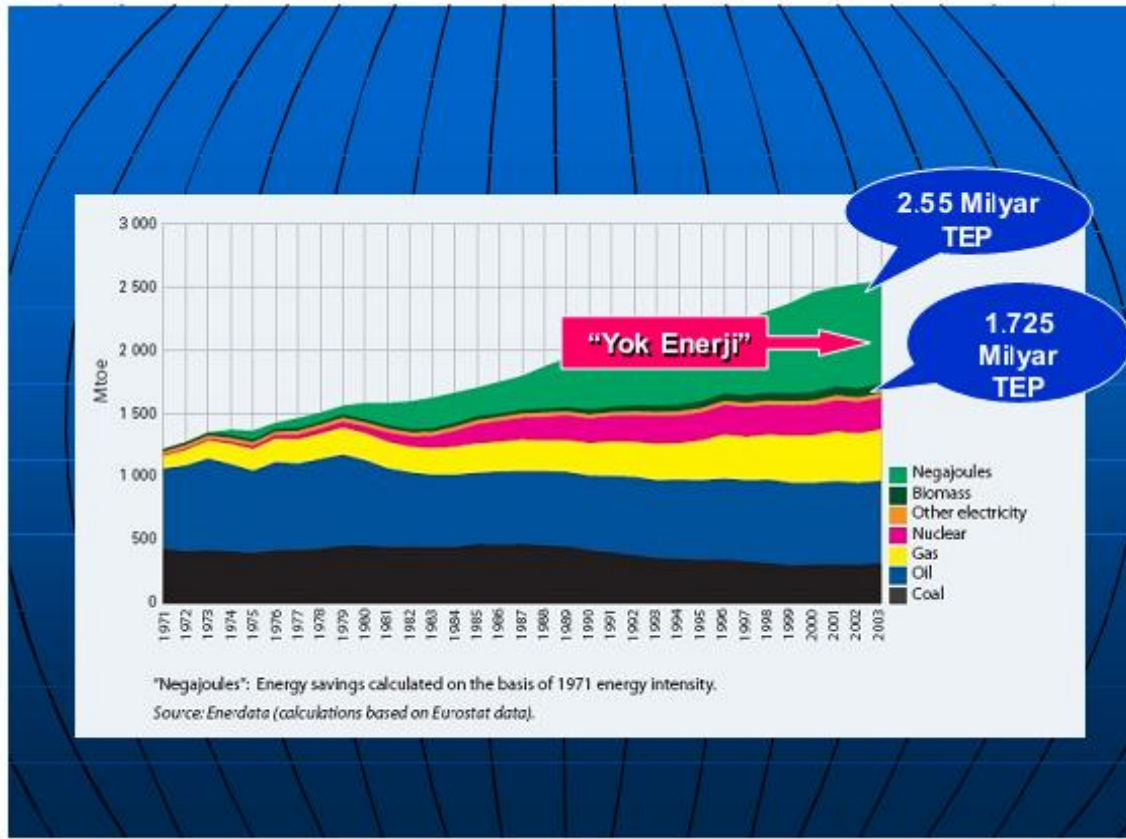
4.8.2. Enerji Verimliliği ve Toplumu Bilinçlendirme

Dünyada enerji ihtiyacının çok büyük kısmı fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Fosil yakıtlardan üretilen enerji sera gazları yayılımına neden olmaktadır. Enerjinin tüketimi beraberinde enerji üretimini zorunlu kılar. İşte burada tüketilen enerjinin verimli kullanılması ön plana çıkmaktadır. Enerji verimliliği ile enerjinin boşa tüketilmesi engellenerek enerji üretiminde açığa çıkan sera gazı azaltılabilir ve daha az tüketimle maddi kazanç sağlanabilir.

Uluslararası Enerji Ajansı (UEA), 2007 Haziran'ında Heiligendamm'da yapılan G8 zirvesinde, enerji verimliliği konusunda 12 adet faaliyetin global düzeyde uygulanmasını önermiştir. Bu önlemlerin yerine getirilmesi ile 2030 yılında Amerika'nın 2004 yılı CO₂ emisyonuna eşdeğer bir emisyondan tasarruf edilmesi sağlanacaktır.

Diğer ülkelerde ve gelişmekte olanlarda bu konuda ciddi gelişmeler sağlanmış, AB üyesi ülkeler ve topluluk, petrol bağımlılığını azaltmak üzere 70'lerin başından itibaren yaptıkları çalışmalarla enerji yoğunluğunu düşürmüş, bir bakıma gelişme (Gayrisafi yurt içi milli hasıla artışı) ile enerji tüketimi arasındaki paralel artış bağıntısını kırmıştır. Örneğin Almanya %40, Danimarka ve Fransa %30 oranında enerji yoğunluklarında azalma sağlamışlardır.

Eğer süregelen bu ilgi olmasaydı topluluk (25 ülke) bugün 1.725 Milyar TEP değil 2.55 Milyar TEP enerji tüketecekti. Enerjide dış bağımlılık oranı bugünkünün çok üstünde olacaktı. Verimlilik artışı sonucu tüketilmeyen bu “yok enerji” “negajoule” olarak adlandırılmaktadır ve büyüklüğü kıyaslandığında, bugünkü petrol tüketiminin oldukça üzerinde olduğu görülmektedir (TMMOB, 2008), (**Şekil 4.23**).



Şekil 4.23. 1971 yılından bu yana sağlanan enerji tasarrufunun AB enerji tüketimine katkısı, (TMMOB, 2008), (TEP: Ton Eşdeğer Petrol).

AB, sera gazlarını %60-80 azaltmak üzere arz tarafında sıfır emisyonlu yenilenebilirin daha çok kullanımını ve talep tarafında enerji verimliliğinin artırılmasını en önemli önlem olarak görmektedir. Böylece %20 enerji verimliliği artırılması ile CO₂ emisyon azaltma hedefinin en az %50'si garanti edilecek ve 2020'de yıllık 780 milyon ton CO₂ emisyonu bu yolla tasarruf edilebilecektir. Enerji verimliliği, yenilenebilir enerjilere göre daha etkin, teknolojisi hazır ve ucuzdur.

Avrupa Birliği, önüne koyduğu bu %20 olarak belirlenen ve yıllık değeri 60 milyar euro olan bu maliyeti Almanya ve Finlandiya'nın bugünkü enerji tüketimine eşdeğer enerji tasarruf potansiyeliyle geri kazanarak, Lizbon Stratejisinin "daha çok büyüme ve daha çok istihdam" olan iki temel prensibini gerçekleştirmeyi de planlamaktadır. AB, bu tasarruf potansiyelini geri kazanmak için somut eylem önerilerini içeren bir Enerji Verimliliği Eylem Planı'nı 2006 yılında yayınlamıştır. Bu

eylemler mevcut teknolojileri kullanarak toplumun davranış biçiminin değiştirilmesi üzerine kurgulanmıştır (TMMOB, 2008).

AB'nin bu politika ve eylemleri küresel ölçekte tasarruf tedbirleri olarak örnek alınabilir. Yukarıda da kısmen açıklandığı gibi, fosil kaynakların görünür gelecekte tükenecek olması, alternatif kaynakların henüz ekonomik olmaması, Türkiye geliştirmekte olan bir ülke olduğu için enerji ihtiyacının her geçen gün artması ve artan talep nedeniyle fiyatların tırmanması, yerli kaynakların ithal bağımlılığını önleyememesi, ekolojik dengenin alarm vermesi gibi nedenlerle enerji verimliliği ön plana çıkmaktadır (Bozkurt, 2008). Herhangi bir teknolojiye veya yatırıma gerek duymadan ve de tasarruf yaparak sera gazı emisyonlarını azaltma eylemi ekonomiye ve çevreye çok yarar sağlayacağı açıktır.

Son yüzyılda sanayi ve teknolojiye görülen büyük gelişmelere karşın doğal enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Bu nedenle enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi ve enerji maliyetlerinin aşağı çekilmesi gerekmektedir. Başka bir deyişle; yaşam kalitesinde düşüşe yol açmadan enerji tüketiminin azaltılması, yani, enerjide verimliliğin artırılması gerekmektedir. Bu artışın sürekliliğinin sağlanması için ise belli aralıklarla enerji verimliliği ölçümleri yapılmalı, bu ölçümler değerlendirilmeli ve gerekiyorsa yeni yatırımlar yapılmalıdır. Kısaca enerji verimliliği, enerji kaynaklarının üretimden tüketim aşamasına kadar tüm safhalarda en yüksek etkinlikte değerlendirilmesini ifade etmektedir (Bozkurt, 2008).

Bu bağlamda, konutlarda ısı yalıtımı, ulaşımda deniz ve tren yolu taşımacılığının artırılması, halkın bilinçlendirilerek israfın önlenmesi, yüksek enerji tüketimi yapan kurumlarda enerji verimliliği denetimi gibi çalışmalar enerji verimliliğini artıracaktır.

4.8.3. Küresel İklim Değişikliğine Uyum

Küresel iklim değişikliğini durdurmanın mümkün olmadığı artık biliniyor. Çünkü tüm dünya sera gazı salımlarını tamamen durdursa bile sera gazları atmosferde uzun süre kalabilmektedir. Bu yüzden, uluslararası toplum iklim değişikliklerinin yol açacağı olumsuzlukların etkisini en aza indirmenin yollarını aramaktadır. Küresel iklim

değişiminin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik çalışmalara genel anlamda “uyum” çalışmaları denilir (Kadioğlu, 2008).

(Bölüm 2.4.5)’te, uyumun bilimsel bulguları, iklim değişikliğine hassas ülkeler, Nairobi Çalışma Planı’nda uyum kapsamında, sorun alanları ve çözüm yolları, iklim değişikliğine uyum için çeşitli stratejiler verilmiştir. Burada tekrar değinilmeyecektir.

Sera gazlarını azaltırken bir yandan da alt yapı, servisler ve hizmetlerde küresel iklim değişimine uyum çalışmaları yapmamız gerekiyor. Uyum süreci toplumları küresel iklim değişiminin olumsuz etkileriyle başa çıkmalarına katkıda bulunur. Küresel iklim değişimine uyum, küresel iklim değişiminin olumsuz etkilerini azaltırken olumlu gerekli düzenlemeler ile azaltım etkinliklerini artırmayı amaçlamaktadır. Uyum için birçok yol ve yöntem bulunmaktadır. Bunlar sellere karşı koruma duvarları veya sele dayanıklı evler inşa etmek gibi teknolojik önlemlerden kuraklık zamanında su kullanımını azaltmak gibi insanların gündelik yaşamındaki davranışlarını değiştirmeye kadar değişiklikler gösterir. Diğer stratejiler şiddetli hava olayları için erken uyarı sistemleri kurmak, daha iyi su yönetimi, risk yönetimini geliştirmek, sigorta tercihlerini geliştirmek ve biyolojik çeşitliliği korumak şeklinde sayılabilir (Kadioğlu, 2008).

Küresel sıcaklık artışı ile birlikte geniş ölçekte bir değişim yaşandığı için gelişmekte olan ülkeler gibi savunmasız ve hassas ülkeler için küresel iklim değişimi durdurulmalı, bu ülkelerin küresel iklim değişiminin etkilerine karşı uyum sağlayabilme kapasitesi kuvvetlendirilmeli ve bu konuda gerekli planlar uygulamaya konulmalıdır. Bu uyum çalışmaları küresel ve ulusal sürdürülebilir gelişmenin bir parçası olmalıdır. Ulusal ve bilimsel kuruluşlar kaynaklarını, araçları ve yaklaşımlarını tespit edip bu problemin çözümüne katkıda bulunmalıdır.

Bilim insanları ve siyasetçiler küresel iklim değişikliğinden etkilenmemek için ne gibi değişikliklerin yapılması gerektiğini tartışa dursun, okyanusların karalara saldırısını durdurmak için devasa duvarlar, susuzluğa karşı binlerce tonluk su depoları, ısıya ve susuzluğa dayanıklı ekinler, sıcak dalgalarına karşı soğuk odalar gibi çözümler basın ve yayın organlarında yaygın bir şekilde yer almaya başladı.

Küresel iklim değişimi ile baş edebilmek için gerekli olan bütün bu yaygın, pahalı değişikliklere de artık "uyum" adı veriliyor. Uzmanlara göre uyum çabaları, küresel ısınmanın kendini ilk hissettirdiği 1988 yılında başlamış olsaydı, bugün bu

yönde çok yol alınmış ve çok kıymetli zaman boşa harcanmamış olabilirdi. Bu nedenle uyum sürecinde, küresel iklim değişimini önleme sürecindekinden daha kararlı ve hızlı davranılması gerekmektedir (Kadioğlu, 2008).

Bu arada bazı ulusların bu kadar pahalı önlemleri almaları ekonomik açıdan olası olmadığı için Bangladeş örneğinde olduğu gibi milyonlarca insan sular altında kalabileceği unutulmamalıdır. Böyle bir durumda iç kısımlarda yaşayan insanların "uyum" çabaları, ancak kıyılardan göç eden insanlar için barınaklar inşa etmekten öteye geçmeyebilir.

Hâlihazırda New York ve Seattle gibi kentlerin, Kaliforniya, Alaska ve Oregon gibi eyaletlerin uyum planları hazır. Alaska, su baskınlarından zarar görecektir yerleşim alanlarını daha güvenli kısımlara nakletmeyi düşünürken, Kaliforniya'da orman yangınlarıyla mücadelede daha etkili yöntemlerin geliştirilmesi için çalışmalar yapılıyor. Ayrıca sıcak dalgalarına karşı uyarı sistemlerinin kurulması, yaşlı ve çocukların daha serin bölgelere taşınması için çözümler üretiliyor. Şehirlere dikilen ağaçların hem karbon dioksiti yutması, hem de gölge yapması nadir görülen zarar azaltma ve uyuma bir örnektir. Küresel iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamak karmaşık bir iştir. Şu an küresel iklim değişiminin olası etkilerini ve onlar ile mücadele etmek için elimizdeki imkân ve kabiliyetlerimizi anlamamanın başlangıç aşamasındayız. Bununla birlikte, iş dünyası, hükümetler ve uluslararası toplum gelecekteki iklim değişikliğine hazırlanmak için şimdiden harekete geçmek zorundadır (Kadioğlu, 2008).

İklim değişiminin etkileri ile mücadele için ne kadar erken planlama yapılırsa o kadar avantaj sağlanır. Bu yıllarda alınacak kararların sonuçları onlarca yıl hissedilecektir. Örneğin, yeni evler veya alt yapıyı iklim değişimine göre tasarlamak ileride onu güçlendirmek veya başka bir şekilde değişikliğe uğratmaktan daha ucuzdur.

4.8.4. Karbon Piyasası, Karbon Ticareti ve Karbon Vergisi

İklim değişikliği ile mücadelede maliyet etkin bir yöntem olarak küresel karbon piyasası ortaya çıkmıştır. Esneklik mekanizmaları gibi zorunlu araçlar ve gönüllülük esasına dayanan gönüllü karbon piyasası sayesinde ülkeler ve firmalar sera gazı azaltımına yönelik projeler geliştirebilmekte ve bu projeler neticesinde elde ettikleri sera

gazı azaltım sertifikalarını karbon piyasalarında satabilmektedirler. Böylece, uluslararası ölçekte bir karbon ticareti ortaya çıkmaktadır.

Kyoto Protokol'ü esneklik düzenekleri ve gönüllü karbon ticareti hakkında bilgi (Bölüm 2.4.4)'te verilmiştir. Burada tekrar verilmeyecektir.

Son yıllarda sera gazı emisyonlarındaki artış ile mücadelede, teknolojik ve mühendislik çalışmalara dayalı yaklaşımlardan daha çok iktisadi yaklaşımlar ön plana çıkmıştır. Bunun en önemli nedeni; yeni ve temiz teknolojilerin geliştirilmesinin önündeki pazar engelleri ve Ar-Ge ihtiyacıdır (Yamanoğlu, 2006). Özellikle sera gazı emisyonunda önemli işleve sahip olan gelişmiş ülkeler, sahip oldukları finansal ve teknolojik üstünlükleri sayesinde iklim değişikliği ile mücadelede daha avantajlı konumda iken; gelişmekte olan ülkelere ise bu mücadele yüksek maliyetler nedeniyle daha zor olmaktadır.

Ülkelerin gelişmişlik düzeylerine bağlı olarak ortaya çıkan bu farkı azaltmak ve küresel çapta bir iklim değişikliği mücadelesi gösterebilmek için ticareti yapılabilir permiler (izinler) ve karbon vergileri gibi piyasa tabanlı iktisadi araçlar kullanılmaktadır. Ticareti yapılabilir permiler kapsamında Kyoto Protokolü ile ortaya konmuş esneklik mekanizmaları ve gönüllü karbon piyasaları gibi emisyon azaltım kredileri oluşturmaya dayalı uygulamalar yer almaktadır (The Royal Society, 2002).

Bu uygulamalar neticesinde karbon finansmanı söz konusu olmaktadır. Sera gazı azaltımı karşılığında elde edilen karbon kredilerinin diğer bir ifade ile permilerin alınıp satıldığı piyasalar da karbon piyasası olarak adlandırılmaktadır. Kyoto Protokolü'nün 2005 yılında yürürlüğe girmesi ve 2008-2012 taahhüt dönemi için emisyon azaltım hedefleri belirlemesi ile karbon piyasaları ciddi oranda büyümüştür. Karbon piyasalarını Kyoto Protokolü'ne dayanarak ortaya çıkan zorunlu esneklik mekanizmaları (Temiz Kalkınma Mekanizması, Ortak Yürütme ve Emisyon Ticareti) ile gönüllü karbon piyasası olarak gruplandırmak mümkündür.

Karbon ticareti, karbon piyasasını doğurmuş ve bu da karbon borsasını açığa çıkarmıştır. Zorunlu karbon piyasalarında piyasa türüne göre mali durum, (**Çizelge 4.6**)'da gösterilmiştir. (**Çizelge 4.7**)'den görüldüğü üzere, özellikle 2005 yılından itibaren Kyoto Protokolü'nün yürürlüğe girmesiyle karbon piyasası dünya genelinde çok hızlı bir artış göstermiştir. Sadece 2008 yılı sonu ve 2009 yılında etkili olan finansal

krize bağılı olarak, karbon piyasasında da 2010 yılında bir azalış söz konusu olmuştur. Buna rağmen dünya genelinde 2010 yılında yaklaşık 142 milyar \$'lık bir pazar söz konusudur.

Karbon piyasasında en etkin ve en çok ticari hacme sahip mekanizma, EU-ETS (Avrupa Birliğı Emisyon Ticaret Sistemi)'dir. Gönüllü karbon piyasalarındaki durum da (Çizelge 4.8)'de gösterilmiştir. GKP (Gönüllü Karbon Piyasası)'nda işlem hacmi zorunlu piyasalara göre çok düşük seviyelerde gerçekleşmesine rağmen, zorunlu piyasalarda yer almayan ve karbon azaltımında bulunmak isteyen ülkeler ve firmalar için iyi bir seçenek olmaktadır. 2009 yılında bir önceki yıla göre küresel karbon piyasalarında işlem hacminde %80 artış olmasına rağmen, ekonomik krizden kaynaklanan birim fiyat düşüşlerine paralel olarak mali değerde sadece % 6'lık bir büyüme yaşanmıştır (Çizelge 4.8). Geçmiş yıllardaki veriler de incelendiğinde, karbon piyasasının istikrarlı şekilde büyüdüğü görülmektedir. 2009 yılında EU ETS'de birim fiyat 18,72 \$ olurken, gönüllü piyasalarda bu rakam sadece 6,4 \$ olmaktadır (Öztürk ve ark., 2011).

Çizelge 4.6. Zorunlu karbon piyasası gelişimi (The World Bank, 2011).

	EU-ETS	Diğer Tahsisler	Birincil TKM	İkincil TKM	Diğer Varlıklar	Toplam
2005	7.9	0.1	2.6	0.2	0.3	11.0
2006	24.4	0.3	5.8	0.4	0.3	31.2
2007	49.1	0.3	7.4	5.5	0.8	63.0
2008	100.5	1.0	6.5	26.3	0.8	135.1
2009	118.5	4.3	2.7	17.5	0.7	143.7
2010	119.8	1.1	1.5	18.3	1.2	141.9

TKM: Temiz Kalkınma Mekanizması

Çizelge 4.7. Gönüllü karbon piyasası gelişimi, (The World Bank, 2011).

	Şikago İklim Borsası	Gönüllü Tezgahüstü Piyasası
2007	72.4	262.9
2008	306.7	396.7
2009	49.8	357.8
2010	0.2	393.5

Çizelge 4.8. Küresel karbon piyasaları işlem hacimleri ve değerleri (Ecosystem, 2010).

Piyasalar	Hacim (MtCO ₂ e)*		Değer (milyon \$)	
	2008	2009	2008	2009
Gönüllü OTC	57	51	420	326
CCX	69	41	307	50
Diğer Borsalar	0.2	2	2	12
Gönüllü Piyasalar Toplamı	127	94	728	387
EU-ETS	3093	6326	100526	118474
Birincil TKM	404	2111	6511	2678
İkincil TKM	1072	1055	26277	17543
Ortak Yürütme	25	26	367	354
Kyoto (AAU)	23	155	276	2003
New South Wales	31	34	183	117
RGGI	62	813	241	2667
Albert SGER	3	5	34	61
Düzenlenen Piyasalar Toplamı	4713	8625	134415	143897
Toplam Küresel Piyasalar	4840	8719	135143	144284

*Milyon ton CO₂ eşdeğeri

Karbon vergisinin önerilmesinin ve kullanılmasının en büyük nedeni piyasa temelli bir vergi olmasıdır. Bu ifade verginin fiyatları etkileyerek, fiyat mekanizması yoluyla karbondioksit emisyonuna neden olan fosil yakıtların kullanım maliyetlerini artırarak, bireyleri daha az fosil yakıt kullanmaya ve yeni enerji kaynakları bulmaya teşvik etmesi anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bir tüketim vergisi olan karbon vergisi, fosil yakıt kullanımı neticesinde karbondioksit emisyonuyla çevreye yayılan olumsuz dışsallıkların içselleştirilmesini sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle karbon vergisi çevreyi kirletenlerden devlete mülkiyet hakkı aktarır. Çevre, küresel kamusal maldır. (Literatürde, çevre, sağlık, biyoçeşitlilik, serbest ticaret vs. gibi, tüm ülkelerin ve tüm insanların ortak hareket etmesi gereken kavramlar “Küresel Kamusal Mallar” diye tanımlanır). Bu yüzden bireyler kirletme haklarını geri alabilmek için devlete vergi ödemek zorunda kalmaktadırlar. Bu bağlamda ekonomik enstrüman olarak karbon vergisi piyasaya müdahale ederek çevresel amacı gerçekleştirmektedir. Aynı zamanda çevresel amacın yanında önemli bir kamu geliri sağladığı için de ekonomik amacı gerçekleştirmiş olmaktadır (Hotunluoğlu ve Tekeli, 2007).

Vergilerle yapılan tahminlerde karbondioksit emisyonunu artıran en önemli değişkenlerin öngörüldüğü şekilde fosil yakıtlar olduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak, literatürde yapılan araştırmalarda görülen ve iklim değişikliğinin önlenmesi için kullanılabilecek etkin bir araç olarak önerilen karbon vergisini uygulayan Norveç, Danimarka, Hollanda, İsveç ve Finlandiya’da uygulanan karbon vergisi sonucu toplanan çevresel vergilerin karbondioksit emisyonu üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Bunun üç temel nedeni olduğu ileri sürülebilir: Birincisi, karbon vergisi ve diğer çevresel vergilerin, Avrupa Komisyonu tarafından da belirtildiği üzere, homojen bir şekilde tüm karbondioksit emisyonunu kapsamaması ve dolayısıyla karbon vergisi dizaynının temeli olan, verginin tüm karbondioksit emisyonunu kapsamasının gerekliliği gerçekleştirilememektedir. İkinci ve en önemli nedeni yukarıda incelendiği üzere karbon vergisini uygulayan ülkelerdeki bazı sektör ve kesimlere önemli muafiyetlerin tanınmasıdır. Bu muafiyetler enerji-yoğun yani enerjiye bağımlı olarak fosil yakıtları önemli miktarda kullanan sektörlerle ve uluslararası rekabete duyarlı kesimlere tanınmıştır. Çünkü karbon vergisinin maliyetlerde artış yaratmasıyla enerji yoğun sektörlerin maliyetlerinin önemli ölçüde artacağı ve yine bu vergi nedeniyle artan

maliyetler uluslararası rekabet kaybına yol açacağı için hükümet üzerinde önemli etkiye sahip olan sanayi lobileri tarafından desteklenmiştir.

Üçüncü olarak alınan karbon vergisinin daha çok kamu geliri sağlama aracı olarak kullanılmasıdır. Çünkü karbondioksit emisyonunun hacminin büyüklüğü ve fosil yakıtların üretimin hemen her alanında kullanılması neticesinde önemli bir kamu geliri potansiyeli yaratılmaktadır. Bu gelir potansiyeli de karbon vergisinin çevresel amacı yerine ekonomik amacını gerçekleştirdiğini göstermektedir (Hotunluoğlu ve Tekeli, 2007).

Çevresel amaca yönelik olarak sunulan ve daha sonra amacından uzaklaşan politikalarla küresel çaplı karbondioksit emisyonundaki artış probleminin çözümü kavuşması zor gözükmemektedir. Çünkü küresel boyuttaki bir sorun ancak küresel çaptaki politikalarla çözülebilir. Dolayısıyla çevre kirliliğinin önlenmesi konusunda vergilerin yanı sıra farklı politika araçlarının da uygulamaya konulması gerekmektedir.

Küresel ısınmaya neden olan karbondioksit emisyonunu önlemek için üç parçadan oluşan bir dünya çevre politikası önerilebilir. Bu politikanın birinci parçası uluslararası çevresel işbirliğidir. Günümüzde çeşitli uluslararası girişimler mevcuttur ve bu girişimlerin en önemlisi Kyoto Protokolüdür. Ancak uluslararası boyutta gerçekleştirilmeye çalışılan girişimler istenilen amaca ulaşamamaktadır. Çünkü dünya emisyon miktarının önemli bir bölümünden sorumlu olan Amerika, Çin ve Hindistan gibi ülkeler uluslararası antlaşmalara taraf olmamaktadırlar. Sonuç olarak bu ülkelerin işbirliğine yaklaşmaması nedeniyle uluslararası girişimler amacına ulaşamamaktadır. Bu bağlamda küresel ısınmanın önüne geçilebilmesi için ilk olarak tüm dünya ülkelerinin uluslararası düzeyde çevresel işbirliği içine girmesi gerekmektedir. İkinci parça olarak uluslararası işbirliği ile bağlantılı olarak dünya çapında homojen bir karbon vergisi uygulanmalıdır. Çünkü yukarıda da bahsedildiği gibi bu yapılmadığı takdirde, vergi verenlerde maliyet artacak ve dünyada rekabet etme gücü zayıflayacaktır. Tüm dünyada uygulanacak homojen bir karbon vergisi ile tüm dünyadaki fosil yakıtlardaki fiyat artışı aynı düzeyde olacak ve sektörler rekabet kaybına uğramayacaktır. Böylece rekabet kaybı yaşanacağı görüşüyle bazı sektörlerle muafiyetler tanınmak zorunda kalınmayacaktır. Politikanın son ayağı olarak toplanan karbon vergisi gelirleriyle temiz teknoloji gelişimi için teşvikler sağlanmalıdır. Sonuç olarak bu üç parça aynı anda gerçekleştirildiğinde

birbirini tamamlamakta ve küresel ısınmanın önüne geçilebilecek etkin bir politika oluşturmaktadır (Hotunluoğlu ve Tekeli, 2007).

4.8.5. Diğer Çözüm Yolları

Fosil yakıtlı termik santraller vasıtasıyla atmosfere yayılan, aynı zamanda küresel ısınma ve iklim değişiklikleri sorununa katkı yapan sera gazı emisyonları içinde en büyük paya sahip karbondioksit salımları yada karbon emisyonlarının “depolanması” veya “yok edilmesi”ne dair çalışmalar tüm dünyada yoğun şekilde sürdürülmektedir. Bu bağlamda karbondioksit emisyonlarını yutan bir kaya tipinin bulunması, fosil yakıtların çevreye zarar vermeden güvenli şekilde kullanımı konusundaki umutları artırmaktadır. Kömür, doğalgaz ve petrol kullanan termik santraller aracılığıyla atmosfere yayılan karbondioksit emisyonlarının azaltılması, sınırlandırılması, kontrol ve denetim altına alınması veya dizginlenmesi yöntemleri arasında söz konusu salınımların yeraltında bulunan büyük mağaralar, akiferler, eski doğalgaz rezervuarları yada petrol kuyularına pompalanması sayılabilmektedir. Bunlara ilaveten bilimsel ve teknolojik araştırmalar sonucunda yerkürede karbondioksit salımlarını tutan, yakalayan, soğuran yada absorblayan, bir başka deyişle, bu emisyonları küçük bir katkı ile yoğun şekilde yutan veya depolayan bir kaya tipi bulunmuştur. Sera gazları salımları içinde en büyük yüzdeye sahip olanlar arasında sayılan karbondioksit salımları için mucizevi olarak adlandırılan kaya tipi peridotit (peridotite) olup, yerkabuğunun hemen altında dünyayı çepeçevre saran temel kaya parçalarından biridir.

Peridotitlerin hava ile temas ettikleri takdirde, kireç taşı veya mermer gibi karbonatları oluşturmak için karbondioksit salınımları ile hızla reaksiyona girebildikleri tespit edilmiştir. Kayalarda yapılan delme ve parçalama yöntemleri ile peridotitlerin karbondioksit emisyonlarını soğurma yada absorblama oranının 100000 kat arttığı saptanmıştır. Bu doğrultuda peridotitlerin 5 km derinliğe kadar ulaştığı sadece Umman bölgesinde yılda takribi 4 milyar ton karbondioksit emisyonunun soğurulması veya absorblanması gerçekleştirilebileceği hesaplanmaktadır. Böylece fosil yakıtlı termik santrallerde yılda yaklaşık 30 milyar ton karbondioksit salımı yapıldığı düşünüldüğü

takdirde söz konusu salımların zararsız hale getirilmesi için önemli bir çözüm yolu getirilmektedir (Abanades, 2002).

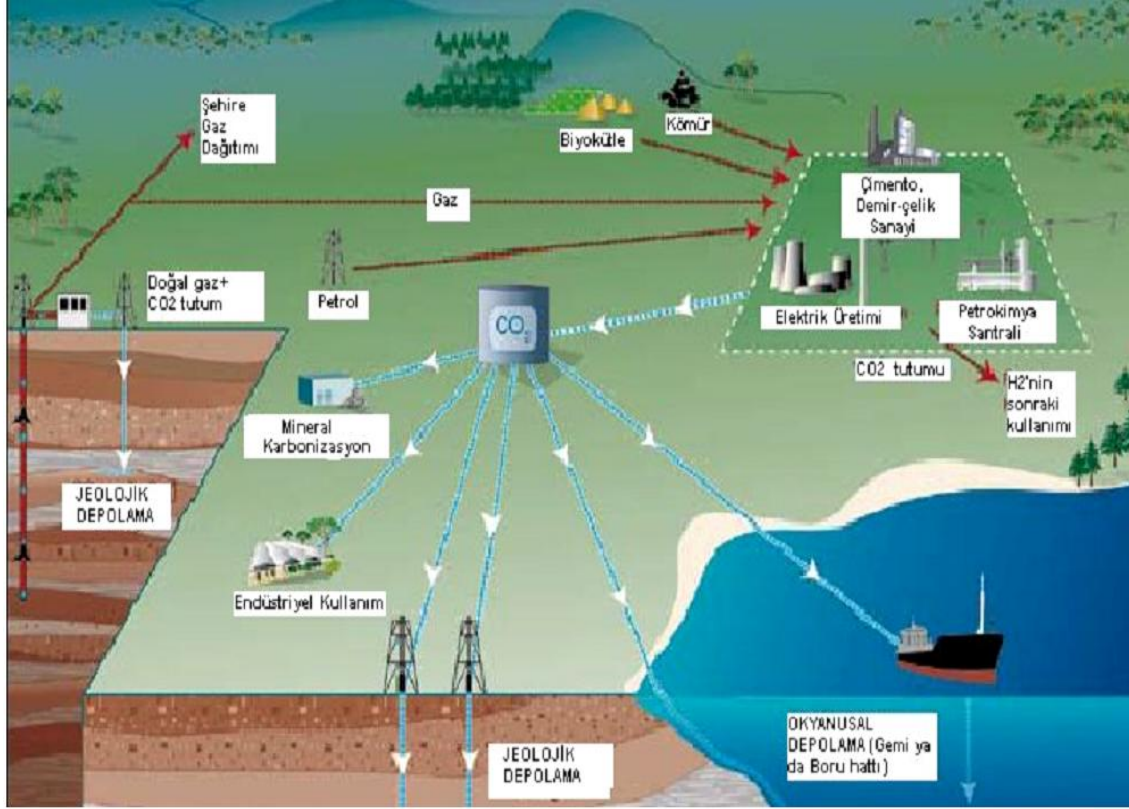
Peridotit ihtiva eden kayalar; Pasifik Adaları (Pacific Islands), Yunanistan ve Hırvatistan kıyıları ile Amerika'da bazı bölgelerde bulunmaktadır. Karbon emisyonlarının yada karbondioksit salımlarının yok edilmesi konusunda sadece peridotitler üzerinde araştırmalar yapılmamakta, ayrıca İzlanda (Iceland)'da volkanik bazalt (volcanic basalt)'lar ile ilgili araştırmalar da sürdürülmektedir.

Literatürde KTD (Karbon Tutum ve Depolama) Teknolojileri olarak geçen jeolojik depolama (petrol ve gaz arazileri ile işletilmeyen kömür yatakları ve derin tuz formasyonları gibi jeolojik formasyonlar), okyanusal depolama (okyanusta su sütununa ya da derin deniz zeminine direkt olarak bırakma) ve karbondioksitin inorganik karbonatlar içerisinde işleyimsel yerleşimi gibi teknolojiler mevcuttur.

Tez de daha önce bahsedildiği üzere, karbondioksitin ormanlar veya okyanuslar tarafından tutulması da doğal yutak alanları olarak bilinir. Tüm bu doğal ve teknolojik tutum ve depolama işlemlerinin görev aldığı ve karbon çevrimi olarak isimlendirebileceğimiz CO₂'nin üretim, nakil, tutum ve depolanması işlemleri şematik olarak (**Şekil 4.24**)'te gösterilmiştir.

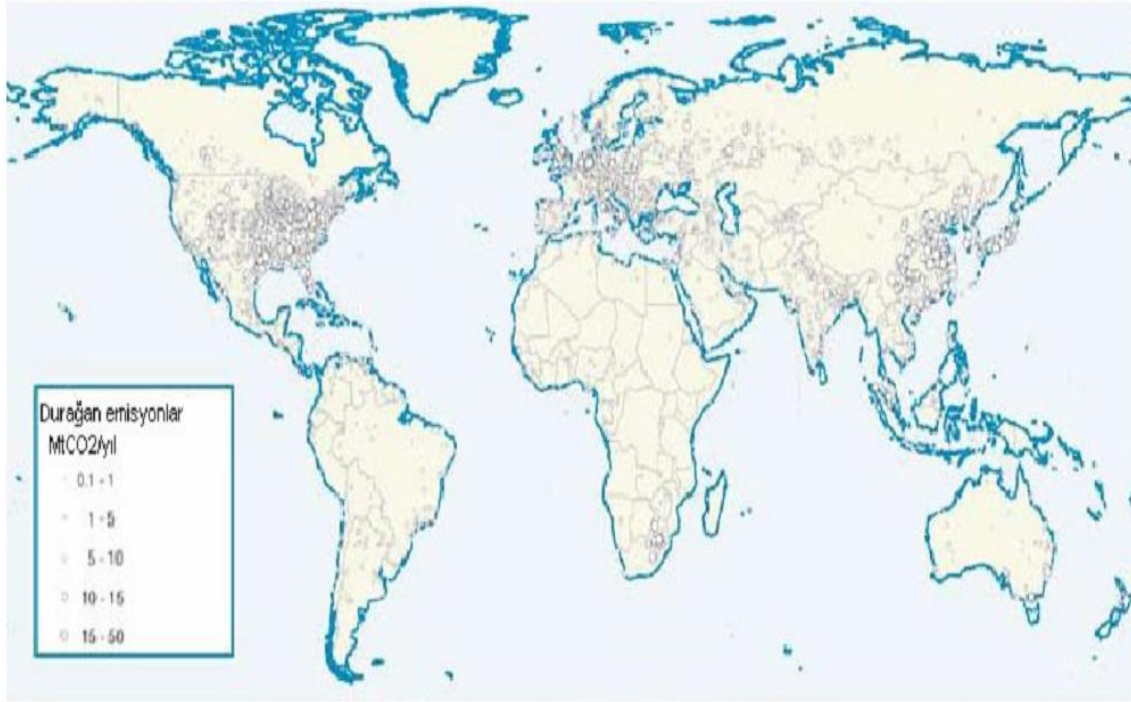
Mevcut teknoloji, bir tutum tesisine tabi tutulan karbondioksitin yaklaşık %85-95'ini haczeder. KTD sistemiyle (jeolojik veya okyanusal depo erişimli) donatılmış bir elektrik santrali, KTD sistemi bulundurmayan aynı tesisten yaklaşık %10-40 daha fazla enerjiye ihtiyaç duyar. Güvenli bir depolama ile KTD sistemli bir elektrik santrali KTD bulundurmayan bir tesisle karşılaştırıldığında atmosfere salınan karbondioksitte ortalama %80-90 emisyon azalmasına neden olur.

Günümüzde KTD teknolojisi kullanılmaktadır. Faaliyetteki üç endüstriyel ölçekli depolama projeleri: Norveç'te denizden açıkta tuz formasyonundaki Sleipner projesi, Kanada'da Weyburn EOR projesi ve Cezayir'de bir gaz bölgesinde In Salah projesi'dir (Abanades, 2002).

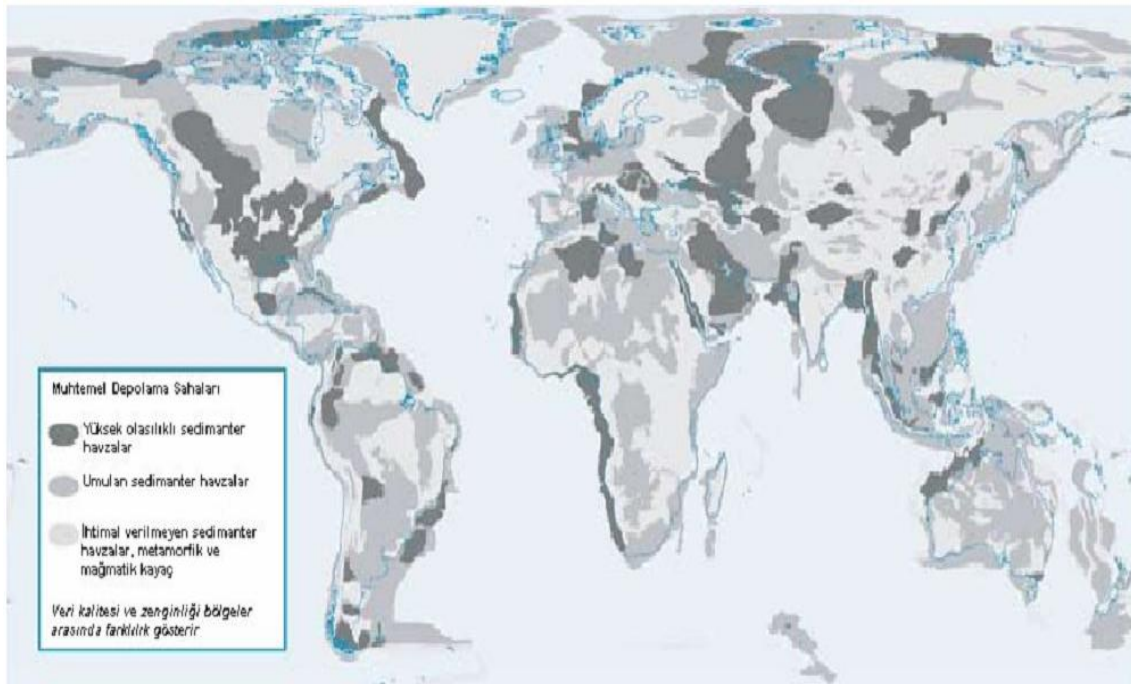


Şekil 4.24. KTD'nin ilişkili olduğu kaynaklar, karbondioksit nakli ve depolama seçeneklerini gösteren KTD sistemlerinin şematik diyagramı (Ecosystem, 2010).

CO₂'nin büyük seviyedeki kaynakları, endüstriyel ve kentsel bölgelere yakın mevkilerde düşünülür (Şekil 4.25). Depolama alanına 300 km mesafede olan arazilerdeki CO₂ kaynakları, jeolojik depolama için uygundur. (Şekil 4.25) ve (Şekil 4.26) karşılaştırıldığında CO₂'nin global kaynakları ile karbon depolamada kullanılabilecek uygun tuz formasyonları, petrol veya gaz arazileri veya kömür yataklarının bulunabileceği sedimanter havzalar gibi alanların birbirinden çok uzak olmadığı, harita üzerindeki dağılım alanlarının benzerliğinden anlaşılabilmektedir. Küresel olarak büyük seviyedeki CO₂ kaynaklarının okyanus depolama sahalarına yakın olduğu da görülmektedir.



Şekil 4.25. Karbondioksitin büyük durağan kaynaklarının harita üzerinde global dağılımının gösterimi (Ecosystem, 2010).



Şekil 4.26. Karbon depolamada kullanılabilecek uygun tuz formasyonları, petrol veya gaz arazileri ya da kömür yataklarının bulunabileceği sedimanter havzalardaki muhtemel bölgeler (Ecosystem,

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tüm bu araştırma bulgularına göre, daha çok bölgesel değişimlerin olması veya farklı bölgelerde farklı değişimlerin olması ya da bazı alanlarda değişimin olduğuna dair çok kesin kanıtların olmaması ya da aksi yönde bulguların da olması, küresel iklim değişikliğinden ziyade bölgesel iklim değişikliğinin olduğu şeklinde yorumlanabilir. Günümüzde de gelecek iklim değişikliklerini tespit etmek için yapılan RCP modellerinde (Bölgesel İklim Projeksiyonları) de bölgesel değişimler incelenir ve bütün bölgeler analiz edilerek küresel bir fikir edinilmeye çalışılır. Burada amaç alanı küçülterek inceleme kolaylığı sağlamak ve de bölgeler arası farklı değişiklikleri daha iyi gözlemleyebilmektir.

İklim değişikliğinde doğal etkenlerin %95 gibi büyük bir etkiye sahip olması, beraberinde iklim değişikliğinin IPCC raporlarının belirttiği gibi %99 insan etkisiyle olduğu konusunda, kuşkuçuların da iddia ettiği gibi kuşku uyandırmaktadır. Bunun, uluslararası toplumun doğal etkenlere müdahale edemedikleri için insanlık için birçok olumsuz etkisi olan iklim değişikliğini engellemek için bir şeyler yapmak ihtiyacı hissetmesinden dolayı ve de sera gazlarının küresel ölçekte iklim değişikliğini ne ölçüde etkilediği tartışılrsa da bir ısınmaya neden olduğunun ispatlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

İklim değişikliğinin inşaat mühendisliğine de etkileri olmaktadır. İklim değişikliğinin etkilerinden olan doğal afetlere karşı mühendislik yapıları zarar görebilir. Yine iklim değişikliğinin etkilerinden olan aşırı olaylardan olan aşırı yağışlar su yapılarına zarar verebilir. Bu tür zararlara uyum çalışmaları kapsamında çeşitli önlemler alınabilir. Örneğin; köprüler, baraj ve baraj rezervuarları, nehir taşkın duvarları ve diğer birçok su yapısı bu risklere göre projelendirilebilir.

İklim değişikliğinin yapı yalıtım sektörüne de büyük etkisi olacaktır. Yapı ısıtması ve soğutmasında enerji tasarrufu sağlamak amacıyla ısı yalıtımı büyük önem kazanacaktır. Ve inşaat sektöründe yalıtım büyük yer tutacaktır.

Yine iklim değişikliğine neden olan fosil yakıt kullanımı zararlarını azaltmak için güneş panelleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarıyla donatılan ya da yapılarda

doğalgaz kullanımının arttırılması gibi daha az sera gazı emisyonu yayan enerji kaynaklarına uygun yapıların yapılması inşaat sektörüne olan diğer etkilerindendir.

Her şeye rağmen atmosferimizdeki sera gazlarını azaltmak gerekmektedir. Kyoto Protokolü II. yükümlülük döneminde anlaşmaya varılması beklenen bir uluslararası anlaşmanın çıkarılamaması ve mecburen 2012 yılında geçerliliği sona eren Kyoto Protokolü'nün 2020 yılına kadar uzatılması ve ABD, Çin gibi sera gazı salımı yüksek ülkelerin protokole katılmaması, Rusya, Kanada, Yeni Zelanda, Japonya'nın protokolden çekilmesi sera gazı salımlarının azaltılması konusunda büyük bir handikap oluşturmaktadır. Çünkü, bu durumda sera gazı salımlarının %85'inden sorumlu olan ülkeler bu sürecin dışında kalmış ve herhangi bir yükümlülük almamışlardır. Bu yüzden temiz ve yaşanılabilir bir çevre için, uluslararası tartışmalara bir son vererek bütün ülkeler birlikte fedakarlık yapmalı, herkesin uzayda seyreden "dünya" adlı aynı gemide olduğu unutulmamalıdır. Bunun için öncelikle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeli, enerji verimliliği ve enerji tasarrufu için toplum bilinçlendirilmeli, AR-GE kaynakları artırılarak yeni teknolojiler geliştirilmeli ve her ne kadar kalkınma için genç nüfusa ihtiyaç olduğu belirtilip, bunun gerçekleştirilmemesi durumunda birtakım olumsuz sonuçlar doğurduğu belirtilse de enerji tüketimini azaltmak için en önemli faktör olan insan nüfusunun nüfus planlamaları yapılarak azaltılması gerekmektedir. Belirtilen bu olumsuzluklar, yeni teknolojiler geliştirilerek insan gücü ihtiyacını azaltan makinaların üretilmesiyle giderilebilir.

Hükümetlerin de bu yönde, iklim değişikliğiyle savaşım ya da iklim değişikliğine uyum odaklı her türlü önlemi alacak şekilde politikalar yürütmesi ve gerekirse bunu zorunlu kılmak için bu önlemleri yasalaştırarak acilen tedbirler alması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Abanades J.C. and et al., 2002. “Karbondiyoksit Tutumu ve Depolaması”, IPCC, III. Çalışma Grubuna Ait Özel Rapor, Çeviri: (Jeoloji Mühendisi Ender Ragip Arslan).

Alaska Conservation Solutions., 2008. “Global Warming Report”. Retrieved December 10, 2008, from <http://www.alaskaconservationsolutions.com>.

Alper D. ve Anbar A., 2007. “Küresel Isınmanın Dünya Ekonomisine ve Türkiye Ekonomisine Etkileri” Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 9, Sayı:4.

Anonim, 2008. “Common wealth Scientific and Industrial Research Organisation; jurisdiction:Common wealth of Australia. (n.d.). Climate change effects on marine ecosystems report (Fact Sheet)”.CSIRO Australia. From Black Sea_Environmental_Management_IW2.doc.

Arıkan Y. ve Özsoy G., 2008. “A’dan Z’ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi”, Bölgesel Çevre Merkezi, REC Türkiye.

Arıkan, Y., 2006. “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü; Metinler ve Temel Bilgiler”, Bölgesel Çevre Merkezi (REC Türkiye), Ankara.

Asan, Ü., Destan, S., Özkan,Y., 2006. “Küresel Isınmanın Önlenmesinde Ormanların Rolü ve Önemi. Türk Ormancılığında, Uluslararası Süreçte Acil Eyleme Dönüştürülmesi Gereken Konular”, Mevzuat ve Yapılanmaya Yansımaları Sempozyumu, 22-24 Aralık 2005, 231-241, Antalya.

Bahadır, M., Dikbaş, E.D., 2011. “Türkiye’deki Aktüel Buzul Alanlarının CBS ve UA ile Değişim Analizi (1990-2000)” , TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Antalya.

Batan, M., Toprak, Z.F., ve Şen Z., 2013. “Küresel İklim Değişikliğine İlişkin Çalışmaların Sınıflandırılması” III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, İstanbul.

Bauer, S., 1994. “Development of environmental impact assessment tools for livestock production systems”, Volume: 1 : Research Report, Giessen, Germany, pp.4-16.

Bayraktar, H., 2009. “Küresel Isınma, Erzurum’un Havasını Değiştirdi” Atatürk İletişim, Sy:8.

Beckerman, W. and Malkin, J., 1994. “How much does global warming matter? - Concern for environmental problems as opposed to needs of developing countries”, *Public Interest*, No. 114, pp. 3-16.

Beerling, D.J., Mayle, F.E., 2006. “Contrasting effects of climate and CO2 on Amazonian ecosystems since the last glacial maximum”. *Global Change Biology*, 12 (10): 1977-1984.

Boretti, A. and Watson Thomas, T.S., 2011. “Is New Zealand globally warming?”,*International Journal of Global Warming*, Vol. 3 No.3, pp. 219-231.

Bozkurt A.U., 2008. “ Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi” ,Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü,Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Brunekreef, B., Holgate, S.T., 2002. “Air Pollution and Health” Lancet 360, 1233.

Brunettia, M. and et al, 2003. “Temperature, precipitation and extreme events during the last century in Italy”, Global and Planetary Change, January 2004, Vol. 40, Nos. 1–2, pp.141–149.

Budzianowski, W.M., 2011. “Time delay of global warming”, International Journal of Global Warming, Vol. 3 No.3, pp. 289-306.

Canlı, K., 2010. “Küresel Isınmanın Orman Ekosistemine Etkisi”, Mehmet Akif Ersoy Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Vol:2, Page: 86-96.

Cline, W.R., 1992. “The Economics of Global Warming, Institute for International Economics”, Washington, DC, pp.399.

Cohen, A.J. and et al., 2005. “The Global Burden of Disease Due to Outdoor Air Pollution”, J. Toxicol. Environ. Health A 68, 1301.

Conca, W., Al-Nuaimi, K. and Nagelkerke, N., 2011. “The complexity of regional warming in the United Arab Emirates in the period 1982-2009”, International Journal of Global Warming, Vol. 2, No. 3, pp.225–233.

Conference on Alien Species, Trondheim, Norway”. Population and Community Biology Series, Vol. 24, Dordrecht, the Netherlands, Kluwer Academic Publishers. p. 11-31.

COP3, 1997. “III. Taraflar Konferansı Sonuç Protokolü” Kyoto, Japonya.

COP7, 2001. “VII. Taraflar Konferansı”, Marakeş, Fas.

Çelik, İ., 2011. “Küremiz Isınıyor...Kuşkunuz mu var?”, Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi, Yıl:44, Sayı: 518, Sayfa: 34-37.

Çengel, Y. A., 2003. “Dünyada ve Türkiye’de Jeotermal, Rüzgar ve Diğer Yenilenebilir Enerjilerin Kullanımı”, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, TMMOB, Kayseri, ss: 1-14.

Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005.

Çevre ve Orman Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, 2011. “Çevre ve Temiz Enerji Hidroelektrik” MRK Matbaacılık, ANKARA.

Çınar, M.E., and Daglı E., 2005. “New Records of Alien Polychaete Species for The Coasts of Turkey”, Mediteranean Marine Science.

Dale, V. H., & Rauscher, H. M. 1994. “Assesing Impacts of Climate Change on Forests: The State of Biological Modeling”. Climate Change, 28, 65-90.

Demir, İ., 2001. “Geçmişten Bugüne Enerji Kullanımı”, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, Ankara.

Demir, P., ve Cevger Y., 2007. “Küresel Isınma ve Hayvancılık Sektörü”, Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, Cilt: 78, Sayı: 1.

Doğan, M., 2001. “Sanayileşme ve Çevre Sorunları” Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, TMMOB, Kayseri, s: 245-251.

Doğan S., Tüzer M., 2011. “Küresel İklim Değişikliği ve Potansiyel Etkileri”. Cumhuriyet Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, Cilt: 12, Sayı: 1.

EC-DGE (European Commission-Directorate General Environment), 2005. “The Impacts and Costs of Climate Change.

EcoSystem Market Place-Bloomberg New Energy Finance, 2010. “Building Bridges: State of the Voluntary Carbon Markets”, Executive Summary, Washington, 12p.

Ersöz, A., Yolcular S., Olgun Ö., 2001. “Geleceğin Yakıtı Hidrojen”, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, TMMOB, Kayseri, ss: 239-244.

Evenson, R.E. 1999, “Global and Local Implications of Biotechnology And Climate Change For Future Food Supplies, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America” 96 (11): 5921-5928.

Feldman, D.L., 1991. “International decision-making for global climate change”, Society & Natural Resources, Vol. 4 No.4, pp. 379-396.

Flannigan, M. D., Stocks, B. J., & Wotton, B. M., 2000. “Climate change and forest fires”. The Science of the Total Environment, 262, 221-229.

Gillett, N. P., Weaver, A. J., Zwiers, F. W., & Flannigan, M. D., 2004. “Detecting the effect of climate change on Canadian forest fires”. Geophysical Research Letters, 31, L18211.

Giles Andrew R. and Perry Allen H., 1998. “The Use of a Temporal Analogue to Investigate the Possible Impact of Projected Global Warming on the UK Tourist Industry” Tourism Management, Vol: 19, No: 1, pp: 75-80, Elsevier Science Ltd. Printed in Great Britain.

G.L., Johnson, 1985. “Wind Energy Systems”, Prentice Hall.

Goyal, R.K., 2004. “Sensitivity of Evapotranspiration to Global Warming: A Case Study of Arid Zone of Rajasthan (India)”. Agricultural Water Management 69: 1–11.

Gürsoy, U., 1999. “Dikensiz gül : Temiz enerji”, İskenderun Çevre Koruma Derneği Yayını.

Hammerle, R.H., Shiller, J.W. and Schwarz, M.J., 1991. “Global climate change”, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Vol.113 No.3, pp. 448-455.

Hahn, G.L. and etc., 1992. "Climate Change Impacts on Livestock Production and Management", American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, USA, 16 pp.

Haşlak O., 2007. "Küresel Isınmanın Toprak ve Bitkiler Üzerine Etkileri", Üniversite Öğrencileri 2. Çevre Sorunları Kongresi, Fatih Üniversitesi, İstanbul.

Harrison, S.J., Winterbottom, S.J., Johnson, R.C., 2005. "Changing Snow Cover and Winter Tourism and Recreation in the Scottish Highlands, Hall, C.M. (Ed.)", Tourism Recreation and Climate Change, Channel View Publications, Great Britain.

Hinzman, L.D., Bettez, N.D., Bolton W.R., and et al., 2005. "Evidence and Implications of Recent Climate Change in Northern Alaska and other Arctic Regions" Springer, Climatic Change, n. 72, p. 251-298.

<http://www.UserFiles/file/Tez%20%C3%96nerisi%20%C3%96rne%C4%9Fi.pdf>, (Erişim tarihi: 09.06.2013).

http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/final_report2.pdf, (Erişim Tarihi:15.09.2013).

<http://denizuslu.wordpress.com/sera-etkisi-2>, (Erişim Tarihi:17.06.2013).

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_natural_disasters_by_death_toll#Ten_deadliest_natural_disasters, (Erişim Tarihi: 10.11.2013).

<http://www.mailce.com/sonun-baslangici-kuresel-isinma.html> (Erişim Tarihi: 25.12.2013).

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:FWvLmOTpT6gJ:www.ekodialog.com/>, (Erişim Tarihi: 14.10.2011).

<http://www.rmi.org/sitepages/pid703.php> (Erişim Tarihi: 27.10.2011).

<http://www.bilgekoyun.com/kuresel-isinma-nedenleri>, (Erişim Tarihi: 07.10.2013).

Huang, Y.J. and Ghio, A.J., 2006. "Vascular Effects of Ambient Pollutant Particles and metals", Curr. Vasc. Pharmacol. 4, 199.

Humphries, M.M., Thomas, D.W., Speakman, J.R., 2002. "Climate-mediated energetic constraints on the distribution of hibernating mammals". Nature, 418 (6895): 313-316.

Horness, B.H., 1991. "Research on the role of the ocean in global climate change - the effect of extended jurisdiction", Ocean Development and International Law, Vol. 22 No. 1, pp. 71-89.

Hotunluoğlu, H. ve Tekeli, R., 2007. " Karbon Vergisinin Ekonomik Analizi ve Etkileri: Karbon Vergisinin Emisyon Azaltıcı Etkisi Var mı?", Haccetepe Üniversitesi, Sosyo Ekonomi Dergisi, sayı:6, sayfa: 107-126.

IPCC, 2001. "Intergovernmental Panel on Climate Change".

IPCC, 2007. "Intergovernmental Panel on Climate Change, 4th Assessment Report".

Jamieson, D., 1992. "Ethics, Public-policy and global warming", Science Technology & Human Values, Vol. 17 No. 2, pp. 139–153.

Jones, P. D., & Wingley, T. M. L., 1990. Global Warming Trends. Scientific American. 263, 84-98.

Jutro, P.R., 1991. "Biological diversity, ecology, and global climate change", Environmental Health Perspectives, Vol. 96, pp. 167-170.

Kadıoğlu, M., 2008. "Küresel İklim Değişikliğine Uyum Stratejileri" Kar Hidrolojisi Konferansı, Erzurum.

Kanber R. vd., 2007. "İklim Değişiminin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: ICCAP Projesi", TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi.

Kanber, R., vd., 2009. "Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynakları ve Tarımsal Sulamaya Etkileri", Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi.

Kempton, W., 1991. "Lay perspectives on global climate change", Global Environmental Change, Vol. 1 No. 3, pp. 183–208.

Khasnis, A.A. and Nettleman, M.D., 2005. Global Warming and Infectious Disease. Archives of Medical Research 36, 689–696.

Klinedinst, P.L. and et al., 1993. "The Potential Effects of Climate Change on Summer Season Dairy Cattle Milk Production and Reproduction". Climatic Change, 23, 21-36.

Koç, H., Güçer E., 2003. "İklim Değişikliklerinin Turizm Üzerine Etkileri", Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi, sayı:2, sayfa: 37-53.

Koenig, U. and Abegg, B., 1997. "Impacts of Climate Change on Winter Tourism in the Swiss Alps", Journal of Sustainable Tourism, 5 (1), 46-58.

Kondolot, M., and etc., 2012. "İklim Değişikliğinin Çocuk Sağlığına Etkileri" Erciyes Medical Journal.

Kondratyev, K.Y., 1991. "New assessments of global climate change", Atmosfera, Vol. 4 No: 3, pp. 177-188.

Korkmaz, K., 2007. "Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi", Alatarım dergisi, cilt no: 6(2), sayfa: 43-49.

Kreuzwieser, J. and Gessler, A., 2010. "Global climate change and tree nutrition: influence of water availability", Tree Physiology, Vol. 30 No. 9, pp. 1221-1234.

Krupa, S.V., 1997. "Global climate change: Processes and products - An overview", Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 46 No. 1–2, pp. 73–88.

Kunzli, N. and Tager, I.B., 2005. "Air Pollution: from lung to heart", Swiss Med. Wkly 135, 697.

Kyoto Protocol, 1997. "Kyoto Protocol to The United Nations Framework Convention on Climate Change", United Nations.

Lambeck K., Esat T.M, Potter E.K., 2002. "Links between climate and sea levels for the past three million years" Nature Publishing Group, Volume 419.

Latif, M., 2010. "Mini Buz Çağı Kapıda", Fizikist Bilim ve Teknoloji Dergisi, Yıl: 1, Sayı: 3.

Loehle, C., & LeBlanc, D., 1996. "Model-based assessments of climate change effects on forests. Ecological Modelling", 90, 1-31.

Lukac, M., Calfapietra, C., Lagomarsino, A. and Loreto, F., 2010. "Global climate change and tree nutrition: effects of elevated CO₂ and temperature", Tree Physiology, Vol. 30 No. 9, pp. 1209-1220.

Maslin, M., 2004. "Global Warming", Oxford: Oxford University Press.

Malcolm, J.R. and et al., 2006. "Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots". Conservation Biology, 20(2): 538-548.

McNeely, J.A., 1999. "The great reshuffling: How alien species help feed the global economy. In: Sandlund, O.T., Schei, P.J. & Viken, Å. (eds.). Invasive species and biodiversity management. Based on a selection of papers presented at the Norway/UN.

Meehl GA, Tebaldi C., 2004. "More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century". Science; 305:994-997.

Meehl, G. A., Washington, W. A., Collins W.D., and et al., 2005. "How Much More Global Warming and Sea Level Rise?" Journal of Science, Volume 307.

Mendelsohn, R., 2003. "Assessing The Market Damages from Climate Change. In Griffin JM(edt.) Global Climate Change: The Science, Economics and Politics". Edward Elgar Publishing Ltd., UK.

Miller-Rushing, A.J. and et al., 2007. Impact of global warming on a group of related species and their hybrids: cherry tree (Rosaceae) flowering at Mt. Takao, Japan. American Journal of Botany, 94(9): 1470-1478.

Münich Re, 2009. "Münchener Röchversicherungs-Gesellschaft, Geo Risk Research", NatCatSERVICE, Natural Catastrophes 2009 World Map.

Nur, N. ve Sümer, H., 2008. "Kentleşme, Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerindeki Etkileri", Erciyes Medical Journal, Cilt:30, Sayı:4, Sayfa: 302-304.

Öztürk, A., Demirci, U., Türker, M.F., 2011. "İklim Değişikliği ile Mücadelede Karbon Piyasaları ve Türkiye için Bir Değerlendirme", I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Kahramanmaraş.

Parish R. and Funnell D.C., 1999. "Climate Change in Mountain Regions: Some Possible Consequences in the Moroccan High Atlas", Global Environmental Change Vol: 9, pp: 45-58, Elsevier Science Ltd. Printed in Great Britain.

Parmesan, C., 2007. "Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming". *Global Change Biology*, 13(9): 1860-1872.

Petit J.R., Jouzel J., Raynaud D., and et al., 1999. "Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica". *Nature*, Volume 399.

Read, D., Bostrom, A., Morgan, M.G., Fischhoff, B. and Smuts, T. (1994) 'What do people know about global climate change? 2. Survey studies of educated laypeople', *Risk Analysis*, Vol. 14 No. 6, pp. 971-982.

Reilly, J., 1996. "Agriculture in A Changing Climate: Impacts and Adaptation. In: *Climate Change 1995 Impacts, Adaptations, and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Watson, R.T., M.C. Zinyowera, and R.H. Moss (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 429-467.

Rubenstein, D. I. 1992. "The Greenhouse Effect and Changes in Animal Behavior: Effects on Social Structure and Life-History Strategies. In *Global warming and Biological Diversity*" (Chapter 14, pp. 180-192). Connecticut : Yale University Press.

Runge, C.F., 1992. "Global climate change - Ecosystems effects", *Interdisciplinary Science Reviews*, Vol.17 No. 2, pp. 142-148.

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

Saral A., 2011. "Hava Kirliliği Nedir, Ülkemizdeki Durumdan Kesitler", *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim*, S. 135, , ss. 34-41.

Sarıkaya, M., A., Çiner, A., 2003, "Erciyes Volkanı Geç Kuvaterner Buzul Çökelleri", *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, Sayı: 27, 59-74.

Scheuren, J-M. and et al., 2008. "Annual disaster statistical review the numbers and trends 2007, WHO Collaborating Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Belgium.

Sharma, R.K., Agrawal, M., 2005. "Biological effects of heavy metals" : an overwiev. *J. Environ. Biol.* 26, 301.

Sirohi S., Michaelowa A., 2004. "CDM Potential of Dairy Sector in India". www.hmtreasury.gov.uk/me-dia/014/86/273.pdf, (Erişim Tarihi: 30.03.2007).

Sutherst, R.W., 1995. "The Potential Advance of Pest In Natural Ecosystems Under Climate Change: Implications for Planning and Management. In 'Impacts of Climate Change on Ecosystems and Species: Terrestrial Ecosystems'". (Eds. J. Pernetta, C. Leemans, D. Elder, S. Humphrey) IUCN, Gland, Switzerland, pp: 83-98.

Stocks, B. J. and et al., 1998. "Climate Change and Forest Fire Potential In Russian and Canadian Boreal Forests". *Climatic Change*, 38, 1-13.

Şen, Z., 2009. “2100 yılına kadar Türkiye Su Potansiyeli Değerlendirmesi”, Su Vakfı Yayınları.

Taner, A., 2007. “İklim Değişikliği İle İlgili IPCC’nin Son Raporları”, The Economist Dergisi, The World in 2007.

Taylor, G., and et al., 2008. “Future atmospheric CO2 leads to delayed autumnal senescence. Global Change Biology”, 14(2): 264-275.

Thomas, C.B. and et al., 2004. “Extinction risk from climate change”. Nature, 427(8): 145-148.

Thuiller, W. and et al., 2005. “Climate change threats to plant diversity in Europe”. Proceedings of the National Academy of Sciences, 102(23): 8245–8250.

TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu, 2008. “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği Oda Raporu”.

The Royal Society, 2002. “Economic Instruments For The Reduction of Carbon Dioxide Emissions”, Policy Document, ISBN: 085403 585 0, London, 44p.

The World Bank, 2011. “State and Trends of the Carbon Market”, Washington, DC, USA, 78p.

Toprak, Z.F., v.d., 2009. “Diyarbakır Kent Merkezi için Sıcaklık Verilerinin İstatistiksel Analizi”, Su Vakfı, İklim Değişikliği ve Çevre Dergisi, Cilt.1 No.2, sayfa: 49-74. İstanbul, Turkey.

Toprak ZF, 2013. “Küresel İklim Değişikliğine Genel Bir Bakış”, III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, , 23 – 25 Haziran, TİKDEK 2013, ITU, İstanbul – Turkey.

Toprak, Z. F. Toprak, S. Hamidi N. 2012. “Global Climate Change and Climatic Identity”. Revue Scientifique et technique. France.

Toprak, Z.F., Hamidi, N., Toprak, Ş. and Şen, Z., 2013. ‘Climatic identity assessment of the climate change’, Int. J. Global Warming, 5(1), 30–45.

Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, 2013. “İklim Değişikliği ve Denizler Raporu”, Türkiye.

Türkeş, M., 2010. “Dünya’da ve Türkiye’de İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme”, II. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi.

Türkeş, M. ve Acar Deniz, Z., 2010. “Klimatolojik/meteorolojik ve hidrolojik afetler ve sigortacılık sektörü”, Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi.

Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. 2000. “Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri”, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.

UNFCCC, 1992. “United Nations Framework Convention on Climate Change”.

IPCC, 2013. “Intergovernmental Panel on Climate Change, 5th Assessment Report, Summary for Policymakers”.

Uzunoglu, M., Yuksel R., Ok, M., 2001. "Gunes Enerjisi ve Kullanım Alanları", Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, TMMOB, Kayseri, ss: 89-95.

Varınca K.B., Gunes G., Erturk F., 2008. Hava Kirleticilerinin İnsan Sağlığı ve İklim Değişikliği Üzerine Etkileri, Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu (UHAKS), Bildiriler Kitabı, s: 161-168, Konya.

Warrick R. A. and Rahman A.A., 1992. "Future sea level rise. In Confronting Climate Change", pp: 107-112. Cambridge University Press, Cambridge.UK.

White, R.M., 2002. "Sequestering Carbon Emissions in the Terrestrial Biosphere". Washington Advisory Group LLC.

World Resources Institute., 2005. "Navigating the Numbers: Greenhouse Gas Data", Washington, D.C.,s.12.

www.tubitak.gov.tr/btpd/btspd/platform/enerji/altgrup/cevre/bolum2.pdf, (Erişim Tarihi: 17.10.2011).

www.windpower.com/index.htm, (Erişim Tarihi: 22.10.2011).

Yahya, H., 2006. "The Miracle of Migration in Animals" ebookbrowse, (Erişim Tarihi: 25.12.2013).

Yamanoğlu, G.Ç., 2006. "Türkiye’de Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış İle Mücadelede İktisadi Araçların Rolü", YüksekLisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara, 139.

Yumurtacı Z., Bekiroğlu N., 2013. "Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Teknolojileri" Eko Teknolojiler Sempozyumu, Yıldız Teknik Üniversitesi.

Yener D., 2011. "İklim Değişikliği İle Mücadele İçin Yenilenebilir Enerji", Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim, s: 135, ss: 30-33.

Yavaşlı, D.D., 2009, "Türkiye Buzullarındaki Değişikliklerin Uzaktan Algılama ile Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Zeydan, Ö. ve Sevim, B., 2008. "İklim Değişikliğinin Kış Turizmine Etkileri", TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, Ankara.

EKLER

EK-1

Çizelge E.1.1. BMİDÇS Ek-I ve Ek-II listesi (UNFCCC, 1992).

EK-I	EK-II
Almanya Amerika Birleşik Devletleri Avrupa Topluluğu Avustralya Avusturya Belçika Beyaz Rusya(a) Bulgaristan (a) Çekoslovakya (a) ² Danimarka Estonya (a) Finlandiya Fransa İngiltere ve Kuzey İrlanda Hollanda İrlanda İspanya İsveç İsviçre İtalya İzlanda Japonya Letonya (a) Litvanya (a) Lüksemburg Kanada Macaristan (a) Norveç Polonya (a) Portekiz Romanya (a) Rusya Federasyonu Türkiye Ukrayna (a) Yeni Zelanda Yunanistan	Almanya Amerika Birleşik Devletleri Avrupa Topluluğu Avustralya Avusturya Belçika Danimarka Finlandiya Fransa Hollanda İngiltere ve Kuzey İrlanda İrlanda İspanya İsveç İsviçre İtalya İzlanda Japonya Lüksemburg Kanada Norveç Portekiz Türkiye ³ Yeni Zelanda Yunanistan
(a) Piyasa ekonomisine geçiş sürecinde bulunan ülkeler ² Lichtenstein, Monako, Çek Cumhuriyeti, Slovenya, Slovakya, Hırvatistan daha sonra listeye dahil olmuş, Çekoslovakya listeden çıkarılmıştır. ³ Türkiye'nin adı, 2001 yılında gerçekleştirilen 7. Taraflar Konferansı'nda alınan 26 / CP7 numaralı karar doğrultusunda Ek-II listesinden çıkarılmıştır.	

EK-2

Çizelge E.2.1. Kyoto Protokolü Ek-A listesi (Kyoto Protocol, 1997).

EK-A		
Sera Gazları	Karbondioksit(CO ₂), Metan(CH ₄), Nitröz Oksit(N ₂ O) Perfluorokarbonlar(PFC _s), Hidrofluorokarbonlar(HFC _s), Kükürt heksaflorür(SF ₆).	
Sektörler / Kaynak Kategorileri		
Enerji	<u>Yakıt Yanması</u> Enerji Endüstrileri, İmalat Endüstrileri ve İnşaat, Ulaşım, Diğer Sektörler Diğerleri	<u>Yakıtlardan kaynaklanan kaçak salım</u> Katı yakıtlar, Petrol ve doğalgaz Diğerleri
Endüstriyel İşlemler	Mineral ürünler, Kimyasal ürünler, Metal Üretimi.	
Diğer Üretimler	Halokarbonlar ve kükürtheksaflorürlerin üretimi	
	Halokarbonlar ve kükürtheksaflorürlerin tüketimi	
Çözücü ve Diğer Ürün Kullanımı		
Tarım	Bağırsak Fermantasyonu, Çiftlik gübresi yönetimi, Çeltik yetiştiriciliği, Tarımsal topraklar, Savanaların düzenli bir şekilde yakılması, Tarımsal kalıntıların tarlada yakılması, Diğerleri.	
Atık	Katı atıkların arazide depolanması, Atık su arıtımı, Atık yakma, Diğerleri.	

Çizelge E.2.2. Kyoto Protokolü Ek-B listesi (Kyoto Protocol, 1997).

EK-B	Sayıllaştırılan salım sınırlama ya da azaltım yükümlülüğü (Temel yıl ya da dönemin yüzdesi olarak)
Taraf	
Avustralya	108
Avusturya	92
Belçika	92
Bulgaristan*	92
Kanada	94
Hırvatistan*	95
Çek Cumhuriyeti	92
Danimarka	92
Estonya*	92
Avrupa topluluğu	92
Finlandiya	92
Fransa	92
Almanya	92
Yunanistan	92
Macaristan*	92
İzlanda	94
İrlanda	110
İtalya	92
Japonya	92
Letonya*	94
Liechtenstein	92
Litvanya	92
Lüksemburg	92
Monako	92
Hollanda	92
Yeni Zelanda	92
Norveç	100
Polonya*	101
Portekiz	94
Romanya*	92
Rusya Federasyonu	92
Slovakya*	100
Slovenya*	92
İspanya	92
İsveç	92
İsviçre	92
Ukrayna*	92
Büyük Britanya Birleşik Krallığı	100
	92
ve Kuzey İrlanda	92
Amerika Birleşik Devletleri	93
* Piyasa ekonomisine geçiş sürecinde olan ülkeler	

EK-3

Çizelge E.3.1. Karar 26/CP.7, (COP 7, 2001).

Karar 26/CP.7

Sözleşmenin Ek-II listesinde değişiklik

Taraflar Konferansı

Türkiye'nin Sözleşme'ye katılma yönündeki niyetini **memnuniyetle karşılayarak**, Sözleşme'nin 4. Maddesinin 2.paragrafının (f) fıkrasını **hatırlayarak**, 15/CP.4 numaralı kararı da **hatırlayarak**, Türkiye'nin yeni talebi doğrultusunda, 5.Taraflar Konferansı ve 6. Taraflar Konferansı'nın ilk oturumunda varılan sonuçları da **hatırlayarak**, Azerbaycan ve Pakistan tarafından Türkiye'nin adının Sözleşme'nin Ek-I ve Ek-II listelerinden çıkarılması yönündeki değişiklik önerilerini **hatırlayarak**, FCCC/CP/1997/MISC.3 ve FCCC/CP/2001/11 sayılı belgelerde yer alan bilgileri **dikkate alarak**, Tarafların, eşitlik temelinde ve ortak fakat farklılaştırılmış sorumlulukları ve ilgili kapasiteleri doğrultusunda insanlığın bugünkü ve gelecek nesilleri için iklim sistemini koruması gerektiği gerçeğinin **altını çizerek**, Türkiye tarafından ortaya konulan, özellikle 6. Taraflar Konferansı'nın ilk oturumunda sunulan, adının Sözleşme'nin Ek-II listesinden çıkartılması yönündeki yeni öneriyi **değerlendirerek**,

1. Türkiye'nin adının çıkarılması yoluyla Ek-II listesinin değiştirilmesini **kararlaştırır**;
2. Sözleşme'nin Ek-II listesinde yapılan bu değişikliğin, Sözleşme'nin eklerinin yürürlüğe girişini tanımlayan Sözleşme'nin 16. maddesinin 3.fıkrası doğrultusundaki işleyişle aynı şekilde yürürlüğe gireceğini **not eder**,
3. Tarafları, Sözleşme'ye taraf olmasından sonra Türkiye'yi diğer Ek-I ülkelerinden farklı bir konuma sokan Türkiye'nin özgün koşullarını dikkate almaya **davet eder**.

8.genel kurul oturumu

9 Kasım 2001

EK-4

Çizelge E.4.1. RCP senaryolarına göre, 2012-2100 arasında CO₂ kümülatif salımları (GtC^a), (Arıkan ve Özsoy, 2008).

Senaryo	Kümülatif CO ₂ Salımları 2012-2100 (GtC ^a)	
	Ortalama	Aralık
RCP2.6	270	140 - 410
RCP4.5	780	595 - 1005
RCP6.0	1060	840 - 1250
RCP8.5	1685	1415 - 1910

(a) 1 Gigaton carbon 3.67 GtCO₂'e denktir.

Çizelge E.4.2. RCP senaryolarına göre (2046-2065) ve (2081-2100) dönemlerinde küresel ortalama yüzey sıcaklık değişimleri ve (2046-2065) ile (2081-2100) dönemlerinde küresel ortalama deniz seviyesi yükselmesi, (Arıkan ve Özsoy, 2008).

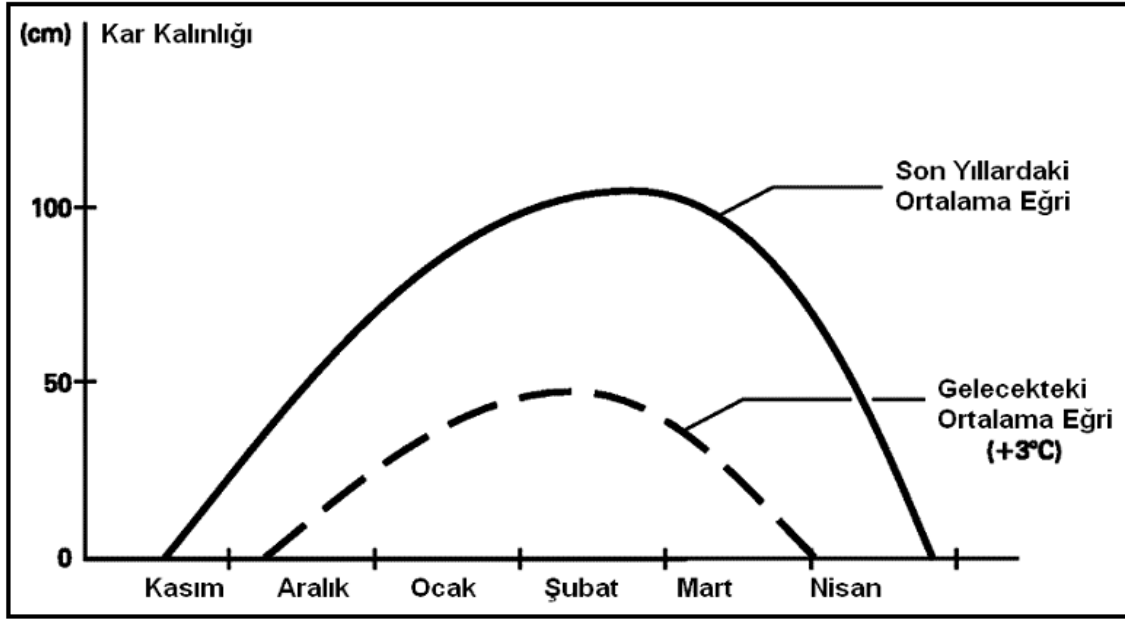
Değişken	Senaryo	2046-2065		2081-2100	
		Orta-lama	Olası Aralık	Orta-lama	Olası Aralık
Küresel ortalama yüzey sıcaklığı değişimi(°C)	RCP2.6	1.0	0.4 - 1.6	1.0	0.3 - 1.7
	RCP4.5	1.4	0.9 - 2.0	1.8	1.1 - 2.6
	RCP6.0	1.3	0.8 - 1.8	2.2	1.4 - 3.1
	RCP8.5	2.0	1.4 - 2.6	3.7	2.6 - 4.8
		Orta-lama	Olası Aralık	Orta-lama	Olası Aralık
Küresel Ortalama Deniz Seviyesi Yükselmesi (m)	RCP2.6	0.24	0.17 - 0.32	0.40	0.26 - 0.55
	RCP4.5	0.26	0.19 - 0.33	0.47	0.32 - 0.63
	RCP6.0	0.25	0.18 - 0.32	0.48	0.33 - 0.63
	RCP8.5	0.30	0.22 - 0.38	0.63	0.45 - 0.82

EK-5

Çizelge E.5.1. Bir Ek-I ülkesine ait sera gazı envanteri özet tablosu (Arıkan ve Özsoy, 2008).

	CO ₂ - Salın	CO ₂ - Uzaklaş- tırma	CH ₄	N ₂ O	HF C	PFC	SF ₆	NO _x	CO	NMV OC	SO _x
	CO ₂ eşdeğerleri										
Toplam Ulusal Salımlar ve Uzaklaştırmalar											
1. Enerji											
A. Yakıt Tüketimi											
B. Kaçaklar											
2. Endüstriyel İşlemler											
3. Uçucular ve Diğer Ürün Kullanımı											
4. Tarım											
5. Arazi kullanım Değişikliği ve Ormancılık											
6. Atık											
7. Diğer											
EK BİLGİLER											
Uluslararası depo yakıtları											
Sivil Havacılık											
Deniz Yolları											
Çok taraflı işlemler											
Biyoyakıttan kaynaklanan CO ₂											

EK-6



Şekil E.6.1. İklim değişikliğinin kar sezonuna ve kar kalınlığına etkilerinin şematik gösterimi (Zeydan ve Sevim, 2008).

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Batman'ın Kozluk ilçesinde doğdu. İlk öğrenimini Kozluk Hürriyet İlkokulu'nda, orta öğrenimini Aydın Cumhuriyet Ortaokulu'nda tamamladı. Lise öğrenimini Kozluk Lisesi'nde birincilikle tamamladı. 2005 yılı Temmuz ayında Dicle Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden ikincilikle mezun oldu. Mezun olduktan sonra özel sektörde bir sene çalıştıktan sonra, 2006 yılında Hani Kaymakamlığı Köylere Hizmet Götürme Birliği'nde 2 sene kontrol mühendisi olarak görev yaptı. 2007 yılı Şubat ayında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Hidrolik Bilim Dalı'nda başladığı tezli yüksek lisans programını 2009 yılı, Nisan ayında tamamladı. Aynı yıl doktora eğitimine başladı. 2011 yılında Batman Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. Halen, Batman Üniversitesi'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.