

TÜRKİYE’NİN CO₂ EMİSYONU TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ

Gülşah ÜNAL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EYLÜL 2012
ANKARA**

Gülşah ÜNAL tarafından hazırlanan "TÜRKİYE'NİN CO₂ EMİSYONU TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ" adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof.Dr.Adnan SÖZEN


.....

Tez Danışmanı, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

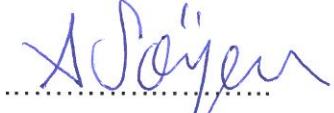
Bu çalışma jürimiz tarafından oy birliği ile Çevre Bilimleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Mustafa Kurt


.....

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Prof.Dr.Adnan Sözen


.....

Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç.Dr.Tayfun Menlik


.....

Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Tarih: 11.09.2012

Bu tez ile G.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof.Dr. Şeref SAĞIROĞLU


.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Gülşah ÜNAL

TÜRKİYE’NİN CO₂ EMİSYONU TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Gülşah ÜNAL

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Eylül 2012

ÖZET

Veri Zarflama Analizi, karar birimlerine ait, çeşitli girdi ve çıktı değerleri kullanılarak, göreceli etkinliğin ölçüldüğü parametrik olmayan bir yöntemdir. Veri Zarflama Analizi yönteminin kullanılması ile hangi karar verme biriminin (KVB) etkin olduğu ve etkin olmayan karar verme birimlerinin girdilerini çıktıya dönüştürme başarısızlıklarında, girdilerindeki eksikliklerin belirlenmesini sağlar. Bu çalışmada VZA yöntemi kullanılarak, Türkiye’nin dahil olduğu 35 ülkenin enerji kaynakları kullanımından kaynaklanan sera gazına dönüşme performansları göreceli olarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca, sera gazı ve etkileri konusunda kaydedilen aşamalar, dünya üzerindeki etkileri, ülkeler bazında yapılan çalışmalar, alınan önlemler ve uygulanmaya çalışılan politikalar gibi konular irdelenmiş ve Türkiye’nin iklim değişikliği konusundaki konumu da ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Bilim Kodu : 903.2.021
Anahtar Kelimeler : Veri Zarflama Analizi, Sera Gazı, Etkinlik
Sayfa Adedi : 120
Tez Yöneticisi : Prof.Dr. Adnan SÖZEN

TURKEY'S TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY OF CO₂ EMISSION**(M.Sc. Thesis)****Gülşah ÜNAL****GAZI UNIVERSITY****INSTITUTE OF SCIENCE****September 2012****ABSTRACT**

Data Envelopment Analysis (DEA) is a linear method to measure the relative performances of decision criteria using inputs and outputs that have different measurement units. With the use of this method provides to know which decision-making department is active and input to the output conversion failures of inactive decision-making departments. In this study, using the method of DEA, arising from the use of energy sources in 35 countries, including Turkey, to transform into greenhouse gas relative performances are compared. Also, about the effects of greenhouse gases and the recorded steps, impact on the world, countries, on the basis of studies have examined issues such as measures and policies are being implemented and analyzed in detail in Turkey's position on climate change.

Science Code : 903.2.021**Keywords : Data Envelopment Analysis, Greenhouse Gases, Efficiency****Number of Pages : 120****Thesis Advisor : Prof.Dr.Adnan SOZEN**

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında değerli katkı ve eleştirileri ile bana yol gösteren ve her daim sabır ve anlayışını esirgemeyen danışman hocam Prof.Dr. Adnan SÖZEN'e, verilerin elde edilmesi aşamasındaki katkılarından dolayı Türkiye İstatistik Kurumu çalışanlarından Dr.Ali CAN bey'e teşekkürü borç bilirim. Hayatımın her anında olduğu gibi, tez çalışmam sırasında beni destekleyen başta sevgili annem olmak üzere tüm aileme, tezimin yazım aşamasında bana her defasında yardım eden arkadaşlarım Zeynep SOLAK'a ve Merve AYAZ'a çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
SİMGE VE KISALTMALAR.....	vii
1. GİRİŞ	1
2. SERA GAZLARI VE ETKİLERİ	3
2.1. Sera Gazları.....	3
2.2. Sera Gazları Etkileri: İklim Değişikliği.....	7
2.2.1. İklim değişikliğinin Türkiye üzerindeki olası etkileri	17
3. İklim Değişikliğinde Mevzuat Ve Politik Gelişmeler	22
3.1. Uluslararası Süreç	22
3.2. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü-Temel İlkeler ve Tanımlar.....	27
3.3. Avrupa Birliği Çevre Politikaları	36
3.4. Türkiye'nin İklim Değişikliği Alanında Politika Süreci	40
3.5. Avrupa Birliği'nde İklim Değişikliği İle Mücadele	43
3.6. Türkiye'de İklim Değişikliği İle Mücadele.....	48
3.6.1. Türkiye'de iklim değişikliği alanında yapılan çalışmalar	54
3.7. Karbon Piyasası	69
3.7.1. Kyoto protokolü esneklik mekanizmaları	69

Sayfa

3.7.2. Gönüllü karbon piyasaları	74
3.8. Türkiye’de Karbon Piyasaları	81
4. METOD (VERİ ZARFLAMA ANALİZİ ve MALMQUIST İNDEKSİ)	85
4.1. VZA İle İlgili Temel Kavramlar	85
4.2. Veri Zarflama Analizi Tanımı ve Tarihçesi.....	86
4.3. Veri Zarflama Analizi Uygulama Aşamaları.....	87
4.4. VZA’ da Temel Modeller.....	91
4.4.1. CCR modelleri.....	92
4.4.2. BCC modelleri	95
4.5. Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi.....	98
5. UYGULAMA ve SONUÇLAR	104
5.1. Uygulama.....	104
5.2. Sonuçlar	107
6.DEĞERLENDİRMELER.....	116
KAYNAKLAR	117
ÖZGEÇMİŞ.....	120

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. IPCC Öncesi Atmosferdeki Sera Gazları Konusunda Bilimsel İlerlemelerin Dönüm Noktaları	8
Çizelge 2.2. Atmosferdeki Doğal Sera Gazları Birikimindeki Değişimler	12
Çizelge 3.1. İklim Değişikliğine Yönelik Son Yıllarda Yapılan Uluslararası Çalışmaların Dönüm Noktaları	25
Çizelge 3.2. Uluslararası İklim Değişikliği Rejiminin Müzakere Süreçleri	26
Çizelge 3.3. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü'nün Karşılaştırılması	34
Çizelge 3.4. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü'ne Taraf Ülkelerin Tanımları	35
Çizelge 3.5. Avrupa Birliği'nin İklim Değişikliği Politika ve Uygulamalarının Temel Özellikleri	39
Çizelge 3.6. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü Kapsamında Türkiye'nin Durumu	41
Çizelge 3.7. Sera Gazı Envanteri ve Ulusal Bildirim Raporlarının Karşılaştırılması	49
Çizelge 3.8. Sivil Toplum Kuruluşları Tarafından Yürütülen Çalışmalar	52
Çizelge 3.9. Türkiye'de İklim Değişikliği Alanında Yürütülen Projeler	54
Çizelge 3.10. Türkiye'nin 1990-2009 Yılları Arası Sektörlere Göre Toplam Sera Gazları	58
Çizelge 3.11. Kyoto Protokolü Esnekli Mekanizmaları Temel Tanımlar	72
Çizelge 5.1. Analizde Kullanılan Değişkenler (2008 yılı için)	105
Çizelge 5.2. Etkin Olan Ülkeler için Referans Olma Sayısı, Etkin Olmayan Ülkeler için Referans Aldıkları Ülkeler ve Benzeme Yüzdeleri	111
Çizelge 5.3. Toplam Faktör Verimlilik Skorları	114

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Sera Etkisinin Şematik Gösterimi	4
Şekil 2.2. Sera Etkisinin Şematik Gösterimi-1	5
Şekil 2.3. Çeşitli Senaryolara Göre Atmosferdeki Sera Gazlarının Birikimlerinde ve Buna Bağlı Olarak Küresel Ortalama Sıcaklıklarda Öngörülen Artışlar	10
Şekil 2.4. Son 650,000 Yılda Sera Gazlarında Ve Sıcaklıklardaki Değişimler	11
Şekil 2.5. 21. Yüzyılda Küresel Ortalama Sıcaklıklardaki Olası Artışlar	14
Şekil 2.6. HadAMP3 A2 Senaryosuna Göre 2071-2100 Yılları İle 1961-1990(RF) Yılları Ortalama Sıcaklık	19
Şekil 2.7. Türkiye için HadAMP3 A2 Senaryosuna Göre 2071-2100 Yılları İle 1961-1990 (RF) Yılları Ortalama Sıcaklık Değişim Grafiği	19
Şekil 2.8. HadAMP3 A2 Senaryosuna Göre 2071-2100 Yılları İle 1961-1990(RF) Yılları Yıllık Toplam Yağış Değişim Haritası.....	20
Şekil 2.9. HadAMP3 A2 Senaryosuna Göre 2071-2100 Yılları İle 1961-1990(RF) Yılları Yıllık Yağış Değişim Oranı (%)	21
Şekil 3.1. 2008’de Ülkelere Göre,CO2 Eşdeğeri Olarak Kişi Başına Düşen Ton Cinsinden Sera Gazı Emisyonları	44
Şekil 3.2. AB-15’te ve AB-27’de 1990-2008 Arasındaki Yurt İçi GHG Emisyonları	45
Şekil 3.3. Sektörlere göre, AB-27’de 2008’deki Sera Gazı Emisyonları ve 1990-2008 Arasındaki Değişiklikler	47
Şekil 3.4. Türkiye Nüfusu, 1990-2009 (Milyon Kişi).....	56
Şekil 3.5. GSYHİ,1990-2009 (Milyar Dolar)	57
Şekil 3.6. Sera Gazı Emisyon Eğilimi,1990-2009.....	59

Şekil	Sayfa
Şekil 3.7. Sektörlere Göre 2009 Yılı Toplam Sera Gazı Emisyonları	60
Şekil 3.8. 1990-2009 Yılları Arasında Enerji Kaynaklı Sera Gazı Emisyonlarının Toplam Emisyon İçindeki Payı	61
Şekil 3.9. 2009 Yılında Yakıtların Yanmasından Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonlarının Alt Sektörlere Göre Dağılımı	62
Şekil 3.10. Kişi başı CO ₂ Emisyonu,1990-2009	63
Şekil 3.11. CO ₂ ,CH ₄ ve N ₂ O Emisyon Eğilimleri	63
Şekil 3.12. Temiz Kalkınma ve Ortak Uygulama Projelerinin Aşamaları	71
Şekil 3.13. KP Yükümlülükleri Kapsamında Esneklik Mekanizmalarının Kullanımı	73
Şekil 3.14. İşlem Hacimleri ve Değerleri, Küresel Karbon Piyasası, 2008 ve 2009	77
Şekil 3.15. Proje Türlerine Göre Tezgah Üstü Piyasalarda İşlem Hacimleri,2009	78
Şekil 3.16. Gönüllü Karbon Piyasalarının İşlem Hacimlerinde Gelişim	79
Şekil 3.17. Gönüllü Karbon Piyasa Değerlerinde Tarihsel Gelişim	80
Şekil 3.18. Proje Bölgelerine Göre Tezgah Üstü Piyasalarda İşlem Hacimleri,2009	81
Şekil 4.1. Malmquist Index Analizi ile Etkinlik Değişimi	102
Şekil 5.1. Etkinlik Skorları	108
Şekil 5.2. Süper Etkinlik Skorları	109

SİMGELER ve KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda belirtilmektedir.

Kısaltmalar	Açıklama
AÇA	Avrupa Çevre Ajansı
CDM	Temiz Kalkınma Mekanizması
COP	Taraflar Konferansı
CMP	Taraflar Toplantıları
ÇOB	Çevre Orman Bakanlığı
ERU	Emisyon Azaltım Kredisi
ET	Emisyon Ticaret Sistemi
GEF	Küresel Çevre Fonu
GHG	Sera Gazı
GSYH	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
İDKK	İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu
JI	Ortak Yürütme Mekanizması
KP	Kyoto Protokolü
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü
VZA	Veri Zarflama Analizi

1. GİRİŞ

Küresel İklim Değişikliği'nin zararları tüm dünya tarafından görülmüş ve buna bağlı olarak ekolojik faaliyetlerin artacağına anlaşılmaması, yeni bir çevre bilincinin oluşmasını sağlamıştır. Bu durum, çevre sorunlarının ve alternatif enerji kaynaklarının gündeme geldiği bir dönemi başlatmıştır. Sanayi devrimi ile artmaya başlayan ve insan kaynaklı olarak ciddi boyutlara ulaştığı yadsınamaz bir gerçek olan küresel ısınma sorunu, sadece bir çevre kirliliği probleminden ibaret olmayıp, aynı zamanda enerji politikaları, ekonomi, hukuk, sağlık, sosyal hayat ile de doğrudan ilgilidir. Küresel ısınma, tüm Dünya'nın en büyük ortak problemlerinden biri olarak kabul görmekte ve bu hususta uluslararası alanda ciddi adımlar atılmakta, farklı mücadele yöntemleri uygulanmaya çalışılmaktadır.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ile başlayıp, Kyoto Protokolü (KP) ile hukuki boyutlara ulaşan iklim değişikliği ile mücadele yöntemlerinden biri olarak ülkeler, sera gazı envanterlerini düzenli olarak BMİDÇS'ne sunmaktadırlar. Böylece ülkelerin, iklim değişikliği ile savaşım aşamasında, alınabilecek önlemlerin tespit edilmesi, politikaların belirlenmesi, iyileştirme çalışmalarının yapılabilmesi için; toplam emisyon miktarları, sektörel bazda emisyon dağılımları gibi temel bilgiler belirlenebilmektedir.

Sera Gazı Emisyon Envanterleri, başta pek çok AB üyesi ülke olmak üzere, Kyoto Protokolü'nü henüz imzalamamış olan ABD ve Kyoto Protokolü'nü imzalamadığı halde ilk yükümlülük döneminde herhangi bir emisyon azaltım taahhüdünde bulunmamış olan Türkiye tarafından da düzenli olarak hazırlanmaktadır.

Yapılan bu çalışmada Türkiye dahil verilerine tam olarak ulaşılabilen 35 ülke'nin enerji kaynakları kullanımını sera gazına dönüştürme performansları, göreceli etkinlik değerlendirme yöntemi olan Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılarak ölçülmüştür.

2. SERA GAZLARI VE ETKİLERİ

2.1. Sera Gazları

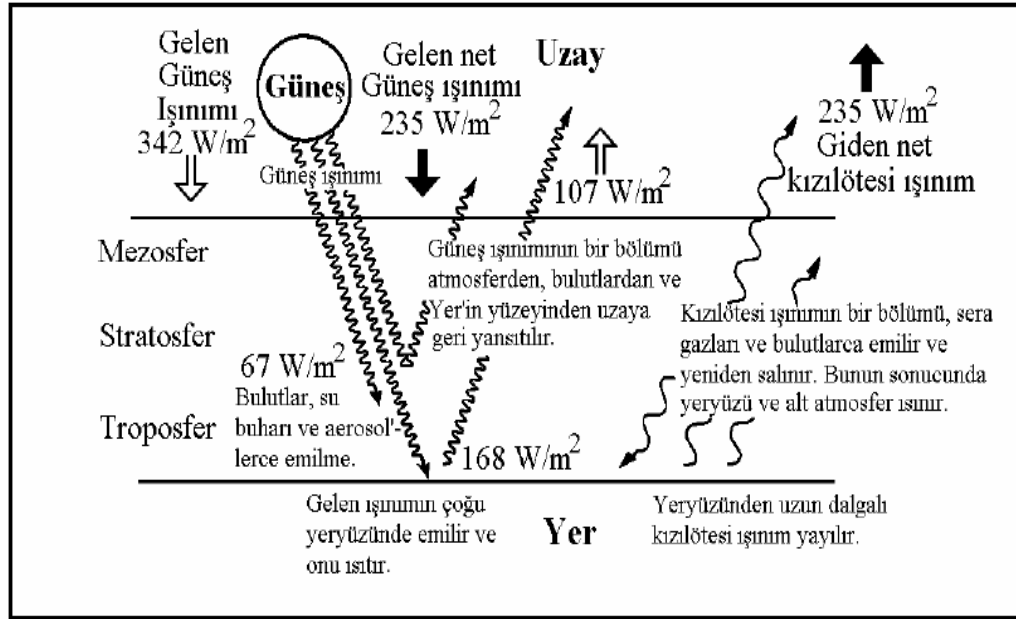
Atmosfer, üzerine düşen güneş ışınlarından daha çok, dünyadan yansıyan ışınlarla ısınmaktadır. Küresel atmosfer, dünyayı saran ve insan yaşamının devamı için gerekli ortamı; filtreleme, yansıtma, koruma gibi birçok fonksiyonun bir denge içinde ve doğal bir sera yaratarak sürdürülmesi sonucunda sağlanmaktadır. Bulutsuz ve açık bir havada, kısa dalga boyuna sahip güneş ışınlarının önemli bir bölümü atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır ve orada emilir. Ancak, yerkürenin yüzeyinden salınan uzun dalgalı ışınların bir bölümü, uzaya kaçmadan önce atmosferin üst seviyelerinde bulunan çok sayıdaki sera gazları tarafından emilir ve sonra tekrar salınır.

Doğal Sera gazlarının başlıcaları;

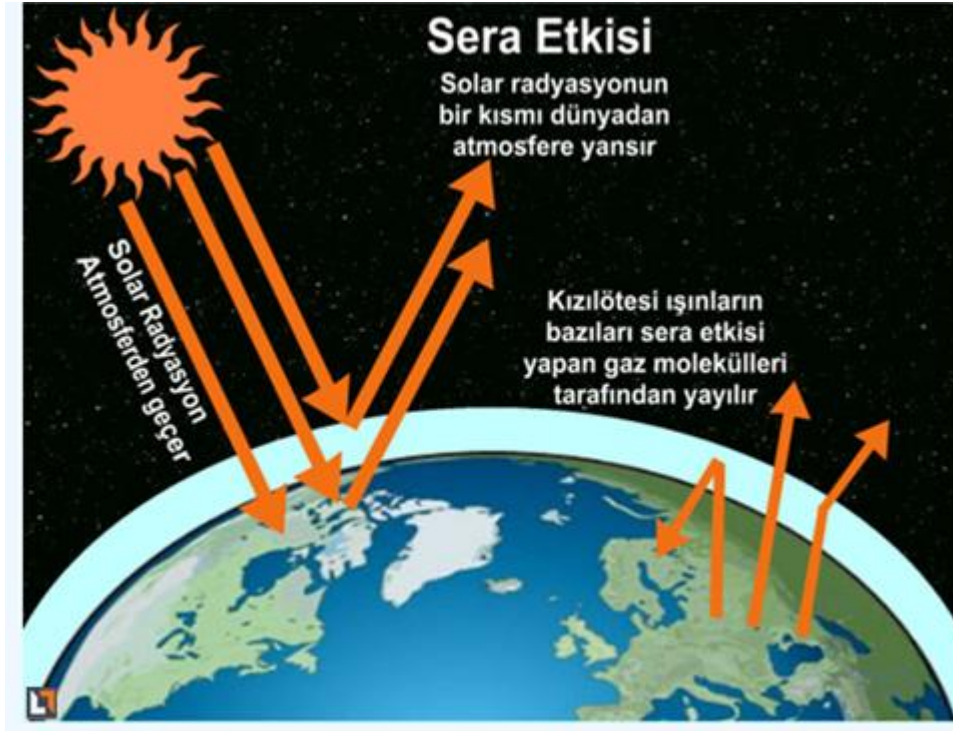
- Karbondioksit (CO_2),
- Metan (CH_4),
- Azot Oksitler,
- Kloroflourkarbon Gazları,
- Ozon gazlarıdır.

Bu sera gazlarının ısıyı tutma özelliği vardır (CO_2 , ısıyı en fazla tutma özelliği olan gazdır.). Atmosferin, ısıyı tutma özelliği sayesinde dünyanın sıcaklık değeri dengede kalmaktadır. Böylece nehirler ve okyanusların donması da engellenmektedir. Bu şekilde oluşan, atmosferin ısıyı tutma ve yalıtma etkisi *sera etkisi* olarak tanımlanmaktadır.

Kısacası, Yerküre'nin sıcaklık dengesinin kurulması aşamasında en önemli süreç olan doğal sera etkisi, temel olarak, atmosferin kısa dalgalı güneş ışınımını geçirme, buna karşılık uzun dalgalı yer ışınlımını tutma eğiliminde olması nedeniyle oluşur [1] (Şekil 2,1-Şekil 2.2).



Şekil 2.1. Sera Etkisinin Şematik Gösterimi



Şekil 2.2. Sera Etkisi Şematik Gösterimi-1

Sera etkisi, yaşam için gerekli ve dengeli iklimi sürdürebilmesini sağlayan doğal bir süreçtir. Isıyı tutan bu sera gazları atmosferin etrafında bir örtü görevi görür ve yerküremizin bu etkinin bulunmadığı ortam koşullarına göre 33°C'lik bir yüzey sıcaklığına sahip olmasına neden olur.

Ancak, endüstri çağının başlangıcından itibaren iklimin bu doğal dengesi, beşeri aktiviteler ile bozulmaktadır. Özellikle fosil yakıtların (Doğal gaz, kömür ve petrol) kullanımındaki artış karbondioksit emisyonunu arttırmakta ve bu durum da sera etkisinin şiddetini arttırmaktadır.

İnsan faaliyetleri sonucu atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun artması ile ortalama yüzey sıcaklığında da belirgin bir artış gözlenmektedir. Atmosferde gözlemlenen bu aşırı ısı artışı sonucunda *Küresel ısınma* meydana gelmektedir. Sera gazlarından karbondioksit, hem miktarının fazla olması

hem de karbondioksit moleküllerinin atmosferdeki ömrünün uzun olması nedeniyle küresel ısınmada %50 paya sahiptir. Bu nedenle küresel ısınmaya karşı alınacak önlemler içerisinde karbondioksit miktarının azaltılması önem arz etmektedir.

Sera gazlarından Metan ise, organik atıkların oksijensiz ayrışması sonucunda meydana gelmektedir. Başlıca kaynakları çiftlik gübreleri, pirinç tarlaları, çöplükler ve bataklıklardır. Metan gazının küresel ısınmadaki etki payı %13 kadardır.

Kaynakları egzoz gazları, fosil yakıtlar ve organik maddeler olan azot oksitlerin küresel ısınmadaki payı %5'tir. Kloroflourkarbon gazları için doğal kaynak olmamakla birlikte küresel ısınmadaki payı %22 civarındadır. Sonuç olarak, bu gazların atmosferdeki artışı ile ortaya çıkan küresel ısınma iklim sisteminde çeşitli değişikliklere yol açmaktadır.

2.2. Sera Gazları Etkileri: İklim Değişikliği

İklim değişikliği, son yıllarda dünyanın en büyük çevresel, sosyal ve ekonomik tehditlerden birini teşkil etmektedir. Birleşmiş Milletler tarafından tamamlanan en son bilimsel rapora göre [2], geçen yüzyıl içerisinde yaklaşık $0,8^{\circ}\text{C}$ sıcaklık artışı kaydedilmiştir. Ortaya çıkan bu küresel sıcaklık ortalamalarındaki artış, iklim sistemlerinde çeşitli değişimlere yol açmakta, tüm doğal kaynakların varlığını ve dağılımını etkilemektedir. Bu durum da toplumların sosyal ve ekonomik yapılarına yansımaktadır. Bu çerçevede toplumlar, hem sera gazı salınımlarının azaltılması hem de geçmişte oluşan ve önlem alınmazsa gelecekte meydana gelecek olası etkilere karşı uyum çalışmaları yapmak zorundadırlar.

Atmosferdeki bu sera etkisi, bilim dünyasında 17.yüzyıllardan itibaren araştırılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalar 1988 yılına kadar bilim adamlarının bireysel çalışmaları ve ülkelerin bağımsız araştırmaları ile yürütülmüştür. Ancak, 1988 yılında Dünya Meteoroloji Birliği(WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından bilimsel bir hükümetler arası birlik olan, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuştur. IPCC 'nin amacı, iklim değişiklikleri ile ilgili tarafsız bir bilgi kaynağı sağlamaktır. Bu birlik, dünyadaki pek çok uzman ve araştırma birliğinden elde edilen rapor ve bilgilerden faydalanmakta ve bulgularını uluslararası iklim tartışmalarında karar mercilerinin ana referanslarından biri haline gelen IPCC Değerlendirme Raporu şeklinde yayınlamaktadır [3]. IPCC'nin kurulması ile iklim değişikliği ve bu alanda yapılan çalışmalar yepyeni bir sürece girmiştir. IPCC'nin kurulmasına kadar geçen süreç Çizelge 2.1'de özetlenmektedir.

Çizelge 2.1. IPCC Öncesi Atmosferdeki Sera Gazları Konusunda Bilimsel İlerlemelerin Dönüm Noktaları [4]

Tarih	Olay
1681	Edme Mariotte, diğer ısı kaynaklarının aksine, cam ve diğer geçirgen yüzeylerin, güneş ışınları ve ısıнын geçişine izin verdiğini keşfetti.
1760	Horace Benedict de Saussure's, heliometer aracılığıyla, sera etkisini canlandıran ilk deneyi gerçekleştirdi.
1824	Joseph Fourier, dünyadaki yansıma sonucunda güneş ışınlarının kimyasal yapısının değiştiğini, dönüşüme uğrayan bu ışınların atmosferden geçişinin azaldığını, bu nedenle atmosferin yapısına bağlı olarak Yerküre'nin sıcaklığının değişebileceğini ortaya koydu.
1861	John Tyndall, atmosferdeki su ve CO ₂ gibi etken moleküllerin birikimindeki her türlü değişimin tarih boyunca yaşanmış bütün iklimsel değişikliklerin nedeni olabileceğini öne sürdü.
1896	Svenne Arrhenius, atmosferdeki CO ₂ birikiminin %40'a varan oranda değişmesinin buzul çağıının başlayış ya da bitişini sağlayabileceğini iddia etti.
1938	G.S. Callendar, atmosferdeki CO ₂ birikiminin 2 katına çıkması halinde, küresel ortalama sıcaklıklarında 2°C'lik bir artışa neden olabileceğini, ayrıca fosil yakıtların tüketilmesi ile atmosferdeki CO ₂ birikimleri arasındaki doğrusal ilişkiyi ortaya koydu.
1958	Charles David Keeling, Pasifik'teki Hawaii adasında kurulan Mauna Loa istasyonunda atmosferik CO ₂ birikimlerinin ilk aletli gözlemlerini yapmaya ve kaydetmeye başladı.
1970	CH ₄ , N ₂ O ve CFC'lerin de CO ₂ gibi atmosferin sera etkisini kuvvetlendireceği anlaşıldı.
1979	I. Dünya İklim Konferansı düzenlendi.
1980-81	Madden, Ramanthan ve Hansen, insan etkinlikleri sonucunda atmosferdeki sera gazı birikimlerinin artması sonucu ortaya çıkacak küresel ortalama sıcaklık artışının 20 yıl içerisinde net bir şekilde gözlemlenebileceğini belirtti.
1985	Villach Uluslararası Sera Gazları Konferansı düzenlendi.
1988	Toronto Değişen Atmosfer Konferansı düzenlendi.

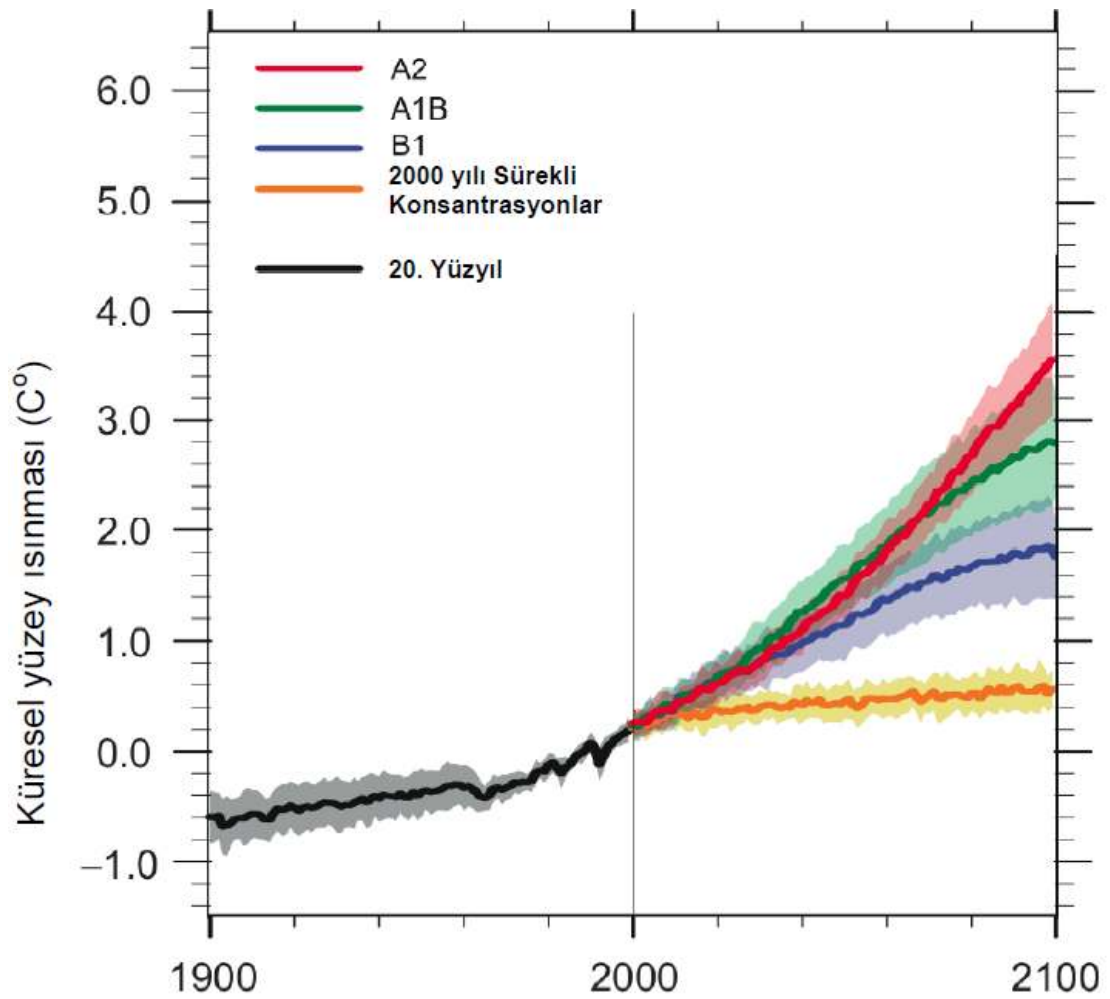
İklim değışikliğinin olası sonuçlarına hazırlıklı olabilmek için doğaya ve insan yaşamına etkilerinin belirlenmesi önemlidir. Bu aşamada toplumların, ekonomik ve teknolojik gelişmelerine bağlı olarak sera gazı emisyonlarının atmosferdeki birikimlerine göre iklimde gözlenecek olan değışikliklerin gelecekte nasıl olacağını tahmin etmek gerekmektedir. İklim değışikliğinin olası sonuçlarını tahmin edebilmek için, iklim sistemlerinin bileşenlerinin, bu bileşenler arasındaki etkileşimlerin ve geri beslemelerin matematiksel gösterimi olarak iklim modelleri kullanılmaktadır. Bu modeller kullanılarak oluşturulan senaryolarda geleceğe yönelik iklim öngörülerinde bulunulabilmektedir. Bu senaryolar, IPCC tarafından emisyon senaryoları özel raporu (SRES) olarak hazırlanmıştır. IPCC iklim tahminlerini A1, A2, B1 ve B2 olmak üzere dört farklı senaryo üzerinden yürütmektedir. Senaryolarda, sera gazı emisyonları hesaplanırken, nüfus artışı, teknolojik gelişmeler, enerji kullanımı, tarım ve arazi kullanımındaki değışiklikler için çeşitli kabullerde bulunulmuştur.

Bu senaryolardan en çok kullanılanlardan biri olan A2 senaryosu, hızlı nüfus artışı başta olmak üzere, küresel ısınma ve çevresel sorunlar konusunda herhangi bir özel önlem alınmadığı kötümse bir senaryo üzerine kurulmuş olup, bir diğeri senaryo olan B2 senaryosu ise ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlikte yerel çözümlerin vurgulandığı, ekonomik gelişmenin orta seviyede olduğu, nüfus artışının daha makul oranlarda arttığı, daha iyimser bir yaklaşım üzerine kurgulanmıştır.

A1 ve B1 senaryolarında ise küreselleşme daha fazla ön plana çıkmaktadır. IPCC'nin hazırladığı bu dört temel senaryo kendi içinde farklı senaryolara ayrılarak 40 kadar senaryo üretilmiştir. A1B, BI, AIT, B2, A2, A1FI senaryoları son hazırlanan IPCC raporunda kullanılan SRES senaryolarıdır. Bu SRES senaryolarında sırasıyla 600, 700, 800, 850, 1250 ve 1550 ppm olarak 2100 yılındaki beşeri kaynaklı sera gazları ve aerosollerden kaynaklanan ışımsal

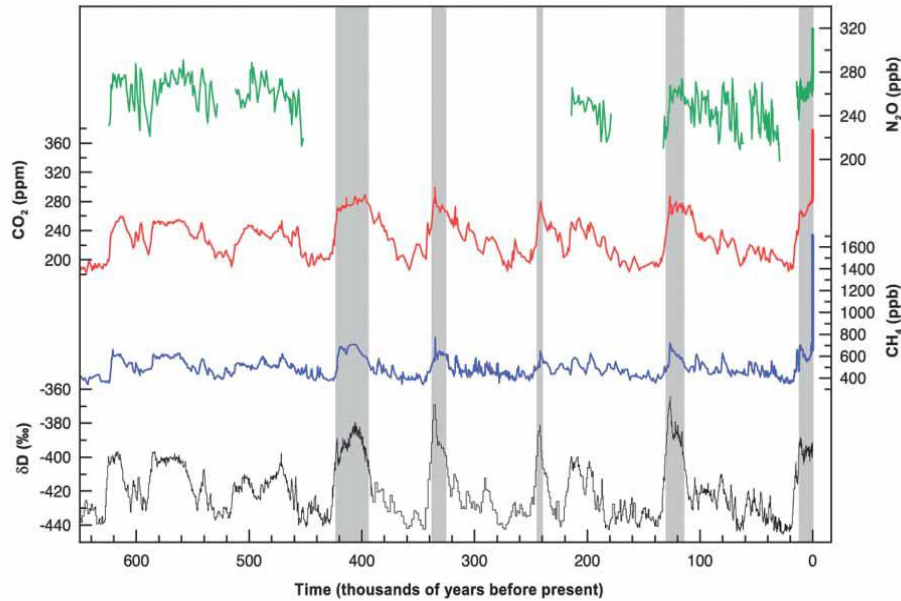
zorlamaya karşılık gelen karbondioksit eşdeğeri yaklaşık birikimlerini göstermektedirler. Oluşturulan bu senaryolar sayesinde geleceğe yönelik iklim öngörülerinde bulunmaktadır [5].

Şekil 2.3'te Çeşitli senaryolara göre atmosferdeki sera gazlarının birikimlerinde ve buna bağlı olarak küresel ortalama sıcaklıklarda öngörülen artışlar gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Çeşitli Senaryolara Göre Atmosferdeki Sera Gazlarının Birikimlerinde ve Buna Bağlı Olarak Küresel Ortalama Sıcaklıklarda Öngörülen Artışlar [2].

İklim Değişikliği Paneli tarafından hazırlanan 4.Değerlendirme raporu'na(2007) göre enerji, sanayi, ulaşım, atık, ormancılık, tarım ve arazi kullanımı sektörlerinden kaynaklanan toplam sera gazı salınımı,1994-2004 yılları arasında %70 oranında artarak 49 milyon ton eşdeğer CO₂ düzeyine çıkmıştır. Bununla birlikte, Sanayi Devrim'inden bu yana atmosferdeki doğal sera gazlarındaki değişimler Çizelge 2.2'de belirtilmiştir. Endüstrileşme öncesi yaklaşık 280 PPM olan atmosferik CO₂ yoğunluğunun 2005 senesinde 379 PPM' ye kadar yükseldiği görülmektedir. Bu değişimin etkisi son 650.000 sene içerisinde atmosferde gerçekleşmiş tüm doğal değişimlerin etkisini büyük ölçüde aşmaktadır. Son 650.000 yıllık dönemde sera gazı birikimleri ve sıcaklık değişimleri şekil 2.4'te gösterilmektedir [4].



Şekil 2.4. Son 650,000 Yılda Sera Gazlarında Ve Sıcaklıklardaki Değişimler

Çizelge 2.2. Atmosferdeki Doğal Sera Gazları Birikimindeki Değişimler

Emisyonlar	Sanayi Öncesi Atmosferik Birikim Değeri	2005 Atmosferik Birikim Değeri	1750-2005 Toplam Artış
CO ₂	280 ppm	379 ppm	%35
CH ₄	715 ppm	1774 ppm	%148
N ₂ O	270 ppm	319 ppm	%18

IPCC 2007'ye göre yapılan değerlendirmeler dikkate alındığında, 20.yüzyılın ortasından itibaren küresel ortalama sıcaklıklarda gözlenen artışın, büyük olasılıkla, atmosferdeki insan kaynaklı sera gazı birikimlerinde gözlenen artış nedeniyle olduğu ortaya konmuştur. IPCC' ye göre, mevcut politikaların uygulanmaya devam etmesi halinde, küresel sera gazı salımlarında 2000-2030 yılları arasında %25-90 arasında artış beklenmektedir. Küresel sera gazı salımlarında yaşanacak artışlar sonucunda, küresel ortalama sıcaklık artışının, 2000 öncesindeki artış hızının 2 katına çıkarak her on yılda 0.2°C artabileceği, küresel salımların 2000 yılı itibarı ile sabitlenmesi halinde bile, küresel ortalama sıcaklık artışlarının her on yılda 0.1°C artabileceği öngörülmektedir [4].

Küresel iklimde gözlemlenen başlıca değişiklikler aşağıda belirtilmiştir:

- Sanayi Devriminden itibaren alınan verilere göre yaşanan en sıcak 12 yılın 11'i 1995-2006 yılları arasında yaşanmıştır.
- 100 yıllık (1906-2005) ortalama yüzey sıcaklıkları için doğrusal eğilimin artışı, 0,74 °C'ye ulaşmıştır.
- Doğrusal ısınma eğilimi, geçen yüzyıllık dönemin yaklaşık iki katı olmuştur(0,13 C/10 yıl).

- Kuzey kutup bölgesine yakın alanlarda 19.yüzyıldan 21.yüzyıla kadar ve son 40-50 yıllık dönemdeki ısı artışı, küresel ortalamaların yaklaşık iki katıdır.
- 20.yüzyılın ikinci yarısından itibaren aşırı sıcaklık artışına bağlı olarak yaşanan olaylar sıklaşmıştır.
- Don olayının yaşandığı günlerin sayısı azalmıştır.
- Okyanus sularında meydana gelen ısınmalar 3000 m derinliklere kadar ulaşmıştır.
- Yapılan yağış gözlemlerine göre; Kuzey ve Güney Amerika'nın doğusunda, kuzey Avrupa'da, Kuzey ve Orta Asya'da yağış miktarı artmakta, Sahel, Akdeniz Havzası, Güney Afrika ve Güney Asya'nın bir bölümünde ise yağış miktarı azalmaktadır.
- Tropik ve Subtropik iklim bölgelerinde, 1970'li yıllardan itibaren, daha şiddetli ve uzun kuraklıklar gözlenmiştir.
- Yağış miktarları aşırı artmaya başlamış ve tropik siklon olaylarında hissedilir artışlar gözlenmiştir.
- Denizlerdeki buzulların kapladığı alanlar her on yıl için ortalama %2,7 oranında, yaz aylarında ise %7.4 oranında azalmaktadır [2].

Bu çerçevede IPCC raporu, çeşitli senaryolara göre 2100 yılı sonu itibarı ile küresel ortalama sıcaklıklarının, Sanayi Devrimi öncesiyle karşılaştırıldığında, 2,7 ile 5,8°C arasında artabileceği öngörülmektedir.

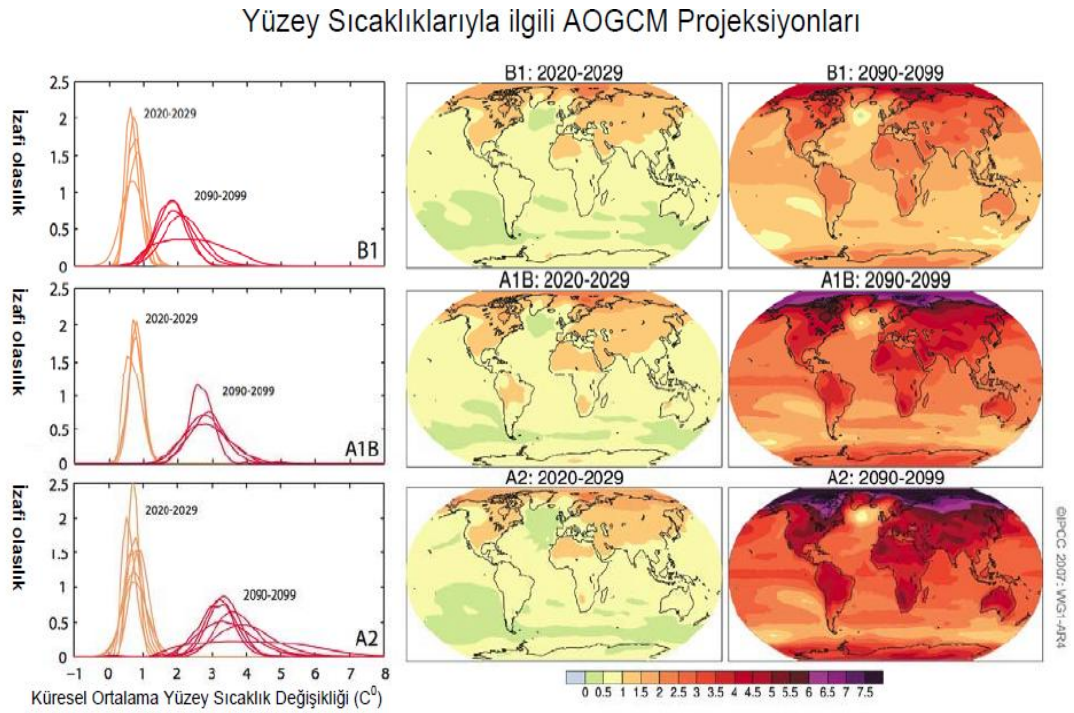
Öngörülen sıcaklık artışlarının, 20. yüzyılda gözlenen değişikliklerden daha fazla olabileceği ve eski iklim verilerine dayanarak, yüksek bir olasılıkla, son 10,000 yılda görülebilecek en büyük sıcaklık artışı olarak kayıtlara geçebileceği düşünülmektedir.

Yağış rejimleri açısından bakıldığında, 21. yüzyılın ikinci yarısına kadar, yağışların, kışın orta ve yüksek kuzey enlemlerde ve Antartika'da, yazın ise,

güney ve doğu Asya'da artması beklenmektedir. Bölgesel olarak ele alındığında, Doğu Akdeniz havzası ve Orta Doğu bölgesinde, yağış miktarlarında ve su kaynaklarında önümüzdeki yüzyılda önemli azalmalar beklenmektedir. Ayrıca, ortalama yağışlar için artış beklenen pek çok alanda, yıldan yıla yağış değişkenliği daha da artabilecektir [4].

Yapılan değerlendirmelere göre, 21.yüzyılda ısınma en fazla karalarda, en çok ısınma yüksek kuzey enlemlerde yaşanması beklenirken, Güney Okyanusu ve Kuzey Atlantik Okyanusu'nun bölümlerinde ısı artışının en az olacağı görülecektir.

(AOGCM: Atmosfer-Okyanus genel sirkülasyon çoklu modeli) (Şekil 2.5)



Şekil 2.5. 21. Yüzyılda Küresel Ortalama Sıcaklıklardaki Olası Artışlar

21.Yüzyılda küresel iklim sistemlerinde meydana gelmesi öngörülen değişikliklerden bazıları aşıağıda belirtilmiştir;

- Kar miktarının azalacağı tahmin edilmektedir. Pek çok donmuş bölgede erime derinliğinin yaygın olarak artacağı tahmin edilmektedir.
- Büyük ihtimalle, aşırı sıcaklıklar ve yoğun yağışların daha sık görülmesi beklenmektedir.
- Denizlerdeki buzulların hem Kuzey kutbunda hem de Antartika'da küçülmesi beklenmektedir. Yapılan tahminlere göre 21. Yüzyılın son bölümünde yaz mevsimi sonrası denizlerdeki buzulların tamamen yok olabilecektir.
- Sıcaklıklarda meydana gelecek aşırı artışların, sıcaklık dalgalarının ve yoğun yağışların daha da sık görülmesi beklenmektedir.
- Tropik bölgelerdeki fırtınaların kutuplara doğru kayacağı tahmin edilmekte, bunun sonucu, rüzgar, yağış ve ısı düzenlerinde değişiklikle birlikte son yarı yüzyılda gözlemlenen eğilimlerin sürmesi beklenmektedir.
- Birçok subtropikal topraklar ve bölgelerde yağış miktarlarında azalma beklenirken, yüksek enlemlerde de yağış miktarlarında artış görülmesi beklenmektedir [2,4,6].

21.Yüzyılda yaşanması tahmin edilen değişikliklerin olası etkileri aşıağıdaki gibidir;

- Pek çok ekosistemin direnme kapasitesi aşılabilecektir.
- 21. Yüzyılın ortalarından itibaren orman alanları ve okyanusların yutak özelliklerini yitirmesi ile iklimsel değişiklikleri hızlandırabilecektir.
- Ortalama sıcaklık artışının Sanayi Öncesine göre 2°C' yi aşması halinde bitki ve hayvan türlerinin %30'u yok olabilecektir.

- Orta ve yüksek enlemlerde, bölgesel ölçekte, bazı bitki türlerinde sınırlı verim artışı beklenebilecektir. Ancak nüfusun daha yoğun olduğu alçak enlemlerde, kurak ve tropik bölgelerde tarım üretiminin ciddi boyutlarda azalacağı ve açlık tehlikesinin artabileceği öngörülmektedir.
- Kıyı erozyonu ve beşeri faktörler nedeniyle kıyı alanlarındaki riskler artabilecektir. 2080'li yıllarda, nüfus yoğunluğunun fazla olduğu büyük delta'lara sahip Asya ve Afrika'da etkiler daha da ciddi hissedilecektir.
- Kıyı ve nehir delta'larında kurulu, iklimsel değişikliklerden çabuk etkilenebilecek kaynaklara dayalı ekonomi ve sektörler ile hızlı büyüyen kentler, daha fazla etkilenebilecektir.
- Yetersiz beslenme, aşırı hava olayları, salgın hastalıklar canlı hayatını ciddi anlamda olumsuz yönde etkileyebilecektir.
- Etkilenme derecesi ise eğitim, halk sağlığı, altyapısına ve ekonomik durumuna göre farklılıklar gösterebilecektir.
- Ortalama deniz seviyesinde yaklaşık 50cm'lik bir yükselme öngörülmektedir. (2100 yılına kadar).
- Buzulların yok olması, karların erimesi sebebiyle dünya nüfusunun 1/6'sının tatlı su kaynaklarının ciddi oranda azalacağı öngörülmektedir.
- Türkiye'nin de içinde yer alan subtropik kuşağın önemli bir bölümünde özellikle kış aylarında yaşanan yağışların azalması öngörülmektedir.
- Önümüzdeki 50 yıl içerisinde yüksek enlemlerde yüzey akışları %30'a varan oranda artarken, Akdeniz de dahil olmak üzere, bazı orta enlemlerde de su kaynakları %40'a varan oranda azalabilecektir [2,6,7].

2.2.1. İklim değişikliğinin Türkiye üzerindeki olası etkileri

Türkiye, subtropikal kuşakta kıtaların batı bölümünde oluşan ve Akdeniz iklimi olarak adlandırılan büyük bir iklim bölgesinde yer almaktadır. Üç yanı denizlerle kaplı ve ortalama yüksekliği yaklaşık 1100 m olan Türkiye’de, birçok iklim çeşidi belirmiştir. İklim tiplerindeki bu çeşitlilik, Türkiye’nin yıl boyunca, polar ve tropikal kuşaklardan kaynaklanan çeşitli basınç sistemleri ve hava tiplerinin etki alanına giren bir geçiş bölgesi üzerinde yer almasıyla bağlantılıdır. Buna, topoğrafik özelliklerinin karmaşıklığı ve kısa mesafelerde değişme eğiliminde olması gibi fiziki coğrafi etmenleri de eklenebilir.

Türkiye, küresel ısınmanın öngörülen etkileri açısından risk grubu ülkeler arasındadır. Özellikle kuraklık, orman yangınları, su kaynaklarındaki azalma gibi etkiler ve bunlara bağlı gelişebilecek küresel ısınmanın olumsuz yönlerinden etkileneceği bazı raporlarda yer almaktadır [4].

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü ve İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü’nün ortaklaşa yürüttüğü, “Türkiye için İklim Değişikliği Senaryoları” başlıklı TÜBİTAK projesi, Küresel ısınmanın Türkiye’ye etkilerini belirten ilk çalışmalardan sayılmaktadır. Türkiye’nin İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildiriminde yer alan projenin ilk sonuçları ve Doğu Akdeniz için gerçekleştirilen RegCM3 bölgesel iklim modeli çalışmasının analizleri, 2071-2100 döneminde IPCC SRES A2 [8] senaryosuna göre;

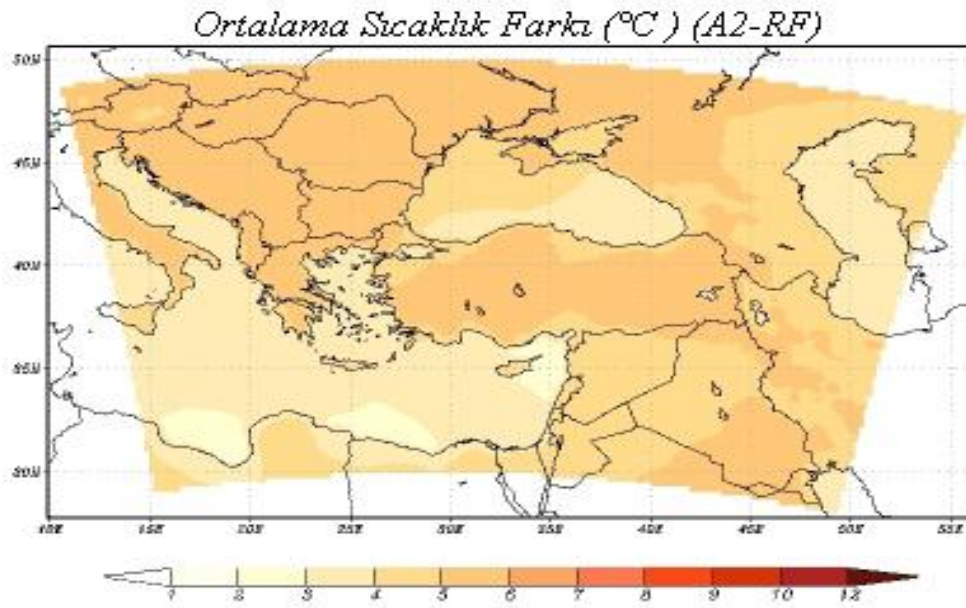
- *Türkiye genelinde 2-3 °C’lik ısı artışı ve yağışlarda Ege ve Akdeniz kıyıları boyunca azalma ile Karadeniz kıyısı boyunca artış öngörülmektedir.*

2005 yılında Dünya Doğal Yaşamı Koruma Vakfı (WWF) için yapılan çalışmada[9], sanayi öncesi değerlerde 2 °C’lik bir küresel sıcaklık artışının 2061-2090 döneminde 1961-1990 ortalamasına göre Akdeniz’de 1-3 °C

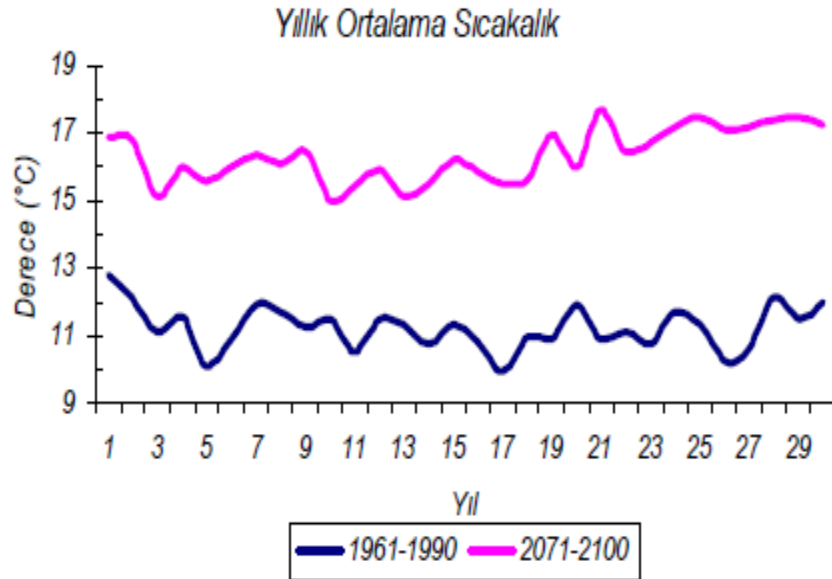
arasında değişen sıcaklık artışlarına yol açacağı belirtilmektedir. Maksimum sıcaklıklardaki artışların minimum sıcaklıklardaki artışlardan daha fazla olacağı, yıllık toplam yağışların genel olarak bölgede %20'lere ulaşan oranda azalacağı, buna karşılık Karadeniz kıyıları boyunca yağışların artacağı, mevsimsel yağışlardaki değişikliklerin kuzey-güney ve kış-yaz arasındaki karşıtlıklarla karakterize olduğu, en büyük yağış düşüşlerinin yaz mevsiminde görüleceği öngörülmektedir [4].

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından İngiltere Meteoroloji Servisi Hadley İklim Tahmin ve Araştırma Merkezi'nin geliştirdiğı PRECIS Bölgesel İklim Modeli kullanılarak ve IPCC A2 Senaryosu (HadAMP3 A2) (Küresel ortalama sıcaklık artışı 2- 5 °C) temel alınarak yürütölen modelleme çalışmalarına göre [8];

- 2071-2100'de, 1961-1990'a göre ortalama sıcaklıklar, Türkiye'nin kıyı bölgelerinde 4-5 °C, iç bölgelerde ise 5-6 °C oranında artacaktır (Şekil 2.6).
- Avrupa genelinde de 5-6 °C'lik bir artış gözlenmektedir (Şekil 2.6).
- Türkiye'nin alansal olarak elde edilen yıllık ortalama sıcaklık değişim eğrisine göre 2071-2100 periyodu ortalaması 1961-1990 periyodu ortalamasına göre yaklaşık 5,12°C artacağı ön görölmektedir (Şekil 2.7).

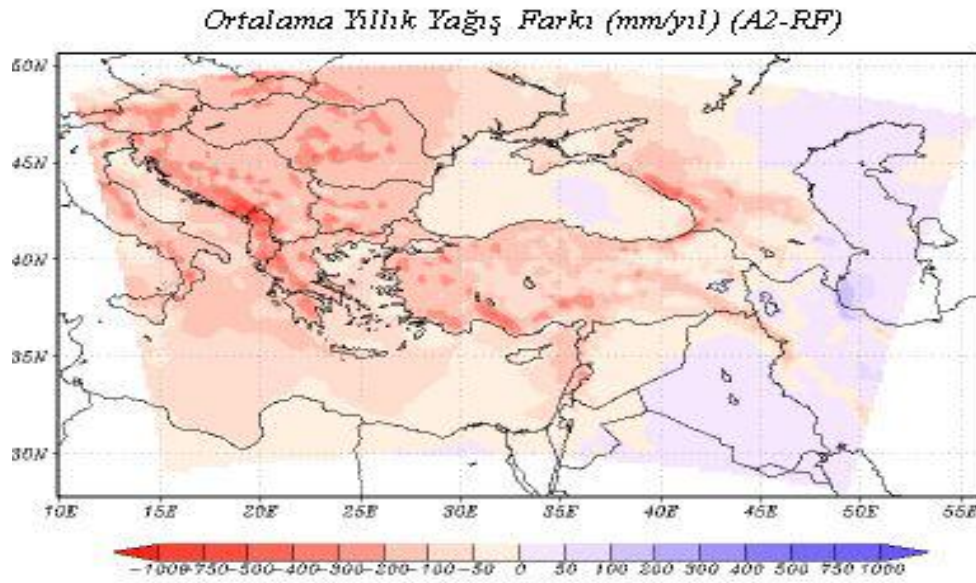


Şekil 2.6. HadAMP3 A2 Senaryosuna Göre 2071-2100 Yılları İle 1961-1990 (RF) Yılları Ortalama Sıcaklık



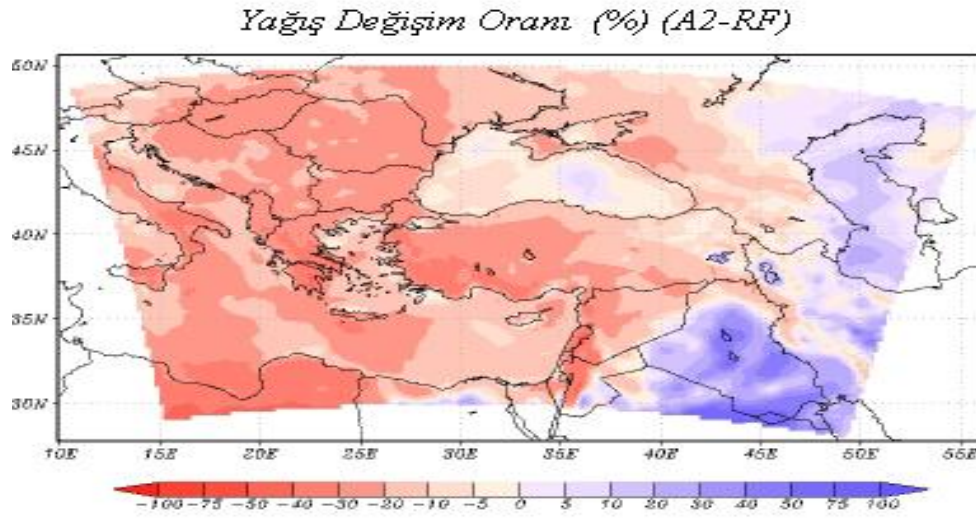
Şekil 2.7. Türkiye için HadAMP3 A2 Senaryosuna Göre 2071-2100 Yılları İle 1961-1990 (RF) Yılları Ortalama Sıcaklık Değişim Grafiği

- A2 senaryosuna göre gelecekte Türkiye yağışlarında, azalma yönünde değişiklikleri öngörülmektedir ve bu değişimlerde bölgesel farklılıklar söz konusudur. Doğu Karadeniz, Ege, Akdeniz ve Toros Dağları boyunca yıllık toplam yağış miktarında 100-400 mm/yıl oranında düşüşler beklenmektedir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. HadAMP3 A2 Senaryosuna Göre 2071-2100 Yılları İle 1961-1990 (RF) Yılları Yıllık Toplam Yağış Değişim Haritası (mm/yıl)

- Yağıştaki değişimlerin yüzdesel oranları, doğudan batıya doğru gidildikçe azalma yüzdelerinin büyüdüğü görülmektedir. Ege, Trakya, Batı ve Orta Akdeniz, Güneydoğu Anadolu'nun bir kısmı ile İç Anadolu bölgesinde yağışlar %30-40 oranında azalacaktır. Doğu Anadolu ile Doğu Karadeniz'de de bu oranın (%5) daha az olması beklenmektedir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. HadAMP3 A2 Senaryosuna Göre 2071-2100 Yılları İle 1961-1990 (RF) Yılları Yıllık Yağış Değişim Oranı (%)

- Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu dağlarında kar kalınlığında gelecekte azalmalar beklenmektedir. Bu bölgelerimizde 2071-2100 yıllarındaki kar örtüsü kalınlığı 1961-1990 yıllarına göre bazı kısımlarda 300 mm'ye kadar varan azalmalar beklenmektedir.

3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNDE MEVZUAT VE POLİTİK GELİŞMELER

3.1. Uluslararası Süreç

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) Küresel İklim Araştırma ve İzleme Projesi çerçevesinde elde edilen bilimsel kanıtlar 1970'li yılların ilk yarısında insan faaliyetlerinin küresel iklim düzeyine zarar verdiğinin ilk açık işaretlerini vermiş ve Dünya Meteoroloji Örgütü'nün öncülüğünde 1979 yılında Birinci Dünya İklim Konferansı düzenlenmiştir. Bu konferansta konunun önemi dünya ülkelerinin dikkatine sunulmuş ve fosil yakıtlara olan uzun süreli bağıllık ve ormansızlaşmanın gelecekte de sürmesi durumunda atmosferdeki CO₂ birikiminin artabileceği, bu artışın iklimde önemli ve uzun süreli değişikliklere neden olabileceği belirtilmiştir. 1988 yılında düzenlenen Değişen Atmosfer Konferansında, uluslararası bir hedef olarak küresel CO₂ emisyonlarının 2005 yılına kadar %20 azaltılması ve protokollerle geliştirilecek bir çerçeve iklim sözleşmesinin hazırlanması gerekli olduğu önerisi yapılmıştır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nün ortak girişimiyle 1988 yılında, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuştur.

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) ile, genel olarak gelişmiş ülkelerden bilimsel kuruluşlar, enstitüler ve Birleşmiş Milletlerin uzman kuruluşlarından deneyimli bilim adamları bir arada çalışma imkânına kavuşmuşlar, ülkelerin güvenerek kabul edebilecekleri bilgilerin üretilmesi için ortam yaratılmış ve ilk değerlendirme raporu 1990 yılında yayımlanmıştır.

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler öncülüğünde 1990 yılında 2.Dünya İklim Konferansı düzenlenmiş ve aynı yıl yayınlanan 1.Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporu tartışılmıştır. Bu konferansta pek çok ülkenin ortak kararı ile bir iklim değişikliği çerçeve

sözleşmesi görüşmelerine başlanması açısından alınan karar tarihsel bir önem taşımaktadır. Küresel ısınmanın muhtemel sonuçlarının, giderek çevre alanındaki en temel sorunu oluşturmaya başlaması karşısında, 1992 yılında Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda 'Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi' (BMİDÇS) kabul edilmiş ve ülkelerin onaylanmasıyla 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)'nin temel amacı; atmosferde sürekli artan ve iklim sistemi üzerinde tehlike yaratan, insan kaynaklı olduğu kanıtlanmış sera gazı birikimlerinin etkilerini önleyecek düzeyde tutmaktır. Bu amaç sözleşmenin 2.maddesinde "Böyle bir düzeye, ekosistemlerin iklim değişikliğine doğal bir şekilde uyum sağlamasına, gıda üretimini tehdit etmeyecek ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir şekilde devamına izin verecek bir zaman dahilinde ulaşılmalıdır" hükmü ile niteliklendirilmiştir. 194 tarafı bulunan sözleşme neredeyse evrensel bir boyuta ulaşmıştır. BMİDÇS, insan kaynaklı iklim değişikliğini sera gazlarının enerji, ulaştırma, sanayi, tarım, atık, ormancılık ve arazi kullanımı gibi sektörlerden kaynaklı olduğunu ve bu duruma karşı çözümlerin de yine bu sektörlerde yapılacak kalıcı, radikal değişikliklerle sağlanabileceğini belirtmiştir.

Kyoto Protokolü ise, küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadeleyi sağlamaya yönelik uluslararası bir belge olup Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi bünyesinde hazırlanmış ve imzalanmıştır. 1997 yılında kabul edilmiş ve 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. BMİDÇS ile Kyoto Protokolü arasındaki en önemli fark düzenledikleri yükümlülüklerin hukuki yönleri ile ilgilidir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi sanayileşmiş ülkelerin sera gazı salınımlarını belirli bir seviyeye indirmeleri konusunda bağlayıcı hükümler taşımazken, Protokol ile

sanayileşmiş ülke taraflarına bağlayıcı sera gazı salınım sınırlamaları ve azaltımları konusunda yükümlölükler getirilmiştir.

Sonuç olarak; Özellikle sanayi devriminden itibaren sera gazlarındaki bu tehlikeli artışın hazırlanan resmi ve uluslararası raporlarda da belirtildiği üzere insan kaynaklı olduğu tüm dünyaca kabullenilmiş ve bu konuda BMİDÇS ve Kyoto Protokolü ile bu alanda alınacak önlemler ve yapılacak çalışmalar, yükümlölükler sanayileşmiş ülkeleri bağlayıcı bir seviyeye ulaşmıştır. Çizelge 3.1.'de İklim Değişikliğine yönelik son yıllarda yapılan uluslararası çalışmaların dönüm noktaları belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. İklim Değişikliğine Yönelik Son Yıllarda Yapılan Uluslararası Çalışmaların Dönüm Noktaları [4]

Yıl	Bilimsel Süreç	Siyasi Süreç
1988	Değişen Atmosfer Konferansı'nda, küresel CO ₂ salımlarının 2005 yılına kadar %20 azaltılması ve protokollerle geliştirilecek olan bir "çerçeve iklim sözleşmesinin" hazırlanması önerildi.	Birleşmiş Milletler (BM) Genel Kurulu'nun "İnsanoğlunun Bugünkü ve Gelecek Kuşakları için Küresel İklimin Korunması" konulu 43/53 sayılı kararı ve IPCC'nin oluşturulması kabul edildi
1990	WMO II. Dünya İklim Konferansı düzenlendi. Bakanlar Deklarasyonu, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 137 ülke tarafından onaylandı.	BM Genel Kurulu'nun 45/212 sayılı kararı ile Hükümetler arası Müzakere Komitesi (INC) oluşturuldu.
1991	IPCC tarafından 1. Değerlendirme Raporu (FAR) yayınlandı. Raporda, insan etkinliklerinin iklim sistemi üzerinde net bir etkisi olduğu ifade edildi.	INC toplantıları başladı
1992		Rio'da gerçekleştirilen Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (UNCED), BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzaya açıldı
1994		BMİDÇS, 21 Mart 1994'te yürürlüğe girdi
1995	IPCC tarafından 2. Değerlendirme Raporu (SAR) yayınlandı. Daha kapsamlı ve yeni verilerin ışığında SAR, iklim sistemi üzerindeki insan etkisinin göz ardı edilemeyeceğini ortaya koydu	BMİDÇS 1. Taraflar Konferansı (COP1) toplandı. 2000 sonrası dönemdeki yükümlülükleri belirlemek için Berlin Buyruğu Geçici Çalışma Grubu oluşturuldu
1996	IPCC Sera Gazı Envanteri Hazırlama Kılavuzunu yayınladı.	COP2'de, salım azaltımında Ek-1 ülkeleri arasında farklı politikaların izlenebilmesine olanak tanındı
1997	Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), Fosil Yakıttan Kaynaklı CO ₂ Salımları Raporunu, her yıl güncellenmek üzere, ilk defa yayınladı.	COP3'te Kyoto Protokolü kabul edildi ve imzaya açıldı
	IPCC, Salım Senaryoları Özel Raporu'nu yayınladı	COP6'da Esneklik Düzenekleri için ABD'nin önerilerinin kabul görmemesi nedeniyle uzlaşma sağlanamadı ve toplantı tamamlanamadı. Yeni ABD yönetimi Kyoto Protokolü'nü tanımadığını ilan etti.
2001	IPCC tarafından 3. Değerlendirme Raporu (TAR) yayınlandı. Raporda, son 50 yılda gözlemlenen iklimsel değişikliklerin çoğunlukla insan etkinliklerine bağlanabileceği yönünde yeni ve güçlü verilerin elde edildiği vurgulandı	COP6.5'ta, sera gazı salım azaltımı için yutak alanlardan daha fazla yararlanılmasına olanak sağlandı. Gelişmekte olan ülkeler için 3 yeni fonun oluşturuldu. COP7'de Marakeş Uzlaşmaları Kabul edildi
2002		COP8'de iklim değişikliğine uyum konusunun daha etkin ele alınması gündeme geldi
2004		COP10'da uyum için bir çalışma programı oluşturulması benimsendi.
2005		COP11'de Kyoto Protokolü yürürlüğe girdi. COP/MOP1'de 2012 Sonrası müzakerelerinin (AWG) başlaması kararı alındı
2006	IPCC, Sera Gazı Envanterleri Kılavuzunu güncelledi. Arazi kullanım değişiklikleri ve ormancılıktan kaynaklanan salımlar için de kılavuzlar yayınladı.	COP/MOP2'de Afrika ülkelerinin karbon yatırımlarından daha fazla yararlanması için kararlar alındı. Ek-B Listesi'ne Belarus eklenerek Kyoto Protokolü'ndeki ilk değişiklik yapıldı. COP12'de Uyum için Nairobi Çalışma Programı kabul edildi.
2007	IPCC tarafından 4. Değerlendirme Raporu (AR4) yayınlandı. Raporda, son 50 yılda gözlemlenen iklimsel değişikliklerin çok büyük oranda insan etkinliklerine nedeniyle yaşandığı belirtildi.	BM Güvenlik Konseyi ve Genel Kurulu iklim değişikliği gündemiyle toplandı. COP13'te 2012 Sonrası için Bali Eylem Planı ve Geçici Çalışma Grubu (AWGLCA) oluşturuldu. COP/MOP3'te AWG ve AWGLCA süreçleri ilişkilendirildi.

Çizelge 3.2. Uluslararası İklim Değişikliği Rejiminin Müzakere Süreçleri [4]

Süreç			
Dönem	Bilimsel	Siyasi	Sonuç
1990-1992	IPCC 1. Değerlendirme Raporu (FAR-1990)	Hükümetler arası Müzakere Komitesi (INC-1990)	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS - 1992)
1995-1997	IPCC 2. Değerlendirme Raporu (SAR - 1995)	Berlin Buyruğu Geçici Çalışma Grubu (AWBM - 1995)	Kyoto Protokolü (KP - 1997)
2007-2009	IPCC 4. Değerlendirme Raporu (AR4 - 2007)	1. Hat: Bali Eylem Planı (BMİDÇS -2007) 2. Hat: AWG ve 2. Gözden Geçirme (KP-2005)	2012 Sonrası İklim Değişikliği Rejimi için Yeni Uluslararası Anlaşma (Kopenhag - 2009)

3.2. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü - Temel İlkeler ve Tanımlar

BMİDÇS, üye ülkeleri, sera gazı salımlarını azaltmaya, araştırma ve teknoloji üzerinde işbirliği yapmaya ve sera gazı yutaklarını (örneğin; ormanlar, okyanuslar, göller) korumaya teşvik etmektedir. Sözleşme, sera gazı salımlarının azaltılması için, ülkelerin kalkınma önceliklerini ve özel koşullarını göz önüne alarak “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar” yüklemiştir. “Ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar” ilkesi bazı ülkelerin sanayi devriminden sonra iklim değişikliğine sebep olan sera gazlarını atmosfere diğer ülkelerden daha çok salmalarından ötürü daha fazla sorumluluk almaları gerektiği düşüncesine dayanmaktadır. Bu bağlamda, Sözleşme, farklı yükümlülükler göre ülkeleri üç gruba ayırmıştır.

- *Ek-I Ülkeleri:* Bu grupta yer alan ülkeler, sera gazı salımlarını sınırlandırmak, sera gazı yutaklarını korumak ve geliştirmek, ayrıca, iklim değişikliğini önlemek için aldıkları önlemleri ve izledikleri politikaları bildirmek ve mevcut sera gazı salımlarını ve salımlarla ilgili verileri iletmekle yükümlüdürler. Bu grup iki ülke kümesinden oluşmaktadır. Birinci grupta 1992 yılı itibarıyla OECD üyesi olan ülkeler (bunların içinde Türkiye de vardır) ve AB, ikinci grupta ise Pazar Ekonomisine geçiş sürecindeki ülkeler yer almaktadır.
- *Ek-II Ülkeleri:* Bu gruptaki ülkeler, birinci grupta üstlendikleri yükümlülüklerle 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.

2005 yılında Rusya Federasyonu'nun imzalamasıyla yürürlüğe giren Kyoto Protokolüne halen 190 ülke ve AB taraftır. Bu ülkelerden salım azaltımı ya da kontrollü artış yükümlülüğü olan Sözleşme'nin Ek-I ülkeleri, Protokol'ün Ek-B listesini oluşturmaktadır. Sözleşme'de Ek-I'de yer alan ülkelerin sera gazı salımlarını, 2008–2012 yılları arasında hangi oranlarda azaltacakları KP'nin Ek-B'sinde tespit edilmiştir. Kyoto Protokolü'nün temel hedefi, Ek-B Listesi'nde yer alan ülkelerin sera gazı salımlarının toplamını, 2008-2012 yılları arasındaki birinci yükümlülük döneminde, 1990 yılındaki seviyenin % 5 altına düşürmektir. Bu genel hedefe ulaşmak için anılan ülkeler, müzakereler sonucunda farklı oranlarda azaltım taahhütlerinde bulunmuşlardır.

Protokol'e taraf olan, EK-B dışındaki diğer ülkeler, Ek-dışı ülkeler olarak adlandırılmakta olup, bunların sera gazı salım azaltımı konusunda sayısal yükümlülükleri bulunmamaktadır.

Özellikle 2007 yılından itibaren gerçekleştirilen konferans ve zirvelerde, insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan küresel ısınmanın yol açtığı iklim değişikliğinin sadece bir çevre sorunu değil çok daha geniş anlamda ekonomik büyüme, gıda, su güvenliği ve özellikle en yoksul nüfus topluluklarının yaşadıkları gelişmekte olan ülkeler ya da göreceli olarak daha gelişmiş olan ülkelerde de toplumun en yoksul kesimlerinin yaşamlarını yok olma noktasına gelmeden sürdürebilmeleri sorununa dönüşmüş olmasına dikkat çekilmiş, sorunun küresel işbirliği ve eylem gerektirdiği üzerinde görüş birliği oluşmuştur.

BMİDÇS Ve Kyoto Protokolü kapsamında kurulan başlıca kurumlar şunlardır [5];

- BMİDÇS Sekretaryası
- Uygulama Yardımcı Organı
- Bilimsel ve Teknolojik Danışma Yardımcı Organı (SBSTA)
- Mali Mekanizması
- Taraflar Konferansı (COP)/ Taraflar Toplantıları (CMP)

Ayrıca, gerektiğinde komiteler ve çalışma grupları da kurulabilmektedir. Bu bağlamda, 2005 yılında kurulan Kyoto Protokolü'ne Taraf Ek-I Ülkeleri için İlave Taahhütler Geçici Çalışma Grubu (AWG-KP) ve 2007 yılında Bali Eylem Planı ile kurulan BMİDÇS Kapsamında Uzun Dönemli İşbirliği Eylemi Geçici Çalışma Grubu (AWG-LCA), Kyoto Protokolü'nün sona erdiği 2012 yılı sonrası dönem için önemli görevlere sahiptir [9].

- *BMİDÇS Sekretaryası:*

Merkezi Almanya-Bonn'da olup (1996 yılına kadar İsviçre-Cenevre'de), BMİDÇS ve Kyoto Protokolü kapsamındaki toplantıların organizasyonu (Taraflar Konferansı, Yardımcı Organlar Toplantıları gibi), taraflara gerekli bilgilerin aktarılması (teknik raporların ve analizlerin hazırlanması gibi), resmi karar ve belgelerin derlenmesi ve BMİDÇS ile ilgili idari işlerin yürütülmesinden sorumludur.

- *Uygulama Yardımcı Organı (SBI):*

BMİDÇS'nin etkinlikle uygulanmasının gözden geçirilmesi ve değerlendirilmesini sağlamak için, Taraflar Konferansı'na yardımcı olacak bir uygulama yardımcı organı kurulmuştur. Organ, Taraflar Konferansı'na çalışmalarının tüm yönleri hakkında düzenli olarak rapor sunmaktadır.

- *Bilimsel ve Teknolojik Danışma Yardımcı Organı (SBSTA):*

SBSTA, Taraflar Konferansı'na, bilimsel, teknolojik ve metodolojik konularda danışmanlık görevinde bulunmaktadır. Çevreye dost teknolojilerin geliştirilmesi ve transferi ile ulusal bildirimlerin ve emisyon envanterlerinin hazırlanmasındaki genel ilkelerin geliştirilmesine yönelik teknik çalışmaları da yürütmektedir.

SBSTA, Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) gibi uzman kuruluşlar tarafından sağlanan teknik bilgi ve analizlerin değerlendirilmesi ile Taraflar Konferansı'nın siyasi odaklı kararları arasında köprü görevini de sürdürmektedir.

- *Mali Mekanizması:*

BMİDÇS ile, COP'un yetki ve rehberliği altında ve COP'a karşı sorumlu bir mali Mekanizma oluşturulmuştur. Mali mekanizma, teknoloji transferi dahil olmak üzere bağış ve kolaylıklar yoluyla mali kaynakların temin edilmesinden sorumlu olup; bu doğrultuda taraflar ikili, bölgesel veya çok taraflı kanallar aracılığıyla geliştirmekte olan tarafların yararlanmasına yönelik mali kaynak sağlayabileceklerdir. Mali mekanizmanın yürütülmesi görevi Küresel Çevre Fonu'na (Global Environment Facility - GEF) verilmiştir.

- *Taraflar Konferansı (COP)/ Taraflar Toplantıları (CMP):*

Taraflar Konferansı (COP), Tarafların düzenli olarak bir araya gelip müzakerelerde bulunmalarını ve iklim değişikliğine karşı uluslararası işbirliğini daha da ileri götürmelerini sağlayan uluslararası bir platform olarak işlev görmektedir. Taraflar Konferansı, BMİDÇS'nin en yüksek organı olarak, BMİDÇS kapsamında kabul edilen tüm hukukî belgelerin uygulanmasını düzenli olarak gözden geçirmek ve Kyoto Protokolü'nün etkili biçimde uygulanmasını teşvik için, yetkisi dahilinde gerekli kararları almak ile sorumludur. COP, düzenli olarak yılda bir kez toplanmaktadır. Ayrıca, Kyoto Protokolü'nün yürürlüğe girmesi ile birlikte COP toplantılarına ilaveten, Taraflar Toplantısı (CMP) oluşturulmuştur. Bu organ, COP ile birlikte toplanmakta ve Kyoto Protokolü'ne ilişkin kararların alınmasını sağlamaktadır. Bu kapsamda, Aralık 2007'de Endonezya'nın Bali Adası'nda düzenlenen *BMİDÇS'nin 13. Taraflar Konferansı/KP'nin 3. Taraflar Toplantısı*, iklim değişikliği konusunda o güne kadar katılımcı sayısının en fazla olduğu bir toplantı olarak tüm dünyada büyük ilgi uyandırmış, özellikle "Bali Yol Haritası"nın benimsenmesine ilişkin ciddi adımlar atılmıştır [9].

Bali Konferansı'na damgasını vuran en önemli konu, küresel iklim değişikliği ile mücadele amacıyla sera gazı salımlarının azaltılması ve uyum konularında uzun dönemli işbirliği ve KP'nin 2008-2012 yıllarını kapsayan birinci taahhüt döneminin sonunda yürürlüğe girmesi planlanan 2012 sonrasına (Kyoto sonrası) dair yeni anlaşmanın Sözleşme kapsamında başlatılan müzakerelerine ilişkin kapsam, yöntem ve takvimi içeren "Bali Eylem Planı'nın"(BEP) kabul edilmesi olmuştur. BEP, 2012 sonrasına dair yeni anlaşmanın BMİDÇS eksenindeki müzakerelerine hemen başlanması, "Uzun Dönemli İşbirliği Eylemi Geçici Çalışma Grubu-Adhoc Working Group on Long Term Cooperative Action" (AWG-LCA) tarafından yürütülecek olan bu müzakere sürecinin 2009 Aralık ayında Kopenhag'da düzenlenen BMİDÇS'nin 15. Taraflar Konferansı'na kadar tamamlanarak, yeni anlaşmanın kabul edilmesi kararlaştırılmıştır. BEP, müzakerelerin, dört ana konu üzerinde sürdürülmesini öngörmüştür. Yeni anlaşmanın yapı taşları olarak nitelendirilen bu konular, salım azaltımı (mitigation), uyum (adaptation), teknoloji ve finansman alanlarıdır. BEP, ayrıca, salımların uzun vadede azaltılmasını hedefleyen bir ortak vizyon (shared vision) geliştirilmesini de öngörmektedir. Öte yandan, Bali Konferansı'nda, 2012 sonrasına dair anlaşmanın KP kapsamında 2006'dan beri devam eden ve 2008 yılında tamamlanması öngörülen müzakerelerinin de Aralık 2009'a kadar uzatılması kararlaştırılmıştır. KP eksenindeki müzakereler, Ek-I ülkelerinin 2012 sonrasında başlaması öngörülen ikinci taahhüt dönemi için ilave salım azaltım yükümlülüklerini ele almaktadır [10].

- *BMİDÇS'nin 15. Taraflar Konferansı (COP 15) ile KP'nin 5. Taraflar Toplantısı:*

Aralık 2009 tarihlerinde Danimarka/Kopenhag'da gerçekleştirilmiştir. 15. Taraflar Konferansı'nda 2012 sonrası iklim rejimine ilişkin uluslararası bir mutabakata varılması öngörülmüştü. Bu çerçevede, aralarında ABD, Çin

Halk Cum., Hindistan, Brezilya ve G. Afrika'nın da bulunduğu 29 ülke tarafından kaleme alınan "Kopenhag Mutabakatı" Konferans'ın son günü katılımcı ülkelerin değerlendirmelerine sunulmuş,fakat konferans sırasında hukuki bir anlaşma ortaya çıkmamıştır.

BMİDÇS'nin 16. Taraflar Konferansı (COP 16) ile KP'nin 6. Taraflar Toplantısı ise, 2010 Aralık tarihinde Meksika / Cancun'da düzenlenmiştir. Bu toplantılarda, Kyoto Protokolü'ne taraf olan ülkelerin 2020 yılına kadar emisyonlarını %25-40 oranında düşürmesi gerekliliğinin bir kez daha vurgulanmış ve Uluslararası sivil toplum kuruluşlarının ısrarlı eylemleri neticesinde emisyon azaltımının, küresel ısınmayı 2°C'nin altında tutmada yalnızca bir başlangıç olduğu kabul edildi. Ayrıca bu toplantıda sadece gelişmiş ülkelerin değil gelişmekte olan ülkelerin de azaltım faaliyetlerinde bulunmaları için adımlar atılmış ve gelişmekte olan ülkeler de artık ulusal koşullara uygun azaltım projelerini hayata geçirmeleri gerektiği belirtilmiştir. Bu toplantılarda Türkiye'nin özel koşullarının olduğu ve diğer Ek-I ülkelerinden farklı bir konumda bulunduğu BMİDÇS'ye üye ülkeler tarafından kabul edilmiş, ayrıca, gelişmekte olan ülkelere finansman ve teknoloji transferi sağlama yükümlülüğümüz bulunmadığı kabul edilmekte, diğer taraftan, ülkemizin finansman ve teknoloji transferinden yararlanması konusunun gelecekte gerçekleştirilecek toplantılarda ele alınacağı yer almaktadır.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Taraflar Konferansı'nın 17'nci ve Kyoto Protokolü Taraflar Konferansı'nın 7'nci toplantıları, Güney Afrika'nın Durban kentinde gerçekleştirilmiştir. AB, görüşmelerde, gelişmekte olan ülkelerin, tüm ülkelerin dahil olduğu hukuki bağlayıcılığı olan bir küresel anlaşmayı desteklediği belirtmiştir, küresel iklim kirliliğine neden olan ülkelerin dahil olmaması durumunda, görüşmelerin asıl amacına ulaşamayacağı konusuna dikkat çekmiştir.AB, bu çerçevede 2015

yılına dek bağlayıcı bir anlaşmaya varılmasını ve bu anlaşmanın 2020 yılında yürürlüğe girmesinin yanı sıra, atmosferi en çok kirleten sanayileşmiş ülkeler için de bağlayıcı hedefler konulması gerektiğini öne sürmüştür. Bu zirve ile, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sera gazı emisyonlarının azaltılması için 'yasal zorunluluk' olacak yeni bir iklim anlaşması müzakereleri başlatılacağına, Tarafların, 2020 yılında yürürlüğe girecek olan anlaşmanın şartlarını 2015 yılına kadar kabul etmeleri gerektiğine karar verilmiştir.

Çizelge 3.3. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü'nün Karşılaştırılması [4]

BMİDÇS	KYOTO PROTOKOLÜ
Tüm İklim görüşmelerinin temel metnidir.	Sadece 1. Dönemi (2008-2012) için yükümlülükler tanımlı. 2005 yılından itibaren 2012 sonrası dönem için (süre, yükümlülük oranları, ülkeler) yeni görüşmeler başlayacak, bu amaçla yeni ittifaklar kurulabilecektir.
Yürürlüğe girmesi için 50 ülke yeterlidir.	Yürürlüğe girmesi için, 55 ülkenin Taraf olması ve bu ülkelerin toplam salımlarının da, Ek-I Ülkelerinin toplam salımlarının %55'ini aşması gereklidir.
Sera gazları tanımlanmamıştır.	Protokol kapsamında azaltılması hedeflenen gazlar (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, PFC, HFC, SF ₆) Ek-A Listesinde belirtilmiştir.
Sadece ana sektörler (enerji, sanayi, ulaştırma, tarım, atık, ormancılık) belirlenmiştir	Salımların sınırlandırılması kapsamında ele alınacak alt sektörler tanımlanmıştır. Dolayısıyla bazı alt sektörler kapsam dışına alınmıştır (ör. Uluslararası sivil havacılıktan kaynaklanan salımlar)
EK1 Ülkeleri için 2000 yılı hedeflenmiş fakat zorunluluk yer almamıştır.	1. Dönemde (2008-2012), her bir Ek-I ülkesinin sayısal sera gazı salım azaltım hedefi Ek-B Listesinde belirtilmiştir.
Listelerin oluşumu için sadece OECD üyeliği ve sanayileşmişlik derecesi esas alınmaktadır.	Müzakereler sonucunda, Ek-I Listesindeki her ülke, Ek-B Listesinde kendisi için farklı bir yükümlülük belirlemiştir.
Yaptırım gücü zayıftır.	Hedeflerin tutmaması halinde sonraki dönemler için yükümlülükler ağırlaştırılmaktadır.
Esneklik kuralları sadece belli ülkeler (Geçiş Ekonomisi Ülkeleri) için geçerli.	Tüm Taraf ülkeler, kurallarına uymak kaydıyla, Esneklik Düzeneklerine (CDM, JI, ET) katılabilir.
Taraflar Konferansı'nda kabul edilen bir değişiklik, ülkeler 6 ay içerisinde itiraz etmezse yürürlüğe girer.	Değişikliğin yürürlüğe girebilmesi için Taraf ülkelerin 2/3'ünün onay belgeleri gerekir.
Uyum konusu sınırlı da olsa ele alınır.	Uyum konusu hiçbir şekilde ele alınmaz.
Ek-1 dışı ülkelerin yükümlülükleri tanımlanır.	Ek-I Dışı ülkeler için yeni hiçbir yükümlülük getirmez, onlara CDM projelerine ev sahipliği hakkı tanır.
Karar alma ve uygulama organları vardır.	Ek olarak, yaptırım gücüne sahip Uygunluk Komitesi tanımlanmıştır

BMİDÇS ve Kyoto Protokolü'ne taraf ülkelerin tanımlamaları Çizelge 3.4'te belirtilmektedir.

Çizelge 3.4. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü'ne Taraf Ülkelerin Tanımlamaları

Belge	İsim	Tanım	Taraflar	Temel Konu
BMİDÇS	Ek-1	Gelişmiş Ülkeler ve Ek-I'de yer alan Diğer Taraflar	-15 Üyeli Avrupa Birliği -1990 tarihinde OECD üyesi olan ve AB Dışında Kalan Ülkeler - Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri (Rusya ve Ukrayna Dahil)	Tarihsel Sorumluluk (Sanayileşmiş Ülkeler)
	Ek-2	Gelişmiş Ülkeler ve Ek-II'deki diğer Gelişmiş Taraflar	-15 Üyeli Avrupa Birliği -1990 tarihinde OECD üyesi olan ve AB Dışında Kalan Ülkeler	Mali Sorumluluk (Zengin Ülkeler)
Kyoto Protokolü	Ek B	Sayısallaştırılmış Salım Azaltım Sınırlama yada Azaltım Yükümlülüğü(2008-2012 arasındaki Salımların 1990 yılına göre %si)	Türkiye ve Belarus dışındaki BMİDÇS Ek-I Listesi(Türkiye ve Belarus KP'nin kabul edildiği tarihte BMİDÇS'ye taraf değillerdi. Belarus, 2006 yılında alınan 10/CMP2 numaralı kararla Ek-B Listesine dahil edildi ancak bu karar henüz yürürlüğe girmedi.)	KyotoProtokolü'nün1. Döneminde sera gazı salımlarını azaltma ya da sınırlama yükümlülüğü olan ülkeler

Küresel iklim değışikliğı sorununun, son dönemlerde sadece çevrecilerin ve özel sektörün sorunu değil toplumun hemen hemen her kesimini ilgilendirdiğı anlaşılmış ve böylece BMİDÇS kapsamında yapılan müzakerelere çok değişik kesimden kurumlar da katılmaya başlamışlardır. İklim değışikliğı konusunda görüşlerini bildirmek isteyen pek çok sivil toplum kuruluşu, iş dünyası, belediyeler ve yerel topluluklar da bu müzakerelerde, BMİDÇS Sekreteryasının katkıları ile yer almıştır.

Bunlardan bazıları şunlardır;

- İklim Eylem Ağı (CAN)
- Uluslararası Ticaret Odası (ICC)
- Uluslararası Yerel Çevre İnisiyatifleri Birliğı (ICLEI)
- Tropik Ormanlar Kabile Halkları Birliğı
- Avrupa Politikaları Çalışma merkezi (CEPS)
- İş Dünyası Kuruluşları (BINGO)
- Araştırma Kuruluşları

3.3. Avrupa Birliğı Çevre Politikaları

Avrupa Birliğı (AB) Dünya Ekonomisinin önemli bir bölümünü yönlendiren ülkelerin bir araya geldiğı uluslararası bir kurumdur. Bu kurumların ekonomik güçlerinin en temel özelliğı Sanayi Devrimini gerçekleştiren ülkeler olmaları nedeniyle Sanayi üretimlerine ağırlık vermeleridir. Ağır sanayinin de ciddi boyutta çevre sorunlarına neden olduğı günümüzde kabul görmüştür. Bu nedenle Amerika ile birlikte en çok kirliliğı sebep olan AB, Birlik düzenlemeleri ve politikaları ile birlikte ürettiğı kirliliğı en aza indirmeye çalışmakta ve yaptığı çalışmalar ile üye ülkeleri bu konuda yükümlölükler almaya zorlamaktadır. AB kurucu antlaşmalarında çevre konusu, üye devletlerin yetki alanında bırakılmasına rağmen, AB üyesi ülkelerin uygulamada

evre korunması konusunda ortak yaklaşımın benimsenmesi gerekliliğini ortaya koymuştur.

Bu sonuca varılmasındaki temel sebepler;

- AB’de temel politika kabul edilen serbest rekabet ilkesinin en doğru şekilde gerçekleştirilmek istenmesidir. Her üye devlette farklı evre politikalarının uygulanması, evre kirliliğinin önlenmesine yönelik yapılan yatırımlar, değişik evre koruma değerlerinin benimsenmesi, özellikle malların üretiminde maliyeti doğrudan etkilemektedir. Bu durumda üye ölkeler arasında serbest rekabetin tam anlamıyla sağlanabilmesini de engellemektedir.
- AB üyesi olan devletlerin hayat standardının daha da yükseltilebilmesi için doğal yaşam koşullarının sağlıklı bir biçimde kullanılmasının gerekli görölmecesidir.
- Aynı ekonomik birlik içerisinde yer alan devletlerde, evre politikalarındaki farklılıklar nedeniyle yaşam koşullarının farklı düzeylerde gerçekleşmesi, üye devletlerce, politik bakımdan da istenmeyen bir durum olarak belirtilmiştir.

AB, bu ve benzeri gerekelerler birlikte 1990 yılındaki Lüksemburg evre ve Enerji Konseyi’nde belirlediği CO₂ salım hedefi ile BMİDÇS’den önce kendi içinde bir salım hedefi benimseyerek uluslararası çabalarda daha erken ve güçlü bir konuma gelmiştir. Avrupa Birliği, katıldığı BMİDÇS göröşmelerinde, iklim sistemindeki olumsuzlukların tüm dünyayı ilgilendiren küresel bir sorun olduğunu bu nedenle başta gelişmiş ölkeler olmak üzere tüm dünya ölkelerinin sera gazı salınımlarını azaltmak için ciddi adımlar atmaları gerektiğini vurgulamıştır.

Topluluk, 1993 tarihinde BMİDÇS'ne üyeliğini tamamlayıp Kyoto Protokolüne de üye olduktan sonra sera gazı salınımlarındaki hedefinin 2008-2012 yükümlülük döneminde 1990 düzeylerinin %8 altına indirmek olduğunu açıklamış ve bu konuda ilk adımı atmıştır. AB'nin Kyoto hedefi olan % 8 oranındaki salım indirimine ulaşmadaki sorumluluğu, üyesi bulunan ülkeleri de kapsadığından, AB, ülke gruplarının ortak amacın korunması koşuluyla yükümlülüklerini kendi aralarında paylaşabileceklerini söyleyen Kyoto Protokolü'nün ilgili maddesinden yararlanmak istemiştir. (Bu durum "AB Balonu" olarak adlandırılmaktadır).

Avrupa Birliği yaptıkları birçok girişim ve çalışmalarla, Küresel iklim değişikliği platformunda hatırı sayılır bir konuma gelmişlerdir. AB'de İklim Değişikliğinin önlenmesine ilişkin politika ve önlemler, 'Çevre' başlığı altında değerlendirilmektedir. AB'nin çevre konusundaki önemli amaçları ve öncelikleri ile alınacak önlemlerin ayrıntıları ise, Çevre Eylem Programlarında verilmektedir [11].

Avrupa Birliği iklim değişikliği politika ve uygulamalarının dönüm noktaları şöyledir;

- Sera Gazları İzleme Programı
- Yenilenebilir Enerji Beyaz Belge
- AB Balonu
- Yenilenebilir Enerji Çıkış Kampanyası
- Avrupa İklim Değişikliği Programı-1 (Savaşım)
- Akıllı Enerji Programı
- Salım Ticareti Direktifi
- Avrupa İklim Değişikliği Programı -2 (Savaşım ve Uyum)
- 2020 ve Sonrası için Enerji ve İklim Değişikliği Paketi
- Birlik içinde 2020 ve sonrası için Enerji ve İklim Eylemi

Çizelge 3.5. Avrupa Birliği'nin İklim Değişikliği Politika ve Uygulamalarının Temel Özellikleri [4]

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

3.4. Türkiye'nin İklim Değişikliği Alanında Politika Süreci

Türkiye, bir OECD üyesi olarak, BMİDÇS 1992 yılında kabul edilmiş ve gelişmiş ülkeler ile birlikte Sözleşme'nin Ek-1 ve Ek-2 listelerine dahil edilmiştir; ancak daha sonra bu listeden çıkarılmak istemiştir. Bunun temel nedeni, Ek-1 ülkelerinin emisyon azaltım ve kontrol yükümlülüklerinin bulunması ve Ek-2 ülkelerinin ise, gelişmekte olan ülkeler olarak adlandırılan ülkelere mali ve teknik destek sağlama yükümlülüğü altına girmeleri olmuştur. Ayrıca, Türkiye "ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluk ilkesine" göre ulusal ve bölgesel kalkınma öncelikleri, amaçları ve özel koşulları dikkate alınarak durumunun gözden geçirilmesini istemiştir. Yapılan müzakereler doğrultusunda 2001 yılında Marakeş'te düzenlenen 7. Taraflar Konferansı'nda (COP-7) sonuca bağlanmış ve 26/CP.7 no'lu karar ile Türkiye Ek-2 listesinden silinerek Ek-1 listesinde özel koşulları tanınmış ve diğer Ek-1 taraflarından farklı konumda olan bir ülke olarak Sözleşme'de yer almıştır. Böylelikle, Sözleşme kapsamında Türkiye, iklim değişikliği ile mücadeleye yönelik politikaların ortaya konduğu Ulusal Bildirimler ile yıllık Sera Gazı Salım Envanterlerini hazırlama yükümlülüğü altına girmiştir [9].

Türkiye, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve sözleşmesi kapsamında Kyoto Protokolüne katılmamızın uygun olduğuna dair kanunun 5 Şubat 2009'da Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM) tarafından kabul edilmesi ve 13 Mayıs 2009 tarih ve 2009/14979 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı'nın ardından, katılım aracının BM'ye sunulmasıyla 26 Ağustos 2009 tarihinde Kyoto Protokolü'ne taraf olmuştur.

Çizelge 3.6. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü Kapsamında Türkiye'nin Durumu

- 2004 yılından itibaren BMİDÇS'ne taraftır.
- Ek-1 Tarafı
- Kendisiyle ilgili bir özel bir COP Kararı bulunmaktadır (26/CP.7 Sayılı Karar – 2001'de Marakeş'teki COP7'de - Türkiye'nin adı EK-II'den çıkarılmış ve diğer EK-I Taraflarından farklı konumu tanınmıştır).
- EK-I Tarafları arasında kendine özgü bir konumdadır.
- 2009 yılı itibariyle Kyoto Protokolüne taraftır.
- Ek B'ye dahil değildir. Protokol'ün 2008-2012 yıllarını kapsayan birinci yükümlülük döneminde Türkiye'nin herhangi bir sayısallaştırılmış salım sınırlama veya azaltım yükümlülüğü bulunmamaktadır.

Türkiye, Kyoto Protokolüne taraf olarak Küresel İklim Değişikliği ile savaşım konusunda uluslararası çabalara katkıda bulunmayı istediğini açıkça belirtmiştir. Türkiye sürecin başından bu yana müzakerelere aktif olarak katılmış, çalışmalar yapmış ve bildirimlerde bulunmuştur. Türkiye'nin BMİDÇS'ne katıldıktan sonra yürütülen çalışmaların bazıları aşağıda özetlenmiştir.

2008 yılında;

- LIFE Projesi Kapanış Konferansı'nda, ilk defa COP katılımcısı Türk STK'lar ve müzakere heyeti temsilcileri bir COP toplantısının çıktılarına yönelik görüşlerini doğrudan ve karşılıklı olarak paylaştılar.
- Dışişleri Bakanlığı, Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne katılması konusunda, ilgili kamu kurumları ile bir görüşmeler dizisi başlattı.
- 2008/2 sayılı Başbakanlık genelgesiyle 2008 yılı Enerji Verimliliği Yılı

olarak ilan edildi.

- TBMM Çevre Komisyonu Başkanı Sn. Haluk Özdalga, Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne bir an önce katılması gerektiği yönünde bir basın açıklaması yaptı.
- Çevre ve Orman Bakanlığı, önde gelen özel sektör temsilcileriyle Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne katılması ile ilgili bir görüş alış veriş toplantısı yaptı.
- İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu toplantısında Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne katılması kararı alındı.
- "Türkiye'nin İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Geliştirilmesi", İspanyol hükümetinden sağlanan finansal destekle Çevre ve Orman Bakanlığı ve Birleşmiş Milletler kurumlarının işbirliğinde başlatıldı.
- 3 Haziran 2008 tarihli Bakanlar Kurulu toplantısında, Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne katılması yönündeki kanun tasarısının TBMM'ye sevk edilmesi kararı alındı.
- TBMM 23. Dönem Çevre, AB Uyum ve Dışişleri Komisyonları, Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne katılması yönündeki kanun tasarısını uygun bularak TBMM Genel Kurulu'na sevk etti.
- Kuraklık zararlarının karşılanması için Bakanlar Kurulu kararı alındı [4].

2009 yılında;

- Kyoto Protokolü 5.taraflar konferansında Sözleşme ve Protokol altında oluşturulan geçici çalışma grubu (AWG-LCA 5) tarafından, "Bali Eylem Planı 1(b)(i) ve 1(b)(ii) Sayılı Bentleri Hakkında Çalıştay'da yapılan sunumda Türkiye kendi durumunu ana hatlarıyla ortaya koymuştur. Çalıştay sırasında, Türkiye "Ülkelerin Azaltım Yükümlülükleri, Eylemleri ve Desteği Bakımından Farklılaştırılması" başlıklı OECD ve IEA (2008) çalışmasından alınan tabloya atıfta bulunarak, kendini geliştirmekte olan bir ülke olarak değerlendirdiğini yinelemiştir.

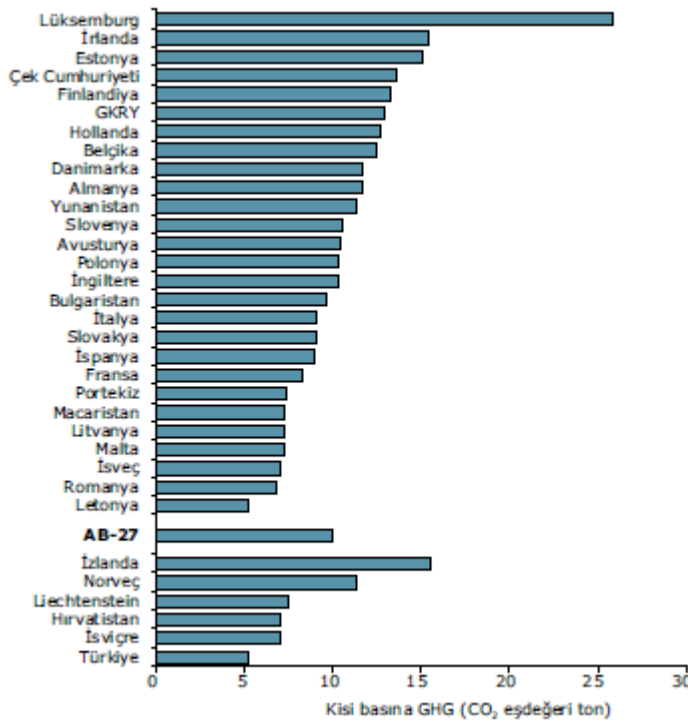
- AWG-LCA5, Türkiye AWG-LCA azaltım temas grubunda, gelişmekte olan ülkelerin azaltım eylemlerine yapılacak destekler için yararlanma kriterleri geliştirilmesi gereğine işaret etmiştir.
- Türkiye, Bonn Görüşmelerinin ardından, Bali Eylem Planı'nın uygulanması ve üzerinde anlaşılan sonuç hakkındaki görüşlerini açıkladığı bir bildirim sunmuştur.
- Türkiye, Eski Yugoslav Makedonya Cumhuriyeti ve Sırbistan ile birlikte, Avrupa Birliği'nin AWG-LCA 6'da (Bonn, 1-12 Haziran 2009) değerlendirilmek üzere bir müzakere metni önerdiği 28 Nisan 2009 tarihli AB bildirimine destek vermiştir. Bildirimin ekindeki EK-A, AB'nin AWG-LCA kapsamında müzakere edilen tüm konularla ilgili müzakere metni önerilerini içermektedir. Türkiye için özel önemi olan öneri, gelişmiş ülkelerin azaltım yükümlülükleri ile ilgili olmaktadır.
- 26 Ağustos 2009'da Kyoto Protokolüne taraf olmuştur.
- Barselona iklim görüşmelerinin kapanış oturumu sırasında, Türkiye 26/CP.7 sayılı Kararın dikkate alınması çağrısında bulunmuş ve ülkenin diğer EK-I ülkelerinden farklılaştırılması gerektiğini belirtmiştir.

3.5. Avrupa Birliği'nde İklim Değişikliği İle Mücadele

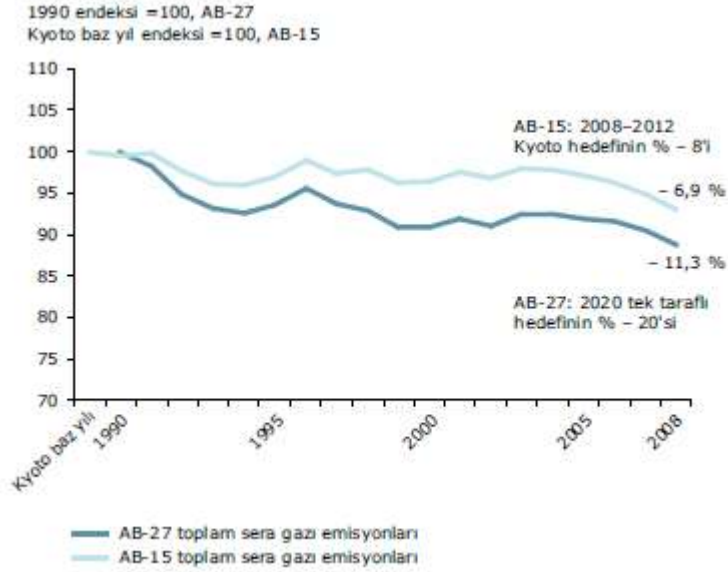
Avrupa Birliği'nde küresel ısınma ile savaşım konusunda temel hedef; Sanayi devrimi öncesine göre küresel sıcaklık artışının 2°C'nin altıyla sınırlandırılmasıdır ve bu durum uluslararası kabul görmüş bir hedeftir. Bu hedefe ulaşabilmenin en önemli aşaması, küresel GHG emisyonlarında ciddi azaltmaların yapılabilmesidir.

2008 yılında AB, Dünya nüfusunun %8'ini oluşturmakta ve küresel GHG emisyonlarının %11-12'sinden sorumludur. 2008'deki GHG emisyonları, AB'de kişi başına yaklaşık olarak 10 ton CO₂ eşdeğerine karşılık gelmekteydi.

Dünya'daki toplam emisyonlar söz konusu olduğunda ise AB, Çin ve ABD gibi büyük ve sanayileşmiş ülkelerden sonra gelmektedir. En son emisyon verilerine göre, Kyoto Protokolü'nün ilk taahhüt döneminde, 2008-2012 yılları arasında AB-15 ülkelerinin emisyonları, 1990 yılı seviyelerine göre, %8 azaltma hedefine yaklaşılmaktadır. AB-27'deki emisyon azaltımlarının AB-15'ten daha fazla olduğu yönündedir. Yurt içi GHG emisyonları, 1990'dan 2008 yılına kadar yaklaşık olarak %11 oranında azalmıştır.



Şekil 3.1. 2008'de Ülkelere Göre, CO₂ Eşdeğeri Olarak Kişi Başına Düşen Ton Cinsinden Sera Gazı Emisyonları [12]



Şekil 3.2. AB-15'te ve AB-27'de 1990-2008 Arasındaki Yurt İçi GHG Emisyonları [12]

Genel olarak AB'de enerji tüketimi, özellikle sanayi sektöründe enerji tüketimi, ulaşım/taşımacılıktaki ve konutlardaki tüketim, GHG emisyonlarının %80'ini oluşturmaktadır [12].

AB'de son 20 yılda sera gazı emisyonları bazı faktörlere bağlı olarak artmakta ve azalmaktadır [12].

AB'de emisyon miktarlarındaki artışının bazı nedenleri şunlardır;

- Termik santrallerde elektrik ve ısı üretimindeki artış (bu alanda hem sayısal olarak, hem de diğer kaynaklara oranla artış gerçekleşmiştir),
- İmalât sanayilerindeki ekonomik büyüme,
- Yolcu ve yük taşımacılığına olan talepteki artış,
- Diğer ulaşım/nakliye türlerine kıyasla, karayolu ulaşımının/nakliyesinin payındaki artış,
- Konut sayısındaki artış,

- Son yıllardaki demografik değişiklikler.

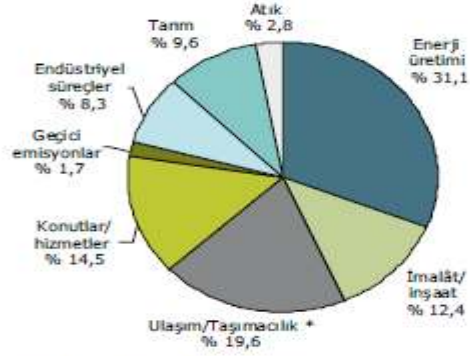
Aynı dönemdeki emisyon miktarlarını azaltan nedenler ise şunlardır;

- Enerji verimliliğindeki, özellikle endüstriyel son kullanıcılar ve enerji endüstrileri tarafından sağlanan artışlar,
- Taşıtlardaki yakıt verimliliği gelişmeleri,
- Atıkların daha iyi yönetilmesi ve düzenli atık depolama alanlarındaki gaz geri kazanımında görülen gelişmeler (atık sektörü, göreceli olarak en yüksek azaltma oranını elde etmiştir),
- Tarımdan kaynaklanan emisyonlardaki düşüşler (1990'dan beri % 20'den çok),
- Elektrik ve ısı üretimi için, kömürden, daha az kirletici yakıtlara, özellikle gaza ve biyolojik yakıtlara geçiş,

1990-2008 yılları arasında AB'deki en büyük emisyon miktarına Almanya ve İngiltere sahiptir. Bu iki ülke aynı zamanda AB'deki toplam azaltımın yarısından fazlasından sorumludur. Bunun dışında Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Polonya ve Romanya gibi bazı AB-12 ülkeleri tarafından da önemli ölçüde azaltımlar sağlanmıştır. Bu genel emisyon azaltımının yanında az da olsa İtalya, Yunanistan ve Portekizde emisyon artışları meydana gelmektedir.

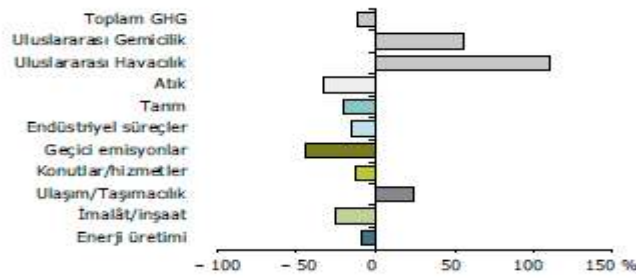
Genel verilere göre, büyük noktasal kaynaklardan kaynaklı emisyonların azaldığı, buna rağmen özellikle ulaşım/taşımacılıkla ilgili kaynaklardan gelen emisyonların önemli miktarda arttığı görülmektedir. Ulaşım/taşımacılık kaynaklı emisyonların, AB-27'de 1990-2008 arasında %24 arttığı AÇA tarafından hazırlanan 'Avrupa'da Çevre' adlı raporda belirtilmektedir. Bu değerlere uluslararası hava ve deniz taşımacılığı kaynaklı emisyon değerleri dahil değildir.

Sektörlere göre AB-27'de 2008'deki sera gazı emisyonları



* Uluslararası havacılık ve denizcilik (toplam GHG emisyonlarının % 6'sı hariç)

1990'la 2008 arasındaki değişim



Not: Kyoto Protokolü kapsamına girmeyen uluslararası havacılık ve uluslararası deniz taşımacılığı, yukarıdaki şekle dâhil edilmemiştir. Toplama dâhil edilecek olursa, ulaşımın/taşımacılığın 2008'deki AB-27 toplam GHG emisyonlarındaki payı yaklaşık % 24 olur.

Şekil 3.3. Sektörlere göre, AB-27'de 2008'deki Sera Gazı Emisyonları ve 1990-2008 Arasındaki Değişiklikler [12].

Avrupa Çevre Ajansı'nın (AÇA) yayınladığı 'Avrupa'da Çevre-2010 Durum ve Genel Görünüm' adlı raporuna göre, AB, İklim ve Enerji Paketi'nde, 2020 yılına kadar emisyon miktarlarını, 1990 yılı emisyon oranlarına göre en az %20 daha düşürmeyi taahhüt etmiş olmakla birlikte, diğer gelişmiş ülkeler tarafından önemli ölçüde emisyon azaltımı sağlanması ve gelişmekte olan ülkelerin de, kendi koşullarında, emisyon azaltımına katkıda bulunması halinde bu azaltım taahhüdünü %30'a çıkarabileceği aynı raporda belirtilmektedir. Avrupa Komisyonuna göre, 2009'un başında yürürlüğe giren ulusal mevzuatın uygulanması halinde 2020'ye kadar AB emisyonlarının, 1990 yılına göre %14 altında olacaktır. İklim ve Enerji paketinin tam olarak uygulanması halinde, AB'nin kendi emisyon indirim hedefine ulaşacağı düşünülmektedir.

AB'nin taahhüt ettiği emisyon miktarlarına yaklaşmasında, yenilenebilir enerji kullanımını, toplam enerji tüketimi içerisindeki payının %20'ye çıkarılması ve bu durumun hukuki düzenlemelerle bağlayıcı nitelik kazanması en önemli adımlardandır. AB'de endüstriyel süreçler, otomobil motorları, ısınma ve elektrikli aletlerdeki teknolojik gelişmeler nedeniyle, tüm sektörlerde enerji verimliliği konusunda önemli gelişmeler gerçekleşmiştir. Bunların dışında binalarda enerji verimliliği konusunda yapılan çalışmalar da bu emisyon azaltım hedefine katkı sağlamaktadır.

3.6. Türkiye'de İklim Değişikliği İle Mücadele

İklim Değişikliği, tüm dünyada karşılaşılan küresel ölçekte en büyük çevre sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir. Bugün gelinen aşamada iklim değişikliği sadece çevre hayatımızı değil, sosyal hayat, kalkınma ve ekonomi, tarım ve gıda, sağlık olmak üzere hayatımızın her aşamasını etkilediği yadsınamaz bir gerçektir. Bu durum ise uluslararası boyutta çabalar sarf edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü ile uluslararası boyutta iklim değişikliği ile savaşım çalışmaları başlatılmış ve taraf ülkeler yükümlülükler altına girmiştir.

BMİDÇS bünyesinde, ülkelerin aldıkları bu salınım azaltım konusundaki yükümlülüklerini ne oranda yerine getirdiklerinin izlenmesi amacıyla, ülkelerin iki temel belgeyi sekreteryaya sunmaları istenmektedir. Ek-1 ve Ek-1 Dışı Ülkelerin sunacakları belgeler kapsam ve sıklık açısından farklılık göstermektedir. Çizelge 3.7'de her iki belge arasındaki farkları ve benzerlikleri ortaya koymaktadır. 1995 yılında gerçekleştirilen 1. Taraflar Konferansı'nda alınan 3/CP1 numaralı karar uyarınca, Ek-I ülkelerinin sera gazı envanterlerinin her yıl 15 Nisan tarihinde Sekreteryaya sunmaları gerekmektedir. Söz konusu envanterler Revize 1996 Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Rehberi, IPCC Ulusal Sera gazı Emisyon Envanterinde Belirsizlik Yönetimi ve

İyi Uygulama Kılavuzu kullanılarak hazırlanmaktadır.

En son 2005 yılında arazi kullanımından kaynaklanan salımların hesaplamalarının dahil edilmesiyle Ek-1 Ülkelerinin sera gazı envanterleri kılavuzları son şeklini almıştır. Ek-I Ülkelerinin sera gazı envanterleri 2003 yılından bu yana Sekretarya tarafından görevlendirilen uzman ekiplerce gözden geçirilmekte ve ilgili uyarı ve değerlendirmeler bir rapor halinde hem ilgili ülkeye hem de Sekretarya aracılığıyla kamuoyunun bilgisine sunulmaktadır [4].

Çizelge 3.7. Sera Gazı Envanteri ve Ulusal Bildirim Raporlarının Karşılaştırılması [4]

Sera Gazı Envanteri	Ulusal Bildirim Raporu
Ek-I ülkeleri, 1996 yılından bu yana, her yıl 15 Nisan'da belgelerini Sekretarya'ya iletirler.	Ek-I Ülkeleri, ilki ilk 6 ay olmak üzere, COP tarafından alınan kararlara göre, belirli dönemlerde Ulusal Bildirimlerini hazırlarlar.
Ek-I Dışı ülkeler Envanter sunmak zorunda değildirler.	Ek-I Dışı Ülkeler, ilk Ulusal Bildirimlerini, Sözleşme'ye katılmalarını izleyen ilk 3 yıl içinde hazırlarlar. Daha sonraki bildirimler, gönüllülük temelinde ve gelişmiş ülkelerden sağlanan desteğin oranında hazırlanır.
Geçmişe dair sayısal verilerin derlemesidir.	Geçmiş adımların değerlendirilmesini ve geleceğe dair yol haritasını içerir.
Teknik bir belgedir.	Siyasi hedeflerin resmi beyanıdır.
Standart hesaplama yöntemleri tüm taraflarca kullanılır. Taraflar dilerse kendi ulusal hesaplama yöntemlerini, bilimsel geçerliklerini kanıtladıkları sürece, kullanabilirler.	Her ülke kendine özgü öncelikler ve tercihlerde bulunabilir.
Her ikisi de Sekretarya'nın görevlendirdiği uzman ekiplerce gözden geçirilir, hazırlanan raporlara göre, SBI/COP kararlar alır.	

Türkiye, İklim Değişikliği konusunda izleyeceği politikaların, yapacağı çalışmaların ve alabileceği tedbirlerin belirlenmesi amacıyla Çevre Orman Bakanlığı Başkanlığında (Şimdiki adı T.C.Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'dır.) oluşturulan İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu (İDKK) bünyesinde çalışma grupları oluşturulmuştur. İDKK Kurul üyeleri;

- Dış İşleri Bakanlığı,
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bak.
- Ekonomi Bakanlığı,
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı,
- Dış İşleri Bakanlığı,
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bak.
- Ekonomi Bakanlığı,
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı,

Ayrıca İDKK'ya bağlı olarak 11 Teknik Çalışma Grubu oluşturulmuştur. Bu Çalışma Grupları Koordinatör Kurumları ile birlikte aşağıda verilmektedir [13];

- İklim Değişikliğinin Etkilerinin Araştırılması (Devlet Meteoroloji İşleri)
- Sera Gazları Emisyon Envanteri (Türkiye İstatistik Kurumu)
- Sanayi, Konut, Atık Yönetimi ve Hizmet Sektörlerinde Sera Gazı Azaltımı (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı)
- Ulaştırma Sektöründe Sera Gazı Azaltımı (Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı)
- Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (Orman Genel Müdürlüğü)
- Politika ve Strateji Geliştirme (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı)

- Eğitim ve Kamuoyunu Bilinçlendirme (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı)
- İklim Değişikliğine Uyum (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü)
- Enerji Sektöründe Sera Gazı Azaltımı (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı)
- Karbon Piyasaları (Çevre ve Şehircilik Bak.)
- Finansman ve Teknoloji transferi (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı)

Tüm bu Kamu kurumları yanında, İklim Değişikliği konusunda sivil toplum kuruluşları tarafından da pek çok çalışmalar yürütülmüştür. Sivil toplum kuruluşları tarafından yürütülen çalışmalarından bazıları Çizelge 3.8’de gösterilmiştir [4].

Çizelge 3.8.Sivil Toplum Kuruluşları Tarafından Yürütülen Çalışmalar

Etkinlik	Düzenleyen
➤ İklim Kampanyası Konuşmacıları Turu ➤ İklim Değişikliği ve Sağlık ➤ İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma Ulusal Raporu ➤ İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma 1. Paydaş Buluşması ➤ CDM-ANVIMAR Çalıştay ➤ COP10; İlk Türk özel sektör katılımı ➤ Temiz Kalkınma için İş Fırsatları Çalıştay ➤ Kyoto Protokolü Basın açıklaması ➤ İklim Değişikliği ile Mücadelede SGP Destekleri Toplantısı ve Yayınları ➤ İklim Değişikliği ve İş Dünyası ➤ Küresel İklim Eylem Günü ➤ COP11; ilk STK ve akademisyen Katılımı ➤ İklim Değişikliği ve STK Forumu ➤ İklim Değişikliği için Paydaşlar Buluşması ➤ İlk Küresel İklim Eylem Günü ➤ Kurumsal Sosyal Sorumluluk Zirvesi ➤ TÜKDEK2007 ➤ Kyoto Protokolü ve Türkiye Paneli ➤ UKİDEK Konferansı ➤ İklim Değişikliğinde Etik Sorunlar ➤ "Uygunsuz Gerçek" Filmi Gösterimleri	➤ S.O.S Akdeniz, Dünya Dostları Derneği ➤ Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Derneği ➤ Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) ➤ Türkiye Ormancılar Derneği ➤ Temiz Enerji Vakfı (TEMEV) ➤ Arçelik ➤ Boğaziçi Üniversitesi ➤ Eurosolar, Greenpeace, TMMOB, ÇMO ➤ UNDP Küçük Hibe Programı (SGP) ➤ Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) ➤ Küresel Eylem Grubu ➤ Avrasya Stratejik Araştırmalar Merkezi(ASAM),Marmara Üniversitesi ➤ 1. Ulusal Bildirim Hazırlıkları ➤ REC Türkiye ➤ Küresel Eylem Grubu ➤ Su İletişim

Çizelge 3.8’de belirtilmeyen daha birçok sivil toplum kuruluşunun küresel iklim değişikliği alanında yaptığı pek çok çalışma bulunmaktadır.

Türkiye’de başta kamu kurumları olmak üzere sivil toplum kuruluşları ve özel sektör temsilcilerinin de İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin giderilmesine yönelik yaptıkları çalışmalar ülkemizin Küresel İklim Değişikliği konusuna ne kadar önem verdiği bir göstergesidir.

Türkiye’de İklim değişikliği alanında yapılan çalışmalardan bazıları aşağıda ayrıntılarıyla birlikte anlatılmaktadır.

3.6.1. Türkiye’de iklim değışikliğı alanında yapılan çalışmalar

Türkiye’de İklim Değişikliği alanında yürütölen projelerin bazıları Çizelge 3.9’da gösterilmektedir [14].

Çizelge 3.9.Türkiye’de İklim Değişikliği Alanında Yürütölen Projeler

➤	Türkiye’nin İklim Değişikliği İkinci Ulusal Bildiriminin Hazırlanması,
➤	Türkiye’nin İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Geliştirilmesi Projesi (ÇOB, UNDP),
➤	Küresel Çevre Anlaşmalarının Yönetiminde Ulusal Kapasitenin Değerlendirilmesi Projesi (UNEP, ÇOB),
➤	Türkiye’nin İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planının Geliştirilmesi Projesi (UNDP, ÇOB Ve ilgili kamu kuruluşları),
➤	İklim Değişikliği İle Mücadele İçin Kapasitelerin Arttırılması Projesi (UNDP, TÜSİAD, ÇOB),
➤	HCFC Sonlandırma Yönetim Planının Hazırlanması Projesi ,
➤	Kurumsal Kapasite Geliştirme Projesi ,
➤	Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Bertarafı Projesi ve Türkiye’nin İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildiriminin Hazırlanması

İklim değışikliğı 1.ulusal bildirimi

Türkiye İklim Değişikliği 1.Ulusal Bildirimi, Çevre ve Orman Bakanlığı (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) koordinasyonunda, Küresel Çevre Fonu (GEF)-UNDP Ulusal Bildirim Destek Programı tarafından finanse edilerek hazırlanmıştır. Proje yürütücölüğünü Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP),Türkiye üstlenmiştir. Ayrıca bu bildirinin hazırlanması aşamasında iklim, enerji, ekoloji, sanayi, ormancılık, atık ve ormancılık başta olmak üzere pek çok

sektörden deneyimli kurumlar ve akademisyen ve uzmanların katkıda bulunduğu Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından belirtilmektedir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı başkanlığında, 1.Ulusal Bildiriminin hazırlanmasında ‘Türkiye’deki sera gazlarının 1990-2004 dönemine ait sera gazı envanterini hazırlamayı, sera gazı emisyonlarındaki artışı hafifletmek için alınabilecek tedbirleri analiz etmek ve iklim değişikliğinin Türkiye’de yaratabileceği olası etkileri değerlendirerek uygulanabilecek tedbirleri ortaya koymayı, enerji politikası alternatiflerinin iklim değişikliği üzerinde yaratacağı maliyet ve faydaları değerlendirmeyi, sahip olunan bilimsel ve teknik potansiyel ile kurumsal altyapıyı geliştirmek ve sürekli bilgi akışı sağlayabilmek için Türkiye’de bir bilgi ve veri ağı oluşturma kapasitesini geliştirmeyi amaçlandığı’ belirtilmiştir [15].

İklim değişikliği 1.Ulusal bildiri Türkiye’de İklim değişikliği konusunda genel bir bilinç oluşmasına katkı sağlamıştır ve politika oluşturma, ulusal planlama aşamalarına bir temel teşkil etmiştir.

Özellikle 1990-2004 yılları arasına ait sera gazı emisyon envanteri 2006 yılında BMİDÇS Sekreteryası’na sunulmuş ve 2007 yılında son halini almıştır. Bu envanter ile Türkiye’de ilk defa sera gazı salınımların tüm ayrıntıları ile resmen açıklanmıştır [4].

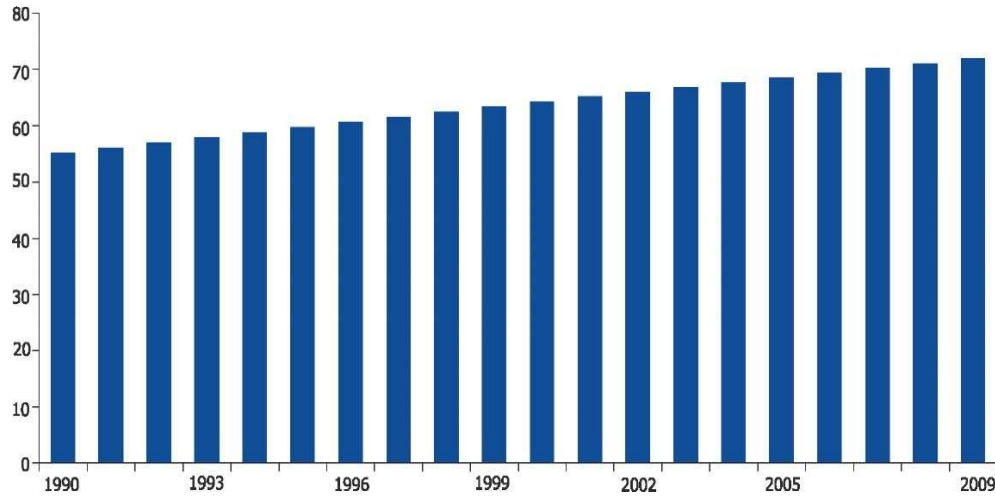
Ulusal sera gazı emisyon raporu (1990-2009)

Türkiye’nin Sera gazı salınımları ile ilgili en son veriler, 1990-2009 yılları arasını kapsayan ve Türkiye İstatistik Kurumu tarafından Ağustos 2011’de yayınlanan Ulusal Sera Gazı Emisyon Raporu’nda açıklanmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) koordinasyonunda hazırlanan bu rapor iklim değişikliği alanında alınması gereken önlemler ve uygulanacak politikalar

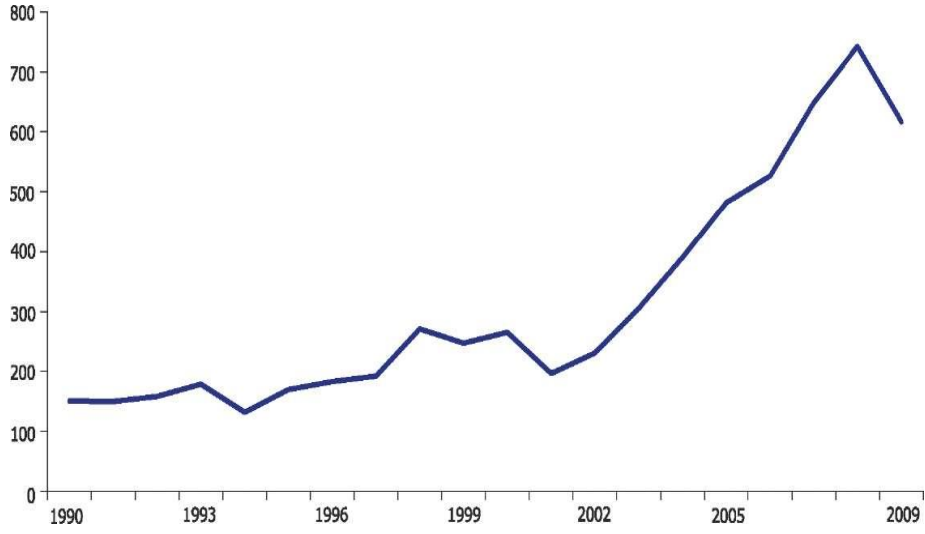
konusunda önemli bir kaynaktır. Ulusal Sera Gazı Raporu (1990-2009) iklim değişikliği konusunda ülkemizin durumu konusunda bizi aydınlatmaktadır.

Ulusal sera gazı envanteri, karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), nitrozoksit (N_2O), hidroflorokarbon (HFC), perflorokarbon (PFC), kükürtheekzaflorit (SF_6) gibi temel sera gazlarının yanında azotoksit (NO_x), karbonmonoksit (CO), metan olmayan uçucu organik bileşikler (NMVOC), kükürtdioksit (SO_2) emisyonlarını kapsamaktadır.

BMİDÇS Sekreteryası tarafından emisyon envanterleri değerlendirilirken, nüfus ve Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYH) verileri de temel göstergeler olarak alınmaktadır. Türkiye nüfusu 2009 yılında 72.6 milyon olup GSYH'sı 616,8 milyar dolardır [16].



Şekil 3.4. Türkiye Nüfusu, 1990-2009 (Milyon Kişi) [16]



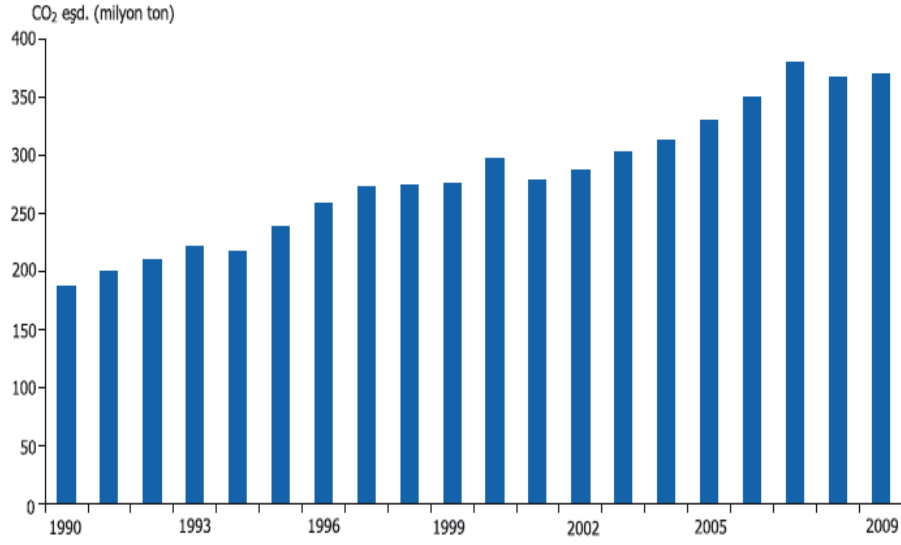
Şekil 3.5. GSYHİ,1990-2009 (Milyar Dolar) [16]

TÜİK, Sera Gazı Envanteri'ne (1990-2009) göre,1990 yılı toplam emisyon miktarı (LULUCF hariç) 187,03 Milyon ton CO₂ eşd, iken, 2009 yılına ait toplulaştırılmış sera gazı emisyon miktarı 369,65 Milyon ton CO₂ eşd. seviyesine ulaşmıştır [16] (Şekil 3.6 ve Çizelge 3.10).

Çizelge 3.10. Türkiye'nin 1990-2009 Yılları Arası Sektörlere Göre Toplam Sera Gazları

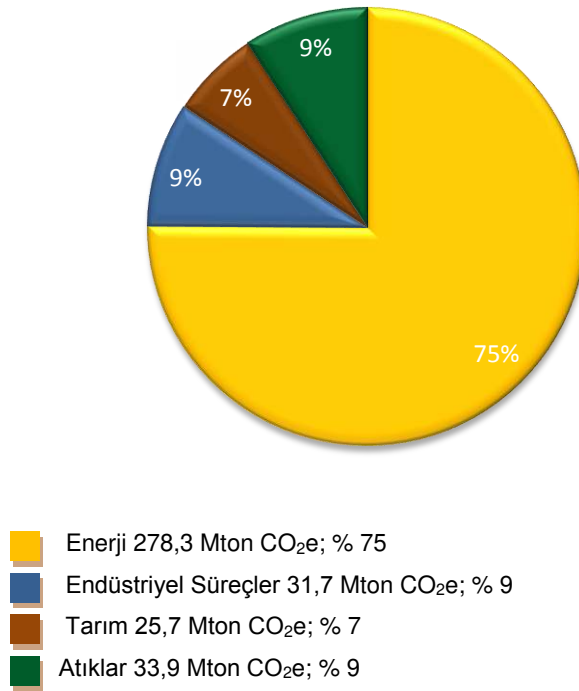
Toplam Sera Gazı Emisyonları (Mton CO ₂ e)								
Yıllar	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Sektörler								
Toplam	187,03	239,17	297,01	329,56	349,64	379,98	366,49	369,65
Enerji	132,13	160,79	212,55	241,75	258,56	288,69	276,71	278,33
Endüstriyel Süreçler	15,44	24,21	24,37	28,78	30,70	29,26	29,83	31,69
Tarımsal Faaliyetler	29,78	29,68	27,37	25,84	26,50	26,31	25,04	25,70
Atık	9,68	23,83	32,72	33,52	33,88	35,71	33,92	33,93

Not: Arazi kullanımı ve arazi kullanım değişimlerinden kaynaklanan emisyonlar tabloya dâhil edilmemiştir. Türkiye’de solvent ve diğer ürünlerin kullanımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının miktarı hesaplanmadığı için tabloya dahil edilmemiştir [16].



Şekil 3.6. Sera Gazı Emisyon Eğilimi, 1990-2009

2009 yılı emisyonları (LULUCF hariç), CO₂ eşdeğeri olarak en büyük payı enerji sektörü %75,3'lük değeri ile alırken, ikinci sırayı %9'luk pay ile atık bertarafı ve endüstriyel süreçleri, bunları %7'lik pay ile tarım sektörü takip etmektedir [17] (Şekil 3,7).



Şekil 3.7. Sektörlere Göre 2009 Yılı Toplam Sera Gazı Emisyonları

Şekil 3.8’de 1990-2009 yılları arasında enerji kaynaklı sera gazı emisyonlarının toplam emisyon içinde en büyük paya sahip olduğu görülmektedir [16].

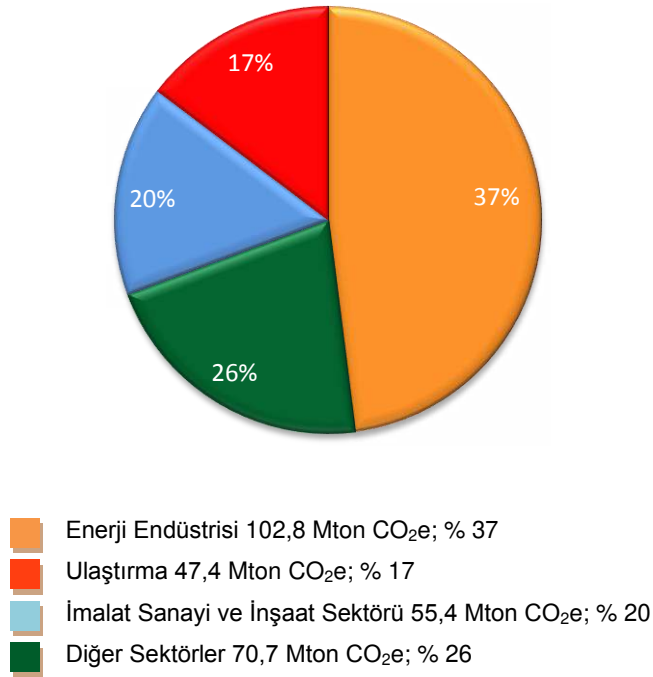


Şekil 3.8. 1990-2009 Yılları Arasında Enerji Kaynaklı Sera Gazı Emisyonlarının Toplam Emisyon İçindeki Payı

Ulaştırma, enerji üretimi, sanayi sektörleri ve diğer sektörlerde yakılan yakıtlardan kaynaklanan emisyonlar, enerji sektörü kapsamında yer almaktadır.

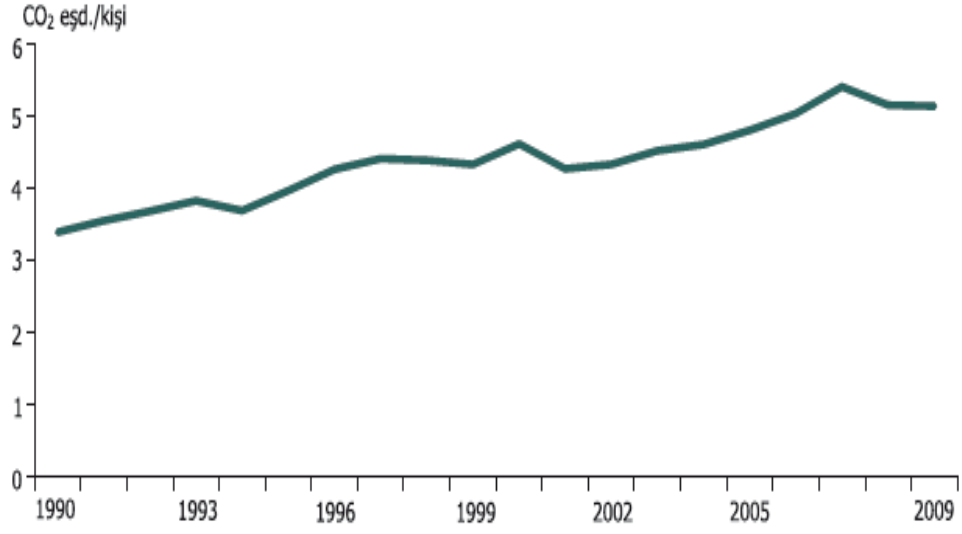
Sera gazı emisyon envanterine göre (2009) yakıtların yanmasından kaynaklanan emisyonlar, enerji sektöründeki emisyon miktarının %99,3'lük kısmını oluşturmaktadır. Geriye kalan 0,07'lik kısım ise fosil yakıtlardan oluşan uçuculardır.

Yakıtların yanmasından kaynaklanan emisyonların %37'sini enerji endüstrisinde yakılan fosil yakıtlardan kaynaklanan emisyonlar oluşturmaktadır [17] (Şekil 3.9).



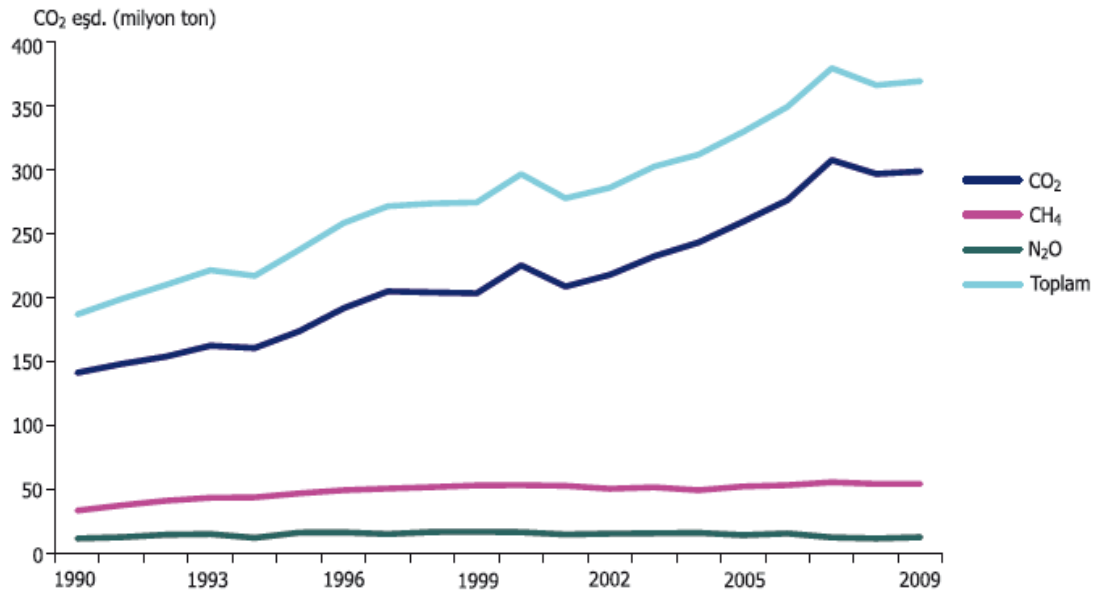
Şekil 3.9. 2009 Yılında Yakıtların Yanmasından Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonlarının Alt Sektörlere Göre Dağılımı

Türkiye'nin kişi başı CO₂ emisyonu Şekil 3.10'da gösterilmektedir. Yıllar arasında gerçekleşen artış miktarı Türkiye'nin toplam emisyonu ile paralel bir artış göstermektedir.



Şekil 3.10. Kişi başı CO₂ Emisyonu,1990-2009

Temel sera gazı emisyonları arasından CO₂ miktarı artış gösterirken, N₂O ve CH₄ emisyonlarının miktarı çok değişmediği Şekil 3.11’de görülmektedir [16].



Şekil 3.11. CO₂,CH₄ ve N₂O Emisyon Eğilimleri

Sera gazı envanterleri ülkemizin emisyon değerlerini göstermektedir. Bu değerler Avrupa Birliği değerlerinden daha düşük olmakla birlikte, TUIK tarafından hazırlanan bu bilgiler ülkemizin Küresel ısınma ile ilgili geldiği noktayı göstermekte ve yapılacak uyum çalışmalarına temel oluşturmaktadır. Bu bağlamda tüm dünya'da ülkelerin Sera gazı emisyon envanterlerini hazırlamaları büyük önem teşkil etmektedir.

Türkiye'nin Sektörel İklim Değişikliği Stratejileri;

Türkiye, iklim değişikliği ile mücadele konusuna kendi imkânlarıyla katkıda bulunabilmek amacıyla ulusal iklim değişikliği stratejileri belirlemiş ve bu stratejilerin en iyi şekilde yerine getirilebilmesi amacıyla gerekli çalışmaları başlatmıştır [18].

Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadele kapsamında sektörel bazı hedefleri aşağıda belirtilmektedir:

Enerji sektöründeki temel amaç olarak; kişi başına düşen elektrik kullanımının yüksek olması belirtilirken, birim yurt içi hâsıla başına kullanılan enerji miktarının en az olduğu ülkeler arasında olmak hedeflenmektedir. Bu doğrultuda; *2023 yılında, 2000 yılı ABD doları değeriyle ve 1998 gayri safi yurt içi hâsıla (GSYH) serisiyle 1.000 dolarlık GSYH başına birincil enerji kullanımının 2008 yılı değeri olan 282 litreden en az 225 litreye, 1 dolarlık GSYH başına elektrik kullanımının ise 2008 yılı değeri olan 0,53 kWh'den en az 0,42 kWh'e indirilmesi hedeflenmiştir* [19].

Türkiye'nin enerji sektörüne yönelik temel hedeflerinden bir diğeri ise, toplam enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım payının, 2023 yılına kadar, %30'a çıkarılması ve bu kapsamda hidroelektrik potansiyelin tamamının kullanılması olarak belirtilirken, rüzgar enerjisi kullanımında 20.000 MW ve jeotermalde 600 MW elektrik üretim kapasitesine ulaşılması beklenmektedir [20].

Atık sektöründe ise, orta vadede, Atık eylem planı kapsamında (2008-2012) geri dönüşüm ve yeniden kullanım miktarlarının artırılması hedeflenirken, 2012 sonuna kadar düzenli depolama sayısının 104'e çıkarılması ve ortaya çıkan belediye atıklarının %76'sını düzenli depolama tesislerinde bertaraf etmek istenmektedir.

Depolama tesislerinde ortaya çıkan gazların toplanması ve işlenerek enerji üretiminde kullanılması, kullanılamıyorsa yakılarak bertaraf edilmesi ise Türkiye'nin atık sektöründe, uzun vadede yapmayı planladığı çalışmalar arasında yer almaktadır.

Türkiye'nin sanayi sektörüne yönelik stratejilerinin başında, sanayi kaynaklı sera gazı emisyonlarının kontrol altına alınmasını, izlenmesini ve raporlanmasını sağlamak ve üretim sürecinde emisyon miktarını azaltan teknikleri kullanan sanayi tesislerinin sayısını arttırmak yer almaktadır. Bunun yanı sıra yılda 1000 TEP (Ton eşdeğer petrol)'ten fazla enerji tüketen sanayi kuruluşlarında enerji yöneticisi bulundurulması konusunda gerekli çalışmaların tamamlanması amaçlanmaktadır.

Ormancılık sektörüne yönelik yapılan çalışmalar arasında 2012 yılı sonuna kadar milli ağaçlandırma seferberliği kapsamında 2,3 milyon hektar alanın ağaçlandırılması ve henüz bulunan orman alanlarının da rehabilite edilmesi

bulunurken, bu sayede 2008-2020 yılları arasında toplam 181,4 milyon ton karbonun tutulması sağlanacaktır.

Ulaştırma sektöründe, CO₂ ve NO_x emisyonlarını en aza indirebilecek teknolojide motorların, çevre dostu ulaşım araçlarının kullanımının arttırılması, ulaşım sistemlerinin daha da geliştirilmesi, kentlerdeki toplu taşıma araçlarında kullanılan yakıtlara alternatif olarak çevre dostu yakıtların ve teknolojilerin kullanılmasının yaygınlaştırılması temel hedefler arasındadır [21].

Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadele politikaları – Mevzuat;

- *Çevre Kanunu:* Kanunun temel amacı; bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamak olarak kanunda belirtilmiştir. Kirliliğin kaynağında önlenmesi, en iyi teknoloji ve teknikler, enerjinin verimli kullanılması, izleme-denetim sisteminin etkin uygulanması gibi konulara değinilmektedir.
- *Enerji Kapsamında:*
 - Yenilenebilir Enerji Kanunu,
 - Enerji Verimliliği Kanunu,
 - Enerji Yoğunluğunun azaltılması,
 - Enerji Üretiminde kaynak çeşitliliğine gidilmesi,
 - Mevcut termik santrallerinin rehabilitasyonu,
 - Binalarda ısı yalıtımı

- *Ulaştırma Sektörü:*

- Yakıt kalitesinin iyileştirilmesi ve alternatif yakıtların kullanılması,
- Yeni teknoloji ürünü motorlara sahip araçların kullanılması ve eski araçların trafikten çekilmesi,
- Özellikle büyük şehirlerde toplu taşımacılığın teşviki için metro ve hafif raylı sistemlerinin kullanılmasının yaygınlaştırılması,
- Yük taşımacılığında demir yolu ve deniz yollarına ağırlık verilmesi.

- *Sanayi Sektörü:*

- Çevre dostu en iyi tekniklerin kullanılması,
- Temiz teknolojinin kullanılması,
- Enerji yoğun tesislerde enerji verimliliğinin sağlanması,
- Eko – Verimlilik,
- Eko – Tasarım.

- *Atık Sektörü:*

- Atık Eylem Planı (2008-2012)
 - 2009 yılı sonu itibari ile 42 adet tesisle nüfusun %45'ine hizmet verilmektedir.2012 yılı sonuna kadar tesis sayısının 114'e çıkartılacak ve nüfusun %76'sına hizmet verilecektir.
- Atıkların kaynağında azaltılması ve geri kazanılması,
- Düzenli depolama ile oluşan deponi gazının enerjiye dönüştürülmesi.

- *Arazi Kullanımı ve Ormancılık:*
 - Milli Ağaçlandırma Seferberliği,
 - 2008-2012 yılları arasında toplam 2,3 milyon hektar alanın ağaçlandırılması ve bozuk orman alanlarının rehabilitasyonunun uygulanması.
 - Orman köylülerinin ekonomik, sosyal şartlarının iyileştirilmesi ve ormansızlaşmanın önlenmesi,
 - Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu,
 - Mera Kanunu [22].

Sera gazı emisyonlarının takibi hakkında yönetmelik

İklim değişikliği ile savaşım konusunda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan ‘Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik’ Nisan 2012’de Resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yapılan açıklamaya göre; Yönetmelik kapsamında ulusal sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmını teşkil eden elektrik ve buhar üretimi, çimento, demir-çelik, seramik, kireç, kağıt ve cam üretimi gibi sektörlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının tesis seviyesinde izlenmesi sağlanacaktır. Bakanlık böylece, ülkemizin sera gazı emisyonlarının daha kesin olarak hesaplanmasının mümkün olacağını, toplam emisyonların en az yarısı tesis seviyesinde belirlenmiş olacağını, Bakanlık tarafından yetkilendirilen Bağımsız kuruluşlar tarafından doğrulanacağını ve tesisler tarafından raporlanacağını belirtmektedir. Bakanlığa göre; tesislerin raporlama yükümlülüğü 2016 yılında başlanacaktır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı; yönetmelik kapsamına giren tesislerin, her yıl düzenli olarak izleme, doğrulama ve raporlama sürecine tabi olacağını ve oluşturulan doğrulama sistemi ile, tesis bazında hazırlanmış olan emisyon

raporlarının Bakanlığa gönderilmeden önce bağımsız kuruluşlarca yerinde inceleme yapılarak doğruluğunun tespit edileceğini belirtmektedir.

Türkiye’de ve tüm dünya’da Küresel çevre sorunları ile savaşım kapsamında yapılan çalışmaların ve projelerin amacına tam olarak ulaşabilmesi için hukuksal zeminin hazırlanması ve mevzuat ile desteklenmesi gereklidir. Bu aşamada Türkiye, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın öncülüğünde gerekli çalışmalar yapılmaktadır. Sera gazı emisyonlarının takibi ile ilgili olarak böyle bir yönetmeliğin çıkarılması da ülkemizde iklim değişikliği çalışmalarının sürdürülebilirliği için sağlam temeller atıldığının bir başka göstergesidir.

3.7. Karbon Piyasaları

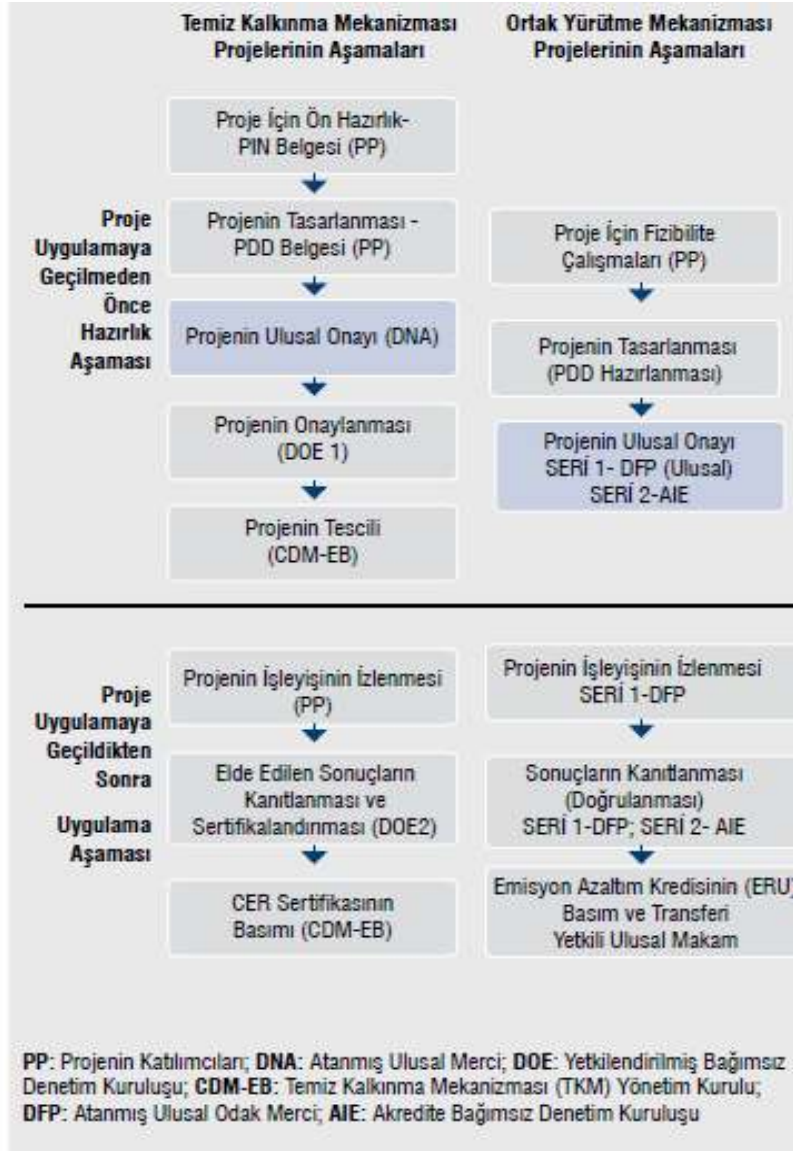
3.7.1. Kyoto protokolü esneklik mekanizmaları

Kyoto Protokolü’nün en önemli özelliklerinden biri de iklim değişikliğini önlemek ve bu doğrultuda sera gazı emisyonlarını azaltmak amacıyla bazı yeni mekanizmaları uygulamaya almasıdır. Bu uygulamalar ‘Esneklik Mekanizmaları’ olarak adlandırılmaktadır. Kyoto Protokolü Esneklik mekanizmaları’nın temel amacı, iklim değişikliğine neden olan etmenleri azaltmak için yapılacak çalışmaların daha düşük maliyetlerle etkin hale getirmektir. Kyoto Protokolü bu mekanizmalar ile protokole taraf ülkelerin kendi ülkeleri dışında da emisyon azaltıcı etkinliklerde bulunabilmesine olanak tanımıştır.

Proje Temelli esneklik mekanizmalarından biri olan *Temiz Kalkınma Mekanizması(CDM)*, EK-1 ülkeleri’nin, bu ekin dışında kalan ülkelerde uygulanan projeler çerçevesinde gelişmiş teknolojiyi transfer etmelerini, böylece sera gazı emisyonlarında gerçek, ölçülebilir, proje faaliyeti sonucu oluşan azaltım sağlamış olmalarını gerekli kılmakta ve kazandıkları

Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltım Kredilerini (CER), kendi azaltım yükümlülükleri kapsamında değerlendirilerek, ülke içinde bu miktara kadar daha fazla salım yapma hakkı kazanmalarını sağlamaktadır. Proje temelli olarak tanımlanan CDM Kyoto Protokolü'nün 12. Maddesinde belirtilmiştir.

Diğer proje temelli esneklik mekanizması olan *Ortak Yürütme (JI)* kapsamında ise, herhangi bir Ek-1 ülkesi tarafından, başka bir Ek-1 ülkesinde emisyon azaltımına yönelik ortak proje yürütülebilir. Hazırlanan bu projeler yoluyla emisyon azaltımlarını başaran ev sahibi Ek-1 tarafı ülke Emisyon azaltım kredisi (ERU) kazanmakta ve bu miktarı yatırımcı diğer Ek-1 ülkesine satabilmektedir. Ortak Yürütme Mekanizması protokolün 6.maddesinde belirtilmiştir [14]. Proje temelli piyasalar için '*Additionality*' yani 'Özgün Getiri' önemli bir kavramdır. Bu kapsamda bir projenin sadece emisyon azaltımına sebep olması, karbon finansmanından faydalanacağı anlamına gelmemektedir. Projenin mevcut durumda gerçekleştirilemeyeceğinin ve sera gazı azaltım hedefinin olduğunun kanıtlanması gerekmektedir. Proje'nin özgün getirisi durumu birçok şekilde kanıtlanabilir. Özgün Getiri aşamasında, projenin sera gazı emisyon azaltımı sağlıyor olması (çevresel getiri), Karbon kredisi satışından elde edilecek gelirin projenin yapılabilirliğini olumlu yönde etkilemesi (finansal ve yatırım getirisi), projenin yer aldığı ülkenin koşullarında en uygun teknolojinin kullanılıyor olması (teknolojik getiri) gibi koşullar değerlendirilir [23]. Şekil 3.12'de Temiz Kalkınma Ve Ortak Uygulama projelerinin aşamaları belirtilmiştir [21].



Şekil 3.12. Temiz Kalkınma ve Ortak Uygulama Projelerinin Aşamaları

Emisyon Ticaret Sistemi(ET) ise piyasa temelli bir esneklik mekanizması olup, Kyoto Protokolü'nün 17.maddesinde belirtilmektedir. Emisyon Ticareti Sisteminde; Kyoto Protokolü'nde sayısal emisyon azaltım yükümlülüğü almış olan taraf ülkeler taahhüt ettikleri emisyon miktarlarından daha fazla emisyon azatılımı yaparlarsa bu ilave azatılımı başka ülkelere satabilirler. Bir başka deyişle, taahhüt ettiğinden daha fazla emisyon azatılımı sağlamış bir ülke, taahhüdünü gerçekleştirememiş, yani belirttiğinden daha fazla emisyon

salımı yapmış başka bir ülkeye emisyon kredilerini satabilir. Dolayısıyla ülkelerin emisyon azaltım faaliyetleri mali açıdan desteklenmiş olur.

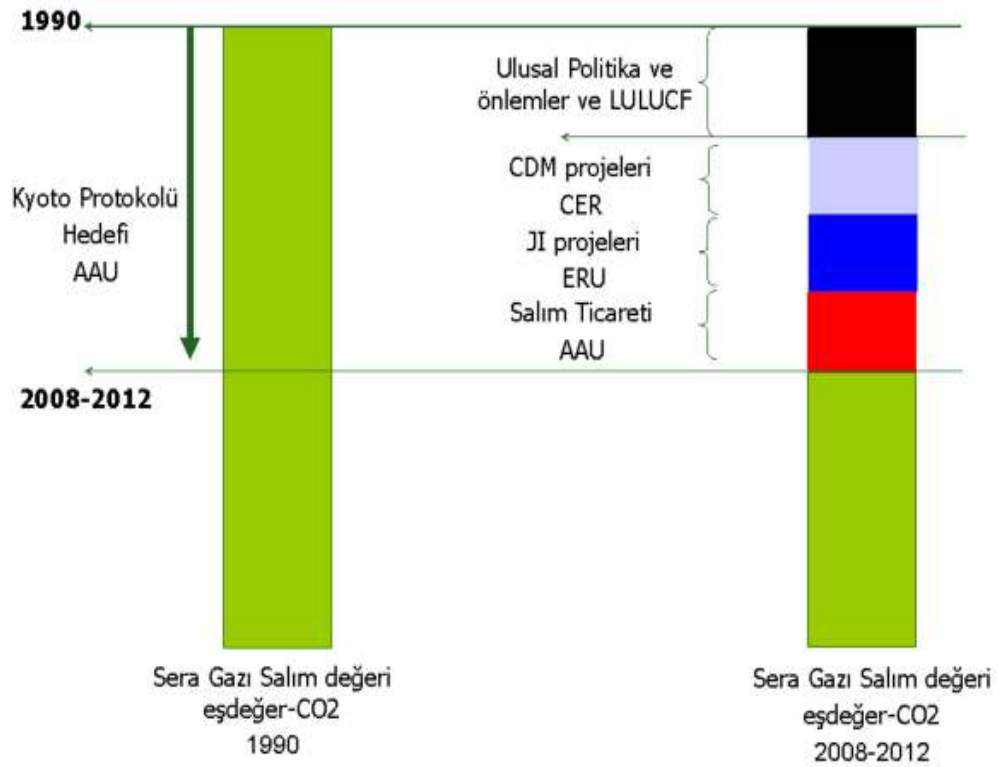
Çizelge 3.11’de Kyoto Protokolü Esneklik mekanizmalarının temel tanımları yer almaktadır.

Çizelge 3.11. Kyoto Protokolü Esnekli Mekanizmaları Temel Tanımlar [4]

Mekanizma Türü	İlgili KP mad.	Katılımcı Ülkeler		Geçerli Karbon Birimi
		Yatırımcı (Karbon Alıcı)	Ev Sahibi (Karbon Satıcı)	
Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM)	12.Madde	Ek-B Ülkeleri	Ek-1 Dışı Ülkeler	Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltımı (CER)
Ortak Yürütme(JI)	6.Madd e	Ek-B Ülkeleri		Emisyon Azaltım Birimi (ERU)
Emisyon Ticareti (ET)	17.Madd e	Ek-B Ülkeleri		Tahsislendirilmiş Miktar Birimi (AAU)

NOT: Esneklik mekanizmalarının uygulandığı ve ilgili emisyon azaltım projesine ev sahipliği yapan ülke ‘ev sahibi ülke’,bu projelere teknik ve finansal açıdan yatırım sağlayan ülke ise ‘yatırımcı ülke’olarak tanımlanmaktadır [15].

Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan Özel İhtisas Komisyon raporunda Esneklik Mekanizmalarının Kyoto Protokolü kapsamında nasıl kullanılacağı konusunda açıklamalar yapılmıştır. Buna göre, bir ülkelerin 1990 yılındaki emisyon miktarları baz alınmış olup, KP Ek-B'de yer alan oranlarda emisyon azatılımı sağlandıktan sonra, 2008-2012 yılları arasında salabileceği maksimum emisyon miktarı AAU olarak tanımlanmıştır. Ülkeler, 1990 yılı emisyon miktarı ile AAU miktarı arasında kalan miktara ulaşabilmek amacıyla yapılacak çalışmalar, uygulanabilecek önlemlere ek olarak, gerekli koşulları sağlamak koşuluyla, Esneklik Mekanizmalarından istediğini kullanma hakkına sahiptirler [21].



Şekil 3.13. KP Yükümlülükleri Kapsamında Esneklik Mekanizmalarının Kullanımı [23].

3.7.2. Gönüllü karbon piyasaları

Gönüllü Karbon Piyasası bireylerin, işletmelerin, çeşitli kurum ve kuruluşların ve sivil toplum örgütlerinin sera gazı emisyonlarını, gönüllü olarak, azaltmaları için oluşturulmuş bir pazardır. Bu anlamda yapılan ilk gönüllü karbon yatırımı, herhangi bir hukuki zorunluluk olmadan, 1989 yılında, (BMİDÇS ve KP'den çok önce) Amerikalı AES şirketinin Guatemala'da yaptığı yeni elektrik santralının CO₂ salınımını azaltmak için Guatemala çiftçilerine 50 milyon ağaç dikimine bedel maliyeti ödemesiyle başlamıştır. Firma bu yatırımı tamamen pazarlama ve tanıtım stratejisi olarak yapmıştır.

Gönüllü Karbon piyasasında süreç, zorunlu piyasadaki Esneklik Mekanizmalarının uygulanmasına benzer bir süreçtir. Burada en önemli fark herhangi bir yasal zorunluluğun bulunmamasıdır. Gönüllü karbon piyasasında işletmelerin belirledikleri emisyon azaltım hedefleri, devletin belirlediği politikalardan bağımsız olarak, tamamen gönüllülük esasında gerçekleştirilebilir. Karbon miktarlarını azaltmak isteyen, yeni bir deyişle 'Karbon Nötr' olmak isteyen kuruluşlar faaliyetleri sonucu atmosfere saldıkları emisyon miktarlarını, yani karbon ayak izlerini ölçerek bu salınımlarını azaltmak amacıyla emisyon indirimi sağlayan projelerden karbon kredileri satın alabilirler. Herhangi bir katılım sınırlaması bulunmamaktadır.

Çeşitli kurum ve kuruluşların gönüllü karbon piyasasında yer alma sebeplerinden bazıları şunlardır;

- Kurumsal imaja olumlu katkısının bulunması,
- Kurumların sosyal ve çevreci olarak algılanmasını sağlaması,
- Elde edilecek tecrübe ile kurumsal kapasitelerini, teknolojilerini ve süreçlerini olumlu yönde etkilemesi,

- Çevreci duyarlılık, İklim değişikliğinin etkileri konusunda duyarlı olmak,
- İleride karşılaşılabilecek ulusal ve bölgesel yükümlülükler için hazırlıklı olabilmek.

2006 FİFA Dünya Kupası etkinlikleri nedeniyle Almanya'da oluşacak toplam 100.000 ton CO₂ salımının atmosferdeki etkisini azaltmak hatta sıfırlamak amacıyla gelişmekte olan ülkelerde gerçekleştirilecek olan yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği projelerine toplam 1 Milyon Euro tutarında hibe desteği sağlanması ve yine 2008 yılında İstanbul'da 31'incisi Enerji Ekonomisi Derneği tarafından düzenlenen Uluslararası Enerji Ekonomisi Dünya Kongresinde katılım sağlayan ulusal ve uluslararası 462 delegasyonun uçuş-ulaşım, etkinlik boyunca diğer aktivitelerden dolayı oluşan 363,07 ton eşlenik-CO₂ salımı İSTAÇ A.Ş ve TEMA'nın sponsorluğunda dengelenmesi gönüllü karbon azaltımlarına yönelik sadece birkaç örnektir [23].

Gönüllü karbon piyasasından yararlanabilecek projeler yenilenebilir enerji projeleri, yakıt değişimi (endüstri, ulaşım, yerleşim merkezleri vs.), atık yönetimi projeleri, karbon yakalama ve depolama teknolojileri, enerji verimliliği sağlayan projelerdir.

Gönüllü karbon azaltım süreçlerinde oluşan karbon kredileri (VER)'nin belirli standartlara sahip olabilmesi, piyasalarda ticari işlem görebilmesi, bu kredilerin kayıt altına alınması ve uluslararası piyasalarda geçerlilik göstermesi gibi durumların belirlenmesi için gönüllü piyasalarda çeşitli standartlar oluşturulmuştur. Gönüllü piyasadaki bu standartlar arasından VCS, VER+ ve Gold Standart daha çok kullanılmakta olup giderek artan oranda talep edildiği görülmektedir. Uluslararası standartlardan bazıları şunlardır [4];

- *Gold Standart*: Uluslararası bir standarttır, dengeleme projelerinin ve karbon kredilerinin sertifikalandırılmasında kullanılır, çevresel ve sosyal yararlar özel olarak dikkate alınır. Projelerin özellikle bulundukları yöreye sosyal fayda sağlaması (Yöre halkına iş imkânları sağlamak, yol, okul vb. tamiri ve ya yapımı gibi yörenin kalkınmasını sağlayacak çalışmalar yapılması) beklenir.
- *VCS*: Uluslararası Salım Ticareti Derneği (IETA) ve Dünya Bankası (WB) uluslararası ölçekte uygulanan bir standarttır, dengeleme projelerinin ve karbon kredilerinin sertifikalandırılmasında kullanılır, çevresel ve sosyal yararlar öncelikli değildir.
- *VER+*: TÜV SÜD firması tarafından geliştirilmiş ve dengeleme projelerinin ve karbon kredilerinin sertifikalandırılmasında kullanılır.
- *ISO14064*: Uluslararası Standartlar Enstitüsü tarafından uluslararası alanda geçerli olan, dengeleme projelerinin ve karbon kredilerinin sertifikalandırılmasında kullanılan bir standarttır. ISO14064 TSE standartları arasında da yer almaktadır.
- *Social Carbon*: Güney Amerika ve Portekiz’de yeniden ormanlaştırma projelerinde çevresel ve sosyal yararların gözetilmesi için kullanılır. Son dönemde ülkemizde yapılan projelerde de social carbon standardı uygulamalar arasında yer almaktadır.

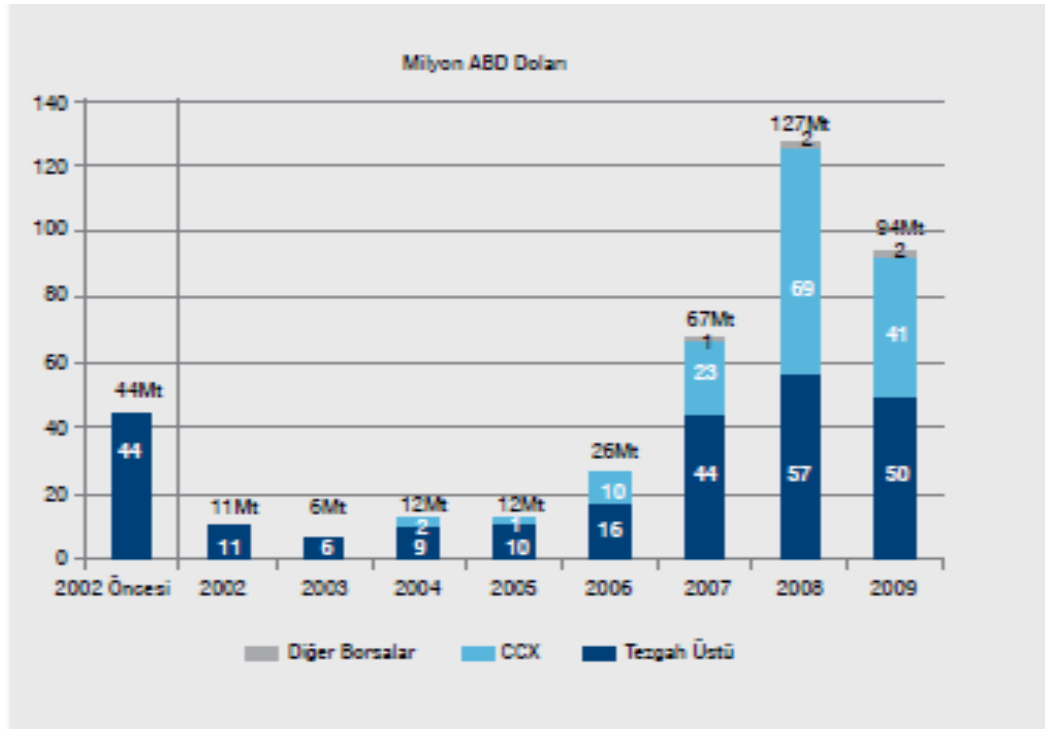
Proje koşullarına en uygun standart seçilerek uygulanan emisyon azaltım projelerinden elde edilen karbon kredileri Chicago İklim Borsası (Chicago Climate Exchange)’nın yanı sıra, Tezgah Üstü (OTC-Over The Counter) olarak tabir edilen gönüllü karbon piyasalarında işlem görmektedir.

2009 yılı sonu küresel boyutta GSYİH'nın %0,6 düşmüş olmasına rağmen, uluslararası karbon piyasasında %6'lık bir büyüme yaşanmıştır.2009 yılı sonunda bu gönüllü piyasaların toplam değeri 387 milyon ABD dolar, zorunlu ve gönüllü piyasaların toplam değeri ise 144 Milyar Dolar'a erişmiştir [21].

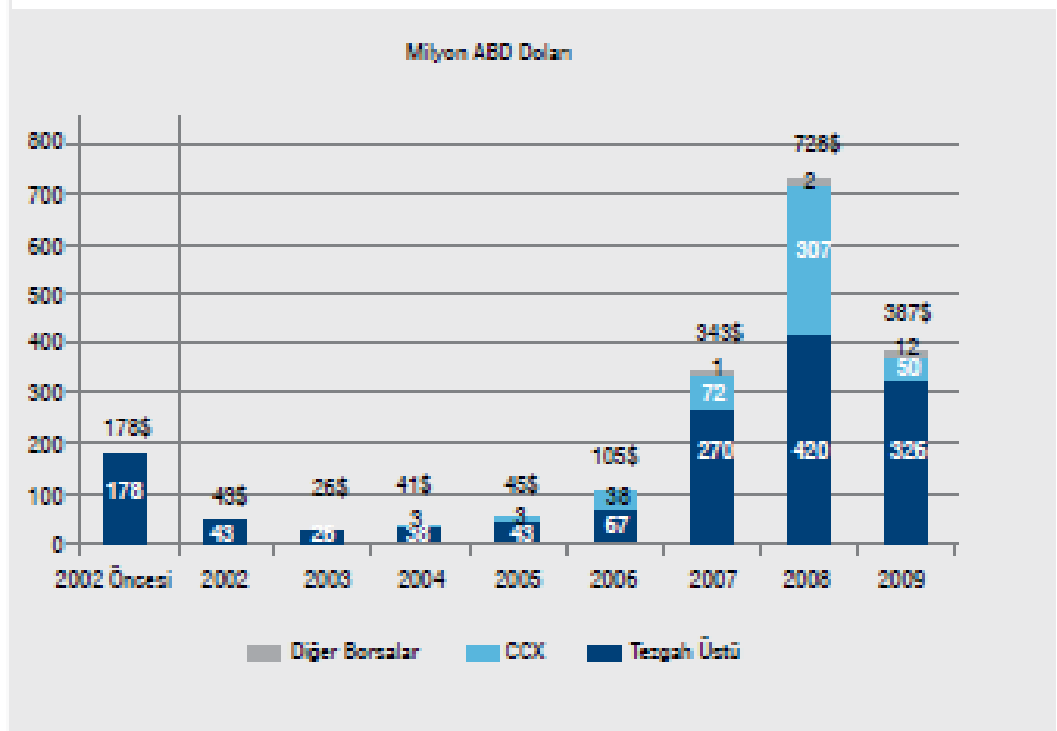
Piyasalar	Hacim (MtCO ₂ e)		Değer (milyon ABD\$) 2009	
	2008	2009	2008	2009
Gönüllü OTC	57	51	420	326
CCX	69	41	307	50
Diğer Borsalar	0.2	2	2	12
Gönüllü Piyasalar Toplamı	127	94	728	387
EU ETS	3,093	6,326	100,526	118,474
Birincil TKM	404	211	6,511	2,678
İkincil TKM	1,072	1,055	26,277	17,543
Ortak Uygulama	25	26	367	354
Kyoto (AAU)	23	155	276	2,003
New South Wales	31	34	183	117
RGGI	62	813	241	2,667
Albert SGER	3	5	34	61
Düzenlenen Piyasalar Toplamı	4,713	8,625	134,415	143,897
Toplam Küresel Piyasalar	4,840	8,719	135,143	144,284

Şekil 3.14. İşlem Hacimleri ve Değerleri, Küresel Karbon Piyasası,2008 ve 2009.

Denetleme Kuruluşlarınca (DOE) onaylanmasının ardından, resmi kayıt için baz alınan standart kuruluşun yetkililerine sunulur. Standart kuruluşu tarafından incelenen ve uygun bulunan projeler için karbon sertifikası oluşturulur. Karbon sertifikası ile resmileştirilen krediler tezgâh üstü piyasalarda (OTC) satışa sunulabilir.

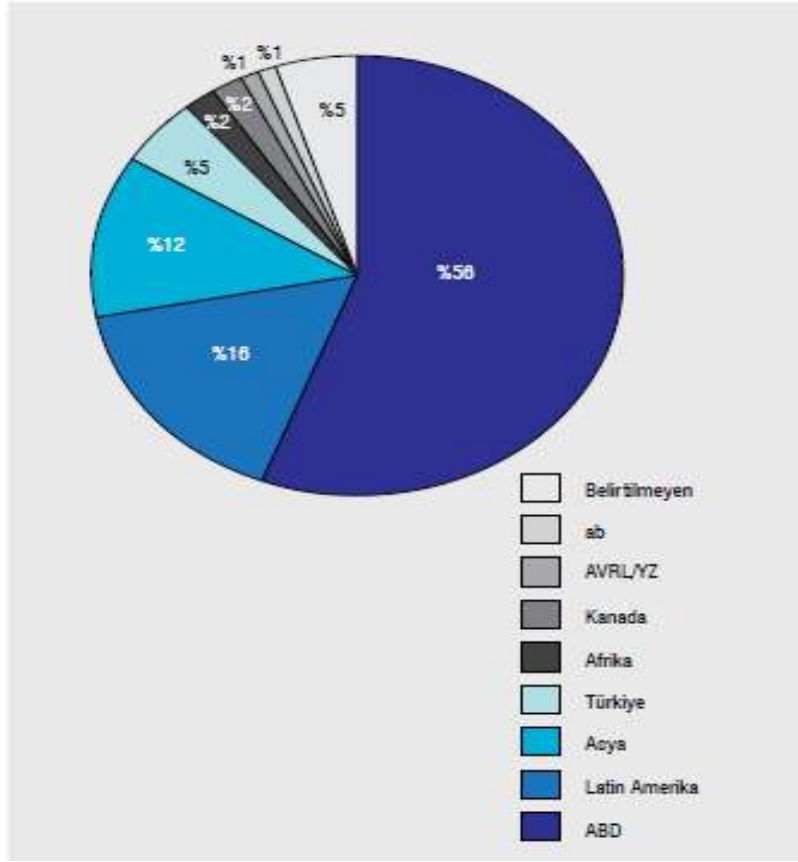


Şekil 3.16. Gönüllü Karbon Piyasalarının İşlem Hacimlerindeki Gelişim [24]



Şekil 3.17. Gönüllü Karbon Piyasa Değerlerinde Tarihsel Gelişim [21]

ABD, Kyoto Protokolü kapsamında herhangi bir taahhütte bulunmamasına, sayısal bir hedef belirlememesine rağmen, diğer bölgelere oranla piyasadaki payı en yüksektir. Bu durumun temel nedeni, gelecekte olabilecek yaptırımlara hazırlık amacıyla, kurum ve kuruluşların piyasaya olan yüksek talepleridir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Proje Bölgelerine Göre Tezgah Üstü Piyasalarda İşlem Hacimleri,2009 [21]

3.8. Türkiye’de Karbon Piyasaları

Türkiye, BMİDÇS kapsamında Ek-1 listesinde yer alması nedeniyle CDM projelerine ev sahipliği yapamamakta, Kyoto protokolüne üye olmasına rağmen, Ek-B’de yer almaması nedeniyle, 2008-2012 yılları arasındaki ilk dönemde herhangi bir emisyon taahhüdünde bulunmamış ve bu durumda JI ve Emisyon Ticareti mekanizmalarından da yararlanamamaktadır. Türkiye, her ne kadar esneklik mekanizmalarından yararlanamamış olsa da, gönüllülük esasına dayalı olarak kurulmuş olan Gönüllü Karbon Piyasasına yönelik projeler geliştirebilmektedir. Bu durum uluslararası platformda Türkiye’nin küresel iklim değişikliği konusunda ne kadar duyarlı olduğunun bir

göstergesi olmakla birlikte, ilerleyen dönemlerde karşılaşılabilecek olan yükümlülük dönemleri için de temel oluşturmaktadır.

Türkiye’de, 2005 yılından itibaren gönüllü karbon piyasalarına yönelik projeler üzerinde çalışılmakla beraber, 2008 yılı itibari ile yenilenebilir enerji projeleri ivme kazanmış ve Mare, Anemon ve Sayalar, Türkiye’nin ve dünya’nın ilk Gold Standard tescilli gönüllü karbon projeleri olarak kayıtlara geçmiştir [4].

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan bilgilere göre, Türkiye’de gerçekleştirilen projelerin tamamı Gönüllü Karbon Piyasası’nda yer almakta ve Ocak 2012 itibariyle *178 proje ile 11.845.505 ton CO₂ eşdeğer/yıl* sera gazı emisyonu azaltımı sağlanmıştır. Yetkililerce belirtildiği üzere, Türkiye’deki projelerin çoğunluğu yenilenebilir enerji projeleri olmakla beraber, atıktan enerji üretimi (çöp-gaz) de önemli emisyon azaltım projeleri arasında bulunmaktadır. *Türkiye’de 11 Belediye’nin atıktan enerji üreterek yıllık 2.2 Milyon ton CO₂ azaltımı* sağlandığı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından aktarılmaktadır.

Atıktan enerji üretimi yapılarak sera gazı azaltımı sağlanmasıyla da Karbon Sertifikası alımı yapılabilmektedir. Böylece hem yerel yönetimler için büyük maliyetler oluşturan atık bertarafı hem de sera gazı azaltımı ile bu sistemden çift taraflı fayda sağlanabilmektedir. Özellikle Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan Atıkların Düzenli Depolanmasına dair Yönetmelik’in yayınlanması ile belediyelerin atıklarının yönetimi farklı bir boyuta taşınmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca iletilen bilgilere göre; Atıktan enerji üretme tesisleri ve düzensiz veya düzenli depolama sahalarından kaynaklanan metan gazından enerji üretilmesi, atıktan enerji elde edilen projelerin uygulanmasına ivme kazandıracağı, Ekonomik değeri olan atıklar ayrıştırılarak depolanması gereken atık miktarının azaltılacağı, yeni teknoloji kullanımı, yeni istihdam olanakları, çöp sahalarının rehabilitasyonu ile

çevreye yayılan çöp kokuları engelleneceği; Ayrıca atıktan elektrik üretimiyle ek gelir sağlanırken büyük oranda sera gazı emisyonunun azaltılması, azaltılan emisyonların karbon sertifikasına dönüştürülerek Gönüllü Karbon Piyasası'nda satılması ile de başka bir ek gelir oluşacağı belirtilmektedir.

Metan gazının küresel ısınma potansiyelinin fazla olmasından dolayı Atıklardan enerji üretimi projelerinin sera gazı azaltım potansiyeli de artmakta olup, bazı yenilenebilir enerji projelerinden daha fazla emisyon azaltımı sağlanabilmektedir. Böylece karbon sertifikasında kullanılabilecek olan karbon kredisi miktarı da yüksek olmaktadır. Karbon sertifikası satım aşamasında 1 ton CO₂ eşdeğeri emisyonu üzerinden fiyatlandırılmaktadır. Çevre Şehircilik Bakanlığı, bu tip projelerin karbon kredisinin ortalamasının 5-10 ABD doları/ton olduğunu kaydetmektedir. Bu projeler, Gönüllü Karbon piyasasında yer alabilmekte ve elde edilen sertifikalar 10'ar yıllıkta 2 defa veya 21 (7*7*7) yıllıkta 3 defa yenilenebilmektedir.

Bunların dışında, Yenilenebilir Enerji Kanunu kapsamında biyokütleyle dayalı üretim tesislerinde elektrik enerjisi üreten gerçek ve tüzel kişiler ihtiyaçlarının üzerinde ürettikleri elektrik enerjisini dağıtım sistemine vermeleri halinde, 13,3 ABD Doları cent/kWh fiyatından on yıl süre ile faydalanabilmektedir.

Türkiye, henüz herhangi bir emisyon azaltım yükümlülüğü altına girmediğinden dolayı, sera gazı azaltımı ile ilgili yürütülen projeler gönüllü piyasalarda işlem görmektedir. Bundan dolayı, şu aşamada, ülkemizde bu tip projelerin yapılmasına dair herhangi bir kamu yaptırımı yer almamakla birlikte, yükümlülük dönemine hazırlık için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca hazırlanan 'Karbon Kayıt Sistemi', Sera Gazı Emisyon Azaltımı Sağlayan Projelere ilişkin Sicil İşlemleri Tebliği'nin 2010 yılında Resmi gazete'de yayınlanması ile resmi olarak işleme başlamıştır.

Kayıt sisteminin temel amacı; Türkiye'deki gönüllü karbon piyasasında yer alan veya alabilecek projelerin izlenmesini sağlayabilmektir. Böylece, Ulusal Kayıt Sistemine kayıt yaptıran projelerin devlet desteği sağlanacağı ve projelere şeffaflık kazandırılarak piyasa değerlerinin artacağı beklentisi Bakanlıkça ifade edilmektedir. Çünkü, Uluslararası Karbon piyasasında, projenin bulunduğu ülkenin Hükümetince tanınması, projenin güvenilirliğini arttırabilmektedir. Ulusal Kayıt Sistemi, projelerin bilinirliğinin yanı sıra piyasa ile ilgili en güvenilir ve yararlı verilerin ulusal bir veritabanında toplanmasına da fayda sağlayacaktır. Böylece karbon piyasaları ile ilgili ülkemizdeki belirsizliklerin zaman içerisinde giderilmesine katkı sağlanacaktır. Sisteme kayıt işlemleri için herhangi bir ücret talep edilmemekle birlikte, hükümetimiz tarafından desteklenen kayıtlı projelerin, karbon sertifikası alım aşamalarında uluslararası onay kuruluşlarınca ön planda tutulacağı beklenmektedir [25].

4. METOD (VERİ ZARFLAMA ANALİZİ ve MALMQUIST İNDEKSİ)

4.1. VZA İle İlgili Temel Kavramlar

- *Verimlilik*: Belirli bir üretim veya hizmet sürecinin bir döneminde, üretilmiş olan çıktılarla, bu üretimi gerçekleştirmek için kullanılan işçilik, hammadde, makine, enerji vb. gibi üretim kaynaklarının yani girdilerin birbirine oranı ile elde edilen bir göstergedir [18]. Verimlilik, çıktının girdiye oranı olarak özetlenebilir.
- *Etkinlik*: Üretim kaynaklarını veya girdileri ne derece iyi kullanarak çıktı üretilbileceğini gösteren bir kavramdır. Mevcut girdiyi kullanarak en fazla çıktıyı üretmek ya da daha az girdi ile mevcut çıktıyı elde etmek şeklinde yorumlanır.
- *Karar Verme Birimi*: Benzer girdileri kullanarak benzer çıktılar ortaya koymakla sorumlu kurum, şirket, banka, personel, hastane, kütüphane, spor kulübü gibi etkinliği araştırılan birimler karar verme birimi olarak adlandırılır ve KVB olarak kısaltılır.
- *Etkinlik Sınırı*: En iyi performansı temsil eden girdi-çıktı bileşimini oluşturan KVB'lerden oluşan sınırdır. Sınırı belirleyen KVB'ler %100 etkinliğe sahip olurken, sınırda olmayan herhangi bir KVB %100 etkinliğin altında bir etkinliğe sahiptir.
- *Referans Kümesi*: Etkinlik analizi sonucunda etkin olmayan KVB'lerin etkin hale gelebilmesi için kullanılacak ölçüt etkin karar verme birimleridir. Bu karar verme birimlerinin oluşturduğu küme referans kümesi olarak adlandırılır [26].

4.2. Veri Zarflama Analizi Tanımı ve Tarihçesi

Farrel'in 1957 yılında yaptığı çalışmasında tek çıktısı ve birden fazla girdisi olan birimlerin etkinliklerini inceleyerek ilk kez etkinlik ölçümünde doğrusal programlamadan faydalanmıştır. Bu çalışmada, Farrel'in tek çıktı kullanmasına rağmen, etkinlik ölçümü için oluşturulan doğrusal denklemler, çoklu çıktılar için etkinlik hesaplanmasına temel oluşturmuştur [26,27].

Charmes Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından 1978 yılında yapılan ilk veri zarflaması analizi çalışmasında eğitim kurumlarının etkinlikleri ölçülmüştür. Veri Zarflama Analizi ilk zamanlarda hastane, üniversite gibi kar amacı gütmeyen kurumların göreceli etkinliğinin ölçülmesinde kullanılırken daha sonraları çok şubeli kurumların göreceli etkinliğinin ölçülmesinde faydalanılmaya başlanmıştır.

Yöntemin önemli özelliklerinden biri, birden fazla girdi kullanılarak birden fazla çıktının elde edildiği üretim ortamlarında, parametrik yöntemlerde olduğu gibi önceden belirlenmiş herhangi bir analitik üretim fonksiyonunun varlığına gereksinim duymadan ölçüm yapılabilmesidir. VZA kullanılarak, her karar verme birimindeki etkin olmamanın miktarı ve kaynakları tanımlanabilir. Bu şekilde, etkin olmayan birimlerin girdi miktarında ne kadarlık bir azalış ve/veya çıktı miktarında ne kadarlık bir artış yapmak gerektiğine ilişkin olarak yöneticilere yol gösterebilir [26,28].

VZA'nın göreceli etkinliği ölçme biçimi şu şekilde açıklanabilir [26,29];

- Herhangi bir gözlem kümesi içinde en az girdi bileşimini kullanarak, en fazla çıktı bileşimini üreten en iyi gözlemler (ya da etkinlik sınırını oluşturan karar birimleri) belirlenir.

- Etkin karar birimlerinin oluşturduğu etkinlik sınırı referans olarak kabul edilip, etkin olmayan karar birimlerinin, etkinlik sınırına olan uzaklıkları (ya da etkinlik düzeyleri) ölçülür.

Farrel'in 1957'deki çalışmaları temel alınarak, Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından oluşturulan, doğrusal programlama temeline dayanan parametrik olmayan, CCR modelinin ardından, 1984 yılında da Banker, Cahernes ve Cooper tarafından, VZA'nın diğer bir temel modeli olan BBC modeli oluşturulmuştur [26,28,30].

4.3. VZA'nın Uygulama Aşamaları

-KVB'lerin Seçilmesi:

Veri Zarflama Analizi, gözlemlenen girdi ve çıktıları dayanarak, örneklemede ya da gözlem kümesinde yer alan karar birimlerinin görelî etkinlik değerlerini hesaplayan parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemi olarak tanımlanmaktadır [31]. VZA'nın ilk aşamasını etkinlik değerlerini yorumlayabilmek için, etkinlik ölçümünde kullanılacak gözlem kümesini oluşturan KVB'lerin seçimi oluşturmaktadır. KVB'lerin benzer özelliklere sahip olması (yönetim-organizasyon yapısı, stratejileri ve hedefleri, üretim teknolojisi vb.) diğer bir değişle gözlem kümesinin homojen bir yapıya sahip olması analizin başarıyla uygulanması açısından çok önemlidir [26,30]. Yolalan (1993), etkinlik ölçümlerinin birbirlerinden farklı olabilmesi için KVB sayısının belirli bir değerin üstünde olması gerektiğini belirtmiştir. Norman ve Stoker (1991), kullanılacak girdi-çıkıtı sayısının çokluğuna bağlı olmakla birlikte, yapılan çalışmalara ve deneyimlere dayanarak bu sayının en az 20 olması gerektiğini savunurlar [29]. Uygulamada ise en çok karşılaşılan durum, KVB sayısının girdi-çıkıtı toplamının en az iki katı olması gerektiğidir [26].

-Girdi ve Çıktıların Seçilmesi:

VZA, veri tabanlı bir etkinlik ölçüm tekniği olduğu için girdi ve çıktıların seçilmesi analizin temel adımını oluşturmaktadır. Aynı karar birimi için, farklı girdi ve çıktı grupları ile farklı etkinlik değerleri elde edilebilir. Eğer, oluşturulan modelde önemli bir değişken göz ardı edilirse, dışarıda bırakılan bu değişkeni etkin kullanmakta olan karar birimlerinin etkinlik değerleri daha düşük olabilmektedir [31]. Bunun dışında modele eklenecek yeni girdi ve çıktılar ile de daha önce etkin görünmeyen karar birimleri etkinlik sınırının üzerine çıkabilmektedir. Bu bağlamda, VZA ile yapılacak ölçümün sağlıklı olabilmesi için ele alınan girdi ve çıktıların anlamlı olması gerekir. Bu aşamadaki amaç, herhangi bir varsayım olmamakla birlikte, KVB'lere göre süreci en iyi ifade edebilecek girdi ve çıktıların belirlenmesidir [29].

-Verilerin Elde Edilmesi Ve Güvenirliliği:

VZA için girdi ve çıktılar belirlendikten sonra, tüm karar birimleri için bu girdilerin ve çıktıların elde edilmesi gerekmektedir. Herhangi bir karar birimi için gerekli verilerin elde edilememesi halinde ilgili birim çalışmadan çıkarılmalıdır. Herhangi bir karar biriminin çıkarılması ortaya çıkacak olan verimlilik oranlarının değişmesine neden olacaktır. Dolayısıyla, uygulamada verilere ulaşıp ulaşılamayacağı konusu girdi ve çıktı seçimini etkilemektedir. Bu bağlamda, şayet bir girdi veya çıktı için verilere ulaşılamama durumu mevcut ise, üretim ilişkisini açıklayabilecek ve elde edilmesi daha kolay olabilecek farklı girdi ve çıktıların araştırılması gerekmektedir [31].

Verilerin toplanması kadar güvenilirlikleri de önemlidir. Doğru olmayan veriler birimlerin etkinlik değerlerini etkileyebilir ve tüm birimlerin etkinlik değerlerini tartışmalı hale getirebilmektedir. Bu nedenle analizden sağlıklı sonuçlar

alınabilmesi açısından verilerin objektif ve güvenilir olmasına özen gösterilmelidir.

-Görelî Etkinliğin Ölçülmesi:

Karar birimleri ve girdi ve çıktıların belirlenmesinden sonra, uygulamanın etkinlik değerlerinin hesaplanması işlemlerine geçilmektedir. Hesaplama işleminde ise incelenen konu için en uygun VZA modeli seçilmelidir.

Doğrusal programlama tabanlı modellerin çözümlenmesinde ilgili programlardan yararlanılmaktadır. Bu programlarla birlikte, özellikle son dönemlerde piyasaya sürülen ve Windows işletim sistemi altında çalışabilen özel veri zarflama analizi programları da çözüm kısmında kullanılabilir [31].

-Etkinlik Değerleri Ve Etkinlik Sınırı:

Charnes ve Cooper, doğa bilimlerindeki etkinlik kavramını izleyerek VZA'daki etkinliğin tanımını formüle etmişlerdir. İlgili formülasyon çerçevesinde, herhangi bir karar biriminin %100 etkin olabilmesi için; hiçbir çıktısı, bir ya da birden fazla girdisinin artırılması veya diğer çıktılarından bazılarının azaltılması haricinde artırılamaz. Diğer taraftan; hiçbir girdisi, çıktılarından bazılarının azaltılması veya diğer bazı girdilerinin artırılması haricinde azaltılamaz. Bu formüle uyan herhangi bir karar birimi %100 görelî etkinliğe, diğer ilgili karar birimleri herhangi bir girdi ve çıktının kullanımında etkinsizliğe dair bir kanıt getirmiyorlarsa ulaşmış sayılmaktadır.

Belirtilen temel prensipler doğrultusunda, her karar birimi için 0 ve 1 aralığında bir etkinlik değeri hesaplanmakta ve etkinlik değeri 1'e eşit olan birimler en iyi gözlem kümesini, aynı zamanda da etkinlik sınırı, oluşturmaktadırlar. Tanımsal olarak, sınır üzerindeki herhangi bir nokta, girdi

kümesini çıktı kümesine dönüştürebilmek için elde edilebilir bir üretim tekniğini ifade etmektedir. Etkinlik değeri 1'den küçük olan karar birimleri ise, görelî olarak etkinsizdir. Bu karar birimlerinin görelî etkinlik değeri sınıra olan uzaklıkları temsil etmektedir. En iyi gözlem kümesini oluşturan karar birimlerinin etkinlik değeri 1 olduğuna göre, görelî olarak etkinsiz karar birimlerinin 1'den sapması ile görelî etkinsizlik ölçüsü de elde edilmektedir.

-Referans Grupları:

VZA'daki karşılaştırmalarda, etkin karar birimleri temel alınmaktadır. Yöntem, etkin olmayan karar birimlerinin, görelî olarak verimli birimlerin uyguladığı yönetsel ya da organizasyona dayalı yöntemleri uygulayarak aynı etkinlik seviyesine ulaşabileceklerini kabul etmektedir. Bu varsayım her zaman gerçekleşmemekle birlikte, aynı girdi ve çıktı kombinasyonları ile daha iyi bir üretim performansı elde edilebileceğinin kanıtı olan etkin karar birimleri dikkate alınarak, görelî olarak etkin olmayan karar birimlerinin de iyileştirilebileceği belirtilmektedir.

Referans grubunda yer alan etkin karar birimlerinin, etkin olmayan birimler tarafından referans gösterilme sıklığının dökümü yapılmak suretiyle etkinsiz birimlerin yoğunluklu olduğu üretim birimleri kolaylıkla tespit edilmektedir.

-Etkinlik Sonuçlarının Değerlendirilmesi:

Bu aşamada, KVB'lerin etkinlik değeri hesaplanarak etkin olan ve etkin olmayan KVB'ler belirlenir. Etkin olmayan KVB'ler için referans kümesi oluşturulur. Etkin olan ve etkin olmayan KVB'ler için genel bir değerlendirme yapılır [26]. Karar birimleri üzerinde muhtemel iyileştirme, önlem alma, düzenleme gibi konular açıklık kazanmaktadır [31].

4.4. VZA' da Temel Modeller

VZA'nın literatürde yer almasıyla birlikte, sistemi geliştirmek amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar neticesinde, kesirli programlama formundan elde edilen doğrusal programlama modellerinin yanı sıra, yöntemin temel kavram ve prensipleri çerçevesinde, çeşitli modeller geliştirilmiştir. VZA, belirtilen modellerin bir araya getirilmesi ile oluşmuş kavramlar ve yöntemler bütünü olarak ifade edilebilmektedir [31,33].

a) CCR (Charnes – Cooper – Rhodes) Modeli:

VZA'nın temel modeli olarak adlandırılır. Ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı altında toplam etkinliği ölçmeye çalışmaktadır. Model, etkin olmayan kaynakları belirlemekte ve bu kaynakların miktarı hakkında bilgi vermektedir. Girdiye ve Çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı şekilde yönlendirilebilmektedir.

b) BBC (Banker-Charnems-Cooper) Modeli:

CCR Modelinin, ölçeğe göre değişen getiri (VRS) varsayımı altında, geliştirilmiş halidir. Ölçekten kaynaklanan etkinsizlikleri ortadan kaldırarak teknik etkinliği artırmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, ilgili işletmenin ölçeğe göre artan, azalan ve sabit getirili mi olacağını belirlemektedir. Model, CCR modelinde olduğu gibi girdi ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı şekilde uygulanabilmektedir.

c) Çarpımsal Model:

Diğer VZA modellerinden farklı olarak logaritmik kısıtları içermektedir ve Cobb-Douglas zarflaması yapmaktadır. Girdiye veya Çıktıya yönlendirmenin olmadığı model, özellikle ekonometrik yazılımlarda kullanılmaktadır.

d) *Toplamsal Model:*

Toplamsal model; değişen ölçeğe göre getiriye sahip olup,girdi veya çıktıya yönlendirilmeden sonuç üretmektedir.

Charnes, Cooper ve Rhodes'un geliştirdiği CCR modeli ve Banker, Charne ve Cooper'ın geliştirdiği BCC modeli kolaylığı nedeniyle en çok kullanılan VZA modelleridir [26]. Bu nedenle CCR ve BBC modelleri ayrıntılı şekilde açıklanacaktır.

4.4.1. CCR modelleri

Ölçeğe göre sabit getiri altında, Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından, 1978 yılında ilk olarak geliştirilen ve bu kişilerin isimlerinin baş harfleri (CCR) ile gösterilen bu modelin matematiksel ifadeleri aşağıdaki eşitliklerde özetlenmektedir [26,29,33-36].

Eşitliklerde yer alan CCR modelindeki denklemlerde;

- E_k : k'inci KVB'nin etkinlik değeri,
- u_r : k'inci KVB tarafından r'inci çıktıya verilen ağırlık,
- v_i : k'inci KVB tarafından i'inci girdiye verilen ağırlık,
- Y_{rk} : k'inci KVB tarafından üretilen r'inci çıktı,
- X_{ik} : k'inci KVB tarafından üretilen i'inci girdi,
- Y_{rj} : j'inci KVB tarafından üretilen r'inci çıktı,
- X_{ij} : j'inci KVB tarafından üretilen i'inci girdi,
- ϵ : yeterince küçük pozitif bir sayı (örneğin 0,00001),
- α : Büzülme katsayısı (Çıktı miktarında bir değişiklik yapmadan girdi miktarının ne kadar azaltılabileceğini gösterir.),

- β : Genişleme katsayısı (Girdi miktarında bir değişiklik yapmadan çıktı miktarının ne kadar arttırılabileceğini gösterir.)
- λ_j : j'inci KVB'nin aldığı yoğunluk değeri,
- S_i : k'inci KVB'nin i'inci girdisine ait artık değişken (Girdi fazlası),
- S_r : k'inci KVB'nin r'inci çıktısına ait artık değişken (Çıktı fazlası),
- $i = 1, \dots, m$ (girdi sayısı),
- $r = 1, \dots, p$ (çıktı sayısı),
- $j = 1, \dots, n$ (KVB sayısı) olarak tanımlanmaktadır.

Girdiye yönelik CCR model'inde formüller aşağıdaki gibidir;

1.Eşitlik: Kesirli Model,

$$E_k = \max \frac{\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right)}{\left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right)}$$

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) / \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) \leq 1$$

$$u_r \geq \varepsilon, \quad v_i \geq \varepsilon$$

2.Eşitlik: Doğrusal Model,

$$E_k = \max \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right)$$

$$\left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right) = 1$$

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) \leq 0$$

$$u_r \geq \varepsilon, \quad v_i \geq \varepsilon$$

3.Eşitlik: Zarflama Modeli,

$$\begin{aligned}
 E_k &= \min \alpha - \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+ \\
 \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - \alpha X_{ik} &= 0 \\
 \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_i^+ - Y_{rk} &= 0 \\
 \lambda_j &\geq 0, \quad S_i^- \geq 0, \quad S_r^+ \geq 0
 \end{aligned}$$

Çıktıya yönelik CCR model'inde formüller ise şöyledir;

1.Eşitlik: Kesirli Model,

$$\begin{aligned}
 E_k &= \min \frac{\left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right)}{\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right)} \\
 \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) / \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) &\geq 1 \\
 u_r &\geq \varepsilon, \quad v_i \geq \varepsilon
 \end{aligned}$$

2.Eşitlik: Doğrusal Model,

$$\begin{aligned}
 E_k &= \min \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right) \\
 \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) &= 1 \\
 \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) &\leq 0 \\
 u_r &\geq \varepsilon, \quad v_i \geq \varepsilon
 \end{aligned}$$

3.Eşitlik: Zarflama Modeli,

$$\begin{aligned}
 E_k &= \max \beta + \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+ \\
 \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - X_{ik} &= 0 \\
 \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_i^+ - \beta Y_{rk} &= 0 \\
 \lambda_j &\geq 0, S_i^- \geq 0, S_r^+ \geq 0
 \end{aligned}$$

Model çözümünde; $E_k = 1$ olduğunda etkinliği ölçülen KVB'nin etkin olduğu söylenir. Aksi takdirde ilgili KVB etkin değildir. Etkin olmayan bir KVB için örnek alabileceği referans kümesi ise aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır [26,30].

$$X_{ik} = \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j$$

$$Y_{rk} = \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j$$

Ve ya

$$X_{ik} = \alpha X_k - S_i^-$$

$$Y_{rk} = Y_k + S_r^+$$

4.4.2. BCC modelleri

BCC modellerinin, CCR modellerinden tek farkı; sabit ölçek altında değil, değişken dönüşümlü ölçek varsayımı altında çalışmasıdır. 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper tarafından ilk olarak ortaya atılan ve bu kişilerin isimlerinin baş harfleriyle (BCC) ile gösterilen bu modelin matematiksel ifadeleri aşağıdaki eşitliklerde belirtilmektedir [26,29,33-36]. Denklemlerde CCR modellerinden farklı olarak; μ_0 : ölçeğe göre getirinin yönüyle ilgili değişken olarak tanımlanmaktadır. Modellerde yer alan μ_0 değişkeni ölçeğe göre değişken getiri kavramıyla ilgilidir. Modelin çözümünde μ_0 değişkeninin pozitif değer alması KVB'nin ölçeğe göre azalan getiri, negatif değer alması

ölçeğe göre artan getiri ve sıfır değerini alması ölçeğe göre sabit getirili olduğunu göstermektedir.

Kısıtlarda CCR modelinden farklı olarak dışbükeylik kısıtı olduğu görülmektedir. Bu kısıt, etkinlik sınırının en iyi gözlemin çoklu doğrusal kombinasyonlarından oluşması ve göreceli etkinliğin daha esnek bir tanımlamaya kavuşması olarak açıklanmaktadır. Bu kısıt, etkinlik sınırının en iyi gözlemin çoklu doğrusal kombinasyonlarından oluşması ve göreceli etkinliğin daha esnek bir tanımlamaya kavuşması olarak açıklanmaktadır [26].

Girdiye yönelik BCC model'inde yer alan formüller aşağıdaki gibidir;

1.Eşitlik: Kesirli Model,

$$E_k = \max \frac{\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} - \mu_0}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}}$$

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} - \mu_0 \right) / \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) \leq 1$$

$$u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon, \mu_0: \text{serbest}$$

2.Eşitlik: Doğrusal Model,

$$E_k = \max \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) - \mu_0$$

$$\left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right) = 1$$

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) - \mu_0 \leq 0$$

$$u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon, \mu_0: \text{serbest}$$

3.Eşitlik: Zarflama Modeli,

$$\begin{aligned}
 E_k &= \min \alpha - \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+ \\
 \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - \alpha X_{ik} &= 0 \\
 \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_i^+ - Y_{rk} &= 0 \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\
 \lambda_j &\geq 0, \quad S_i^- \geq 0, \quad S_r^+ \geq 0
 \end{aligned}$$

Çıktıya yönelik BCC modelinde ise formüller şöyledir;

1.Eşitlik: Kesirli Model,

$$\begin{aligned}
 E_k &= \min \frac{\left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} - \mu_0 \right)}{\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right)} \\
 \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - \mu_0 \right) / \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) &\geq 1 \\
 u_r &\geq \varepsilon, \quad v_i \geq \varepsilon, \quad \mu_0: \text{serbest}
 \end{aligned}$$

2.Eşitlik: Doğrusal Model,

$$\begin{aligned}
 E_k &= \min \left(\sum_{r=1}^p v_r X_{rk} \right) - \mu_0 \\
 \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) &= 1 \\
 \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) + \mu_0 &\leq 0 \\
 u_r &\geq \varepsilon, \quad v_i \geq \varepsilon, \quad \mu_0: \text{serbest}
 \end{aligned}$$

3.Eşitlik: Zarflama Modeli,

$$\begin{aligned}
 E_k &= \max \beta + \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+ \\
 \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - X_{ik} &= 0 \\
 \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_i^+ - \beta Y_{rk} &= 0 \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\
 \lambda_j &\geq 0, S_i^- \geq 0, S_r^+ \geq 0
 \end{aligned}$$

Model çözümünde; $E_k = 1$ olduğunda etkinliği ölçülen KVB'nin etkin olduğu söylenir. Aksi takdirde ilgili KVB etkin değildir. Etkin olmayan bir KVB için örnek alabileceği referans kümesi ise aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır [37].

$$\begin{aligned}
 X_{ik} &= \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \\
 Y_{rk} &= \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j
 \end{aligned}$$

Ve ya,

$$\begin{aligned}
 X_{ik} &= X_k - S_i^- \\
 Y_{rk} &= \beta Y_k + S_r^+
 \end{aligned}$$

4.5. Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi

Zaman içindeki etkinlik değişimlerini görebilmek için kullanılan teknik Malmquist Endeks Toplam Faktör Verimliliğidir (TFV). Tornquist/Fisher endekslerinden farkı, Malmquist TFV endeksinin oluşturulabilmesi için ilgili karar birimlerinin kar maksimizasyonu veya maliyet minimizasyonu hedefledikleri varsayımına gerek bulunmamaktadır. Bu yüzden

Tornquist/Fisher metodu için gerekli olan fiyat verisinin derlenmesi Malmquist metodu için zorunlu değildir. Böylece özellikle kamu sektörü veya kar amacı gütmeyen organizasyonların performansının ölçümünde zaman boyutu dikkate alabilecek güçlü bir yöntem olarak değerlendirilmemektedir.

Malmquist TFV endeksi, bahsedilen avantajlara ek olarak endeksi oluşturan iki bileşeni açıkça tanımlayabilmektedir. Bunlar karar biriminin etkin sınıra yaklaşma sürecinin bir değerlendirmesi olan etkinlik değişimi (efficiency change) ve etkin sınırın zaman içinde değişimini belirlemeye yönelik olarak oluşturulan teknik değişimdir (technical change).

Malmquist TFV endeksi hem parametrik hem de parametrik olmayan yaklaşımlar imkanı verir. Bu çalışmaya uygun olanı parametrik olmayan VZA tabanlı bir yaklaşımdır. Bu yüzden burada sadece parametrik olmayan Malmquist endeks yaklaşımı anlatılmıştır. Malmquist TFV endeksi ki gözlemin toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi ortak bir teknolojiye olan uzaklıkların oranı olarak ölçer. Bu ölçüm için uzaklık fonksiyonu kullanılmaktadır. Malmquist endeksi ile uzaklık fonksiyonları arasındaki ilişki bu noktada doğmaktadır. Caves ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu endekse uzaklık fonksiyonları yardımıyla endeks kurma fikrini ilk ortaya atan Sten Malmquist'in ardından Malmquist ismi verilmiştir. Uzaklık fonksiyonu çok girdili ve çok çıktılı üretim teknolojilerini, maliyet minimizasyonu ve kar maksimizasyonu gibi hedefleri belirtmeden, tanımlamada kullanılmaktadır. Girdi uzaklık fonksiyonu, çıktı vektörü verildiğinde, oransal olarak en çok büzülen girdi vektörüne bağlı olarak üretim teknolojisini tanımlar. Benzer olarak, çıktı uzaklık fonksiyonu, girdi vektörü verildiğinde oransal olarak en çok genişleyen girdi vektörüne bağlı olarak üretim teknolojisini tanımlar.

Toplam faktör verimliliklerindeki(TFV) değişme değişkenin Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi kullanılarak elde edilmiştir. Bu endeks, ortak

teknolojiye göre her bir veri noktasının farklarının (uzaklıklarının) oranlarını hesaplayarak, farklı zamana ait iki veri noktası arasındaki TFV'ndeki toplam değişmeyi ölçmektedir. Uzaklık fonksiyonu kâr maksimizasyonu veya maliyet minimizasyonu gibi herhangi bir davranışsal varsayım gerektirmeden, birden fazla çıktı ve girdinin söz konusu olduğu durumlarda üretim teknolojisini belirleyebilmektedir. Uzaklık fonksiyonları yalnızca girdi ve çıktı miktarlarına dayalı çoklu çıktı ve çoklu girdi teknolojilerini yansıtmakta; çıktı ve girdilere ait gelir ve maliyet paylarının bilinmesine gerek duymamaktadır [38]. TFV'ndeki değişmeyi ölçebilmek için en az iki dönem gerekmede ve her iki dönem için de uzaklık fonksiyonları, maksimum ortalama çıktıdan olan sapmaları ölçmek için kullanılmaktadır. Bu bağlamda Malmquist TFV endeksi iki zaman arasında bir Karar Verme Birimi(KVB)'nin etkinliğindeki değişimin değerlendirilmesine imkan vermekte ve bu yolla TFV'ndeki teknik etkinlikteki değişimin ve teknolojik değişimin katkıları belirlenebilmektedir [39]. Burada, teknik etkinlik değişiminin üretim sınırını yakalama etkisi (catch-up effect) olarak ifade edilirken, teknolojik değişimin üretim sınırı eğrisinin yer değiştirmesi (frontier-shift) olarak ifade edilmektedir. Teknik etkinlik değişimi ve teknolojik değişim, TFV'ndeki değişimin ana unsurlarını oluşturmaktadır. Diğer bir ifadeyle, her iki değişimin çarpımı TFV'ndeki değişmeyi vermektedir [40].

Malmquist Endeksi (MI) sınır teknolojiye ilerleme ve gerilemeye bağlı olarak KVB'lerin TFV'ndeki ilerlemeyi ve gerilemeyi yansıtmaktadır. $MI > 1$ bir dönemden diğer bir döneme KVB'nin TFV'ndeki ilerlemeyi ifade ederken $MI = 1$ ve $MI < 1$ sırasıyla TFV'ndeki değişmemeyi ve azalmayı göstermektedir. Yine teknik etkinlik değişimi ve teknolojik değişim değerlerinin 1'den büyük olması teknik etkinlikteki ve teknolojiye ilerlemeyi ifade ederken, 1'den küçük olmaları gerilemeyi ifade etmektedir. Malmquist TFV endeksinin bu unsurlara ayrışması, TFV'ndeki artışın ana kaynaklarının tespit edilmesinde önem arz etmektedir [40]. Diğer bir ifadeyle, teknik etkinlikteki değişim ile

teknolojik değişimin çarpımı toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi vermektedir [41].

Geleneksel olarak etkinlik ve verimlilik ölçümleri ya çıktılar sabit tutulurken girdi miktarının azaltılması (girdi odaklı) ya da girdiler sabit tutulurken çıktı miktarının artırılması (çıkı odaklı) varsayımlarına göre yapılmaktadır. Burada çıktı odaklı model kullanılmıştır [40,41].

Her bir zaman periyodu ($t=1,...,T$) için çıktı yönlü Malmquist index üretim teknolojisi girdilerin (x_t) çıktıya (y_t) dönüşümlerinin pozitifliği olarak tanımlanır.

Bu teknoloji Şekil 4.1’de gösterilmiştir (t ve $t+1$ periyodu için). t zamanındaki teknolojik değişim;

$$P_t(x) = \{ y_t, x_t \text{ 'nin } y_t \text{ dönüşümü} \} \quad (4.1)$$

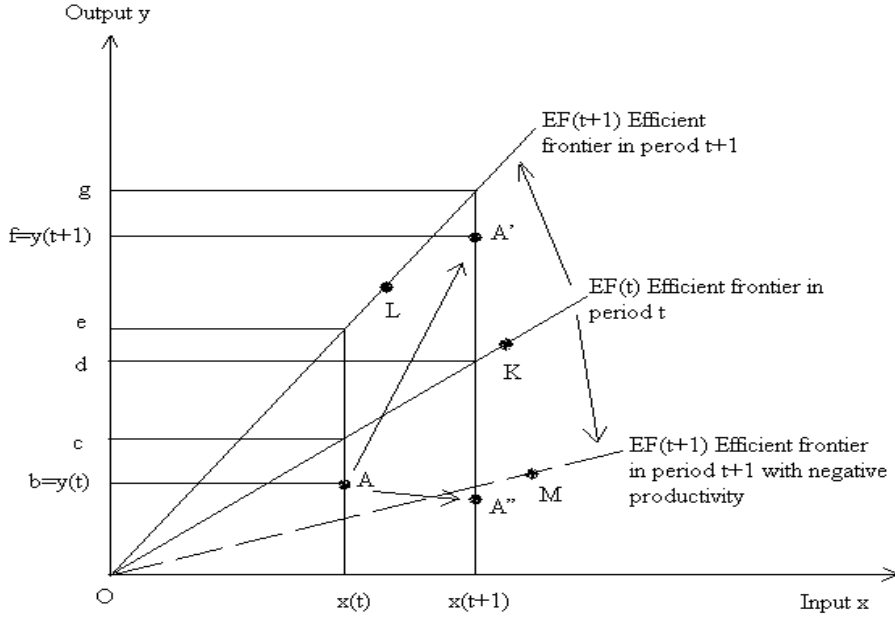
Karar verme birimlerinin t zamanında teknik etkinliğini ölçmek için çıktı fonksiyonu;

$$d_t(x_t, y_t) = \min \{ \theta : (x_t, y_t / \theta) \in P_t(x) \} \quad (4.2)$$

olarak tanımlanır.

Verilen girdiyle maksimum çıktının mümkünlüğü bu fonksiyonla ölçülür.

Malmquist index tek bir girdinin CRS kabulüyle output dönüşümü Şekil 4.1’de verilmiştir. Buradaki A ve A’ noktaları t anından $t+1$ zamanında Karar Verme Birimlerinin girdi-çıkı kombinasyonlarını göstermektedir. Aynı zamanda t ($t+1$), K (L ya da M) noktalarının en iyi performansa dönüşümlerini de gösterir.



Şekil 4.1. Malmquist İndex Analizi ile Etkinlik Değişimi

Karar Verme Birimlerinin çıktı yönlü etkinliği O_c/O_b ile ölçülür (Etkinlik $A < 1$, VZA CRS (CCR) etkin değil). Karar Verme Birimleri EF (t) üzerinde ise skor 1'dir (yani VZA CRS etkindir). Karar Verme Birimi t+1 zamanında A' taşınır ve EF (t+1) üzerine gelir. Burada VZA CCR çıktı yönlü Malmquist Toplam Faktör Verimliliği t ve t+1 zaman değişimi için;

$$MI_o(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \sqrt{\frac{d_t^o(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_t^o(x_t, y_t)} x \frac{d_{t+1}^o(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_{t+1}^o(x_t, y_t)}} \quad (4.3)$$

Ve ya grafik olarak,

$$MI_o(t, t+1) = \sqrt{\frac{Of/Od}{Of/Og} x \frac{Ob/Oc}{Ob/Oe}} \quad (4.4)$$

şeklinde tanımlanır.

Fare ve arkadaşları [42] tarafından önerilen ifade ise:

$$MI_o(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \frac{d_{t+1}^o(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_t^o(x_t, y_t)} \sqrt{\frac{d_t^o(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_{t+1}^o(x_t, y_t)} \times \frac{d_{t+1}^o(x_t, y_t)}{d_{t+1}^o(x_{t+1}, y_{t+1})}} \quad (4.5)$$

şeklindedir.

Şekil 4.1'e göre etkinlik değişimi tanımları ise:

$$\text{Etkinlik değişimi (EFFCH)} = \frac{Of / Od}{Ob / Oc} \quad (4.6)$$

$$\text{Teknik değişim (TECCH)} = \sqrt{\frac{Of / Od}{Of / Og} \times \frac{Ob / Oc}{Ob / Oe}} \quad (4.7)$$

olarak tanımlanabilir.

Pure etkinlik değişimi (PECH) ve ölçek etkinlik değişimi (SECH) ise:

$$PECH = \frac{d_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_t^o(x_t, y_t)} \quad (4.8)$$

$$SECH = \frac{d_{t+1}^c(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_{t+1}^v(x_{t+1}, y_{t+1})} / \frac{d_t^c(x_t, y_t)}{d_t^v(x_t, y_t)} \quad (4.9)$$

olarak gösterilebilir.

5. UYGULAMA ve SONUÇLAR

5.1. Uygulama

Bu çalışmada kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu'nun desteği ile, Avrupa İstatistik Birliği (EUROSTAT)'dan alınmıştır. Değerlerine ulaşılabilen 35 ülkenin verileri kullanılarak 2007, 2008, 2009 yılları arasında toplam faktör verimlilik değerleri Malmquist index yaklaşımıyla dinamik hale getirilmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler Çizelge 5,1'de verilmiştir. Araştırmada sektörel olarak sera gazı üretim verimliliği dikkate alındığından sektörlerin sera gazı üretim verileri kişi başına düşen olarak dikkate alınmıştır.

Çizelge 5.1. Analizde Kullanılan Değişkenler (2008 yılı için)

ÜLKELER	(CO ₂) Miktarı Enerji Sektörü (Gg)	(CO ₂) Miktarı İmalat Sanayi ve İnşaat Sektörü (Gg)	(CO ₂) Miktarı Ulaşım Sektörü (Gg)	(CO ₂) Miktarı Diğer Sektör (Gg)	Sera Gazı Emisyonları (CO ₂) Toplam (Gg)
Yakıt Yanma Aktiviteleri (Sektörel Yaklaşım)	2008				
AVUSTRALYA (Australia)	224 048,96	46 867,40	81 827,60	18 809,49	372 990,51
AVUSTURYA (Austria)	13 648,52	15 814,79	22 263,72	11 767,52	63 539,72
BEYAZ RUSYA (Belarus)	31 487,12	8 708,88	6 367,30	9 354,74	56 451,52
BELÇİKA (Belgium)	25 342,42	27 493,67	27 341,02	29 136,90	109 374,93
BULGARİSTAN (Bulgaria)	31 898,59	6 942,74	8 402,52	1 822,19	49 066,05
KANADA (Canada)	181 907,57	71 726,91	186 836,03	77 620,51	518 213,65
HIRVATİSTAN (Croatia)	6 703,90	4 197,67	6 162,16	3 431,06	20 494,78
ÇEK CUMHURİYETİ (Czech Republic)	62 000,97	15 993,67	18 044,97	10 707,80	107 893,00
ESTONYA	12 409,20	1 057,69	2 308,95	483,07	16 290,59
FİNLANDİYA	23 926,59	10 635,27	13 383,97	4 749,26	53 617,19
ALMANYA (Germany)	362 143,094	117 527,644	152 792,430	154 015,310	787 788,268
YUNANİSTAN (Greece)	57 618,91	9 255,42	22 378,03	12 383,52	101 635,88
MACERİSTAN (Hungary)	19 424,63	6 562,42	12 452,93	13 581,36	52 021,33
İZLANDA (Iceland)	14,25	342,92	932,13	544,85	1 834,14
İRLANDA (Ireland)	14 495,440	5 684,117	14 057,549	10 923,783	45 160,889
İTALYA (Italy)	157 278,47	72 784,78	122 251,97	84 155,82	437 208,82
JAPONYA (Japan)	419 990,90	336 063,81	228 099,17	168 436,17	1 152 590,04
KAZAKİSTAN (Kazakhstan)	100 885,52	36 662,61	25 221,36	15 097,49	193 442,24
LETONYA (Latvia)	1 916,58	1 130,89	3 522,56	1 284,80	7 858,23

Çizelge 5.1. (Devam) Analizde Kullanılan Değişkenler (2008 yılı için)

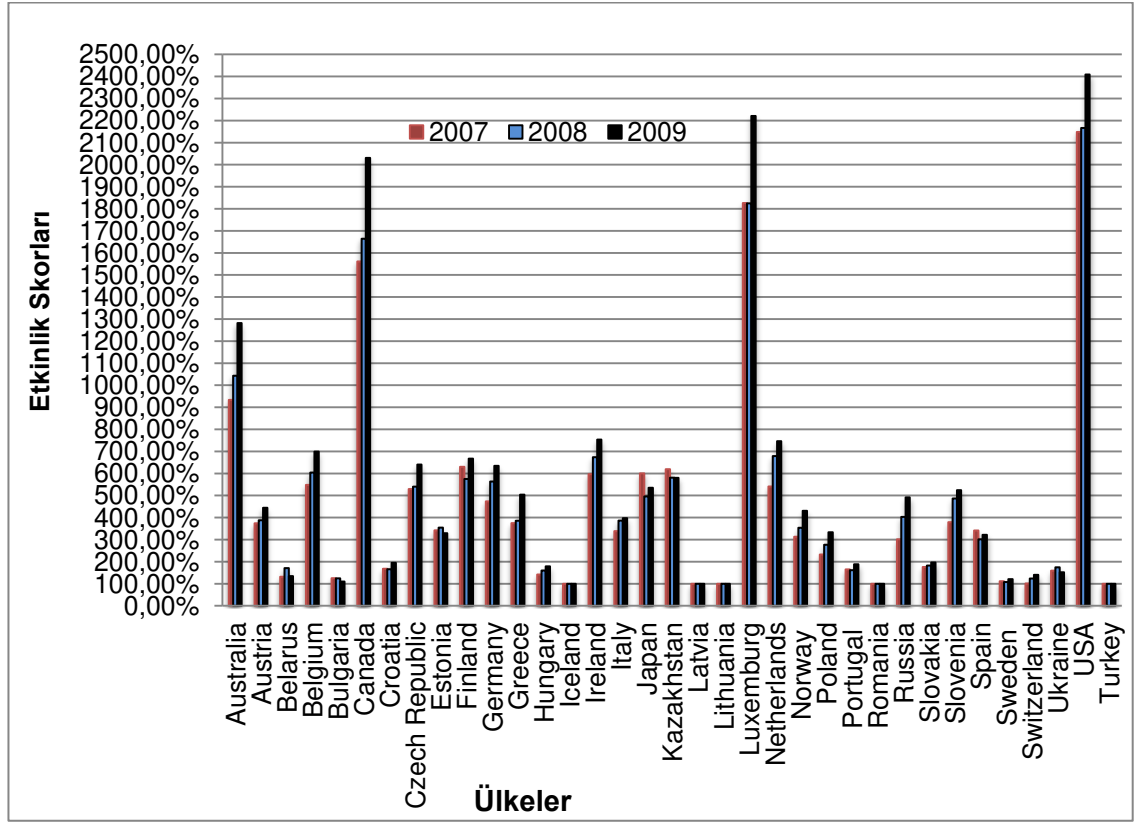
ÜLKELER	(CO ₂) Miktarı Enerji Sektörü (Gg)	(CO ₂) Miktarı İmalat Sanayi ve İnşaat Sektörü (Gg)	(CO ₂) Miktarı Ulaşım Sektörü (Gg)	(CO ₂) Miktarı Diğer Sektör (Gg)	Sera Gazı Emisyonları (CO ₂) Toplam (Gg)
Yakıt Yanma Aktiviteleri (Sektörel Yaklaşım)	2008				
LİTVANYA (Lithuania)	4 870,13	1 231,92	5 283,85	1 090,34	12 488,51
LÜKSEMBURG (Luxemburg)	1 006,74	1 422,10	6 515,18	1 685,26	10 629,27
MALTA (Malta)	1 976,34	101,52	524,65	49,79	2 652,31
MONAKO (Monaco)	27,73	NA,NO	31,46	30,81	90,00
HOLLANDA (Netherlands)	65 204,12	27 542,74	35 493,67	38 304,55	166 937,40
YENİ ZELANDA (New Zealand)	9 074,59	4 690,69	13 815,01	3 438,49	31 018,78
NORVEÇ (Norway)	13 567,78	3 476,84	14 329,79	2 967,79	34 594,70
POLONYA (Poland)	173 545,90	33 010,44	43 482,64	49 093,81	299 132,79
PORTEKİZ (Portugal)	19 650,32	9 611,04	18 735,96	4 846,58	52 928,83
ROMANYA (Romania)	46 068,16	17 129,18	14 921,12	9 693,44	87 811,90
RUSYA FEDARASYONU (Russian Federation)	906 543,44	129 215,34	216 748,22	141 234,95	1 426 827,33
SLOVAKYA (Slovakia)	10 792,06	7 030,54	6 620,53	3 938,73	29 691,54
SLOVENYA (Slovenia)	6 355,82	2 268,76	6 044,00	2 118,36	16 790,47
İSPANYA (Spain)	105 160,40	65 868,49	100 261,44	37 211,37	308 501,71
İSVEÇ (Sweden)	9 504,471	9 901,504	20 518,339	3 361,811	43 447,408
İSVİÇRE (Switzerland)	3 573,48	6 195,04	16 500,60	16 385,31	42 767,75
UKRAYNA (Ukraine)	105 856,36	41 741,14	44 068,75	41 905,38	234 781,69
AMERİKA (USA)	2 373 088,52	802 855,76	1 766 185,84	572 387,77	5 719 046,08
TÜRKİYE	105 940,85	55 973,17	47 048,07	61 900,02	270 862,11

5.2. Sonuçlar

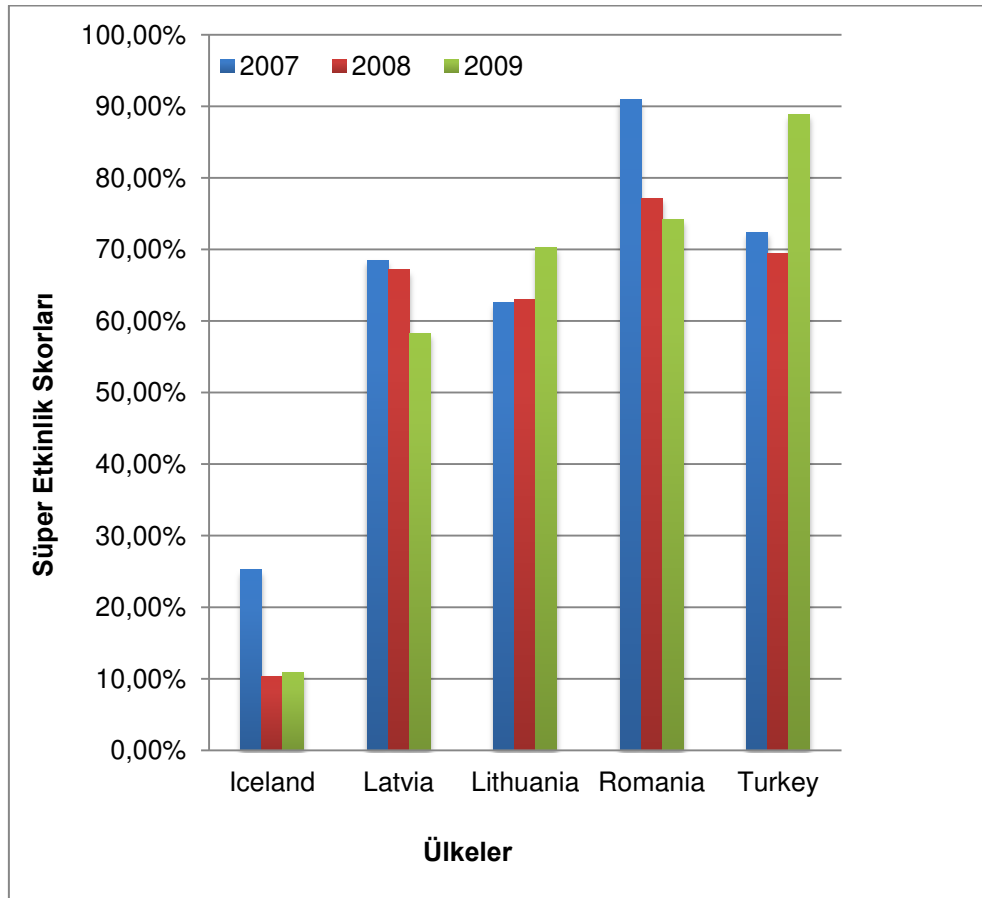
Değerlendirmelerde VRS etkinlik skorları ise local etkin olduğu için, CRS etkinlik skorlarını kullanmak, CRS skorlarının global etkin olması nedeniyle daha gerçekçi bir değerlendirme yapmak mümkün olacaktır.

Seçilen her iki modelde de CRS ve VRS çözümleri süper etkinlik kavramı da göz önüne alınarak elde edilmiş çözümlerdir. Etkinliği 100% den küçük olanlar etkin olmayan karar verme birimlerine işaret eder. Yani aynı düzeyde gaz emisyonları için daha fazla enerji kaynağı kullanıldığını gösterir. 100% ve daha büyük etkinlik skorları etkin karar verme birimlerini gösterir. Süper etkinlik kavramı etkinliği 100% olan KVB'nin kendi içerisinde sıralanmasını sağlar. Bu nedenlerle 100% den büyüklük miktarını yani süper etkinlik derecesini vurgular.

Etkinlik analizi sonuçlarına göre (Şekil 5.1) İzlanda (Iceland), Letonya (Latvia), Litvanya (Lithuania) , Romanya (Romania) ve Türkiye (Turkey) seçilen üç yıl içinde etkin karar verme birimleridir. Etkin ülkeler kendi aralarında süper etkinlik skorları ile sıralandığında yıllara göre sıralamaları Şekil 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Etkinlik Skorları



Şekil 5.2. Süper Etkinlik Skorları

Süper etkinlik, etkin karar verme birimlerinin etkin olmayan karar verme birimlerine referans olma sayısını belirlemede ve bir karar verme birimini değerlendirmede yardımcı araç olarak görülebilir. Örneğin 2009, 2008 ve 2007 yılları için Türkiye'nin referans olma sayısı sırasıyla 8, 18 ve 10 'dur (Çizelge 5.2).

Çözüm için kullanılan girdi yönlü VZA modellerinde çıktı model gereği hesaplanmaktadır. Bu gaz emisyonları özel probleminde aslında istenen durumdur. Bu nedenle etkin olmayan karar verme birimlerinin gaz emisyonlarını arttırması önerilmez. Bunun yerine sadece girdideki fazlalıkları telafi etmeleri önerilebilir. Yani sektörel enerji tüketimlerdeki fazlalıklarını

azaltmaları gerekmektedir. Fazlalık oranları etkin olmayan ülkeler için, kendilerine referans aldıkları ülkenin değerlerinin Çizelge 5.2’de parantez içerisinde verilen oranlar kadar azaltmaları gerekir.

Girdideki fazlalıkların ve çıktıdaki azlıkların tam değerlerini hesaplamak için başlangıçta yapılan dönüşümler dikkate alınmalıdır. Aynı durum etkin olmayan ülkelerin etkin olabilmesi için hedef girdi-çıktı değerlerinin hesaplanmasında da göz önünde bulundurulmalıdır.

Çizelge 5.2. Etkin Olan Ülkeler için Referans Olma Sayısı, Etkin Olmayan Ülkeler için

Referans Aldıkları Ülkeler ve Benzeme Yüzdeleri

DMUs	BENCHMARKS		
	2009	2008	2007
AVUSTRALYA (<i>Australia</i>)	Lithuania (2,67)	Lithuania(2,14)-Romania(0,27)	Lithuania(2,15),Romania(0,09)
AVUSTURYA (<i>Austria</i>)	Iceland (0,13) , Latvia (1,81)	Latvia(1,63)-Turkey(0,17)	Latvia(1,62)-Turkey(0,18)
BEYAZ RUSYA (<i>Belarus</i>)	Turkey (0,89)	Turkey(1,05)	Romania(0,97)
BELÇİKA (<i>Belgium</i>)	Latvia (160) , Turkey (0,79)	Latvia(1,25)-Turkey(0,89)	Latvia(0,89)-Turkey(1,22)
BULGARİSTAN (<i>Bulgaria</i>)	Lithuania (0,66)	Lithuania(0,68),Romania(0,04)	Lithuania(0,62),Romania(0,10)
KANADA (Canada)	Latvia (3,25)- Lithuania (0,78)- Romania (0,39)	Latvia(1,09)-Lithuania(1,89)- Romania(1,09)	Latvia(1,60)-Lithuania(1,37)- Romania(0,94)
HIRVATİSTAN (<i>Croatia</i>)	Latvia(0,79)- Romania(0,22)- Turkey (0,22)	Latvia(0,67)-Romania(0,20)- Turkey(0,39)	Latvia(0,62)-Romania(0,37)- Turkey(0,29)
ÇEK CUMHURİYETİ (<i>Czech Republic</i>)	Lithuania(0,18), Romania (2,09)	Lithuania(0,31),Romania(1,48)- Turkey (0,29)	Lithuania(0,51),Romania(1,53)
ESTONYA	Lithuania (1,08)	Lithuania(1,08)-Romania(0,02)	Lithuania(0,99)
FİNLANDİYA	Lithuania (1,17), Romania (1,21)	Lithuania(1,05)-Romania(1,21)	Lithuania(1,30),Romania(0,89)
ALMANYA (<i>Germany</i>)	Latvia(0,40)-Romania (1,98)	Lithuania(0,52)-Turkey(1,69)	Lithuania(0,64),Romania(1,39)
YUNANİSTAN (<i>Greece</i>)	Latvia (1,25)- Lithuania(0,55)	Lithuania(1,01)-Turkey(0,59)	Lithuania(1,10),Romania(0,48)
MACERİSTAN (<i>Hungary</i>)	Latvia(0,76)- Romania(0,44)	Lithuania(0,54)-Turkey(0,60)	Lithuania(0,59),Romania(0,48)
İZLANDA (Iceland)	3	2	2
İRLANDA (Ireland)	Latvia (2,27)-Romania (0,22)	Latvia(0,52)-Lithuania(1,16)- Turkey(0,77)	Latvia(0,98)-Lithuania(0,74)- Romania(0,58)
İTALYA (Italy)	Latvia(1,21)- Romania(0,41)- Turkey(0,35)	Latvia(0,36)-Lithuania(0,47)- Turkey(1,12)	Latvia(0,96)-Romania(0,78)- Turkey(0,06)

Çizelge 5.2. (Devam) Etkin Olan Ülkeler için Referans Olma Sayısı, Etkin Olmayan

Ülkeler için Referans Aldıkları Ülkeler ve Benzeme Yüzdeleri

DMUs	BENCHMARKS		
	2009	2008	2007
JAPONYA (Japan)	Latvia(0,60)-Romania(0,94)- Turkey(0,59)	Latvia(0,45)-Romania(0,79)- Turkey(0,84)	Lithuania(0,23)-Romania(0,05)- Turkey(2,12)
KAZAKİSTAN (Kazakhstan)	Romania(1,44)-Turkey(0,16)	Lithuania(0,11),Romania(1,93)	Romania(1,98)
LETONYA (Latvia)	23	15	12
LİTVANYA (Lithuania)	13	22	20
HOLLANDA (Netherlands)	Latvia(0,56),Romania(1,26)- Turkey(0,79)	Lithuania(0,58), Turkey(1,90)	Latvia(0,73)-Romania(1,42)- Turkey(0,06)
NORVEÇ (Norway)	Latvia(0,04)-Lithuania(1,98)	Lithuania(1,86),Romania(0,01)	Lithuania(1,67)
POLONYA (Poland)	Latvia(0,21)-Romania(1,30)	Lithuania(0,32)-Turkey(0,98)	Lithuania(0,30),Romania(0,91)
PORTEKİZ (Portugal)	Latvia(0,14),Lithuania(1,17)	Latvia(0,13),Lithuania(0,90), Romania(0,20)	Lithuania(1,02),Romania(0,07), Turkey(0,16)
ROMANYA (Romania)	18	15	23
RUSYA (Russia)	Latvia(0,29)-Romania(1,47)	Lithuania(0,59)- Turkey(0,90)	Lithuania(0,67)-Romania(0,59)
SLOVAKYA (Slovakia)	Latvia(0,46)-Romania(0,59)- Turkey(0,25)	Latvia(0,41)-Romania(0,58)- Turkey(0,27)	Lithuania(0,36)-Romania(0,08)- Turkey(0,82)
SLOVENYA (Slovenia)	Latvia(0,93)-Lithuania(0,80)- Romania(0,55)	Latvia(0,44)-Lithuania(1,18)- Romania(0,23)-Turkey(0,34)	Latvia(0,19)-Romania(0,83)- Turkey(0,21)
İSPANYA (Spain)	Latvia(0,96)-Lithuania(0,58)- Romania(0,16)	Latvia(0,82)-Lithuania(0,34)- Romania(0,51)	Lithuania(1,16)-Romania(0,05)- Turkey(0,60)
İSVEÇ (Sweden)	Latvia(0,34)-Lithuania(0,53)	Latvia(0,35)-Lithuania(0,49)	Latvia(0,38)-Lithuania(0,48)
İSVİÇRE (Switzerland)	Iceland(0,52)-Latvia(0,51)	Iceland(0,45)-Latvia(0,51)	Iceland(0,42)-Latvia(0,46)
UKRAYNA (Ukraine)	Latvia(0,04)-Romania(1,14)	Lithuania(0,15), Romania(0,19),Turkey(0,93)	Latvia(0,19), Romania(0,83),Turkey(0,21)
AMERİKA (USA)	Latvia(0,69)-Lithuania(2,89)- Romania(1,15)	Latvia(0,48)-Lithuania(2,31)- Romania(1,77)	Lithuania(3,26)-Romania(1,22)
TÜRKİYE (Turkey)	8	18	10

Malmquist index skorlarına göre ortalama toplam faktör etkinlik değişimi Türkiye için 2007-2008 ve 2008-2009 dönemleri için sırasıyla 1.863 ve 0.301 olmuştur.

Etkinlik değişim skoru, işletme aktivitelerinin yönetimindeki en iyi pratik teknolojinin uygulanma derecesi ile sera gazı organizasyon ve yönetim, teknik beceri ve yatırım planlamasının katkısının derecesini gösterir. Çizelge 5.3'te, etkinlik değişimi 1'den büyük olan ülkeler, yukarıdaki etkinlik değişim tanımını artırma eğilimindedirler. 1'den küçük olan ülkeler ise yönetim, organizasyon ve yatırım planlamalarını yeterince yapamamışlardır.

Etkinlik değişimine (effch) göre Türkiye 2007-2008 yılları arasında 1'den büyük bir değere ulaşmış, ancak 2008-2009 yılları arasında bu durumu geliştirme yönünde kullanamamıştır.

Teknik etkinlik değişimi (techch), yenilikçi, yeni teknolojilere uyumun bir göstergesidir. Her iki periyot için ortalama teknik etkinlik değişimi 1'in altında kalmıştır. Bu durum yeni teknolojilere uyumda başarılı bir dönem geçirilmediğini gösterir.

Verimlilik (productivity) etkinlik değişimi (pech), yönetsel becerilerdeki iyileşmeyi, en iyi uygulama girişimlerini, girdi ve çıktılar arasındaki dengeyi ve örgütsel faktörlerin yönetimindeki gelişmeyi gösterir. Türkiye 2007-2008 periyodunda 1 seviyesini korumuş, ancak 2008-2009 periyodunda koruyamamıştır.

Ölçek etkinlik değişimi (sech) kapasite kullanımındaki artıştan dolayı 2007-2008 periyodunda birçok ülkede artma eğilimindedir. Toplam faktör verimliliklerinde son yıl değişiminde Türkiye'nin değerleri 1'in altında kalarak diğer ülke ortalamalarından çok daha düşüktür ($0.301 < 0.749$).

Çizelge 5.3. Toplam Faktör Verimlilik Skorları

INPUT ORIENTATED	2007-2008					2008-2009					MALMQUIST INDEX SUMMARY OF DMU MEANS				
	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TFPCH	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TFPCH	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TFPCH
ÜLKELER															
Avustralya	1,000	1,108	1,000	1,000	1,108	0,805	1,064	1,000	0,805	0,857	0,897	1,086	1,000	0,897	0,974
Beyaz Rusya	1,000	1,171	1,000	1,000	1,171	0,973	0,853	1,000	0,973	0,830	0,987	0,999	1,000	0,987	0,986
Belçika	0,751	0,951	0,484	1,550	0,714	1,065	1,181	1,709	0,623	1,258	0,894	1,060	0,910	0,983	0,948
Bulgaristan	0,777	1,057	0,876	0,886	0,821	0,931	1,167	1,141	0,816	1,086	0,850	1,110	1,000	0,850	0,944
Kanada	0,976	1,058	0,916	1,065	1,032	1,122	1,232	1,245	0,901	1,383	1,046	1,142	1,068	0,980	1,195
Hırvatistan	1,448	0,951	0,877	1,651	1,376	0,638	1,131	1,043	0,612	0,722	0,961	1,037	0,956	1,005	0,997
Çek Cumhuriyeti	1,000	0,383	1,000	1,000	0,383	1,000	1,928	1,000	1,000	0,843	1,000	0,568	1,000	1,000	0,568
Estonya	1,000	0,751	1,000	1,000	0,751	1,000	1,928	1,000	1,000	1,928	1,000	1,203	1,000	1,000	1,203
Finlandiya	0,895	1,021	0,913	0,980	0,914	1,701	0,720	1,622	1,048	1,224	1,234	0,857	1,217	1,014	1,058
Almanya	0,813	1,082	0,765	1,062	0,879	0,863	1,321	1,084	0,796	1,140	0,837	1,196	0,911	0,919	1,001
Yunanistan	1,015	0,659	0,935	1,085	0,668	0,808	1,332	0,830	0,973	1,076	0,906	0,937	0,881	1,028	0,848
Maceristan	2,105	0,720	1,056	1,993	1,515	0,525	1,771	1,000	0,525	0,930	1,051	1,129	1,028	1,023	1,187
İzlanda	0,497	1,207	0,851	0,584	0,600	0,477	1,492	0,810	0,589	0,712	0,487	1,342	0,830	0,586	0,654
İrlanda	1,069	1,108	0,882	1,212	1,185	1,821	1,917	1,451	1,255	3,490	1,395	1,457	1,131	1,233	2,033
İtalya	0,822	1,083	0,645	1,274	0,890	0,917	1,106	1,489	0,616	1,014	0,868	1,094	0,980	0,885	0,950
Japonya	0,864	1,011	0,539	1,603	0,874	0,685	1,241	1,338	0,512	0,850	0,769	1,120	0,849	0,906	0,861
Kazakistan	0,932	1,011	0,940	0,992	0,942	1,072	1,385	1,064	1,008	1,485	1,000	1,183	1,000	1,000	1,183
Letonya	0,565	1,199	0,892	0,633	0,677	0,940	1,336	1,087	0,865	1,256	0,728	1,266	0,985	0,740	0,922

Çizelge 5.3. (Devam) Toplam Faktör Verimlilik Skorları

INPUT ORIENTATED	2007-2008					2008-2009					MALMQUIST INDEX SUMMARY OF DMU MEANS				
	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TFPCH	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TFPCH	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TFPCH
ÜLKELER															
Litvanya	1,738	0,947	1,000	1,738	1,645	0,555	1,773	1,000	0,555	0,984	0,982	1,296	1,000	0,982	1,273
Luksemburg	0,897	0,914	0,587	1,527	0,820	3,736	1,371	2,963	1,261	5,124	1,830	1,120	1,319	1,387	2,050
Horlanda	0,904	1,115	0,753	1,200	1,008	0,780	1,329	1,131	0,690	1,037	0,840	1,217	0,923	0,910	1,022
Norveç	0,724	1,131	0,749	0,966	0,819	0,737	1,505	0,773	0,954	1,109	0,731	1,305	0,761	0,960	0,953
Polonya	0,915	0,955	0,967	0,946	0,873	1,071	1,143	1,094	0,979	1,224	0,990	1,044	1,029	0,962	1,034
Portekiz	1,321	0,697	0,862	1,533	0,921	0,649	1,252	0,973	0,667	0,813	0,926	0,934	0,916	1,012	0,865
Romanya	1,301	0,960	1,000	1,301	1,249	0,579	0,907	1,000	0,579	0,525	0,868	0,933	1,000	0,868	0,810
Rusya	1,000	0,609	1,000	1,000	0,609	0,990	1,321	1,000	0,990	1,308	0,995	0,897	1,000	0,995	0,893
Slovakya	0,898	1,164	0,805	1,116	1,045	1,537	1,088	1,680	0,915	1,673	1,175	1,125	1,163	1,010	1,322
Slovenya	0,750	0,891	0,700	1,071	0,668	0,430	1,290	0,730	0,589	0,554	0,568	1,072	0,715	0,794	0,608
İspanya	0,858	0,999	0,770	1,115	0,858	0,541	1,236	1,085	0,499	0,669	0,682	1,111	0,914	0,746	0,758
İsveç	1,427	1,100	1,008	1,416	1,570	0,392	1,081	0,642	0,610	0,423	0,748	1,091	0,805	0,929	0,815
İsviçre	0,739	1,205	0,809	0,914	0,891	0,852	1,187	0,848	1,004	1,011	0,794	1,196	0,828	0,958	0,949
Ukrayna	0,929	0,792	0,879	1,057	0,736	0,781	1,019	1,138	0,687	0,797	0,852	0,899	1,000	0,852	0,766
Amerika	1,474	0,900	1,072	1,375	1,327	1,000	0,671	1,000	1,000	0,671	1,214	0,777	1,035	1,173	0,944
Türkiye	2,053	0,908	1,000	2,053	1,863	0,391	0,769	0,982	0,399	0,301	0,896	0,835	0,991	0,905	0,749
MEAN	0,988	0,945	0,849	1,163	0,934	0,838	1,199	1,099	0,763	1,005	0,910	1,065	0,966	0,942	0,969

6. DEĞERLENDİRMELER

Sektörel enerji girdilerine göre Türkiye'nin CO₂ emisyonları bakımından diğer ülkelere referans olabilecek şekilde etkin olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum da Türkiye'nin sektörel enerji kullanımının sera gazı emisyonlarını arttırıcı bir yapıya sahip olmadığını, sektörel enerji kullanımının teknik ve bilimsel olarak yüksek seviyelerde olduğunu ve amacına göre kullanıldıklarını göstermektedir.

Ancak, toplam faktör verimlilik değişimleri bakımından 2007-2008 geçişlerinde artan bir eğilim gösterirken, 2008-2009 geçişlerinde oldukça fazla bir düşüş göstermiştir. Son yıllarda artan enerji talebinin 2008'den 2009'a geçişte etkin ülke olmasına rağmen sektörel dağılımının bozulduğunu göstermektedir. Dolayısıyla AB giriş sürecinde ve Kyoto Protokolünün gereklerinin yerine getirilmesinde son yıllardaki sera gazı azaltım performansının yetersiz kalacağı sayısal olarak ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak bu çalışmanın, çevre konusunda politik süreci yönetenlere, sayısal dayanaklar bulabilmeleri açısından, Türkiye'nin 2023 vizyonuna katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Öztopal, A., Şen, Z., "1.İklim Değişikliği Kongresi TİKDEK 2007 Bildiri Kitabı", **İTÜ**, (2-20), İstanbul, (2007).
- [2] İnternet: "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi", Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, IPCC 2007, <http://www.ipcc.ch/>.
- [3] Kadılar, Dr.R., "Karbon Fırsat mı, Tehdit mi?", **Destek Yayınevi**:91-Bilim:1, (20-21).
- [4] Arıkan, Y., Özsoy, G., **Bölgesel Çevre Merkezi – REC Türkiye**, "A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi", (16-21, 31-32, 34, 40, 44-45, 64, 78), (2011).
- [5] Başalma,D., Demir İ., "Küresel İklim Değişikliği (Derleme)", **Bitkisel Araştırma Dergisi**, 2: (22-26), (1-5), (2006).
- [6] **IPCC Sekreteryası**, " İklim Değişikliği 2007: Doğa Bilimleri Temelinde Politika Belirleyiciler İçin Özet", (1-18),(2012)
- [7] Türkeş, M., Sümer U.M., Çetiner G., Küresel İklim Değişikliği Olası Etkileri, Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, (1-17).
- [8] Demir İ., Kılıç G., Coşkun M., PRECIS Bölgesel İklim Modeli ile Türkiye için İklim Öngörülleri:HaDAMP3 SRES A2 Senaryosu, Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, (1-9).
- [9] **T.C.Maliye Bakanlığı Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Dairesi Başkanlığı-UNFCC**, "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ve Kyoto Protokolü Bilgi Notu, 2010".
- [10] İnternet: "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi" , http://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler_iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi_-bmidcs_-ve-kyoto-protokolu-_.tr.mfa.
- [11] Türkeş, M.ve Kılıç, G. "Avrupa Birliği'nin İklim Değişikliği Politikaları ve Önlemleri(European Union Policies and Measures on Climate Cahange). Çevre", **Bilim ve Teknoloji, Teknik Dergisi**, (2:35-52), (1-5),2004.
- [12] **Avrupa Çevre Ajansı (AÇA)**, "Avrupa'da Çevre Durum ve Görünüm" (18-20), (2010).
- [13] İnternet: " İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu", <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/IDKK.aspx?sflang=tr>
- [14] İnternet: " İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu,Projeler", <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/Projeler.aspx?sflang=tr>

- [15] **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı**, “Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi “ (2007).
- [16] **Türkiye İstatistik Kurumu(TÜİK)**, “Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanteri (1990-2009)”, (3-7).
- [17] **İklim Değişikliği Daire Başkanlığı**, “Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı 2011-2023”, Ankara, 2011.
- [18] İnternet: “T.C. Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi (2010-2020)”, http://www.iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/stratejiler/strateji%20kitapcik_turkce_pdf, Ankara, 2010.
- [19] **T.C.Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı**, “Enerji Verimliliği Ulusal Strateji Belgesi Taslağı”, Ağustos 2010.
- [20] **Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı**, “T.C. Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi (2009-2023)”, Mayıs 2009.
- [21] **T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı**, “Karbon Piyasalarında Ulusal Deneyim ve Geleceğe Bakış”, (11-18), (2011).
- [22] Ecer,M., **İklim Değişikliği Daire Başkanlığı**, “Ulusal İklim Değişiklikleri Faaliyetleri Sektörel İklim Koruma Potansiyelleri Türk – Alman Ortak Çalıştayı”, 2010.
- [23] Türkes, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. “Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları(Flexibility Mechanisms Under the Kyoto Protocol)”, **Tesisat Dergisi** 52: 84, 2000.
- [24] İnternet: “Gönüllü Karbon Piyasalarının İşlem Hacimlerindeki Değişimler”, http://www.ecosystemmarketplace.com/pages/dynamic/article.page.php?page_id=8352§ion=news_articles&eod=1, (2012).
- [25] İnternet: “ Türkiye’de Gönüllü Karbon Piyasası”, <http://www.csb.gov.tr/gm/cygm/index.php?Sayfa=haberlerdetay&Id=465>, (2012).
- [26] Budak,H., “Veri Zarflama Analizi ve Türk Bankacılık Sektöründe Uygulaması, Fen Bilimleri Dergisi, 23(3), 95-110, **Marmara Üniversitesi, Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O. Genel Müdürlük**,(2011).
- [27] Farrell, M.J., “The Measurement of Productive Efficiency”, **Journal of the Royal Statistical Society**, 120(3): 253-290, (1957).
- [28] Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E., “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, North-Holland Publishing Company, **European Journal of Operational Research**, 2(6): 429-444, (1978).

- [29] Yolalan, R., "İşletmeler Arası Görelî Etkinlik Ölçümü", **Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları**, 483, Ankara, (1993).
- [30] Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W., "Some Models For Estimating Technical And Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", **Management Science**, 30(9), 1078-192, (1984).
- [31] Gözü, C., "Veri Zarflama Analizi İle Etkinlik Ölçümü Ve Tekstil İşletmelerine Yönelik Bir Uygulama", (127710), **T.C. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı**, (33-62), Ankara, 2003.
- [32] Gökğöz, F., "Veri Zarflama Analizi ve Finans Alanına Uygulanması", **Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi**, 597, Ankara, (2009).
- [33] Gülcü, A., Tutar, H., Yeşilyurt, C., "Sağlık Sektöründe Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Göreceli Verimlilik Analizi", **Seçkin Yayıncılık**, Ankara, (2004).
- [34] Cooper, W.W., Seiford L.M., Zhu, J., "Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations", **Kluwer Academic Publishers**, Boston, (2000).
- [35] Cooper, W.W., Seiford L.M., Tone, K., "Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Application, References and DEA-Solver Software", **Kluwer Academic Publishers**, Boston, (2000).
- [36] Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y., Seiford L.M., "Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application", **Kluwer Academic Publishers**, Boston, (1994).
- [37] Tarım, A., "Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı", **Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü**, Ankara, (2001).
- [38] Caves, D.L., L. Christensen, and W.E. Diwert, "The economic theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity", **Econometrica** 50:1393-1414, (1982).
- [39] Krüger, Jens J., "The Global Trends of Total Factor Productivity: Evidence from the Nonparametric Malmquist Index Approach", **Oxford Economic Papers**, 55: 123-145, (2003).
- [40] Lewin, A.Y., Morey R.C., "Measuring the Relative Efficiency and Output Potential of Public Sector Organizations: An Application of Data Development Analysis", **International Journal of Policy Analysis and Information Systems**, 5(4): 267-285, (1981).
- [41] Malmquist, S., "Index numbers and indifference surfaces", **Trabajos de Estadística**, 4: 209-242, (1953).
- [42] Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., Zhang, Z., "Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries", **Economic Review**.

ÖZGEÇMİŞ**Kişisel Bilgiler**

Soyadı,Adı : ÜNAL, Gülşah

Uyruğu : T.C.

Doğum Tarihi ve Yeri : 26.06.1985 Ankara

Medeni Hali : Bekar

Telefon : 0554 598 77 91

e-mail : gulunal@hotmail.com

Eğitim Derecesi	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi Çevre Bilimleri	2012
Lisans	Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Böl.	2008
Lise	Batıkent Y.D.A Lisesi	2003

Yabancı Dil

İngilizce