

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİLERİ  
ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN  
DEĞERLENDİRİLMESİNE  
YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA**

**Zeynep EKER**

**Yüksek Lisans Tezi  
Tarım Ekonomisi Anabilimdalı  
Yrd. Doç. Dr. Atilla KESKİN**

**2011**

**Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN  
DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

Zeynep EKER

TARIM EKONOMİSİ ANABİLİMDALI

ERZURUM

2011

Her hakkı saklıdır



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ




TEZ ONAY FORMU

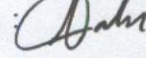
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yrd.Doç.Dr. Atilla KESKİN danışmanlığında, Zeynep EKER tarafından hazırlanan bu çalışma 03.11.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği/~~oy çokluğu~~ (3./3.) ile kabul edilmiştir.

Başkan <sup>Prof.Dr.</sup> : Vedat DAĞDEMİR

İmza : 

Üye <sup>Doç.Dr.</sup> Bahar KOCAMAN

İmza : 

Üye <sup>Yrd.Doç.Dr.</sup> Atilla KESKİN

İmza : 

(imza)

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Y.Lisans Tezi

### İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

Zeynep EKER

Atatürk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Atilla KESKİN

Bu çalışmada iklim değişikliği üzerine yapılan çalışmaların değerlendirmesi yapılmıştır. Bu değerlendirme iklim değişikliğinin hem genel etkilerini hem de tarım sektörü üzerine etkilerini içermektedir. Bu amaçla konu ile ilgili araştırmalar ele alınmış, izlenen süreç ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, bu araştırmalardan elde edilen bulgularda tutarsızlıklar olduğu ve bir görüş birliğine varılamadığı tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmalarda doğru ve yeterli veri temininde de ciddi sıkıntılar yaşandığı belirlenmiştir. Daha güvenilir sonuçlar elde edebilmek için, çalışmalarda kullanılan modellerin çözünürlüklerini yükseltecek araştırmaların artırılması ve güvenilir veri tabanlarının oluşturulmasına yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

**2011, 55 Sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** İklim Değişikliği, Tarım, Türkiye

## **ABSTRACT**

Ms.Thesis

A STUDY FOR THE EVALUATION OF WORKS ON CLIMATE CHANGES

Zeynep EKER

Atatürk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Economics

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Atilla KESKİN

In this study, the evaluation of studies based on climatic changes has been done. This evaluation includes climatic changes' effects both on agricultural sector and its general effects. For this purpose, the researches connected to the subject have been examined, process and results are evaluated comparatively. Consequently, findings obtained from these researches show that there are incoherences and no concensus. Also these studies show that there is a severe lack of data availability. In order to acquire more reliable results, there is a necessity of increasing solubility of models used in these studies and making of studies on forming reliable data bases.

**2011, 55 Page**

**Keywords:** Climate Change, Agriculture, Türkiye

## TEŞEKKÜR

Çalıőmamda öneri ve eleőtirileri ile beni yönlendiren, katkılarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Atilla KESKİN'e, ayrıca tez çalıőmamda hiçbir zaman desteğini esirgemeyen aileme teőekkürü borç bilirim.

Zeynep EKER

Ağustos 2011

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
<b>1.GİRİŞ</b> .....	1
1.1. Çalışmanın Önemi.....	3
1.2. Çalışmanın Amacı.....	6
1.3. Çalışmanın Kapsamı.....	6
1.4. Kaynak Özetleri.....	7
<b>2. KURAMSAL TEMELLER</b> .....	18
2.1. İklim Değişikliği Görüşleri.....	18
2.2. İklim Değişikliği Modelleri.....	20
2.3. İklim Değişikliği İle İlgili Uluslararası Anlaşmalar.....	22
2.3.1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi.....	23
2.3.2. Montreal Protokolü.....	25
2.3.3. Kyoto Protokolü.....	25
2.3.4. Bali Eylem Planı.....	28
<b>3. MATERİYAL ve YÖNTEM</b> .....	30
3.1. Materyal.....	30
3.2. Yöntem.....	30
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....	31
4.1. İklim Değişikliği ve Tarım Sektörü Üzerine Etkisi.....	31
4.1.1. İklim değişikliğinin genel etkileri.....	31
4.1.2. İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkisi.....	35
4.1.3. Türkiye’de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri.....	38
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	44
KAYNAKLAR.....	50
ÖZGEÇMİŞ.....	56

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İnsan kaynaklı sera gazlarının nedenleri.....	2
Şekil 2.1. Ek-1, Ek-2, Ek-B,OECD ve G 20 Ülkeleri.....	24
Şekil 4.1. Yıllar itibari ile küresel sıcaklık değişimleri.....	32
Şekil 4.2. Yıllara göre sera gazlarının atmosfere salımı.....	33
Şekil 4.3. Türkiye’de 1990-2009 yılları arasında sera gazı salınımları.....	39
Şekil 4.4. Türkiye’de sektörlere göre sera gazı salınımları.....	40
Şekil 4.5. Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklık sapması.....	40



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Sera gazları ve küresel ısınmaya etkileri.....	1
---	---

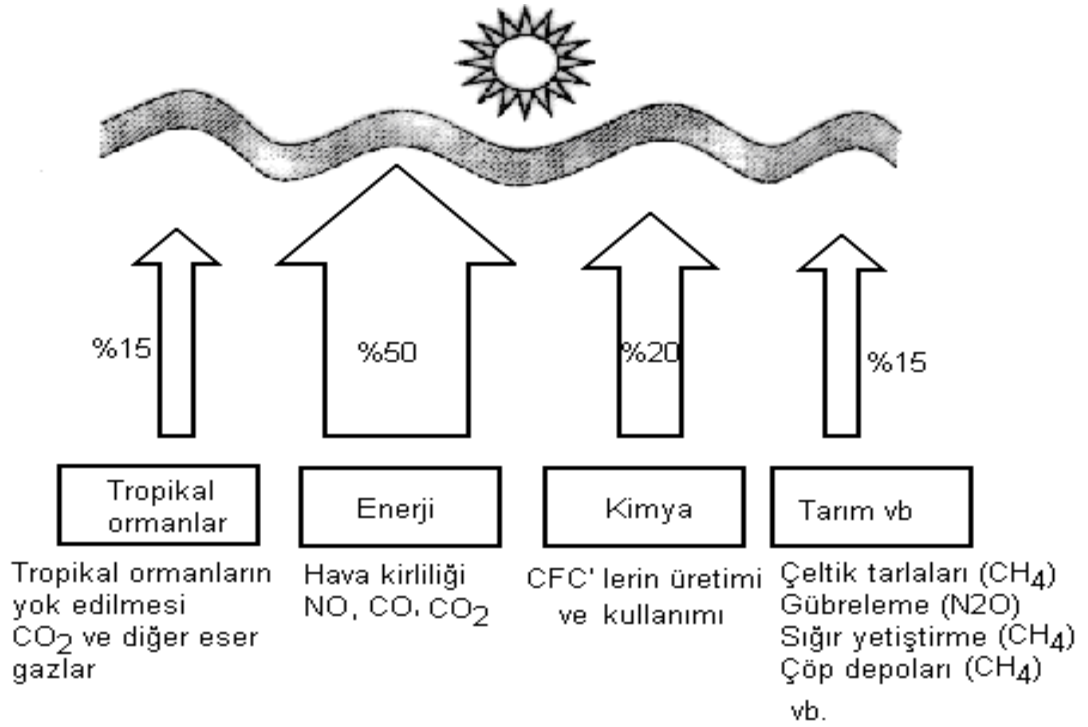
## 1. GİRİŞ

Fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma, tarımsal faaliyet vb. doğa üzerine etki eden insan aktiviteleri, özellikle sanayi devrimiyle birlikte, metan (CH<sub>4</sub>), karbondioksit (CO<sub>2</sub>), diazotmonoksit (N<sub>2</sub>O) gibi doğal sera gazları emisyonlarında önemli ölçüde artışa neden olmuştur. Atmosferde sera gazları emisyonlarında meydana gelen bu artış, doğal sera etkisinin bozulmasına ve atmosferin ısınmasına neden olmuş ve olmaya da devam etmektedir. Bu ısınmanın potansiyel etkisi ise iklim değişikliğidir. Çizelge 1.1'de sera gazları ve küresel ısınmaya etkileri verilmektedir. Buna göre küresel ısınmaya en fazla karbondioksit (%50), kloroflorokarbon (%22) ve metan (%13) etki etmektedir (Demir 2009).

**Çizelge 1.1.** Sera gazları ve küresel ısınmaya etkileri (Zoray ve Pır 2007)

Sera Gazları	Küresel Isınmaya Etkileri(%)
Karbondioksit (CO <sub>2</sub> )	50
Kloroflorokarbon (CFC)	22
Metan (CH <sub>4</sub> )	13
Azot Oksitleri (NO <sub>x</sub> )	5
Ozon (O <sub>3</sub> )	7
Su Buharı (H <sub>2</sub> O)	3
Toplam	100

Bu gazlar atmosferde çoğunlukla insanların çeşitli faaliyetleri sonucu artış göstermektedir. Bu faaliyetler ise tropikal ormanların yakılması (%15), enerji tüketimi (%50), kloroflorokarbonların (CFC) üretilmesi ve kullanılması (%20) ve tarımsal faaliyetlerdir (%15) (Şekil 1.1).



**Şekil 1.1.** İnsan kaynaklı sera gazlarının nedenleri (Bayar and Bahrend 1994)

Sera gazlarının çeşitli nedenlerle atmosferdeki artışının devam etmesi, Dünya'nın gereğinden fazla ısınmasına neden olmaktadır. Nitekim 1860 yılından günümüze kadar tutulan kayıtlar, ortalama küresel sıcaklığın 0,5-0,8°C kadar arttığını göstermektedir (Andrady *et al.* 2008). Söz konusu ısınma Dünya üzerinde; kutup bölgelerinde sıcaklık artışına bağlı olarak buzulların erimesi, deniz suyu seviyesinin yükselmesi, taşkınlar, kıyı kesimlerde toprak kaybı, temiz su kaynaklarının denize karışması, aşırı buharlaşma ve kuraklığa bağlı olarak yangınlar, göl ve ırmak sularının azalması, bitki ve hayvan türlerinin yok olması ya da azalması gibi birçok olumsuz gelişme meydana getirmektedir (Zoray ve Pır 2007).

Dünya'nın her yerinde henüz tam anlamıyla yaşanmamış olsa da, küresel ısınmanın ekonomik, ekolojik ve sosyolojik sorunları da beraberinde getireceği düşünülmektedir. Küresel ısınma ile birlikte, Dünya'nın belirli bir bölgesinde yoğun bir kuraklık, diğer bir bölgesinde ise, şiddetli kasırga ve fırtınaların ardından gelen seller yaşanırken, bir diğer bölgede aşırı sıcaklıklar ve yangınların meydana gelebileceği ileri sürülmektedir (Demir

2009). Ekosistemlerin değişmesi ile birlikte, biyoçeşitliliğin yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalacağı ve gıdaların üretiminde küresel anlamda yaşanan problemler sonucunda daha fazla yoksulluk ve hastalık ortaya çıkacağı tahmin edilmektedir (Peden *et al.* 2008). Küresel ısınmanın sonucunda ortaya çıkan, yüksek yaz sıcaklıkları, orman yangınları, yağışların ve su kaynaklarının azalması, kuraklık ve çölleşme vb. olumsuz değişmelerden, birçok ülkenin olduğu gibi Türkiye'nin de etkilenmesi kaçınılmaz görülmektedir. Özellikle hem küresel ısınmaya katkıda bulunan hem de bundan etkilenen tarım sektöründe bu etkilerin daha da derin olacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla bu etkilerin Türkiye için önemli bir problem olacağı da ifade edilmektedir (Doğan 2005).

### 1.1. Çalışmanın Önemi

Küresel ısınmanın neden olacağı sonuçlar oldukça karmaşık gibi görünse de genel bir görüşe göre pek çok ekosistemin, içinde barındırdığı canlı popülasyonları ile birlikte değişikliğe uğrayacağı ve sıcaklık nedeniyle hem hayvan hem de bitki popülasyonlarının yaşam ortamlarının değişim göstereceği tahmin edilmektedir. Milyonlarca insanın sulak alanlarla iç içe yoksulluk içerisinde yaşayacağı ve 2020 yılında su sıkıntısı çeken kişi sayısının 1,2 milyar kişiye kadar yükselebileceği öngörülmektedir. Dünya yüzeyinde buzulların küçük olanlarının tamamen eriyeceği, büyüklerinin 2050 itibariyle %30-70 arasında eriyeceği, nehir yatağı havzalarının, şiddetli ve tehlikeli akıntılara sahip kısımlarının %19'dan, 2070 yılında %34-36'ya çıkacağı ve 2100 yılına kadar deniz seviyesindeki yükselmenin 18-59 santimetre arasında olabileceği tahmin edilmektedir (Anonim 2007a). Buna bağlı olarak da hayvan ve bitki popülasyonlarının yaşayabilecekleri alanların daralacağından söz edilmektedir. Bu durumun, ekosistemlerin küresel ısınma nedeniyle değişmesini, yaşam bölgelerinin kuzeye doğru kaymasını ve hatta bazı türlerin yaşam alanı bulamayarak yok olmasını beraberinde getireceği tahmin edilmektedir. Çünkü dağların üst kısımları eteklerine göre daha dardır ve bu coğrafik durumun, hayvan ve bitki popülasyonlarının daha da küçülmesine, dolayısıyla hem genetik hem de çevre baskılarına karşı daha duyarlı hale gelmelerine neden olacağı düşünülmektedir (Rubenstein 1992).

Küresel ısınmanın etkilerinin yaygın olarak hissedileceği alanlardan biri de tarım sektörüdür. Bilindiği gibi tarımda yıllık yağış ve sıcaklık dağılımı hangi ürünün yetiştirileceği konusunda büyük önem arz etmektedir. Küresel ısınma ile birlikte gerek yıllık yağış gerekse sıcaklık dağılımı bütün Dünya’da değişebilecektir. Dolayısıyla hangi ürünün yetiştirileceği de buna göre değişecektir (Pittock 2005). İklim değişikliğinin tarım ve besin üretimine etkisinde üç faktör önemli rol oynamaktadır. Birincisi suyun elde edilebilir olmasıdır. Su stoklarının iklim değişikliğine karşı savunmasız olması, ürünlerin büyümesini ve gıda üretimini de savunmasız kılmaktadır. Daha çok gelişmekte olan ülkelerdeki kurak veya yarı kurak alanlar en fazla risk altında olan alanlardır. İkincisi atmosferik karbondioksitin artmasıyla birlikte özellikle bazı ürünlerin büyümesinde olumlu değişime neden olmasıdır. Üçüncüsü ise sıcaklığın değişmesinin etkisidir. Özellikle çok yüksek sıcaklıklarda bazı ürünlerin veriminin düşeceği bildirilmektedir (Öztürk 2009).

Tarım iklim değişikliğinden etkilenen taraf olmasının yanında aynı zamanda iklim değişikliğine etki eden bir sektördür. Çünkü tarım, sera gazlarının küresel akışını etkilemektedir. Tarım alanına dönüştürmek amacıyla orman arazilerinin yok edilmesi gibi tarıma yönelik gerçekleştirilen faaliyetler de sera gazı salınımını oldukça artırmaktadır. Öyle ki orman arazilerinin yok edilmesi atmosfere salınan karbondioksitin %10 ile %30’undan sorumlu tutulmaktadır. Bu nedenle atmosfere sera gazı salınımının fosil yakıt yakımından sonra ikinci büyük kaynağını oluşturmaktadır (Harvey *et al.* 2010).

Tarımsal faaliyetlerden ikinci önemli sera gazı olan metan oluşmaktadır. Küresel metan yayılımının %40’ından pirinç yetiştirme sorumlu tutulmaktadır. Sulak pirinç arazisinde düşük oksijenli ortamda yüksek organik sulu tortunun mikrobiyal çürümesi atmosfere metan gazı yaymaktadır. Çiftlik hayvanları ise küresel metan salınımının %15’ini meydana getirmektedir. Geviş getiren hayvanlar (sığır, koyun, keçi, deve ve bufalo) otu ve selülozü sindirmektedirler ve bu yolla havaya metan salmaktadırlar. Sığır, toplam çiftlik hayvanlarının metan yayılım miktarının yaklaşık %75’ini oluşturmaktadır (Anonim 2007b).

Bir başka sera gazı olan  $N_2O$ , tarımla yakından bağlantılıdır. Bitkilerdeki ve topraktaki karbon ve azot atmosfere topraktan karışmaktadır. Daha iyi büyüme için yetiştirilen ürüne azotlu gübreler uygulanmaktadır. Bu sırada gübredeki fazla azot toprağa karışır ve mikrobiyal çürüme olur, azot  $N_2O$ 'ya dönüşür ve atmosfere salınır. Tarım gübrelerinden  $N_2O$ 'nun atmosfere salınım oranının %0,1 ile %1,5 arasında olduğu tahmin edilmektedir. Tarımda geleneksel tarım ve endüstriyel tarım uygulamaları, sera gazı yayılımında farklı sonuçlar doğurmaktadır. Ancak hem geleneksel hem de endüstriyel tarım uygulamalarıyla elde edilen yıllık ürün, net bir sera gazı salınım tehdidi oluşturmaktadır. Geleneksel toprak kullanımından kaynaklanan sera gazı salınımı, ürün tarlalarını nadasa bırakarak büyük oranda yok edilebilmektedir. Endüstriyel tarımda ise hasat ve ekim yaparken yüksek oranda fosil yakıt kullanılmakta ve geleneksel yöntemlere göre daha fazla sera gazı salınımı gerçekleşmektedir. Az ekim yaparak ya da toprağı nadasa bırakarak daha az enerji kullanılmakta ve toprak rezervuarında daha fazla karbon korunmaktadır. Dönüşümlü ekim ya da başta azot fiksleyen ürünlerin ekimi azot çürümesini azaltmaktadır (Öztürk 2009).

İklim değişikliği nedeniyle tarımın sekteye uğraması Dünya yiyecek talebini, özellikle az gelişmiş ülkeleri ciddi şekilde etkileyeceği tahmin edilmektedir. Küresel ısınmayla yükselen  $1^{\circ}C$  sıcaklık başına bir kaç yüz kilometre ekim yapılan alan değişeceği; bazı yerlerde tarım üretimi artarken, diğerlerinde düşeceği ileri sürülmektedir. Orta alandaki gelişmiş ülkelerin tarımının, iklim değişikliğinden daha az etkileneceği ifade edilmektedir. Hatta orta alanda birçok ülkede ısınan iklimin yararlı olacağı ileri sürülmektedir. Küresel birçok alanda tarım alanlarına yapılan gittikçe artan insan kaynaklı etkiler, tarım üretimini olumsuz etkilemektedir. Genel olarak çalışmalar sonucunda ekvator bölgesinde tarım ekonomisinin zarar göreceği, yüksek enlemlerde yararlı olacağı, orta enlemlerde ise bölgelere göre değişik özellikler göstereceği ileri sürülmektedir. Modelleme sonuçlarına göre  $1-2^{\circ}C$  artış küresel tarımı olumlu etkilerken,  $3^{\circ}C$  ya da üstü artış üretimi düşürmektedir (Altınsoy 2009).

Bu tahminler iklim değişikliğinin tarım üzerine ciddi olumsuzluklar oluşturabileceğini göstermektedir. İklim değişikliği uzun dönemli bir olgu ve süreçtir. Bu süreçte iklim

değişikliğinin genel etkileri ve tarım sektörü üzerine etkileri konusunda çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmaların tarihsel gelişimleri dikkate alınarak, karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu değerlendirme bu alandaki araştırmaların gelişim sürecini ve gelinen noktayı ortaya koymak açısından anlamlıdır ve bundan sonraki çalışmalara da katkıda bulunacaktır.

## **1.2. Çalışmanın Amacı**

Çalışmanın amacı, iklim değişikliğini ve tarım sektörü üzerine etkilerini inceleyen araştırmalarda gelinen sürecin değerlendirilmesidir. Bu amaçla Dünya ve Türkiye’de belirtilen konuyla ilgili yapılan araştırmalar incelenmiş ve elde edilen sonuçlar kronolojik bir yapıyla sunulmuştur. Daha sonra bu sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılarak değerlendirmeler yapılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

## **1.3. Çalışmanın Kapsamı**

Bu çalışmada küresel ölçekte iklim değişikliğinin genel etkisi ve özellikle de tarıma etkisi ele alınmıştır. Çalışmanın bir sonraki kısmında kaynak özetleri yer almaktadır. Daha sonra iklim değişikliği ile ilgili kuramsal temeller, yapılan anlaşmalar ve alınan kararlar anlatılarak, konunun boyutları ve ülkelerin yasal yükümlülükleri belirtilmiştir. Araştırma bulgularında ise Dünya’da ve Türkiye’de geçmişten günümüze kadar, iklim değişikliği ve tarıma etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar, kronolojik bir yapı ile sunulmuştur. Sonuç kısmında ise elde edilen bilgiler ışığında yapılan çalışmalar birbirleriyle karşılaştırmalı olarak incelenmiştir ve önerilerle çalışma sonlandırılmıştır.

#### 1.4. KAYNAK ÖZETLERİ

Parry (1975), Kalıcı İklim Değişikliği ve Marjinal Tarım konulu çalışmasında kalıcı iklim değişikliği altında, Güneydoğu İskoçya'nın iklimsel sınırları içerisinde, marjinal ekimin bir değerlendirmesini yapmıştır. Bu çalışmada sıcaklık ve nem oranında kalıcı değişikliğin, marjinal tarım tarihinin uzun süreli iklim dalgalanmalarındaki rolünün hafife alındığı öne sürülmektedir.

Crutzen *et al.* (1986), Yerli Hayvanlar, Vahşi Ruminantlar, Diğer Otçullar ve İnsanlar Tarafından Metan Üretimi konulu araştırmalarında Dünya'da hayvanlardan enterik fermantasyon sonucu üretilen metan miktarının 72-99 tg/ yıl (1tg=1 milyon ton) olduğunu hesaplamışlardır. Toplam metan emisyonunda enterik fermantasyon sonucu dışarı salınan metan oranı ise %16 olarak tahmin edilmektedir.

Blum and Valastro (1989), İklim Değişikliğinin Texas'taki Pedernales Nehri'ne Etkisi konulu literatür çalışması yapmışlardır. Çalışmada çözümü zor olan iklim değişikliğinin etkisi altında, Pedernales nehrinin, akıntı ve sediment yükü ile ilgili olan, kendi birikim sistemini değiştirdiği belirtilmektedir.

Warrick *et al.* (1989), Sera Gazı Etkisi, İklim Değişikliğinde Deniz Seviyesi: Gelişim Uygulamaları konulu çalışmalarında, sera gazlarının iklim değişikliği ve deniz seviyesine olan etkilerini, literatür çalışması yaparak araştırmışlardır. Bu araştırmanın sonucunda 1989 yılından 2030 yılına kadar küresel ortalama yüzey sıcaklığının, 1-2°C daha fazla olabileceği ve bununla birlikte yine 2030 yılına kadar küresel ortalama deniz seviyesinin 1989 yılına göre 17-26 cm daha fazla olacağı tahmin edilmektedir.

Adams *et al.* (1990), Küresel İklim ve Amerika Tarımı konulu çalışmalarında, küresel iklim değişikliğinin Amerika tarımına olası etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada üç adımlı ekonomik değer modeli kullanılmıştır. İklim değişikliğinin sertliğine bağlı olarak CO<sub>2</sub>'in bitki verimi üzerine telafi edici etkileri olsa da sulanabilir alanların



genişleyeceği tespit edilmiştir. Ayrıca Amerika tarımındaki bölgesel bitki deseninin değişmesi gerektiği tavsiye edilmektedir.

Hahn *et al.* (1992), Amerikan Toplum Yönetiminde Olan Ziraat Mühendisleri ve Canlı Hayvan Üretimi Üzerine İklim Değişikliğinin Etkisi konulu çalışmada, yaptıkları modelleme sonucu yaz aylarında süt ineklerinin süt verimlerinde, besi hayvanlarının ise canlı ağırlık artışında azalma olduğunu ve süt ineklerinin yaz mevsimi boyunca gebelik oranında %36'lık bir azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Frenot *et al.* (1993) Son İki Yüzyılda Kerguelen Adalarında Buzul Dalgalanmaları ve İklim Tarihi konulu çalışmalarında, Fransa'da Kerguelen adalarında ısınma ve soğuma olaylarını yeniden tasarlayarak, jeomorfolojik koruma ve yeni bir biyolojik veri tekniği geliştirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda 1960'ların başlarında Heard adalarındaki bazı buzullar hariç kısa dönem soğuk olaylarının dinamikler üzerine çok az etkisinin olduğu gözlenmiştir.

Klinedinst *et al.* (1993), Süt Üretimine Yoğun Olduğu Yaz Sezonunda Süt Sığırlarına İklim Değişikliğinin Potansiyel Etkileri konulu çalışmalarında, süt üretim modeli oluşturarak ısı artışının hayvanlara olası etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada hayvanlardaki biyolojik yanıt fonksiyonlarının gelişimi incelenmiş ve iklim değişiminin, süt ineklerinin performansını büyük ölçüde azalttığı ifade edilmiştir.

Mendelsohn *et al.* (1994), Küresel Isınmanın Tarıma Etkisi konulu bir araştırma yapmışlardır. Ricardian analizleriyle küresel ısınmanın tarım üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada ağırlıklı olarak sıcak hava bitkileri yetiştirildiğinde ve daha az sulu tarım yapıldığında, küresel ısınmanın Amerika tarımına yararlı olabileceği ifade edilmektedir.

Rosenzweigh and Parry (1994), Dünya'nın Besin Tedarik Etmesinde İklim Değişikliğinin Potansiyel Etkisi konulu çalışmalarında, kurdukları senaryolarla besin tedarik etmede iklim değişikliğinin potansiyel etkilerini, küresel boyutta

değerlendirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda küresel üretimde atmosferik karbondioksit konsantrasyonunun gelişmemiş ülkeleri, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere nazaran, çok daha fazla olumsuz etkileyeceği öne sürülmektedir.

Reily (1995), İklim Değişikliği ve Küresel Tarım: Yeni Bulgu ve Sorunlar konulu araştırmasında, iklim değişikliği altında bitki varyetelerinde ekim zamanını, gübre ve sulama dozunu ve verimdeki azalmaları tahmin etmek için, farklı kombinasyonlardaki değişimleri test etmiştir. Bu deneylere dayanarak, diğer bölgelerde fayda sağlansa bile bazı alanlarda %50 ile %80 arasında ciddi bir verim kaybı olduğu ortaya koyulmuştur.

Sutherst (1995), İklim Değişikliği Altında Doğal Ekosistemlerde Bitki Zararlılarının Potansiyel Avantajları konulu literatür çalışması yapmıştır. Çalışmada Yeni Zelanda ve Avustralya'daki iklim değişikliği ile ilgili yapılan senaryolarda, potansiyel iklim değişikliğine bağlı olarak vektörler ve kenelerin yaşama sürelerinin uzayıp, dirençlerinin yükseleceği ve bunun sonucunda hayvan hastalıklarının artacağı ifade edilmektedir.

Dale (1997), İklim Değişikliği ve Arazi Kullanım Değişikliği Arasındaki İlişki konulu literatür çalışmasında, son yıllarda arazi kullanım değişikliğinin, ekolojik çeşitlilikte iklim değişikliğinden çok daha büyük etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Çalışmada arazi kullanım değişikliğinin büyük çoğunluğunun, iklim değişikliği ve hatta iklimle çok az ilgisi olduğu ifade edilmiştir. İnsanların iklim değişikliğine uyum sağlamak amacıyla, arazi kullanımı ve özellikle arazi yönetimini değiştirecekleri belirtilmektedir.

Lewandrowski and Schimmelpfenning (1999), Amerika Tarımında İklim Değişikliğine Ekonomik Öneriler konulu literatür çalışmalarında Amerika tarımı için iklim değişikliğinin potansiyel ekonomik etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada Amerika ekonomisi ve Amerika tarımı üzerine tahmin edilen sera gazı etki azaltma stratejilerin, bazı bölgesel ve çevresel etkilerinin oldukça önemli olduğu ortaya koyulmuştur. Devam eden siyasi girişimlerin, iklim değişikliğinin belirsizliklerini azaltmayı ve çiftlik sektörünü artırmayı hedeflemekte olduğu belirtilmiştir. Sera gazı emisyonlarını

azaltmak için gelecekte yapılacak olan anlaşmaların, tarımsal uygulamaların da düzenlenmesine olanak sağlayacağı da düşünülmektedir.

Dockworth *et al.* (2000), Atlantik Avrupa'da Kireçli Çayır Alanlarına İklim Değişikliğinin Potansiyel Etkilerinin Modellenmesi konulu bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada sıcaklıkta 2°C'lik artış olması durumunda bölgedeki bitki örtüsünün, daha sıcak koşullara adapte olmuş bitki örtüsüyle değişeceği ve buna bağlı olarak birçok türün yok olacağı ifade edilmektedir.

Türkeş vd. (2000), Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri konulu literatür çalışması yapmışlardır. Çalışmada, içerdiği tüm belirsizliklere karşın, küresel ısınmanın sürmesi durumunda, bazı bölgeler için aşırı yüksek sıcaklıklar, taşkınlar, yaygın ve şiddetli kuraklık olayları ve bunların doğal bir sonucu olan, çalılık ve orman yangınları ile insan sağlığını ve ekolojik sistemlerin işlevselliğini de içeren bazı ciddi potansiyel değişiklikler olacağı öngörülmektedirler.

Vörosmarty and Farmer (2000), tatlı su kaynaklarının gelecekteki yeterliliği üzerine çeşitli senaryolar kurarak, Küresel Su Kaynakları: Popülasyon Büyümesi ve İklim Değişikliği İçin Hassasiyet konulu bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, Dünya nüfusunun çoğunluğunun şu anda bile su sıkıntısı çektiği ve artan su talebinin, sera gazı etkisinden daha tehlikeli olacağı sayısal deneylerle ifade edilmektedir.

Tol (2001), İklim Değişikliğinin Zarar Maliyetinin Değerlendirilmesi konulu literatür çalışmasında, potansiyel iklim değişikliğinin, tarıma, ormancılığa, ekosisteme, su seviyesindeki yükselişe, insan psikolojisine ve su kaynaklarına olan etkisini ele almıştır. Araştırmanın sonucunda bitkisel ve hayvansal üretimde kalitenin artırılmasının gerektiği öne sürülmektedir.

Öztürk (2002), Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri konulu literatür çalışmasında küresel iklim değişikliğinin Türkiye'ye olası etkilerini incelemiştir. Yapılan incelemede, Türkiye'nin iklimde meydana gelebilecek birçok değişiklikten, en

fazla etkilenecek ve büyük sorunlar yaşayabilecek bir ülke konumunda olduğu sonucuna varılmıştır.

Loaciga (2003), İklim Değişikliği ve Yer Altı Suları konulu literatür çalışmasında iklim değişikliğinin yer altı suları üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada nüfus artışı ile yer altı suyu kullanımının, küresel ısınmaya daha derin etkiler yaratabileceği ifade edilmiştir.

Aksay vd. (2005), Küresel Isınma ve İklim Değişikliği konulu literatür çalışmalarında geçen yüzyıl süresince, sıcaklıkta 0,5°C'lik bir artış, deniz seviyesinde bu yüzyılın başından beri 20 cm'lik bir artış, stratosfer sıcaklığında azalış, orta enlemlerdeki yağış miktarında artış ve subtropik enlemlerdeki yağış miktarında azalış olduğu belirtilmiştir. 2100 yılına kadar sıcaklıkta 3°C'lik bir artış, deniz seviyesinde 70 cm'lik (30-110 cm) bir yükselme olacağı tahmin etmişlerdir. Orta ve daha yüksek enlemlerde yer alan ormanların büyük miktarlarda yok olmayacağı, tarımsal alanlarda ve Dünya gıda üretiminde azalış olacağını ileri sürmüşlerdir. Ayrıca tüm insan kaynaklı emisyonlar durdurulacak olsa bile, sıcaklıkta 1-2°C'lik bir artış beklendiğini belirtmişlerdir.

Doğan (2005), Türkiye'nin Küresel İklim Değişikliğinde Rolü ve Önleyici Küresel Çabaya Katılım Girişimleri konulu bir literatür çalışması yapmıştır. Çalışmada, 1980'den bu yana Türkiye'nin enerji kaynaklı gaz salınımlarının artış göstermekte olduğunu ve bunun önüne geçilebilmesi için, mevcut teknolojinin değiştirilmesinin gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca Türkiye'nin, istikrarlı bir kalkınma adına enerji ile ilgili çevresel problemleri kontrol etmesi ve enerji aktivitelerinin olumsuz çevresel etkilerini en aza indirmesi için, enerji ile ilgili politikaları iyi saptaması ve özellikle "yenilenebilir enerji" konusunda daha yakın hedefler belirlemesi gerektiği ortaya koyulmuştur.

Erda *et al.* (2005), Çin'de CO<sub>2</sub>'li Gübreleme İle Ürün Verimi ve Kalitesi konulu çalışmalarında iklim değişikliğinin etkilerini araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda

CO<sub>2</sub>'li gübreleme olmadan iklim değişikliğinin pirinç, mısır ve buğday verimini önümüzdeki 20-80 yılda en fazla %37 azaltabileceği tahmin edilmiştir.

McClellan *et al.* (2005), İklim Değişikliği ve Afrika'nın Bitkisel Çeşitliliği konulu çalışmalarında, daha önce yapılan araştırmaların sonucunda elde edilen verileri kullanmışlardır. Çalışmada, bölgedeki çeşitli bitki türlerinin yaşam alanlarında ciddi coğrafi değişiklikler olduğu ve 2085 yılında 5197 bitki türünde %25 ile %42 arasında bir kayıp olacağı öne sürülmektedir.

Yunling and Yiping (2005), 1960'dan 2000'e Kadar Çin'de Lancang Nehri Vadisinde İklim Değişikliği konulu literatür çalışmalarında, son 41 yıl içerisinde Lancang nehrinin değişik bölgelerinde arazi yüzeyi karakterinde değişiklikler, atmosferdeki sera gazlarının yoğunluğunda belirgin artışlar olduğunu ortaya koymuşlardır.

Scholze *et al.* (2006), Dünya Ekosistemleri İçin İklim Değişikliğinin Risk Analizleri konulu bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada, 16 iklim modelinden elde edilen senaryolarla, ekosistemin iklim değişikliğine bağlı olarak karşı karşıya kaldığı riskler ölçülmüştür. Genel olarak tüm coğrafik bölgelerde risklerin benzer olduğu, ancak iklim değişikliğinin derecesi ile risk büyüklüğünün artacağı tahmin edilmiştir.

Shih *et al.* (2006), Canlı Hayvanlarda Metan ve Amonyak Emisyonu Konulu literatür çalışmalarında, hayvancılık işletmelerinde metan emisyonunu azaltmak için, metandan elektrik üretilmesinin sağladığı net karı araştırmışlardır. 500 başlık bir işletmede elektrik üretiminden elde edilen yıllık net karın, 11.040\$ ile 16.666\$ arasında değişiklik gösterdiği hesaplanmıştır. Bu farklılığın da işletmenin kurulduğu yerin, iklim ve sıcaklığına bağlı olarak değişmesinden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Yalçın (2006), Nükleer Enerji İle Hidrojen Üretimi ve Küresel Isınmaya Etkileri konulu literatür çalışmasında, nükleer enerji ile hidrojen üretiminin küresel ısınmaya etkilerini incelemiştir. Çalışmada, temiz bir yakıt olan hidrojenin endüstriyel düzeyde üretimini sağlayacak en önemli birincil enerji kaynağının, nükleer enerji olduğu sonucuna

varılmıştır. Fosil yakıtlar yerine, hidrojen enerjisinin kullanımının, küresel ısınmayı azaltıcı rol oynayacağı ortaya koyulmuştur.

Akış (2007), İklim Değişikliğinin İzmir Barajları Üzerindeki Etkileri ve Sonuçları konulu literatür çalışması yapmıştır. Çalışmada Güzelhisar ve Tahtalı gibi büyük sayılabilecek barajlardaki yıllık ortalama su miktarlarının, 1970’li ve 1990’lı yıllarda düşük olduğu, 1980’li ve 2000’li yıllarda ise yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Yağış oranlarına bakıldığında ise 1970’li ve 1990’lı yıllarda az olan yağışların, 1980’li ve 2000’li yıllarda belirgin bir şekilde arttığı ve bu azalış ile artışların barajların doluluk oranlarına yansıdığı ifade edilmiştir.

Çelik ve Karakayacı (2007), Küresel İklim Değişikliğinin Konya Tarımına Olası Etkileri Üzerine Bir İnceleme konulu literatür çalışmalarında küresel iklim değişikliğinin Konya tarımına olası etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada küresel ısınmanın etkisi ile Konya ovasında son yıllarda ortalama sıcaklıklarda kış aylarında düşüş, yaz aylarında ise artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yılın son aylarında yağışta bir artış, ilk aylarında da bir düşüş yaşandığı belirtilmiştir. Yağışlarda aylar arasında bir kayma yaşanırken, uzun yıllardaki yıllık ortalama toplam yağışların az miktarda düştüğü ölçülmüştür. Konya ilinde önemli ölçüde yetiştirilen buğday, arpa ve fasulyenin ekim alanlarında bir azalış gözlenirken, mısır ve şeker pancarında artış olduğunu gözlemlenmiştir.

Eyinc (2007), Küresel İklim Değişikliğinin ve Türkiye İklimi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi konulu literatür çalışması yapmıştır. Çalışmada fosil yakıt tüketiminin yapılmaması veya en aza indirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, denetimsiz sanayileşmenin önüne geçilmesi ve orman alanlarının yok olmasını engelleyerek yeşil alanların artırılması gibi çözümler bulunmazsa uzun vadede gelecekte yaşanabilir bir çevre bulmanın mümkün olmayacağı sonucuna varılmıştır.

Korkmaz (2007), Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi konulu literatür çalışmasında küresel ısınmanın önüne geçebilmek için, enerji, sanayi, ulaşım ve tarım

sektörlerinde, başta fosil yakıt kullanımının azaltılması yoluyla, gerekli politika değişikliğine gidilmesini önermişlerdir. Ayrıca sera gazı üretiminin sınırlandırılmasının sağlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının artırılması, hava, toprak, su gibi doğal dengenin korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması küresel ısınmaya karşı önemli önlemler olarak ifade edilmiştir. Bununla beraber ormanların korunması ve bilinçli tarımsal uygulamaların da sera gazı salınımının azaltılması için yardımcı olabileceği belirtilmiştir.

Taşyürek ve Acaroğlu (2007), Biyoyakıtlarda (Biyomotorinde) Emisyon Azaltımı ve Küresel Isınmaya Etkisi konulu literatür çalışması yapmışlardır. Çalışmada, günümüzde orta ve ağır hizmet taşıtlarında, sera gazlarının azaltılması için en iyi yöntemlerden birisinin, biyomotorin kullanmak olduğu ifade edilmiştir.

Kanber vd. (2008) İklim Değişiminin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: ICCAP Projesi konulu çalışmalarında iklim ve tarımsal sistemler arasındaki ilişkileri analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre tarımın iklim değişikliğini 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 kestirilmiştir.

Özcan ve Kayman (2008), Enerji Tüketimindeki Değişimin Küresel Isınmaya Etkisi ve ABD, AB ülkeleri, Japonya, Çin ve Türkiye Karşılaştırması: 1980-2004 konulu bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada ekonometrik analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışmada, enerji talebinin CO<sub>2</sub> salınımlarına etkisi bağlamında nüfus, Kişi Başı Reel Gelir, GSYH ve ham petrol fiyatları düzeyinde incelemeler yapılmıştır. CO<sub>2</sub> salınımlarının nüfus ve kişi başı GSYH ile uzun dönemli ilişki içerisinde olduğu eşbütünlük analizi sonucunda bulunmuştur. Ekonometrik analizin, veri ülkelerinden

sadece Türkiye modeli anlamlı çıkmaktadır. Analizin sonuçlarına göre nüfusun salınımlar üzerinde etkisi, Kişi Başına Reel GSYH'dan daha fazla çıkmış, enerji fiyatlarının etkisinin ise istatistiksel olarak anlamsız olduğu saptanmıştır.

Sağlam vd. (2008), Küresel Isınma ve İklim Değişikliği konulu literatür çalışmalarında, yeryüzündeki yaşamı tehdit eden küresel ısınma ve iklim değişikliği ile bu olayların etkilerini ele almışlardır. Çalışmada son yüzyıl içerisinde yeryüzünde sıcaklığın 0,7-0,8°C civarında arttığı tespit edilmiştir. Şayet gerekli önlemler alınmazsa, sıcaklık artışının artarak devam edeceği tahmin edilmiştir. Bu durumun, zaten azalan buzullarda giderek daha da azalma, denizlerin su seviyelerinde yükselme, ormanlarda azalma, çölleşme, düzensiz yağışlar, sel baskınları, kasırgalar gibi doğal afetlerde artışlara neden olacağı belirtilmiştir. Bununla birlikte, denizde yaşayan balık türlerinde de önemli değişiklikler olmasının beklendiği de ortaya koyulmuştur.

Üstün (2008), İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkisi konulu literatür çalışmasında iklim değişiminin su kaynaklarına etkisini araştırmak amacıyla Isparta'da Işıkli Gölü üzerinde bir durum çalışması yapmıştır. Çalışmanın sonucunda iklim değişiminin Işıkli Gölü üzerinde olumsuz etkileri olacağı ve ileriye yönelik üç yıllık dönemde, sulanması planlanan tarım arazileri için yeterli suyun havzada biriktirilemeyeceği tahmin edilmiştir.

Yaslıoğlu vd. (2008), Hayvan Barınaklarında Sera Gazlarının Oluşumu ve Önleme Stratejileri konulu çalışmalarında, literatür çalışması yoluyla küresel ısınmaya etki eden, insan ve hayvan sağlığını olumsuz etkileyen sera gazlarının oluşumu ve bu gazların oluşumunu önlemeye yönelik teknik önlemler ile yönetim stratejilerini irdelemişlerdir. Çalışmada öncelikle hayvancılıktan kaynaklanan sera gazları emisyonunu, bölgesel ve ülkesel düzeyde belirlemeye yönelik çalışmaların yaygınlaştırılması ve buradan elde edilecek sonuçlara göre de, bu emisyonları azaltmaya yönelik barınak tasarımından, gübre yönetimine kadar bir dizi stratejiler geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.



Demir (2009), Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi konulu literatür çalışması yapmıştır. Çalışmada ormanlar, sulak alanlar, göl ve deniz çeşitliliği gibi su ve kara ekosistemlerinin vazgeçilmez unsurları olan yaşam destek ünitelerinin, iklim değişikliğinden kaynaklanan, telafisi olmayan, olası zararlarının önüne geçebilmek için, önlemlerin alınmasının gerekliliği vurgulanmıştır. Alınacak önlemlerle, uygulanacak etkin ve sürdürülebilir politikalarla yok olan türlerin veya habitatların yerine konması söz konusu olmasa dahi, en azından mevcut durumun istikrarının sağlanabileceği tahmin edilmiştir.

Gül vd. (2009), Küresel Isınma Tehdidine Karşı Kent Ormanlarının Önemi konulu literatür çalışması yapmışlardır. Yapılan bu çalışmaya göre, özellikle sera gazının en yoğun olduğu (yaklaşık %70-80'inin üretildiği) kentsel alanlar ve çevresinin en çok tehdit altında olan yaşam alanları olduğu ve kentsel alanlarda her geçen gün artan sorunların çözümü için, acil olarak eylem planlarının yapılmasının, yaşamsal bir öneme sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca kent ormanlarının bu bağlamda kent ekosistemini iyileştirebilecek ve sera gazı emisyonlarını azaltabilecek, özellikle CO<sub>2</sub> salınımını azaltan ve karbon depolayan özellikleri nedeniyle önemli bir konuma sahip olduğu vurgulanmıştır.

Kılıç (2009), Küresel İklim Değişikliği Çerçevesinde Sürdürülebilir Kalkınma Çabaları ve Türkiye konulu literatür çalışmasında, küresel iklim değişikliği çerçevesinde sürdürülebilir kalkınma çabalarını ele almıştır. Çalışmada Türkiye'nin önümüzdeki dönemde, iklim değişikliğinin çevresel ve sosyo-ekonomik faktörler üzerinde yaratmış olduğu etkileri ortadan kaldırarak, sürdürülebilir kalkınma sürecinin devamlılığını sağlayacak ulusal ve uluslararası düzeyde önlemler alması gerektiği vurgulanmıştır.

Stokes *et al.* (2009), Avustralya Meralarına İklim Değişikliğinin Etkisi konulu literatür çalışması yapmışlardır. Ülkenin çoğu yoğun tarımsal üretim için uygun olmayıp, sığır ve koyunların düşük yoğunluklu üretimi yapılmaktadır. Bu nedenle Avustralya'da meralar büyük önem arz etmektedir. Çalışmaya göre iklim değişikliğinden, soğuk bölgelerdeki Avustralya meralarının belli ölçülerde olumlu etkilenirken sıcak

bölgelerindeki meraların mera verimliliğinde, yem kalitesinde düşüş, kuraklık, erozyon, hayvanlarda ısı stresinin ve bazı zararlı ve yabancı otların gelişimi gibi sorunlar ortaya çıkacağı belirtilmektedir.

Canlı (2010), Küresel Isınmanın Orman Ekosistemine Etkisi konulu literatür çalışması yapmıştır. Çalışmada iklim değişikliği ve buna bağlı olarak ortaya çıkan, sıcaklıklardaki ve yağışlardaki farklılaşmanın, Dünya üzerinde lokal ölçekte farklı etkiler göstereceği öngörülmüştür. Bu nedenle bazı ormanlar daha uygun sıcaklıklara ve artan yağışa kavuşurken, çoğunlukta kalan diğer orman alanlarının ise kuraklık, yangın, toprak kaybı ve böcek istilası gibi sorunlarla karşılaşacağı tahmin edilmiştir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

### 2.1. İklim Değişikliği Görüşleri

Atmosferde bulunan CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub> ve CFC'lar doğal sera gazları olarak bilinmektedirler ve Dünya'nın yüzeyinde doğal yaşama ortamı yaratmaktadırlar. Bu gazlar, güneşten gelen alçak frekans ve uzun dalga ışınlarını emerler ve böylece atmosferde ısıyı tutmuş olurlar. Bu durum doğal sera etkisi olarak bilinmektedir. (Erdoğan ve Ejder 1997). Sera etkisi teorisi ilk kez Fransız matematikçisi Fourier tarafından ortaya atılmıştır. Fourier, Dünya atmosferini, güneş ışınlarıyla ısınan ama içindeki ısıyı dışarıya bırakmayan seralara benzetmiştir. Bu nedenle bu olaya doğal sera etkisi denilmektedir (Özey 2001).

Küresel iklim değişikliği ile ilgili temel olarak iki teori bulunmaktadır. Bu iki teori belli bir noktaya kadar aynı senaryoyu savunmaktadır. Teorilere göre; sera etkisindeki artış bir süre daha böyle devam edecek, atmosfer gittikçe daha fazla ısınacak, buzullar eriyecek, sular yükselecektir. Buraya kadar her iki teori de aynı şeyi savunmaktadır ve Amerika hariç hemen hemen bütün bilim dünyası bu görüşleri desteklemektedir. Sonrasında pozitif ve negatif feedback (geribesleme) teorileri ortaya çıkmaktadır. Negatif feedback kendi kendini düzenleyici (self regulating) olup, ısınmaya karşı tepki olarak küresel soğumaya neden olmaktadır. Pozitif feedback ise kendi kendini arttırıcı (self enhancing) olup, bu düzensiz durum sıcaklığın daha fazla artmasına neden olmaktadır (Andrady *et al.* 2008).

Negatif feedback mekanizmasına göre; Küresel ısınma meydana geldiğinde, ısınan okyanuslarda alg popülasyonu artacak, algler atmosferden daha fazla CO<sub>2</sub> emerek, atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu azaltacak ve soğumaya neden olacaktır. CO<sub>2</sub> konsantrasyonundaki artış, bitki büyümesini uyacaktır ve vejetasyondaki artış, atmosferden daha çok CO<sub>2</sub> absorbe edilmesini sağlayacak ve soğumaya neden olacaktır. Küresel ısınma arttıkça, okyanuslardan daha çok su buharlaşacak ve atmosferde daha

çok su buharı bulunacağından daha çok bulutlanma olacaktır. Bulutlar Dünya'ya ulaşan güneş enerjisini geri yansıtıklarından artan bulut örtüsü nedeniyle yeryüzü soğuyacaktır (Aksay vd. 2005). İklim sistemi içerisinde diğerlerine kıyasla en karmaşık geri besleme mekanizması birbirinden farklı birçok olayda rol oynamaları sebebiyle bulutlara aittir. Farklı tipteki bulutlar, aynı çevre içerisinde farklı davranışlar gösterirler (Turp 2009). Sera etkisi sonucu gerçekleşen ısınmaya bağlı olarak, bulut tiplerindeki farklı davranışlar bulut geri beslemesini tahmin etmedeki öncelikli engel olarak görünmektedir. Yüksek noktalardaki bulutlar, bulut örtüsünde ve su içeriğinde herhangi bir değişiklik olmadığı kabul edilirse, güneş ışınlarını tutma kapasitelerinin yüksek olmasına bağlı olarak yüzey ısınmasına neden olabilecektir (Smith 1988). Diğer taraftan da yüksek su içeriği bulut yansıtabilirliğini artırabilmekte ve imkan dahilinde sera etkisinden kaynaklanan fazla ısınmayı dengeleme duyarlılığıyla da net yüzey soğuması şeklinde sonuç doğurabilmektedir. Okyanus yüzeyindeki ısınma, konvektif aktiviteyi ve yüksek yansıtabilirliğe sahip sirus bulutlarının (ince, tüy gibi saçaklı görünüşü olan buz parçalarından oluşmuş beyaz bulutlar) oluşumunu artırarak yumuşatıcı bir etki göstermektedir. Bir başka deyişle alçak bulutların net etkisi gezegeni soğutma olarak görülürken, ince yüksek bulutlar ise gezegeni ısıtmaktadır. Bu yüzden, toplam bulut geri beslemesinin düzenli etkisi çok iyi tespit edilememektedir ve atmosferin dikey sıcaklık ve nem yapısına karmaşık yollarla bağımlılık göstermektedir (Parsons 1991).

Bir diğer fiziksel geri besleme de kar ve buz yansıtabilirliğine aittir. Kriyosferik (yerküredeki suyun katı hallerine ait) işlemler iklim modellemelerindeki belirsizliğin en büyük kaynakları arasında kalmaktadır. Ancak modeller devamlı olarak deniz buzlarının erimesi ve kar buz örtüsündeki azalma ile neticelenen kutuplarda fazlalaştırılmış bir ısınmayı göstermektedir. Kar ve buz, kara yüzeylerine ve okyanuslara nispeten daha yüksek yansıtabilirliğe sahip olduğundan, bu durum yüzeyde daha fazla atmosferik ışımanın soğurulmasına ve dolayısıyla daha fazla ısınmaya sebep olmaktadır. Daha ılıman canlı bitki ve hayvan topluluklarının göç etmesiyle bitkisel örtünün artması kutupsal bölgelerin yansıtabilirliğini azaltabilmektedir. Dünya tarihinde deniz buzundaki belirgin ve önemli bir erime gözlenmektedir ve bu erime okyanusların sıcaklık sirkülasyonunda değişikliklere sebep olabilmektedir. Kar ve buz örtüsünün

yüksek yansıtabilirliği, bir kere devreye girdiği zaman buzul devrine geçişin hızlanmasında bir faktör olmaktadır. Elbette buzul devrin sonunda, yansıtabilirliğindeki azalmaya bağlı olarak tam tersi bir durumdan da söz edilmektedir (Andrady *et al.* 2008).

Pozitif feedback mekanizmasına göre ise; ısınan yeryüzü okyanuslardan buharlaşan suyun artmasına neden olmaktadır. Bu da atmosfere daha fazla suyun ilave edilmesini sağlamaktadır. Önemli bir sera gazı olan su buharı, bu defa ısınmaya neden olmaktadır. Yeryüzünün ısınması yüksek enlemlerde sürekli don olan alanlarda, don tabakasının erimesini artırmaktadır. Bu da erimeye başlayan donmuş tabakadaki organik maddenin bozunması sonucu açığa çıkan metan gazının çıkışına neden olmaktadır. Isınmanın diğer bir etkisi de yazın kar öbeklerinin azalmasıdır ki bu durumda Dünya'dan geri yansıyan güneş enerjisinin miktarı azalmakta ve dolayısıyla yeryüzünde tutulmaktadır. İnsanların şehir ortamlarında fosil yakıt kullanarak atmosfere CO<sub>2</sub> eklemeleri de küresel ısınmaya neden olmaktadır (Aksay 2005).

1960 yılından bu yana bilinen resmi kayıtlarda ortalama küresel sıcaklığın 0,5°C ile 0,8°C arasında arttığı bildirilmektedir (Gül 2009). Her iki teori de belli bir süre daha sera gazlarının birikmeye devam edeceğini, buzulların eriyeceğini, atmosferin ısınacağını ve suların yükseleceğini kabul etmektedir. Ancak yapılan çalışmalar, küresel ısınmanın uzun yıllar devam edeceğini göstermesine rağmen, bu sürenin kaç yıl olduğu bilinmemektedir. Dolayısıyla gelecekte hangi teorinin gerçekleşeceği de bilinmemektedir. Dünya sürekli ısınarak büyük bir felaket yaşayabileceği gibi bir süre sonra ısınma, bulutlar ve su buharı gibi negatif feedback mekanizmalarıyla kontrol altına alınıp Dünya'nın ortalama sıcaklığı dengede kalabilecektir.

## **2.2. İklim Değişikliği Modelleri**

Bilim dünyası iklim değişikliğini anlamak ve geleceğe yönelik tahminlerde bulunmak adına birtakım modeller geliştirmekte ve kullanmaktadır. Bu sayede iklim değişikliği hakkında gerçeğe yakın sonuçlara ulaşılmaktadır. Bu modeller kullanıldıkları amaca göre farklılıklar göstermektedir. İlk olarak tek boyutlu ve yüzey sıcaklığını enlemlere

göre hesaplayan enerji dengesi modeli geliştirilmiştir. Daha sonra yine tek boyutlu sadece düşey sıcaklık profilini hesaplayan radyatif-konvektif modeller ortaya çıkmıştır. İki boyutlu istatistik-dinamik modellerin geliştirilmesinden sonra 1970'lerin başında 3 boyutlu küresel dolaşım modelleri (GCM) kullanılmaya başlanmıştır. GCM'lerinden sonra da sayısal hava kestiriminde kullanılan sınırlı alan modelleri (LAM) geliştirilmiştir (Henderson and McGuffie 1987). Küresel ölçekteki modellerin kullanılmasıyla 3 gün sonra oluşacak hava olayları büyük doğrulukla tahmin edilebilirken 100 yıl sonrası için yorumlar yapmak da günümüzde mümkün olabilmektedir (Giorgi and Mearns 1999). Büyük ölçekte yapılan öngörülerde küresel dolaşım modelleri kullanılmaktadır. Çözünürlüğü 200 km civarında olan genel dolaşım modellerinin (GCM) dışında daha yüksek çözünürlüğe sahip bölgesel iklim modelleri de yaygın olarak kullanılmaktadır. Ortaölçek modelleri gibi sınırlı alan modelleri de aylar ve hatta yıllar düzeyindeki benzeşimlere ve birkaç on kilometre düzeyindeki çözünürlüğe izin vermektedir (Giorgi and Mearns 1999). Sınırlı ölçek modeller küresel iklim modellerinin bölgesel ihtiyaçlara cevap verememesi üzerine geliştirilmiştir. Günümüz olanaklarıyla zamana bağımlı çalıştırılan bölgesel modellerden, birkaç yıldan, 10 yıllar düzeyindeki bir aralıkta çok iyi benzeşimlerin yapılması mümkün olmuştur (Giorgi and Mearns 1999). Bu nedenle değerlendirmeler, bölgesel modellerin daha kısa zaman aralıkları (1-10 yıl) için çalıştırılmasıyla yapılmaktadır. Sayısal hava tahmin modelleri ise 10 güne kadar kabul edilebilir nitelikte benzeşimler yapabilmektedirler. (Giorgi ve Mearns, 1999). GCM'lerle 50 hatta 100 yıllık benzeşimler yapmak mümkündür. Ancak GCM'lerde çözünürlükler çok az (200 km) olduğundan yerel anlamda istenilen verim alınamamaktadır. İşte bu iki modelin yapılmasına izin vermediği benzeşimleri, yani hem lokal etkileri içine alma hem de daha uzun dönemlerde iklimi kestirme işlevini, RegCM gibi bölgesel iklim modelleri üstlenmektedir. RegCM modeli genellikle 50 km veya daha düşük çözünürlükte çalıştırılmaktadır. Bugün bölgesel modelleme genişleyen bir bakış açısıyla ilerlemektedir. Bu çalışmaların popüler olmasının en büyük nedeni, atmosferin çok karmaşık bir yapıya sahip olduğunun bilinmesinin yanı sıra bu yapıyı çözmek için sadece bir kaç bileşenden fazlasının gerekliliğinin anlaşılmasıdır (Giorgi and Mearns 1999).

### 2.3. İklim Değişikliği İle İlgili Uluslararası Anlaşmalar

Küresel ısınma sorunu bilim çevrelerinde yaklaşık yüz yıldır bilinmekte ve tartışılmaktadır. Atmosferin bileşimi ve değişiminin iklimi etkileyebileceği ilk kez 1896 yılında, Nobel ödüllü İsveçli bilim adamı Arrhenius tarafından öngörülmüştür (Duygu 2008). Ancak küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin etraflıca tartışılması konusunda ilk uluslararası ciddi adım, 1979 yılında atılmıştır. Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) öncülüğünde düzenlenen Birinci Dünya İklim Konferansı'nda konunun önemi Dünya ülkelerinin dikkatine sunulmuştur. Bu konferansı izleyen uluslararası etkinlikler, artmakta olan CO<sub>2</sub> derişiminin, küresel iklim sistemi ve bölgesel iklimler ile atmosfer-okyanus-biyosfer ortak sistemi içerisindeki karbon döngüsü üzerine olan etkilerini ve bu etkilerin sosyoekonomik sonuçlarını araştırmak gerektiğini ortaya koymuştur. Çok sayıda bilim adamının katıldığı çalışma toplantıları, seminerler ve sempozyumlar, yalnızca 1979'daki düşünceleri kuvvetlendirmekle kalmamış, küresel ısınmanın ortaya çıkardığı tehdit konusunda Dünya'da örneği çok az görülen bilimsel bir uzlaşma ortamı oluşturmuştur. Ardından 1985 ve 1987 yıllarında Villach'ta (Avusturya) ve 1988'de Toronto da düzenlenen toplantılar, dikkatleri ilk kez iklim değişikliği karşısında siyasal seçenekler geliştirilmesi konusu üzerinde toplamıştır. 1988 yılında düzenlenen 'Değişen Atmosfer' konulu Toronto Konferansı'nda uluslararası bir hedef olarak, küresel CO<sub>2</sub> salınımlarının 2005 yılına kadar %20 azaltılması ve protokollerle geliştirilecek olan bir çerçeve iklim sözleşmesinin hazırlanması önerilmiştir. Aralık 1988'de Malta'nın girişimiyle, BM Genel Kurulu'nun insanoğlunun 'Bugünkü ve Gelecek Kuşaklar için Küresel İklimin Korunması' konulu 43/53 sayılı kararı kabul edilmiştir. Küresel ısınmadan kaynaklanan iklim değişikliğinin önlenmesi konusunda küresel bir anlaşmaya yönelik adımlardan birisi, 29 Ekim-7 Kasım 1990 tarihleri arasında Cenevre'de yapılan İkinci Dünya İklim Konferansı'dır. Hem konferans sonuç bildirisi hem de Bakanlar Deklarasyonu; BM Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda imzaya açılmak üzere, bir iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi görüşmelerine acilen başlanması açısından tarihsel bir önem taşımaktadır. Sera gazı salınımlarını belirli bir düzeyde tutma ya da belirlenen bir yıla kadar istenen oranda azaltma girişimlerinin sonucusu ve

en önemlisi Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'dir (Kanber vd. 2008).

### **2.3.1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi**

İnsan kaynaklı faaliyetlerden kaynaklanan küresel ısınmanın iklim üzerindeki etkilerine karşı uluslararası alanda atılan ilk ve en önemli adım 1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen Birleşmiş Milletler (BM) Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda imzaya açılan BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'dir (BMİDÇS-United Nations Framework Convention on Climate Change). 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren sözleşmeye halen, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 190 ülkenin yanı sıra, Avrupa Birliği de taraftır (Anonim 2000).

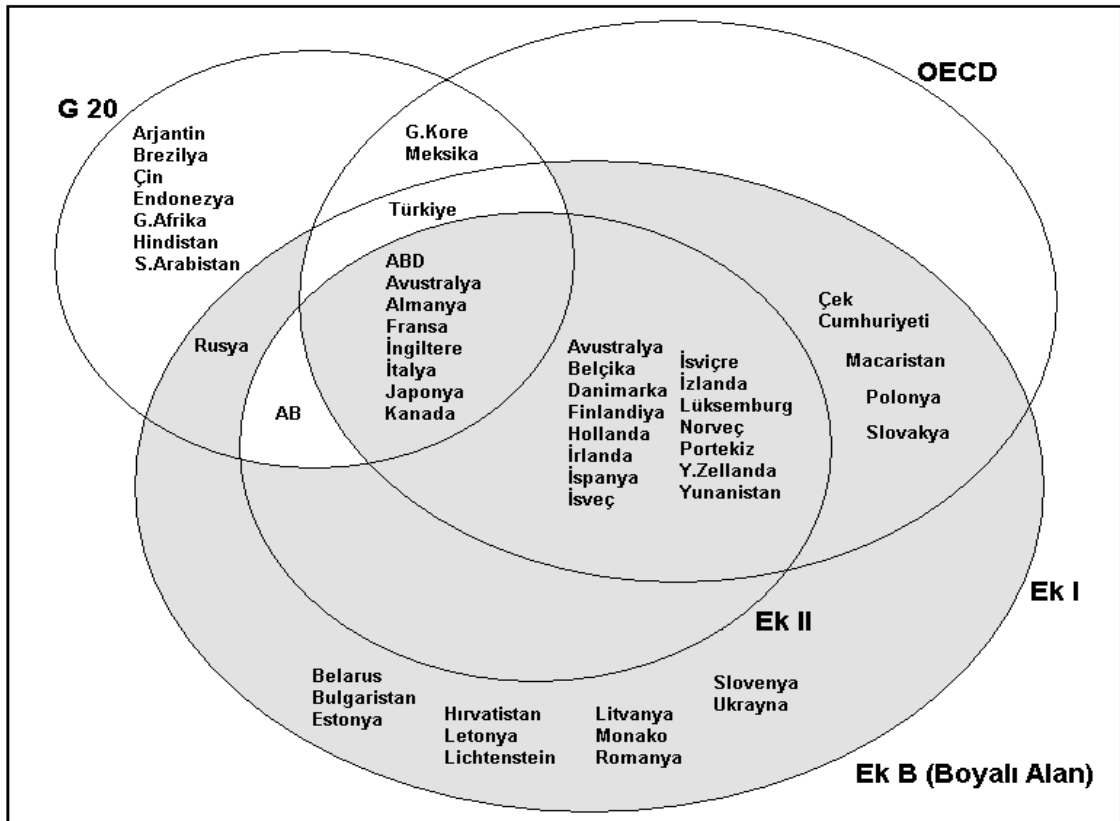
BMİDÇS, taraf ülkeleri sera gazı salınımlarını azaltmaya, araştırma ve teknoloji üzerinde işbirliği yapmaya ve sera gazı yutaklarını (örneğin ormanlar, göller) korumaya teşvik etmektedir. Sözleşme, sera gazı salınımlarının azaltılması için, ülkelere kalkınma öncelikleri, amaçları ve özel koşulları göz önüne alınarak "ortak fakat farklı sorumluluklar" yüklemektedir. "Ortak fakat farklı sorumluluklar" ilkesi bazı ülkelerin sanayi devriminden sonra iklim değişikliğine sebep olan sera gazlarını atmosfere diğer ülkelere göre daha fazla salmalarından ötürü daha fazla sorumluluk almaları gerektiği düşüncesine dayanmaktadır. Bu bağlamda sözleşme, farklı yükümlülükler göre ülkeleri üç gruba ayırmaktadır.

**1. Ek-I ülkeleri:** Sera gazı salınımlarını sınırlandırmak, sera gazı yutaklarını korumak ve geliştirmek, iklim değişikliğini önlemek için aldıkları önlemleri ve izledikleri politikaları bildirmek ve mevcut sera gazı salınımlarını ve salınımlarla ilgili verileri iletmekle yükümlüdürler. Bu grup iki ülke kümesinden oluşmaktadır. Birinci grupta 1992 yılı itibarıyla OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) üyesi ülkeler (bunların içinde Türkiye de vardır) ve AB, ikinci grupta ise Pazar Ekonomisine geçiş sürecindeki ülkeler yer almaktadır. Bu grupta halen toplam 40 ülke ve AB ülkeleri bulunmaktadır.



**2. Ek-II ülkeleri:** Sözleşmenin imzaya açıldığı 1992 yılı itibariyle OECD üyesi olan ülkeler ve AB Komisyonu yer almaktadır. Bu gruptaki ülkeler, birinci grupta üstlendikleri yükümlülüklere ilaveten çevreye uyumlu teknolojilerin özellikle gelişme yolundaki taraf ülkelere aktarılması veya bu teknolojilere erişimin teşvik edilmesi, kolaylaştırılması ve finanse edilmesi hususlarında her türlü adımı atmakla sorumlu kılınmışlardır. Bu grupta 23 ülke ve AB ülkeleri bulunmaktadır.

**3. Ek Dışı ülkeler:** Bu grupta yer alan ülkeler sera gazı salınımlarını azaltmaya, araştırma ve teknoloji üzerinde işbirliği yapmaya ve sera gazı yutaklarını korumaya teşvik edilmekte, ancak belirli bir yükümlülük altına alınmamaktadırlar. Bu grupta halen 149 ülke bulunmaktadır. Türkiye, 1992 yılında sözleşme oluşturulurken OECD üyesi olan gelişmiş bir ülke sayıldığından, Ek-1 ülkeleri arasında yer almasının yanı sıra diğer OECD ülkeleriyle birlikte sorumluluğu en yüksek olan Ek-2 ülkeleri arasında da yer almıştır (Anonim 2000).



Şekil 2.1. Ek-1, Ek-2, Ek-B, OECD ve G 20 Ülkeleri (Anonim 2000)

Türkiye, sözleşme müzakereleri sırasında bu konumunu reddetmiş ve bu sözleşmeye taraf olmamıştır. 2001 yılında sözleşmenin VII. Taraflar Konferansı'nda Türkiye'nin Ek-2'den silineceği ve özgün koşulları dikkate alınarak, diğer Ek-1 ülkelerinden farklı bir konumda Ek-1'de yer alacağı biçiminde bir karar alınmıştır. Söz konusu karar 28 Haziran 2002 tarihinde yürürlüğe girmiş olup, Türkiye bu tarihten itibaren sözleşmenin sadece Ek-1 listesinde yer almaktadır. Bu kararın ardından Türkiye, sözleşmenin yürürlüğe girmesinden 10 yıl sonra 24 Mayıs 2004 tarihi itibarıyla sözleşmeye taraf olmuştur (Anonim 2011a).

### **2.3.2. Montreal Protokolü**

Kloroflorokarbonlar (CFC) atmosfere salınımları Montreal Protokolü tarafından kontrol edilen sera gazlarıdır. Bu gazların kontrol altında tutulmaya çalışılmasının nedeni sera gazı olmasından dolayı değil, ozon tabakasında incelmeye sebep oldukları içindir. Kloroflorokarbon (CFC) salınımları geçtiğimiz birkaç yıl içinde çok keskin bir biçimde düşmüş ve atmosferdeki konsantrasyonlarının artışı yavaşlamıştır. 1992'deki Montreal Protokolü anlaşmasına göre endüstrileşmiş ülkelerde kloroflorokarbon üretimi 1996 yılında, gelişmekte olan ülkelerdeki üretimi ise 2006 yılında durdurulmuştur. Atmosferdeki konsantrasyonu azalmaya devam edecektir. Fakat atmosferde kalış süresi uzun olduğundan bu düşüş yavaş olacak, belki de yüzyıl alacaktır. Kloroflorokarbonların yerine yine bir sera gazı olan fakat kloroflorokarbonlardan daha az zararlı olan hidrokloroflorokarbonların kullanılması da 2030'a kadar durdurulacaktır (Öztürk 2009).

### **2.3.3. Kyoto Protokolü (KP)**

BMİDÇS küresel ısınma sorunu ile mücadelede ileriye dönük temel bir adım teşkil etmiştir. Bununla birlikte, sera gazı salınımlarının Dünya'nın her yerinde artmaya devam etmesi üzerine, iklim değişikliği ile mücadele konusunda, özellikle gelişmiş ülkelerin kararlı ve bağlayıcı yükümlülükler almalarının iş çevrelerine, kitlelere ve bireylere en kısa sürede eyleme geçmeleri bakımından, güçlü bir sinyal göndermektedir.

Bu düşünce ile birlikte BMİDÇS'ye taraf ülkeler mevcut anlaşma ile ilintili, ancak ayrı bir belge niteliğindeki Protokol'ü müzakere etmeye başlamışlardır. İki buçuk yıl süren müzakereler sonucunda, Protokol, sözleşmenin 1997 yılında Kyoto'da yapılan III. Taraflar Konferansı'nda kabul edilmiştir (Anonim 2011a).

Sözleşmeye göre (Öztürk 2009);

- Atmosfere salınan sera gazı miktarı %5'e çekilecek,
- Endüstriden, motorlu taşıtlardan ve ısıtmadan kaynaklanan sera gazı miktarını azaltmaya yönelik mevzuat yeniden düzenlenecek,
- Daha az enerji ile ısınma ve ulaşım sağlanacak, çöp depolamada çevrecilik temel ilke olacak,
- Atmosfere bırakılan metan ve karbondioksit oranının düşürülmesi için daha az sera gazı salan alternatif enerji kaynaklarına yönelinecek, güneş enerjisi ve nükleer enerji (karbon sıfır) gibi enerjiler ön plana çıkarılacak,
- Fosil yakıtlar yerine biodizel gibi yakıtlar kullanılacak,
- Yüksek enerji tüketen işletmelerde (çimento, demir- çelik ve kireç fabrikaları gibi) atık işlemleri yeniden düzenlenecek,
- Termik santrallerde daha az karbon çıkartan sistemler ve teknolojiler devreye sokulacak,
- Fazla yakıt tüketen ve fazla karbon üreten daha fazla vergi alınacaktır.

Protokol Mart 1998-Mart 1999 tarihleri arasında New York'ta imzaya açık kalmıştır. Bu tarihten sonra, ülkeler Protokol'e sadece "katılım (accession)" yoluyla taraf olabilmektedirler. Türkiye, Kyoto Protokolü'ne taraf değildir. Çünkü imzaya açık olduğu zaman zarfında imzalamamıştır. Dolayısıyla Türkiye'nin Protokol'e taraf olması ancak katılım yoluyla olanaklıdır. Kyoto Protokolü'nün hedefi, Ek-B Listesi'nde (Ek-B listesi: BMİDÇS'de Ek-1 listesinde yer almış ve Kyoto protokolünde emisyon hedefi belirlemiş ülkelerdir) yer alan ülkelerin sera gazı salınımlarının toplamını, 2008-2012 yılları arasında diğer bir deyişle birinci taahhüt döneminde, 1990 yılındaki seviyenin %5 altına düşürmektir. Bu genel hedefe ulaşmak için anılan ülkeler müzakereler sonucunda farklı oranlarda azaltım yükümlülükleri almışlardır.

Kyoto Protokolü 2005 yılında Rusya Federasyonu'nun onaylamasıyla yürürlüğe girmiştir. Protokol'e halen 176 ülke ve AB taraftır. Bu ülkelerden salınım azaltımı ya da kontrollü artış yükümlülüğü alan sözleşmenin Ek-I ülkeleri Protokol'ün Ek-B listesini oluşturmaktadır. Sözleşmede Ek-I'de yer alan ülkelerin sera gazı salınımlarını, 2008-2012 yılları arasında hangi oranlarda azaltacakları Kyoto Protokolü'nün Ek-B'sinde tespit edilmiştir.

Protokol'e taraf olan diğer ülkeler ise Ek-Dışı ülkeler olarak adlandırılmakta olup, bunların sera gazı salınım azaltımı konusunda sayısal hiçbir yükümlülüğü bulunmamaktadır. Bu ülkelere Hindistan, Çin, Brezilya ve Güney Afrika Cumhuriyeti örnek olarak gösterilebilir.

AB üyesi ülkeler, Ek-I ülkeleri olarak sera gazı azaltım yükümlülüklerini, kendi aralarında bir anlaşma ile topluca %8'lik azaltımı öngören bir hedef belirleyerek yeniden düzenlemişlerdir. Bu düzenleme ile örneğin İngiltere, 1990 yılı sera gazı seviyesini 2008-2012 yılları arasında %12,5 azaltmayı üstlenmiş, Yunanistan ise %25 artırma hakkı kazanmıştır. Ancak sonuçta, AB üyesi ve sözleşmenin Ek-I'inde yer alan ülkelerin sera gazı azaltım yükümlülükleri toplamı değişmemiştir.

Dünya'daki toplam sera gazı salınımlarının %25'inden tek başına sorumlu olan ve BMİDÇS'ye taraf olan ABD, 1998 yılında Kyoto Protokolü'nü imzalamıştır. Ancak 2001 yılında, Protokol'ün ülke ekonomisine zarar vereceği ve sadece gelişmiş ülkelere sorumluluk getirirken başta Çin ve Hindistan olmak üzere gelişme yolundaki ülkeleri yükümlü kılmadığı gerekçesiyle Protokol'ü onaylamayacağını açıklayarak Kyoto sürecinden çıkmıştır.

Dünya sera gazı salınımlarında yaklaşık %1,5'lük bir paya sahip Avustralya'da Nisan 1998'de Protokol'ü imzalamış, ancak ülke ekonomisinin, özellikle madencilik gibi karbon-yoğun sanayi sektörünün, Protokol'e taraf olunması durumunda büyük zarar göreceği endişesi nedeniyle onaylamamıştır. Avustralya'da Kasım 2007 genel

seçimlerini kazanan İşçi Partisi lideri Kevin Rudd, Başbakan olduğunda göreve gelir gelmez seçim kampanyasında vaat ettiği üzere Kyoto Protokolü'nü onaylamıştır.

Türkiye Kyoto Protokolü'nün müzakereleri sırasında BMİDÇS'ye taraf olmadığı için Protokol'ün müzakerelerine katılamamış, dolayısıyla sözleşmenin Ek-I listesinde yer almasına rağmen Kyoto Protokolü'nün Ek-B listesine girmemiştir. Türkiye gibi Ek-I ülkesi olan Belarus'da, Protokol'ün müzakereleri sırasında sözleşmeye taraf olmadığı için Protokol'ün Ek-B listesine girmemiştir. Bununla birlikte, Belarus 2005 yılında katılım yoluyla Kyoto Protokolü'ne taraf olmuş, ancak Ek-B listesinde yer almadığı için sera gazı salınım azaltım yükümlülüğü almamıştır. Belarus'un salınım azaltım hedefi ile Ek-B listesine girme önerisi bulunmaktadır.

Türkiye'nin AB ile yürüttüğü tam üyelik müzakereleri çerçevesinde, Birlik Mevzuatı'nın bir parçası olan Kyoto Protokolü'ne taraf olması beklenmektedir. Nitekim Türkiye'nin Kyoto Protokolüne katılımının uygun bulunduğu dair yasa tasarısı oy çokluğuyla 2009 yılında kabul edilmiştir (Anonim 2011a).

#### **2.3.4. Bali Eylem Planı**

Bali Eylem Planı'nda dikkati çeken önemli unsurlar özetle aşağıdaki gibidir,

- Sera gazı salınımlarının azaltılmasına yönelik olarak IPCC IV. Değerlendirme Raporu'nda yer alan bulgulara atıf yapılmakta, ancak sayısal hedefler yer almamaktadır.
- Sözleşmenin, halen 2012'ye kadar ve 2012 sonrası dönemde tam, etkin ve sürdürülebilir uygulanmasını mümkün kılmak amacıyla kapsamlı bir müzakereler sürecinin başlatılmasına ve 2009 yılında Kopenhag'da yapılan XV. Taraflar Konferansı'nda mutabık kalınacak bir sonuca varılmasına karar verildiği belirtilmektedir.
- Müzakerelerin sözleşme kapsamında yeni kurulacak olan bir yardımcı organ olan Uzun Dönemli İşbirliği için Geçici Çalışma Grubu çerçevesinde yürütülmesine karar verildiği ifade edilmektedir. Müzakerelerde uzun vadede salınım azaltımlarını

hedefleyen bir ortak vizyon gerektiği, sözleşmenin içerdđi hükümlerin ve ilkelerin, özellikle ülkelerin “ortak ancak farklılaştırılmış sorumlulukları”, görece kapasiteleri, farklı sosyal ve ekonomik koşulları bulunduğunun ve ilgili olabilecek diğer unsurların dikkate alınacağı vurgulanmaktadır.

- Müzakerelerde tüm gelişmiş ülkelerin, iklim değişikliği ile mücadele çabalarında sayısallaştırılmış salınım sınırlandırma ya da azaltım hedefleri de dâhil uygun mücadele yükümlülükleri üstlenmeleri istenmekte, ancak ulusal koşullarındaki farklılıklarının da dikkate alınacağı belirtilmektedir.
- Gelişmekte olan ülkelerin ise ulusal bakımdan uygun mücadele eylemlerinin sürdürülebilir kalkınma kapsamında ve teknoloji, finansman ve kapasite geliştirme destekli olması hususuna yer verilmektedir (Anonim 2011a).

### **3. MATERİYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Çalışmada kullanılan veriler ikincil veriler olup, temel olarak iklim değişikliği ile ilgili yerli ve yabancı literatürlerden yararlanılmıştır. Bunun yanı sıra Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) elde edilen istatistikler Türkiye'de sıcaklık değişimini ve sektörlere göre sera gazı salınımını belirlemede kullanılmıştır. Bu kapsamda Türkiye İstatistik Kurumu'nun Çevre ve Enerji istatistiklerinden sera gazı emisyon verileri kullanılmıştır.

#### **3.2. Yöntem**

Çalışmada iklim değişikliğine ilişkin Dünya ve Türkiye'de yapılmış olan araştırmalar kronolojik bir yapıyla sunulmuş ve ilgili kuramsal temeller açıklanmıştır. Söz konusu çalışmalar, kullanılan yöntem ve elde edilen sonuçlar itibarıyla karşılaştırılmış ve bu konudaki araştırma süreçleri değerlendirilmiştir.

## 4.ARAŞTIRMA BULGULARI

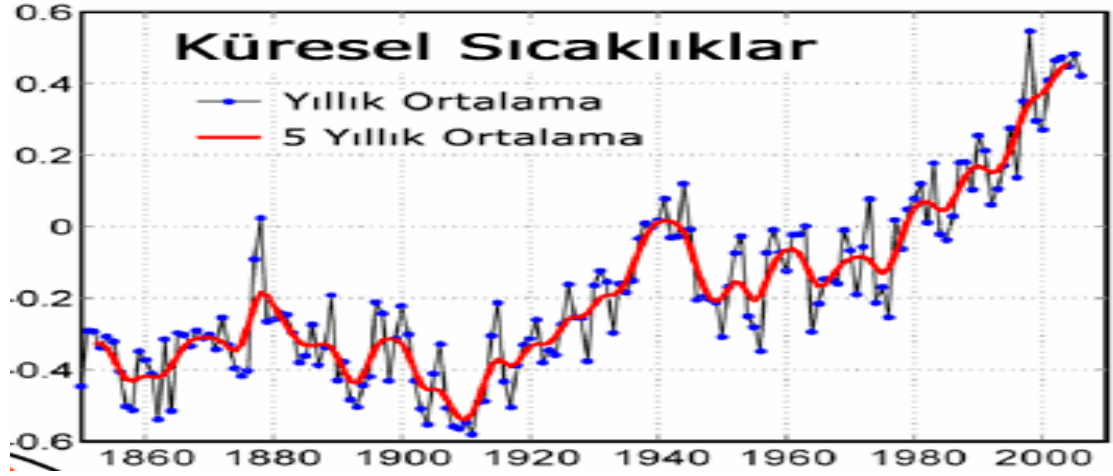
### 4.1. İklim Değişikliği ve Tarım Sektörü Üzerine Etkileri

#### 4.1.1. İklim değişikliğinin genel etkileri

Dünya'nın varoluşundan bugüne iklim, farklı nedenlerle ısınma-soğuma gibi etkiler yaratarak Dünya yüzeyinin bugünkü halini almasına neden olmuştur. Son bin yıl içerisinde iklim koşulları aşağıdaki şekillerde değişiklik göstermiştir;

- 1200'lü yıllarda ılıman ama değişken bir iklim tipi etkili olmuştur. Birkaç yüzyıl fırtına, sel, şiddetli yağış ve kuraklık gibi doğal afetler yaşanmıştır (Ahrens 1994).
- 1400-1550 yılları arasında kararlı iklim koşulları etkili olmuştur. 1550'li yılların ortalarından itibaren 300 yıl süren ve "Küçük Buz Çağı" olarak adlandırılan dönem yaşanmıştır. Bu dönemde dağ buzulları gelişerek vadilere doğru sarkmış, sert ve uzun kışlar kısa ve yağışlı yazlar görülmüştür. Bu dönem içinde 1816 yılında görülen normal olmayan iklim koşulları sonucunda Avrupa çok büyük kıtlık yaşamış, açlıktan çok sayıda insan ve hayvan yaşamını kaybetmiştir. ABD ve Kanada'da Mayıs-Eylül ayları arasında önemli soğuklar yaşanmış, bu yaz döneminde 1800 kişi donarak ölmüştür. Dolayısıyla bu dönem "Yazsız Yıl" olarak adlandırılmaktadır (Ahrens 1994).
- Şekil 4.1'de yıllar itibariyle küresel sıcaklık değişimleri verilmektedir. Buna göre 1860-2000 yılları arasındaki dönemde, küresel sıcaklıkta önemli dalgalanmalar olmuştur. Nitekim 1900-1940 yılları arasında ortalama küresel sıcaklık 0,5°C kadar artmıştır (Öztürk 2002). Ancak 1920 ile 1940 yılları arasında ortalama küresel sıcaklıkta hızlı bir artış gözlenmiştir. 1940-1980 yılları arasında bir önceki 20 yılın aksine ortalama küresel sıcaklıkta düşüş gözlenmiştir. 1970, 1980, 1990'larda ise ortalama küresel sıcaklıklarda artış eğilimi gözlenmiş, 1990'lı yıllarda 1978 yılından sonra en sıcak 8 yıl yaşanmıştır (Öztürk 2002).





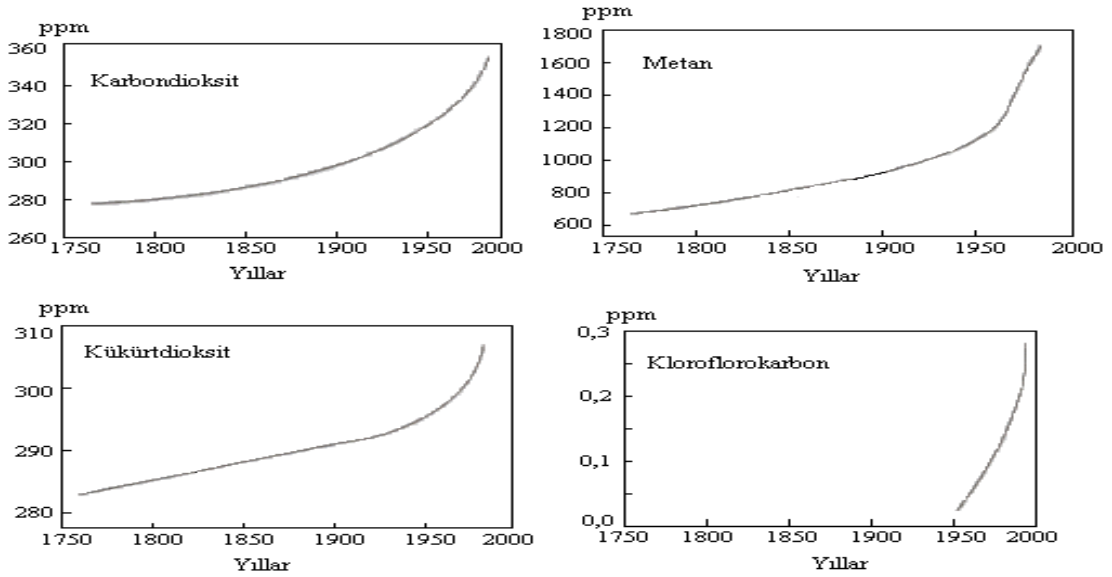
Şekil 4.1 Yıllar itibari ile küresel sıcaklık değişimleri (Anonim 2008)

1970-1980 yılları arasında iklim değişikliği değerlendirildiğinde, oluşan değişimin 5 yıldan 50 yıla kadar etkisini kaybetmeyen ve troposferi ısıtıp stratosferi soğutan sera gazlarının ortaya çıktığı fark edilmiştir. Bu sera gazlarının İklim değişikliğine etkisinin hızlı bir şekilde artabileceği ve ciddi coğrafi değişiklikler yaratabileceği öngörülmüştür (Wetherald and Manabe 1999). Bununla birlikte gelecekte gerçekleşecek iklim değişikliği üzerine doğal süreçlerin ve insan yapımı durumların etkili olacağı da öngörüler arasında olmuştur. Nitekim yapılan çalışmaların sonucunda 1900-1980 yılları arasında olduğu tahmin edilen ısınmanın  $0,2^{\circ}\text{C}$ 'sinin insanlar tarafından meydana getirildiği ortaya koyulmuştur. Bununla birlikte 1990 ile 2000 yılları arasında  $0,4^{\circ}\text{C}$ - $0,5^{\circ}\text{C}$ 'lik bir artış olacağı tahmin edilmiştir. Ayrıca bu dönemde atmosfer ve deniz seviyesindeki etkileşimin buz tabakasını eritebileceği de tartışılmıştır (Flohn 1980).

1980 ile 1990 yılları arasındaki dönemde insanların özellikle ormanlık alanları yok etmeleri ve fosil yakıt yakmalarından dolayı atmosferdeki  $\text{CO}_2$  miktarının %25 oranında artış gösterdiği belirtilmiştir. Artan  $\text{CO}_2$  ile birlikte diğer sera gazları da bu dönemde artış göstermiştir. Bu artışın sonuçlarını ortaya koymak amacıyla oluşturulan iklimsel modellerin sonuçlarına göre gelecek yüzyılda Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığının  $2^{\circ}\text{C}$ 'den  $6^{\circ}\text{C}$ 'ye çıkacağı ve aynı zamanda deniz seviyesinin de  $0,5\text{ m}$ 'den  $1,5\text{ m}$ 'ye çıkacağı tahmin edilmiştir. Ancak bu modellerde gelecekteki sera gazı değişimi ve geçmiş birikimleri tam olarak hesaba katılmadığından bu değişimlerin daha küçük veya daha büyük olarak ortaya çıkabileceği de belirtilmiştir. Bu nedenle sera gazı etkisi

ile ilgili olarak 1980'li yıllar ve gelecek için yapılan bu tahminlerin ciddi bir belirsizlik taşıdığı da bu dönemde ileri sürülmüştür (Schneider 1989).

Sera gazlarının atmosfere salınımı 2000 yılına kadar sürekli olarak artış göstermiştir (Şekil 4.2). Bu artışa bağlı olarak 1980'li yıllarda başlayan ardışık sıcak yılların ardından 1990 ve 2000 yılları arasında yüksek sıcaklıklar rekor seviyelere ulaşmıştır. Bu rekor yüksek sıcaklıklar ise küresel ısınmanın beklendiği ve öngörüldüğü biçimde sürdüğünü göstermiştir (Türkeş vd. 2000).



**Şekil 4.2.** Yıllara göre sera gazlarının atmosfere salınımı (Anonim 2001)

Isınmanın hızla devam etmesinin önüne geçmek amacıyla hükümetlerin ve karar organlarının, insan kaynaklı sera gazı salınımlarının oluşturduğu tehlikeler için acil ve köklü önlemler almaları gerektiği bu dönemde ortaya koyulmuştur. Alınması gereken önlemlerin başında, çeşitli insan etkinlikleri sonucu atmosfere salınan sera gazı salınımlarının kontrol edilmesi ve fazla zaman yitirmeksizin belirli bir düzeyin altında tutulmasının gerektiği savunulmaktadır. Sera gazı salınımlarını en aza indirecek önlemlerin geciktirilmesi, ülkeleri ve Dünya'yı gelecekte iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle savaşmada hazırlıksız ve zayıf bırakacağı da öne sürülmektedir. Ayrıca iklim sistemindeki zaman ölçeklerinin çok uzun süreli olması nedeniyle, iklim değişikliğinin

oluşturduğu çevresel bozulmaların ve değişikliğin kısa zamanda giderilemeyeceği de bu dönemde önemle vurgulanmıştır (Flohn 1980).

2000-2010 yılları arasındaki dönemde yeryüzündeki karbondioksitin yaklaşık %97'sinin doğal yolla, %3'ünün ise insan faaliyetleri sonucu atmosfere yayıldığı ifade edilmiştir. Özellikle son 20-30 yıl içinde çok yönlü insan faaliyetleri sonucu karbondioksitin atmosferdeki konsantrasyonlarında sürekli bir artış meydana geldiği ortaya koyulmuştur. Karbondioksitin yanı sıra diğer sera gazlarında da sürekli bir artış olduğu ifade edilmiştir. Atmosfer sıcaklığında artışa neden olan bu gazlar XIX. yüzyıldan bu yana ortalama küresel sıcaklığın  $0,76^{\circ}\text{C}$  artmasına neden olmuştur. Bu yüzyılda ise sıcaklığın en az  $1,1^{\circ}\text{C}$  ve en çok ise  $6,4^{\circ}\text{C}$  yükseleceği ileri sürülmüştür (Anonim 2007b). Nitekim Dünya yüzeyindeki ısınmanın 2100'lü yıllarda diğer iklim etkilerinin sabit kalması durumunda ortalama  $1-2^{\circ}\text{C}$  artış göstereceği ve bu artışın 1000 yıl önceki modern medeniyetten beri Dünya'da görülen en hızlı artış olacağı tahmin edilmiştir (Saunders 1999). Küresel ısınmanın bu denli artmasının Dünya'nın birçok bölgesinde yaşamı tehdit ettiği de bu dönemde öne sürülmüştür. Özellikle sera gazlarının en yoğun olduğu (yaklaşık %70-80'inin üretildiği) kentsel alanlar ve çevresinin en çok tehdit altında olan yaşam alanları olduğu ileri sürülmüştür (Gül vd. 2009). Dünya genelindeki ortalama sıcaklığın  $1,5^{\circ}\text{C}$  artıp  $15,5^{\circ}\text{C}$  seviyesine çıkması durumunda ise insanlığı tam bir felaketin beklediği düşünülmektedir (Anonim 2007b). Bu artışın ormanlar, tarım, insan ömrü, ekosistem, enerji tüketimi gibi var olan sistemlere olan birtakım etkileri mali olarak değerlendirilmiş ve tahminlerde bulunulmuştur. Yapılan bu tahminlerde Dünya yüzeyindeki  $1^{\circ}\text{C}$ 'lik artışın, Avrupa Birliği Kalkınma Teşkilatında bulunan Çin ve Orta Doğu'da olumlu etkileri varken, diğer ülkeler üzerine olumsuz etkileri olduğu belirtilmiştir (Tol 2001). Ayrıca bu dönemde iklim değişikliğinin son 30 yılda türlerin dağılımında ve miktarlarında da birçok değişiklik yarattığı ifade edilmiştir. Tür dağılım projeksiyonları kullanılarak Dünya'nın karasal yüzeyinin %20'sini kapsayan örnek bölgeler için nesil tükenme riskinin değerlendirilebileceği belirtilmiştir. Örnek alanlardaki türlerin neslinin tükenme ihtimalinin %15 ile %37 arasında olduğu tahmin edilmiştir (Thomas *et al.* 2004). Dünya genelinde ise 100 yıl içinde tüm bitki ve hayvan türlerinin yaklaşık %30'unun yok olacağı düşünülmektedir (Anonim 2007b). Tüm bu

tahminlerin yanı sıra sayısal deneylerle birleşen iklim model çıktıları gelecekteki su kaynakları hakkında da bazı fikirler öne sürmektedir. Bu model çıktılarında küresel ısınmanın su kaynaklarını olumsuz etkileyeceği ortaya çıkmıştır. Küresel ısınma yüzünden 100 yıl içinde 1,2 milyar kişinin susuz kalacağı ve ani sel baskınlarının her yıl 2,5 milyon kişinin ölümüne yol açacağı tahmin edilmiştir. Ayrıca 1°C'lik artışa karşılık tarımsal sulama ihtiyacının %10 artacağı ve 2020 yılında su sıkıntısı çeken kişi sayısının 1,2 milyara yükseleceği ileri sürülmüştür. Bunların yanı sıra su temini ve kullanımının hızla değişen coğrafyası ve karışıklığı nedeniyle gelecekteki su kaynaklarının yeterliliğini değerlendirmenin zor olduğu da ifade edilmiştir (Vörösmarty *et al.* 2000; Anonim 2007b).

#### **4.1.2. İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri**

Tarım sektörü bir yandan sera gazı salınımları yaparken, bir yandan da atmosferde yoğunluğu giderek artan bu gazlardan etkilenmektedir. Ortalama küresel sıcaklıktaki artışların, ormanlar, su kaynakları, topraklar, bitkisel ve hayvansal üretim başta olmak üzere tüm tarım sektörünü etkileyeceği tartışılmaktadır.

1970 ile 1980 yılları arasındaki dönemde iklim değişikliğini tarım ve su kaynakları kullanımı gibi insan aktivitelerinin etkilediği ileri sürülmüştür. Kesin bir sebep olmasa dahi uzun süreli incelemeler sonucu tarım veya ekolojinin iklim değişikliğini karakterize ettikleri veya tarım üzerine iklim değişikliğinin çevresel bir kısıtlama olarak düşünülebileceği söylenmiştir. Ancak iklim değişikliğinin şiddetini artırması kuraklığın önlenemez duruma geleceğinin bir göstergesi olduğu ve teknoloji kullanımının gelecekte bunun önüne geçemeyeceği de ifade edilmektedir (Ausubel and Biswas 1980).

1988 yılında atmosferin kimyasındaki değişimin Dünya'nın iklimini değiştirdiği ve bu değişikliğin tarım ve diğer ekonomik aktiviteler için ciddi yaptırımları olduğu açıklanmıştır. Birçok araştırma yapılmasına rağmen gelecekte oluşacak küresel ısınmanın, tarıma olan etkisini tam olarak ortaya çıkarmanın zor olacağı, ancak kuru

tarım uygulamaları ve ürün veriminin çevredeki CO<sub>2</sub> oranını artıracakı bildirilmektedir. Artan CO<sub>2</sub>'in meydana getirdiği iklim değişikliğinin ülkeler arasında farklılık gösterdiği ve değişen iklim nedeniyle bazı ülkeler fayda görürken bazı ülkelerin de zarar gördüğü vurgulanmıştır. Eğer iklim değişikliği süreci bu şekilde artarak devam ederse bütün ülkelerin iklim değişikliğinden zarar göreceği ortaya koyulmuştur. Bu dönemde nüfus artışı, ekonomik gelişme, teknolojik değişmeler ve karbondioksit oranının artmasından dolayı iklim değişikliği ciddi etkiler yaratmaya başlamıştır. Ancak bu durumun Dünya tarım kapasitesinin büyümesini ciddi anlamda kısıtlayacakı anlamına gelmediği de belirtilmiştir (Corosson 1989).

1990-2000 yılları arasında iklim değişikliğinin toprak ve biyosfer (canlı kürenin) üzerine etkilerinin karmaşıklığının modelleme yaparken zorluk çıkardığı belirtilmiştir. Bu dönemde yapılan çalışmalarda yağış miktarındaki ve buharlaşma rejimlerindeki değişikliklerin, toprakta nemin depolanmasını azalttığı ifade edilmiştir. Buna karşılık yükselen karbondioksitin bitkisel terlemede azalmaya sebep olmasının kısmen bu durumu dengeleyebildiği belirtilmiştir. Ayrıca karbondioksit miktarındaki artışın, birim yaprak alanı başına %50'ye kadar bir oranla terleme kaybını azaltma potansiyeli göstererek bitkilerdeki bekçi hücrelerin dayanıklılığını artırdığı ifade edilmiştir. Ancak daha yüksek buharlaşma oranlarının toprak nemini ve toprak üstünde kalan yağış miktarını azaltacakı tahmin edilmiştir (Parson 1991). Ayrıca yeryüzünde karbondioksit dağılıımının değişmesiyle saman niteliğinin de değişeceği ve tropik bölgedeki iklim değişikliğinin az miktarda olacakı ileri sürülmüştür. Yılın belli bir kısmında yaşanacak su sıkıntısının saman niteliğinde ve tropik bölgelerde yaklaşık %10 oranında değişiklik yaratacakı tespit edilmiştir (Tinker *et al.* 1996). Gelişmekte olan ülkelerde bu değişikliğin, üretim alanlarına etkisinin hem ülkedeki nüfusun refahını hem de ülkelerin ekonomik gelişimini tehdit ettiği kanısına varılmıştır. Bu gelişmekte olan Dünya'da tropik alanların, çevresel faktörlerin zararına uğramaya yatkın oldukları ifade edilmiştir (Mendelsohn *et al.* 1999).

1999 yılına kadar yapılan çalışmalar, iklim değişikliğinin tarım üzerine olan potansiyel ekonomik etkilerini tahmin etmiştir ve bu sonuçlar direkt olarak benzerlik taşımasa da

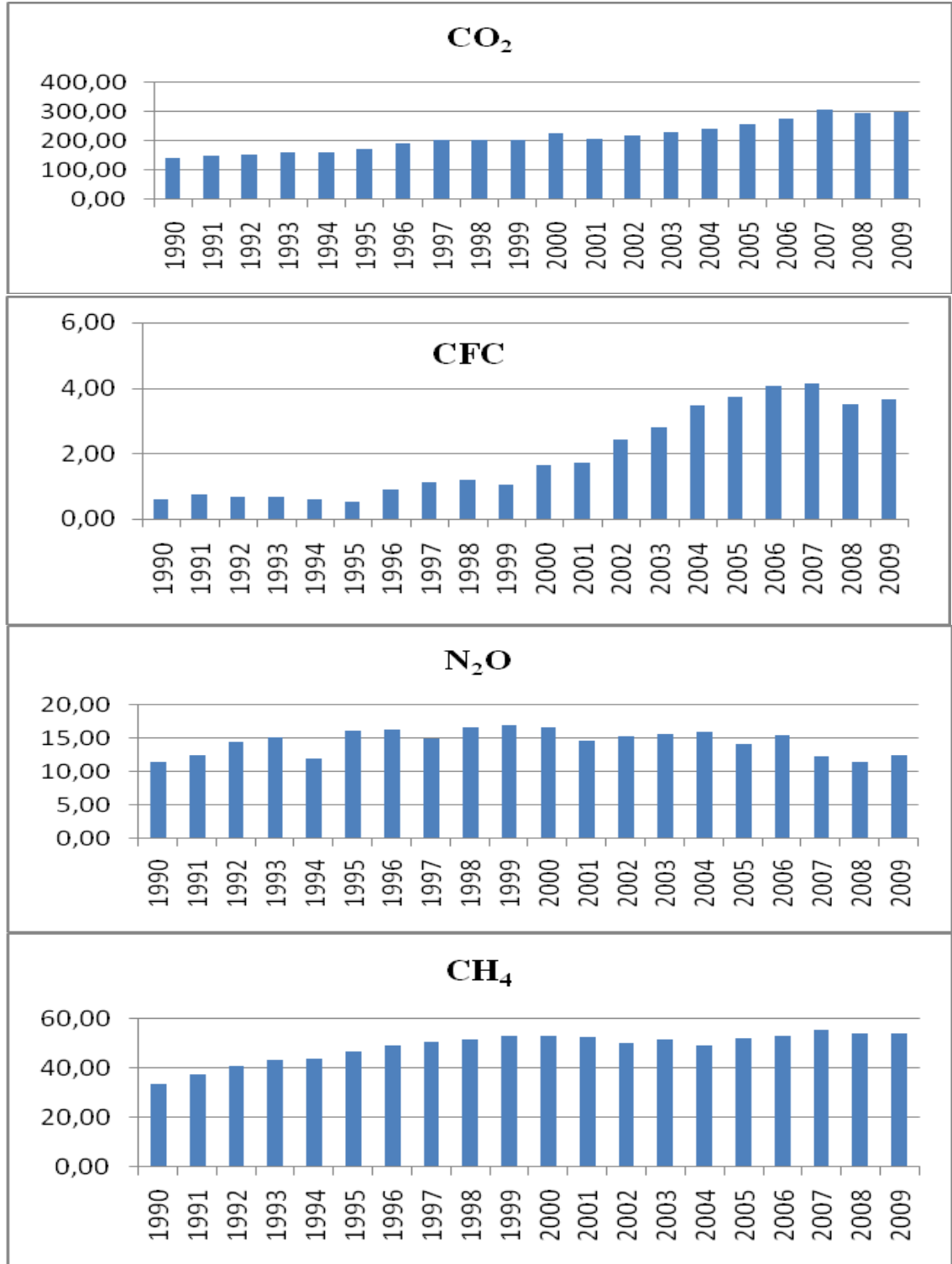
genel bir tablo çizilebilmiştir. Tarım ve ekonomi üzerine tahmin edilen etkiler tam olarak doğrulanmazken bazı bölgesel ve çevresel etkilerin biraz daha ciddi olabileceği savunulmuştur. Ayrıca bu dönemde sera gazı etkisini kısıtlamak için gelecek hakkında verilen kararların kısmen tarım uygulamalarına uyum sağladığı ifade edilmiştir (Lewandowski and Schimmelpfenning 1999).

2000-2010 yılları arasında tarımsal faaliyetlerin atmosfere önemli miktarlarda CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O gazları saldığı ifade edilmiştir. CO<sub>2</sub> salımının büyük ölçüde katı organik maddelerden, samanların yakılmasından veya mikrobiyal bozulmalardan kaynaklandığı, CH<sub>4</sub> salımının, oksijenden yoksun olunan durumlarda organik maddelerin ayrışmasıyla özellikle su altında pirinç yetiştirmek, gübre depolamak ve geviş getiren hayvanlar tarafından yapılan fermantatif sindirim nedeniyle meydana geldiği ve atmosfere salındığı ortaya koyulmuştur. Bununla birlikte N<sub>2</sub>O, topraktan ve gübreden nitrojenin mikrobiyal dönüşümü vasıtasıyla üretildiği belirtilmiştir (Anonim 2007b). Yanlış arazi kullanımı ve bilinçsiz ve aşırı gübreleme gibi tarımsal faaliyetler sonucunda karbon kaynağı olan topraklardan sera gazı salınımlarının arttığı ileri sürülmüştür (Lal 2006). Bu gibi tarımsal faaliyetlerin Dünya üzerinde artan sera gazlarının yaklaşık %20'sinden sorumlu olduğu tahmin edilmiştir (Pathak and Wassman 2007; Houghton 2003). Buna karşılık tarımsal uygulamalar ve üretiminin, küresel ısınmaya olan olumsuz etkilerinin yanı sıra artan Dünya nüfusunun sağlıklı bir biçimde yaşamını sürdürebilmesi açısından son derece önemli olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca tarım sektörünün de iklim değişikliğinden olumsuz etkilendiği belirtilmiştir. İklim değişikliğinin erozyonun artması, tarımsal işlemlerde (toprak işleme, sulama, ilaçlama vb.) güçlükler, hastalıkların artması ve kontrollerinin zorluğu gibi etkilere yol açarak tarım ürünlerinin verimini ve kalitesini olumsuz yönde etkilediği ifade edilmiştir. Ayrıca bu dönemde önemli oranlarda yiyecek sıkıntısının ve açlığın baş göstereceği de tahmin edilmiştir. Bir taraftan da diğer koşullar optimum olduğu durumlarda atmosferde artan CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun bitkilerin su kullanım etkinliklerini ve fotosentetik aktivitelerini teşvik edeceğinden dolayı ürün verimlerinin %10-50 oranında artacağı tahmin edilmiştir (Siqueira *et al.* 2001). Ancak artan sıcaklığın genel olarak tarım ürünleri üzerine olumsuz yönde etki edeceği ve bitkilerde görülen hastalıklarda sıcaklıkla birlikte bir

artış meydana geleceği de öne sürülmüştür. Bu yüzden kurak bölgelerdeki çiftçilerin hem daha çok sulama yapacakları hem de daha fazla tarım ilacı kullanacakları öngörülmüştür. Örneğin artan sıcaklık çeltik bitkisi için artan terleme oranı, vegetatif gelişim eksikliği ve dane dolum dönemine olumsuz etkilerde bulanacak ve çeltik gelişimini olumsuz yönde etkileyerek verim kayıplarına neden olacağı tahmin edilmiştir (Pathak and Wassmann 2007). Ayrıca, artan sıcaklık ile beraber Dünya üzerinde su sıkıntısının da yaşanacağı ileri sürülmüştür (Goyal 2004).

#### **4.1.3. Türkiye’de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri**

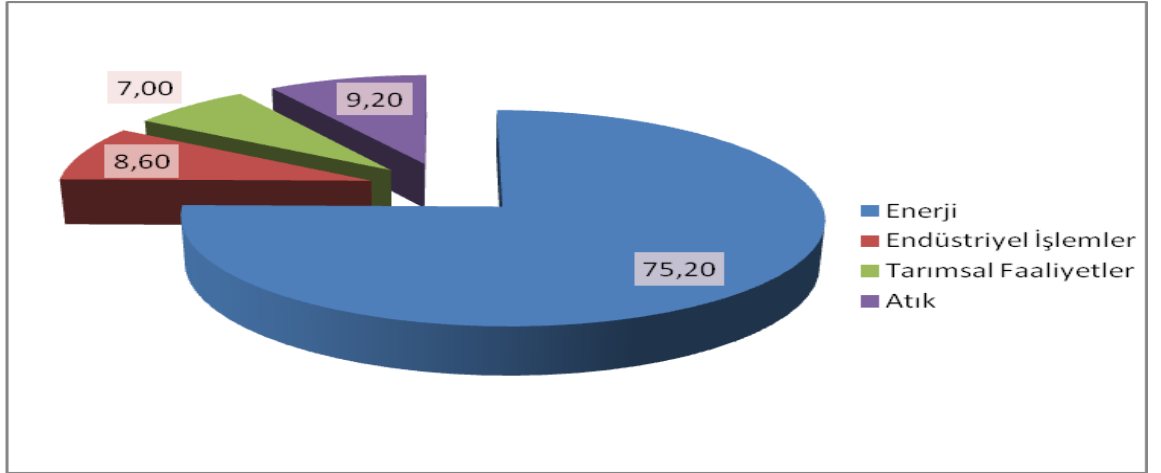
Türkiye’de, 1990-2009 yılları arası dönemde karbondioksit, kloroflorokarbon, metan ve diazotmonoksit salınımları Şekil 4.3’de gösterilmektedir. 1990 yılında 148 milyon ton olan karbondioksit salınımı, 2007’de son 30 yıldaki en yüksek seviye olan 310 milyon tona ulaşmıştır. Ancak 2007 yılına göre 2008 ve 2009 yıllarında azalma gözlemlenmiş ve karbondioksit salınımı 2009 yılında 300 milyon tona gerilemiştir. Metan salınımı 1990 yılında 35 milyon ton iken, karbondioksit salınımında olduğu gibi 2007 yılında son 30 yıldaki en yüksek seviyesi olan 55 milyon tona çıkmıştır ve 2008 yılında metan salınımı 53 milyon tona gerilemiştir. Diazotmonoksit salınımı 1990 yılında 11 milyon ton iken 1999 yılında son 30 yıldaki en yüksek seviyesi olan 17 milyon tona ulaşmıştır. Ancak bundan sonra diazotmonoksit salınımları azalmaya başlamış ve 2009 yılında 13 milyon tona düşmüştür. 1990 yılında 0,6 milyon ton olan kloroflorokarbon salınımları ise 1990 yılından sonra hızla artmıştır ve 2007 yılında 4 milyon tona kadar ulaşmıştır. Ancak 2007 yılından sonra gerilemeye başlamış ve 2009 yılında kloroflorokarbon salınımları 3,6 milyon tona gerilemiştir.



Şekil 4.3. Türkiye’de 1990-2009 yılları arasında sera gazı salınımları (Anonim 2011b)

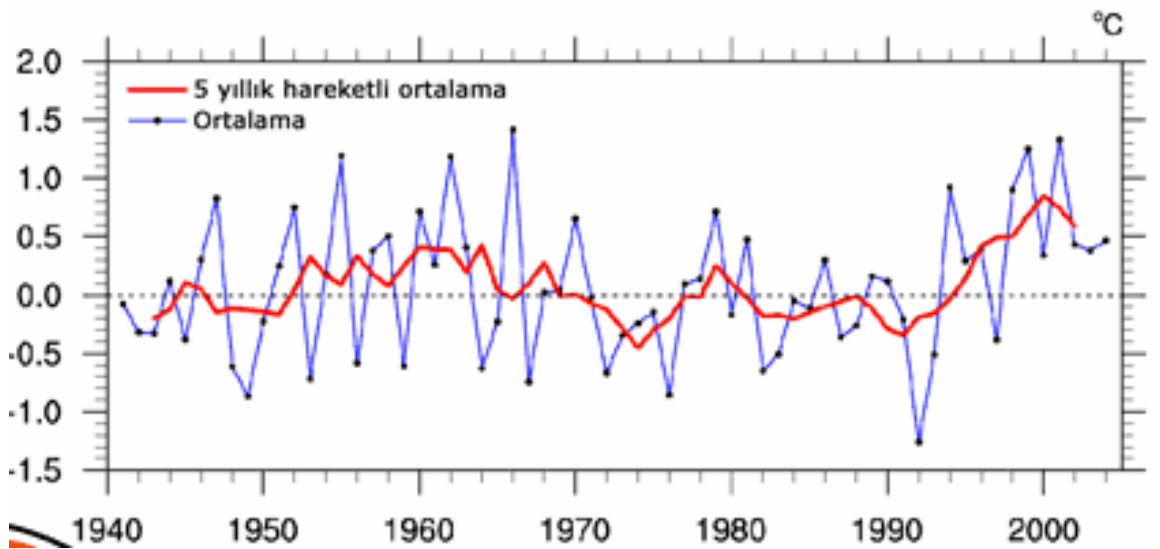


Şekil 4.4'de Türkiye'de sektörlere göre sera gazı salınımları gösterilmektedir. Sera gazı salınımlarının %75,30'u enerjiden, %9,20'si atıklardan, %8,60'ı endüstriyel işlemlerden, %7'si ise tarımdan kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.4. Türkiye'de sektörlere göre sera gazı salınımları (Anonim 2011b)

Sera gazlarının neden olduğu küresel iklim değişikliğinin Türkiye'ye yansımaları şekil 4.5'de verilmiştir. Buna göre özellikle 1990 ve 2000 yılları arasında sıcaklık değişiminde hızlı ve sürekli bir artış olduğu görülmektedir (Anonim2007a).



Şekil 4.5. Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklık sapması (Anonim 2008)

Küresel ısınma nedeniyle Türkiye'nin yaşayacağı en önemli felaket kuraklıktır. Büyük bir kısmı yarı-kurak bir iklimin etkisi altında olan Türkiye, küresel ısınmadan en fazla etkilenecek ülkelerin başında gelmektedir. Bunun en önemli sebebi Türkiye'nin hemen güneyinde bir çöl kuşağının bulunması ve ısınmayla birlikte bu kuşağın kuzeye doğru ilerlemesidir. Sıcaklıkta meydana gelecek 1-3,5°C arasında ısınma, orta enlemlerin 150-550 km kutuplara doğru hareket etmesine neden olacaktır. Bu durumda ekosistemlerin coğrafik dağılımı ve kompozisyonunun yeni şartlara cevabı değişecektir. Türlerin pek çoğu yeni şartlara yeterince hızlı uyum sağlayamayıp yok olacaktır. Bu da Türkiye'yi çölleşme ile karşı karşıya bırakacaktır. Türkiye'nin içinde bulunduğu bölgenin su kıtlığı, kuraklık ve toprak erozyonu sorunları ile karşı karşıya olması da, Türkiye'yi küresel ısınmanın zararlı ve şiddetli etkilerini en önce yaşayacak ülkeler arasına sokmaktadır (Doğan 2005). 1960'lı yıllarda Konya-Karapınarda meydana gelen çölleşme Türkiye'nin ekolojik olarak ne kadar hassas olduğunu göstermiştir. Küresel ısınma tehdidi birçok ürünün yetişememesi, zaten zor durumda olan tarım sektörünün bir başka darboğaza gireceği anlamına da gelmektedir. Özellikle topraktaki nem oranının düşmesi, %29 oranında bulunan ekilebilen topraklarımızı daha da azaltacaktır (Aksay vd. 2005). Kar ve yağmur (özellikle de kar) yağışının azalması yeraltı sularının seviyesinin düşmesine, dolayısıyla akarsu ve göllerin kurumasına neden olmaktadır. Bu da, Türkiye'nin kalkınması ve geçimi için son derece önemli olan tarıma büyük darbe vuracak ve Türkiye büyük bir açlık ve kuraklık tehlikesi ile karşı karşıya kalacaktır. Sulu tarım yapılan Çukurova ve benzeri yöreler kuraklık nedeniyle verim kaybına uğrayacaktır (Şahin 2007). Örneğin Çukurova yöresinde sulama suyunun kısıtlı olması durumunda mısır veriminde %58 ve %43,4 oranlarında azalma öngörülmektedir (Şen 2009). Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde toprağın tarımsal üretkenliğinin azalması tarım, mera, orman vb alanların amacı dışında kullanılarak sürdürülebilirliğin ve verimliliğin azalmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla devam eden bozunma süreci toprak kalitesini de azaltmaktadır. Türkiye'de yapılan çalışmalarda, aylık ortalama sıcaklıkların 2070'li yıllarda, 2-3°C dolaylarında artacağı, Adana-Samsun hattının batısında kalan yörelerde her 10 yılda bir yoğun kuraklıkların yaşanacağı kestirilmektedir. Yağışın %25 azalacağı, kar erimeleri sonucu oluşan yüzey akışının şimdiye göre 2-3 ay önce meydana geleceği öngörülmektedir. İklim değişikliği nedeniyle birçok tarım ürününün üretim alanı, ekim/dikim zamanları değişecektir. İklim

değişikliği yüzünden, bölgenin temel bitki dokusunda önemli değişiklikler meydana gelecek, orman sınırı daha yukarılara çekilecektir. Mera alanları daralacak, sürü yetiştiriciliği kalkacak, ahır-ağıl yetiştiriciliğine dönecektir. İklim değişikliği nedeniyle sıcaklıkların artması, su kaynaklarının azalması, suya olan istemi önemli ölçüde artıracaktır. Bu durum aynı zamanda, nüfus artışı ve endüstriyel gelişme nedeniyle, çok önemli su stresine neden olacaktır. Dolayısıyla, Türkiye’de tarımdaki su kullanımının azaltılmasını zorunlu kılacaktır. Ayrıca, küresel ısınma nedeniyle topraklarda tuzluluk-alkalilik gibi sorunlar da ortaya çıkacak ve sürekli artacaktır (Kanber vd. 2008).

IPCC’nin salınım senaryosuna dayalı bölgesel iklim modeli kullanılarak gerçekleştirilen geleceğe yönelik kestirimler, Türkiye’de 2071-2100 dönemleri için kış aylarında tahmin edilen sıcaklık artışının ülkenin doğu kesiminde daha yüksek olacağını göstermektedir. Yaz mevsiminde bu durumun tersine dönerek, özellikle Ege bölgesi olmak üzere ülkenin batı kesiminde 6°C, ortalama sıcaklığın ise 2-3°C daha yüksek seyredeceği tahmin edilmektedir (Önol and Semazzi 2006).

Bir diğer senaryoya göre, küresel dolaşım modelleriyle elde edilen sonuçlar, halen 100 yılda bir oluşan kuraklığın 2070’li yıllarda Adana-Samsun hattının batısında kalan bölgelerde 40 yıldan daha az bir sürede hatta bazı yerlerde 10 yılda bir gerçekleşeceğini göstermektedir (Kundzewicz *et al.* 2007). IPCC’nde Küresel İklim Modelleri ile yapılan projeksiyonlara göre, 2030 yılında Türkiye büyük bir kısmı oldukça kuru ve sıcak bir iklimin etkisine girecektir. Türkiye’deki sıcaklıklar kışın 2°C, yazın ise 2-3°C arasında bir değerde artacaktır. Yağışlar kışın %10'luk bir artış gösterirken yaz mevsiminde %5 ile %15 azalacaktır. Ayrıca yazın toprak neminin de %15 ile %25 arasında bir değerde azalacağı tahmin edilmektedir. Akdeniz havzasındaki su seviyesinde 2030 yılına kadar 18 cm-12 cm'lik, 2050 yılına kadar 38 cm-14 cm'lik ve 2100 yılına kadar 65-35 cm'lik bir yükselme görüleceği tahmin edilmektedir (Anonim 2007a).

İklim Değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkisi de, yağış özelliklerinin değişmesinden kaynaklanmaktadır. Yağışlarda iklim nedeniyle meydana gelen

değişmeler, hidroloji ve su kaynakları için çok önemli sonuçlar doğurabilir niteliktedir. Genel olarak, yağış Türkiye'nin Ege ve Akdeniz kıyılarında azalmakta, Karadeniz kıyılarında ise artmaktadır. İç Anadolu'da yağış açısından çok az veya hiçbir değişiklik görülmemektedir. En şiddetli (mutlak) azalma güney batı kıyılarında gözlemlenirken, Kafkasya kıyı bölgelerinin ise oldukça fazla yağış alması beklenmektedir. Bu gözlemler, hem kış hem de ilkbahar toplamı için geçerlidir (Önol and Semazzi 2006). Uluslararası İklim Değişikliği Paneli'nin araştırmaları, biyolojik çeşitlilik zenginliği nedeniyle Türkiye'ye özel önem verilmesini ve iklim değişikliğinin Türkiye'deki etkilerinin özenle araştırılması gerektiğini vurgulamaktadır (Anonim 2007a).

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Doğal sera gazları Dünya sıcaklığının yaşanabilir seviyede kalmasını sağlamaktadır. Bu gazların miktarındaki artış Dünya yüzeyinin gereğinden fazla ısınmasına neden olmaktadır ve bu ısınma küresel ısınma olarak adlandırılmaktadır. Küresel ısınmanın potansiyel sonucu ise normal olmayan iklimlerin yaşanması yani iklim değişikliğidir. Aslında Dünya 4,5 milyar yıllık tarihi boyunca defalarca ısınma ve soğuma evreleri geçirerek çok büyük iklim değişimlerine sahne olmuştur. Ancak insanlık tarihinin başlamasıyla birlikte ve özellikle de 18. yüzyılın ikinci yarısından itibaren insanların çeşitli etkinliklerinin de iklimi etkilediği bir döneme girilmiştir.

1900-1940 yılları arasında artan ortalama küresel sıcaklığın ardından 25 yıllık bir soğuma sürecine girilmiştir. Bu sürecin ardından Dünya insan faaliyetlerinin de etkisiyle ısınma periyodu yaşamaktadır ve 1970'li yıllardan itibaren ortalama küresel sıcaklıklarda artış eğilimi gözlenmiştir. Ancak sıcaklık artışının miktarı konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Örneğin Aksay vd. (2005) yaptıkları çalışmada 1900 yılından bu yana ortalama küresel sıcaklıkta  $0,5^{\circ}\text{C}$ 'lik bir artış gözlemlemişlerdir. Buna karşın Sağlam vd. (2008) yaptıkları çalışmada bu artışın  $0,7-0,8^{\circ}\text{C}$  olduğunu ileri sürmektedirler. IPCC'nin 2007'de yayınladığı raporda ise ortalama küresel sıcaklık son yüzyılda tam olarak  $0,76^{\circ}\text{C}$  arttığı belirtilmektedir. Yapılan çalışmalara göre gelecek yıllarda ortalama küresel sıcaklığın artmaya devam edeceği öne sürülmektedir. 2100'lü yıllarda diğer iklim etkilerinin sabit kalması durumunda Saunders (1999) küresel ortalama sıcaklığın  $1-2^{\circ}\text{C}$  artacağını tahmin etmektedir. Bir başka görüş olarak Aksay vd. (2005) ortalama küresel sıcaklığın  $3^{\circ}\text{C}$ 'lik artış göstereceğini ve deniz seviyesinde ise 70 cm yükselme meydana geleceğini ileri sürerken, Schneider (1989) sıcaklığın  $4^{\circ}\text{C}$  artacağını ve deniz seviyesinde 150 cm yükselme meydana geleceğini ileri sürmektedir. IPCC'nin raporuna (2007) göre ise 2100 yılına kadar ortalama sıcaklıkta en az  $1,1^{\circ}\text{C}$  ve en fazla  $6,4^{\circ}\text{C}$  yükselme beklenmektedir. Yine aynı raporda deniz seviyesinde 15-59 cm arasında yükselme olacağı da tahmin edilmektedir.

Gelecekteki sıcaklık değişimi tahmin edilirken sera gazı değişimi ve geçmiş birikimleri tam olarak hesaba katılmadığından dolayı tahmin edilen sıcaklık değişimleri gerçekte meydana gelenden daha küçük veya daha byk olabilmektedir. Farklı araştırmalarda farklı tahminlerin ortaya çıkma nedeni ise gelecekteki sera gazı emisyonlarıyla ilgili olarak farklı senaryolar üretilmesinden ve farklı iklim hassasiyet modelleri kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Yeryüzündeki 1°C'lik sıcaklık artışının, yalnızca Çin ve Orta Doğu'da olumlu etkiler yaratabileceği tahmin edilmektedir. 2000-2010 dönemi arasında, oluşan iklim değişikliğinin Dünya zerindeki türlerin dağılımı ve miktarında birçok değişiklik yarattığı ifade edilmektedir. Bununla birlikte 2006'da Avusturya Alpleri Derneği'nin buzullar üzerine yaptığı araştırmada Alplerdeki buzulların senede ortalama 10-15 metre inceldeği ve bunun bir on yıl öncesinin iki katı olduğu belirtilmektedir. Ortalama küresel sıcaklığın 15,5°C'ye çıkması durumunda ise insanlığı tam bir felaketin beklediği öngörülmektedir. Isınma bu hızla devam ederse 100 yıl içerisinde Dünya genelinde tüm bitki ve hayvan türlerinin yaklaşık %30'unun yok olacağı, 1,2 milyar kişinin susuz kalacağı ve ani sel baskınlarının her yıl 2,5 milyon kişinin ölümüne yol açacağı tahmin edilmektedir.

İklim değişikliği 1970-1980 yılları arasında etkilerini fark edilir düzeyde hissettirmemiştir. Ancak 1900-1980 yılları arasında meydana gelen ısınmanın 0.2°C'sinin insanlar tarafından meydana getirildiği bu dönemde tahmin edilmiştir. Ayrıca 1970 ile 1980 yılları arasında henüz erimeye başlamamış olan buzulların gelecek yıllarda erimeye başlayacağı tahmin edilmiş ve ayrıca iklim değişikliğinin Dünya coğrafyasını ve tarımını ciddi bir biçimde değiştireceği öngörülmüştür. 1981 ile 1990 yılları arasındaki dönemde Dünya nüfusunun hızla artması, sanayinin gelişmesi, ormanlık alanların yok edilmesi ve fosil yakıtların yakılması gibi faktörler atmosferde biriken sera gazlarının miktarını ciddi boyutlara taşımiştır. Nitekim 1990 yılında atmosferdeki CO<sub>2</sub>'in %25 arttığı gözlenmiştir. Bu durumun ekonomisi ağırlıklı olarak tarıma bağlı gelişmekte olan ülkelerin birçoğunun ekonomik gelişmesini ve ülke refahını etkilediği belirtilmiştir. Yine bu dönemde birçok araştırmada gelecekteki iklim

değişikliğinin tarıma etkisinin tam olarak nasıl olacağını belirlemek zor olmaktadır. Ancak buna rağmen kuru tarım uygulamaları ve ürün veriminin çevredeki CO<sub>2</sub> oranını artıracaklığı belirtilmektedir. Crosson (1989) iklim değişikliğinin Dünya ve orta enlem tarımının çok daha farklı görünmesine yol açtığı ancak bu durumun Dünya tarım kapasitesinin büyümesini ciddi anlamda kısıtlamayacağı görüşündedir. Aynı şekilde Siqueira *et al.* (2001) diğer koşullar optimum olduğu durumlarda atmosferde artan CO<sub>2</sub> konsantrasyonu bitkilerin su kullanım etkinliklerini ve fotosentetik aktivitelerini teşvik edeceğinden dolayı ürün verimlerini %10-50 arasında artıracaklığı görüşündedirler. Ancak Reilly (1995) bitki varyetelerinde ekim zamanının gübre ve sulama dozunun değişeceğini ve verimde %50 ile %80 arasında azalma meydana geleceğini ifade etmektedir. Aynı şekilde Pathak and Wassmann (2007) yaptıkları çalışmada artan sıcaklıkla beraber bitkilerde görülen hastalıklarda artış meydana geleceğini ortaya koymuş ve kurak bölgelerde çiftçilerin daha fazla sulama ve tarım ilacı kullanacağını öne sürmüşlerdir. Sutherst (1995) vektörler ve kenelerin yaşama sürelerinin uzayıp, dirençlerinin yükseleceği ve bunun sonucunda hayvan hastalıklarının da artacağını ifade etmektedir. Bununla birlikte Klinedinst *et al.* (1993) hayvanlardaki biyolojik yanıt fonksiyonlarının gelişimini incelemiş ve sıcaklık artışının süt ineklerinin performansını büyük ölçüde azalttığını öne sürmüşlerdir. Aynı şekilde Hahn *et al.* (1992) süt ineklerinin süt veriminde, besi hayvanlarının ise canlı ağırlık artışında azalma olduğunu ve süt ineklerinin yaz mevsimi boyunca gebelik oranında %36'lık bir azalma olduğunu belirtmektedirler.

1990 ile 2000 yılları arasında sera gazlarının atmosfere salınması sürekli olarak artmıştır ve bu durum sıcaklık artışı ile sonuçlanmıştır. Dünya'da gerçekleşen bu sıcaklık artışı Türkiye'yi de etkisi altına almaktadır. Hatta Türkiye'nin, Dünya'nın oluşumundan bugüne kadar görülen iklim değişikliğinden en fazla etkilenen ülkeler arasında olduğu bildirilmektedir. Ayrıca bundan sonra da iklimde meydana gelebilecek birçok değişiklikten de en fazla etkilenecek ve büyük sorunlar yaşayabilecek bir ülke konumunda olduğu tahmin edilmektedir. 2030 yılında Türkiye'de sıcaklıkların kışın 2°C, yazın ise 2-3°C artacağı ve yağışların kışın %10'luk bir artış gösterirken yaz mevsiminde %5 ile %15 azalacağı öngörülmektedir. Ayrıca yaz mevsiminde yağışların

azalmasının, sıcaklıkların artmasının tüm Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de bitkisel ve hayvansal üretimi çok ciddi boyutlarda etkileyeceği tahmin edilmektedir. Bitkisel üretim deseninin değişiklik göstereceği de tahminler arasındadır. Ancak Türkiye’nin, gelecekte küresel ısınmanın artmaya devam etmesi durumunda bitkisel ve hayvansal üretimin nasıl değişeceği konusunda yapılacak çalışmalara ihtiyacı vardır. Türk tarımının durumu ülke bazında sayısal verilerle çok net olarak ifade edilememektedir. Ülkesel düzeyde verilerin yeterli ve sağlıklı olmaması da çalışmalarda farklı tahminlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Aynı şekilde özellikle Türkiye’de yeterli ve sağlıklı veri elde etmekte ve gelecekteki tarımsal üretimin özelliklerinin kestirilmesinde güçlük yaşanmaktadır. Bu nedenle Türkiye’de tarımsal üretimin iklim değişikliğinden dolayı geldiği noktayı ve geleceğini belirlemek de güçleşmektedir. Yapılan çalışmaların aralarında daha tutarlı olabilmesi ve güvenilir sonuçlar ortaya koyabilmesi açısından güvenilir veriler elde edilebilecek altyapının hazırlanması gerekmektedir. Bununla birlikte tarımdan özellikle de hayvancılıktan kaynaklanan sera gazı emisyonunu da bölgesel ve ülkesel düzeyde belirlemeye yönelik çalışmaların yaygınlaştırılmasıdır. Bu çalışmalardan elde edilecek sonuçlara göre de sera gazı emisyonunu azaltmaya yönelik barınak tasarımıyla gübre yönetimine kadar bir dizi stratejinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Türkiye’de olduğu gibi ülkesel ve bölgesel düzeyde yapılan araştırmaların sonuçlarının tutarlı olmamasının bir nedeni de araştırmalarda kullanılan Küresel Dolaşım Modellerinden (GCM) elde edilen iklim sonuçlarının dinamik indirgeme yapılarak bölgesel iklim modellerinde kullanılmasıdır. GCM ile elde edilen sonuçların yüksek çözünürlükte ve yeterli doğrulukta olmamaları bölgesel modellerin kestiriminde sorun yaratmaktadır. GCM bölgesel ve ülkesel ölçekte yeterli yaklaşıklıkta sonuç vermemektedir. Bu nedenle GCM’nin bölgesel düzeyde güvenilir şekilde uygulanabilmesi için model çözünürlüğünün artırılması gerekmektedir. Ayrıca iklim değişikliği senaryolarında daha geliştirilmiş yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

İklim değişikliğiyle ilgili olarak yapılan tahminler, atmosfere sera gazı salınımının artmasıyla paralel olarak ortalama küresel sıcaklığın bugünkü hızıyla artmaya devam



etmesi varsayımına dayanmaktadır. Küresel iklim değişikliği ile ilgili temel olarak iki teori bulunmaktadır. Her iki teori de sera etkisindeki artışın bir süre daha böyle devam edeceğini, atmosferin gittikçe daha fazla ısınacağını, buzulların eriyeceğini ve suların yükseleceğini savunmaktadır. Bu çalışmada ele alınan ve gerçekleşeceği tahmin edilen tüm bu senaryoları her iki teori de kabul etmektedir. Ancak varoluşundan bu yana defalarca ısınma ve soğuma evreleri geçirerek kendi dengesini bulan Dünya'nın, belli bir süre sonra tekrar kendi dengesini bulup bulamayacağı konusunda görüşler ayrılmaktadır. Bu aşamada pozitif ve negatif feedback (geribesleme) teorileri ortaya çıkmaktadır. Negatif feedback kendi kendini düzenleyici (self regulating) olup, ısınmaya karşı tepki olarak küresel soğumaya neden olmaktadır. Pozitif feedback ise kendi kendini arttırıcı (self enhancing) olup, bu düzensiz durum sıcaklığın daha fazla artmasına neden olmaktadır. Bilim çevrelerince pozitif feedback teorisi büyük oranda kabul görmektedir. Bu nedenle iklim değişikliği fark edildiğinden bu yana uluslararası düzeyde önlemler alınmaya çalışılmıştır. Bilim insanları ilk olarak iklim değişikliğinin neden olduğu küresel ısınmanın olumsuz etkilerini tartışmak amacıyla 1979 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) öncülüğünde düzenlenen Birinci Dünya İklim Konferansı'nda konunun önemini Dünya ülkelerine duyurmuşlardır. Daha sonra sera gazı salınımlarını azaltmak, araştırma ve teknoloji üzerinde işbirliği yapmak ve sera gazı yutaklarını korumaya teşvik etmek üzere Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 1994 yılında, içinde Türkiye'nin de bulunduğu 190 ülke tarafından imzalanmıştır. Sözleşme, sera gazı salınımlarının azaltılması için, ülkelere kalkınma öncelikleri, amaçları ve özel koşulları göz önüne alınarak 'ortak fakat farklı sorumluluklar' yüklemiştir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) iklim değişikliği ile mücadelede temel bir basamak olmuştur. Ancak sera gazı salınımlarının tüm Dünya'da artmaya devam etmesi üzerine BMİDÇS'ne taraf ülkeler mevcut anlaşma ile ilintili, ancak ayrı bir belge niteliğindeki Protokolü 2,5 yıl süreyle müzakere etmişlerdir. Protokol, sözleşmenin 1997 yılında Kyoto'da yapılan 3. Taraflar Konferansı'nda kabul edilmiştir.

Uluslararası düzeyde alınan kararlara ülkelerin ne kadar uyum göstereceği ve dolayısıyla sera gazlarının atmosferdeki artışının daha ne kadar devam edeceği

bilinmemektedir. Yapılan çalışmaların küresel ısınmanın uzun yıllar devam edeceğini göstermesine rağmen, negatif feedback ve pozitif feedback teorilerinden hangisinin gerçekleşeceği de henüz tam olarak bilinmemektedir. Dünya, ısınmaya devam ederek öngörülen felaketleri yaşayabileceği gibi, negatif feedback mekanizmasıyla kendi dengesini yeniden bularak küresel sıcaklığı kontrol edebilir.

İklim değişikliği konusunda yapılan çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde küresel ölçekli kestirimlerde kullanılan Küresel Dolaşım Modelleri ile elde edilen sonuçların yeterli doğruluk düzeyinde olmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle çalışmalarda elde edilen kestirimler farklılık göstermektedir. Ayrıca Küresel Dolaşım Modellerinin çözünürlükleri düşüktür ve bölgesel düzeydeki çalışmalar için yeterli değildir. Bu nedenle ülkesel veya bölgesel düzeydeki çalışmalarda RegCM gibi bölgesel modeller kullanılmıştır. Ancak bu bölgesel modellerde de GCM çıktıları girdi olarak kullanıldığı için tutarsız sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu bilgilerle modellerdeki aksaklıkların giderilmesi adına yapılacak çalışmalar doğru kestirimler yapabilmek için büyük önem arz etmektedir. Öte yandan modellerdeki aksaklıkların temel nedenini oluşturan veri temin etmede ve doğru veriye ulaşmadaki aksaklıklar giderilmeye çalışılmalıdır. Bu amaçla güvenilir verilere ulaşılabilen veri tabanlarının oluşturulması öncelikli ihtiyaçtır. Bu önlemlerin alınması doğrultusunda ise özellikle Türkiye’de çeşitli alanlarda iklim değişikliğinin etkilerinin belirlenmesi üzerine çalışmalar artırılmalıdır.

**KAYNAKLAR**

- Adams, R. M., Rosenzweig, C., Peart, R. M., Ritchie, J. T., Mccarl, B. A., Glycer, D. J., Curry, R. B., Jones, J. W., Boote, K. J. and Allen, L. H. 1990. Global Climate and US Agriculture, *Nature*, 345, 219-224, doi:10. 1038/ 345219a0.
- Ahrens, D. C., 1994. *Meteorology Today, An Introduction to Weather, Climate an the Environment*, Fift Edition, West Publishing Company, USA.
- Akış, A., 2007. İklim Değişikliğinin İzmir Barajları Üzerindeki Etkileri ve Sonuçları. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Aksay, C. S., Ketenoğlu, O. ve Kurt, L., 2005. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. Selçuk Ünivesitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi Sayı 25 29- 41.
- Altınsoy, H., 2009. Boğaziçi Üniversitesi İklim Değişikliği Çalışma Grubu. <http://www.climatechange.boun.edu.tr/hamza.html> (13.04.2011).
- Andrady, A., Aucamp, P. J. and Bais, A., 2008. Environmental Effects of Ozone Depletion and Its Interactions with Climate Change: Progress Report, 2008. *Photochem Photobiol Sci* 8: 13-22.
- Anonim, 2000. Devlet Planlama Teşkilatı, İklim Değişikliği Özel ihtisas Komisyonu Raporu. [www.dpt.gov.tr](http://www.dpt.gov.tr), (10.12.2010).
- Anonim, 2001. World Meteorological Organization, Global Warming. [http://www.wmo.int/pages/about/wmo50/e/world/climate\\_pages/global\\_warming\\_e.html](http://www.wmo.int/pages/about/wmo50/e/world/climate_pages/global_warming_e.html) (29.09.2010).
- Anonim 2007a. IPCC, Fourth Assessment Report, Working Group I report, Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. Chapter 2: The Physical Science .
- Anonim 2007b. IPCC, Fourth Assessment Report, Working Group III report “ Mitigation of climate change ”. Chapter 8: Agriculture.
- Anonim, 2008. World Meteorological Organization (2008), “Greenhouse Gas Measurements”, [http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/ghgbull06\\_en.html](http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/ghgbull06_en.html), (03.16.2011)
- Anonim, 2011a. Çevre ve Orman Bakanlığı, İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi, <http://www.cevreorman.gov.tr/> (10.02.2011).
- Anonim, 2011b. Türkiye İstatistik Kurumu, [http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb\\_id=10&ust\\_id=3](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=10&ust_id=3) (12.04.2011).
- Ausubel, J. and Biswas, A. K., 1980. Climatic constraints and Human Activities. IASA proceedings Series, USA.
- Bayar, A. B. and Bahrend. H., 1994. Küresel Çevre Problemleri, Özkan matbaası, Ankara.

- Blum, M. D. and Valastro, S., 1989. Response of The Pedernales River of Central Texas to Late Holocene Climate Change. *Annals of The Association of American Geographers*, Vol. 79, No. 3, pp. 435-456.
- Canlı, K., 2010. Küresel Isınmanın Orman Ekosistemine Etkisi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, MAKUFEBED 2: 86- 96.
- Corosson, P., 1989. Climate Change and Mid-Latitudes Agriculture: Perspectives On Consequences and Policy Responses. *Climatic Change*, 15: 51-73.
- Crutzen, P. J., Aselmann, I., and Seiler, W. 1986 . Methane Production by Domestic Animals, Wild Ruminants, Other Herbivorous Fauna and Humans. *Tellus*, 38B: 271-284.
- Çelik, Y. ve Karakayacı, Z., 2007. Küresel İklim Değişikliğinin Konya Tarımına Olası Etkileri Üzerine Bir İnceleme, Uluslararası Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Etkileri Konferansı, 23- 34 pp., 18- 20 Ekim 2007, Konya.
- Dale, V. H., 1997. The Relationship Between Land-Use Change and Climate Change. *Ecological Applications*, Vol. 7, No. 3 (Aug., 1997), pp. 753-769.
- Demir, A., 2009 Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi, Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, Cilt 1, Sayı 2, Sayfa 37- 54.
- Dickinson, R. E., Errico, R.M., Giorgi, F., Bates, G. T., 1989. Regional Climate Model For The Western United States, *Climate Change*, 15, 383-422.
- Dockworth, J. C., Bunce, R. G. H. and Malloch, A. J. C., 2000. Modelling The Potential Effects of Climate Change on Calcareous Grasslands in Atlantic Europe. *Journal of Biogeography*, Vol. 27, No. 2 (Mar., 2000), pp. 347- 358.
- Doğan, S., 2005. Türkiye'nin Küresel İklim Değişikliğinde Rolü ve Önleyici Küresel Çabaya Katılım Girişimleri. Ç. Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 6, Sayı 2: 57- 73.
- Duygu, E., 2008. Çevresel Mahşerin Dört Atlısı: Küresel Isınma ve İklim Değişimi, Kuraklaşma, Erozyon, Çölleşme. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi, Cilt 10, Sayı 3, sayfa 35- 40.
- Erda, L., Wei, X., Hui, J. Ç, Yinlong, X., Yue, L., Liping, B. and Liyong, X., 2005. Climate Change Impacts on Crop Yield and Quality with CO<sub>2</sub> Fertilization in China. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, Vol. 360, No. 1463, Food Crops in a Changing Climate (Nov. 29, 2005), pp. 2149- 2154.
- Erdoğan, İ ve Ejder, N., 1997. Çevre Sorunları, Nedenler, Çözümler. Doruk Yayınları, 55, Ankara.
- Eyinc, A., 2007. Küresel İklim Değişikliğinin ve Türkiye İklimi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Flohn, H. , 1980. Possible Climatic Consequences of a Man-Made Global Warming. *International Institute For Applied Systems Analysis*, pp. 35- 45, Austria.

- Frenot, Y., Gloaguen, J. C., Picot, G., Bougere, J. and Benjamin, D. 1993. Azorella selago Hook. Used to Estimate Glacier Fluctuations and Climatic History in The Kerguelen Islands over The Last Two Centuries. *Oecologia*, Vol. 95, No. 1 pp. 140- 144.
- Giorgi, F., and Mearns, L.O., 1999. Introduction to Special Section: Regional Climate Modeling Revisited, *J Geophys Res-Atmos*, 104, 6335-6352.
- Giorgi, F., 1990. Simulation of Regional Climate Using A Limited Area Model Nested in a General Circulation Model, *Journal of Climate*, 3, 941-964.
- 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.
- Gül, A., Topay, M. ve Özeltin, O., 2009. Küresel Isınma Tehdidine Karşı Kent Ormanlarının Önemi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 18/ (1- 2) , 31-47.
- Hahn, G. L., Klinedinst P. L., and Wilhite, D. A., 1992. Climate Change Impacts on Livestock Production and Management. *American Society of Agricultural Engineers*, 14462, Agric. Res. Div., University of Nebraska.
- Harvey A., E. Matthews and D. Sarma 2010. The Global Methane Cycle. NASA Goddard Institute for Space Studies.  
<http://icp.giss.nasa.gov/education/methane/intro/cycle.html> ( 31.03.2011).
- Henderson-Sellers, A. and Mcguffie, K., 1987. A Climate Modelling Primer, John Wiley & Sons, Inc., USA.
- Hostetler, S.W., Bates, G.T., Giorgi, F., 1993. Interactive Nesting of a Lake Thermal Model Within a Regional Climate Model for Climate Change Studies, *J. Geophys. Res.*, 98, 5045-5057.
- Houghton, R. A., 2003. Why Are Estimates of The Terrestrial Carbon Balance So Different? *Global Change Biology*, v. 9, p. 500- 509.
- Kanber, R., Kapur, B., Ünlü, M., Tekin, S. ve Koç, D. L., 2008. İklim Değişiminin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: ICCAP Projesi. *Ölçü Dergisi: Mühendislikte, Mimarlıkta ve Planlamada*, TMMOB İstanbul İl Koordinasyon Kurulu, İstanbul, s. 44-49.
- Kılıç, C. 2009. Küresel İklim Değişikliği Çerçevesinde Sürdürülebilir Kalkınma Çabaları ve Türkiye. *C. Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt 10, Sayı 2.
- Klindedinst, P. L., Wilhite D. A., Hahn, G. L., and Hubbard, K. G., 1993. The Potential Effects of Climate Change on Summer Season Dairy Cattle Milk Production and Reproduction. *Climatic Change*, Volume 23, Number 1, 21- 36.
- Korkmaz, K. 2007. Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi. *Alatarım*, 6 (2): 43-. 49.
- Kundzewicz, Z. W., Mata, L. J., Arnell, N. W., Döll, P., Kabat, P., Jiménez, B., Miller, K. A., Oki, T., Sen, Z. and Shiklomanov, I. A., 2007. Freshwater resources and their management. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 173- 210.

- Lal, R., 2006. Enhancing Crop Yields in The Developing Countries Through Restoration of The Soil Organic Carbon Pool in Agricultural Lands. *Land Degradation and Development*, v. 17, p. 197- 209.
- Lewandrowski, J. and Schimmelpfenning, D. 1999. Economic Implications of Climate Change for U.S. Agriculture: Assessing Recent Evidence. *Land Economics*, Vol. 75, No. 1. pp. 39- 57.
- Loaciga, H. A., 2003. Climate Change and Ground Water. *Annals of The Association of American Geographers*, Vol. 93, No. 1 pp. 30- 41.
- Mcclean, C. J., Lovett, J. C., Küper, W., Hannah, L. Ç. and Henning, J., 2005. African Plant Diversity and Climate Change. *Annals of The Missouri Botanical Garden*, Vol. 92, No. 2 pp. 139- 152.
- Mendelsohn, R., Nordhaus, W. D. and Shaw, D., 1994. The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis.
- Mendelsohn, R., 1999. Climate Change, Agriculture, and Developing Countries: Does Adaptation Matter? *The World Bank Research Observer*. vol 14, no. 2, pp. 277- 93.
- Öno1, B. ve Semazzi, F., 2006. “ Regional Impact on Climate Change on Water Resources over Eastern Mediterranean: Euphrates-Tigris Basin”, 18th Conference on Climate Variability and Change, The 86th AMS Meeting, USA.
- Özcan, E. R. ve Kayman, S., 2008. Enerji Tüketimindeki Değişiminin Küresel Isınmaya Etkisi ve ABD, AB ülkeleri, Japonya, Çin ve Türkiye Karşılaştırması: 1980-2004. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Özey, R., 2001. Türk Dünyası'nın Jeopolitik Önemi ve Başlıca Problemleri. Başbakanlık TİKA, Avrasya Etütleri. Sayı 20.
- Öztürk, K. 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. G. Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 22, Sayı 1 47- 65.
- Öztürk, T., 2009. Boğaziçi Üniversitesi İklim Değişikliği Çalışma Grubu. <http://www.climatechange.boun.edu.tr/tugba.html> (13.04.2011).
- Parry, L. M., 1975. Secular Climatic Change and Marginal Agriculture. *Transactions of The Institute of British Geographers*, No. 64 pp. 1- 13.
- Parsons, A., 1991. Biodiversity Conservation Under Global Climatic Change: The Insect *Drosophila* as a Biological Indicator? *Global Ecology and Biogeography Letters*, Vol. 1, No. 3 pp. 77- 83.
- Pathak, H. and Wassmann, R., 2007. Introducing Greenhouse Gas Mitigation as a Development Objective in Rice- Based Agriculture: I. Generation of Technical Coefficients. *Agricultural Systems* 94: 807– 825.
- Peden, D. B., Weber, R. B., Truckner, T. R. and Shea, K. M. 2008 *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* Volume 122, Issue 3, Pages 443-453.
- Pittock, A. B., 2005. *Climate Change Turning Up The Heat*, CSIRO Publishing, 63, Australia.

- Reilly, J. 1995. Climate Change and Global Agriculture: Recent Findings and Issues American Journal of Agricultural Economics, Vol. 77, No. 3. pp. 727- 733.
- Rosenzweig, C. and Parry, M. L., 1994. Potential Impact of Climate Change on World Food Supply. Nature Publishing Group Nature vol 367.
- 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. Yale University Press, Chapter 14, pp. 180- 192.
- Sağlam, N. E., Düzgüneş , E. ve Balık, İ., 2008. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi Cilt 25, Sayı (1): 89– 94.
- Saunders, M. A., 1999. Earth's Future Climate. The Royal Society Astronomy and Earth Sciences pp. 3459- 3480.
- Schneider, S. H. 1989. The greenhouse effect: Science and policy. Science 243: 771- 81.
- Scholze, M., Knorr, W., Arnell, N. W. and Prentice, C. 2006. A Climate- Change Risk Analysis for World Ecosystems. Proceedings of The National Academy of Sciences of The United States of America, Vol. 103, No. 35 pp. 13116- 13120.
- Shih, J. S., Burtraw, D., Palmer, K. and Sıkamâkı, J., 2006. Air Emissions of Ammonia and Methane from Livestock. Journal of Air & Waste Management Association, Vol. 58, pp. 1117- 1129.
- Smith, L. A., 1988. Lacunarity and Chaos in Nature. Ph. D. Thesis., Columbia University, Colombia.
- Siqueira, O. J. F., Steinmetz, W.S., Salles, L. A. B. and Fernandes, J. M. 2001. Efeitos Potenciais das Mudanças Climáticas na Agricultura Brasileira e Estratégias Adaptativas Para Algumas Culturas. In: Mudanças Climáticas Globais Agropecuária Brasileira, 1., Jaguariuna, Proceedings. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente,. p. 33-64.
- Stokes, C. J., Ash, A. and Howden, S. M., 2009. Climate Change Impacts on Australia Rangelands. Rangeland Journal. 31(1): 1- 29.
- 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. IUCN. Gland, Switzerland, pp. 99.
- Şahin, Ü., 2007. Türkiye İçin Geliştirilen Bir Örnek Acil Eylem Planı. Yeşiller İklim Değişikliği Acil Eylem Planı. [\(03.02.2011\)](http://www.yesiller.org).
- Şen, B., 2009. Bölgesel İklim Modelleri Kullanılarak Çukurova Yöresi'nde İklim Değişikliğinin 1. Ve 2. Ürün Mısır Verimine Olası Etkilerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi.
- Taşyürek, M. ve Acaroğlu, M. 2007. Biyoyakıtlarda (Biyomotorinde) Emisyon Azaltımı ve Küresel Isınmaya Etkisi. International Global Climate Change and its Environmental Impacts Conference, Konya.

- Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E, Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Yvonne, C., Barend, F., Erasmus, N., Siqueira, M., F., A., L., Hughes, L., Huntley, B., Jaarsveld, S. V., Midgley, G., F., Miles, L., Ortega- Huerta, M., A., Peterson, T., A., Phillips, O., L. and Williams, S., E., 2004. Extinction risk from climate change Nature, Vol 427 .
- Tinker, B. P., Ingram, J. S. I. and Sten, S., 1996. Effects of Slash-and-Burn Agriculture and Deforestation on Climate Change. Agriculture, Ecosystems and Environment 58(1996) 13- 22.
- Tol, R. S. J., 2001. Estimates of The Damage Costs of Climate Change. Environmental and Resource Economics 21: 47– 73, 2002.
- Turp, M. T., 2009. Bogaziçi Üniversitesi İklim Değişikliği Çalışma Grubu. <http://www.climatechange.boun.edu.tr/tufan.html>. (15.04.2011).
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G., 2000. Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, İstanbul Sanayi Odası, 7- 24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- Üstün, H. G., 2008. İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Vörosmary, C. J., Green, P., Salisbury, J. and Lammers, R. B., 2000. Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth. Science 289, 284.
- Warrick, R. and Farmer, G. 1989. The Greenhouse Effect, Climatic Change Sea Level: Implications for Development. Senior Research Associates, Climatic Research Unit, University of East Anglia, Norwich NR4 7TJ.
- Wetherald, R. T. and Manabe, S., 1999. Detectability of Summer Dryness Caused by Greenhouse Warming. Climatic Change, 1999, Vol. 43, no. 3, pp. 459- 511
- Yalçın, H. A., 2006. Nükleer Enerji İle Hidrojen Üretimi ve Küresel Isınmaya Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yaslıoğlu, E., Şimşek, E., Kılıç, İ. ve Arıcı, İ., 2008. Hayvan Barınaklarında Sera Gazlarının Oluşumu ve Önleme Stratejileri. I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, Kahramanmaraş.
- Yunling, H. and Yiping, Z., 2005. Climate Change from 1960 to 2000 in The Lancang River Valley, China. Mountain Research and Development, Vol. 25, No. 4, pp. 341- 348.
- Zoray, F. ve Pır, A., 2007. Küresel Isınma Problemi: Sebepleri, Sonuçlar, Çözüm Yolları. Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.



## **ÖZGEÇMİŞ**

1984 yılında Ankara'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Ankara'da tamamladı. 2003-2009 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü'nde lisans eğitimini tamamladı. 2009 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Politikası ve Yayım bilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı.