

**TÜRKİYE'NİN SERA GAZI SALIMLARININ KYOTO  
PROTOKOLÜ ÇERÇEVESİNDE RİSK YÖNETİMİ**

**Öztürk SELVİTOP**

**DOKTORA TEZİ  
KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRMASI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EKİM 2012  
ANKARA**

Öztürk SELVİTOP tarafından hazırlanan "TÜRKİYE'NİN SERA GAZI SALIMLARININ KYOTO PROTOKOLÜ ÇERÇEVESİNDE RISK YÖNETİMİ" adlı bu tezin Doktora tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Adnan SÖZEN

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

Bu çalışma jürimiz tarafından Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa KURT

Endüstri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Adnan SÖZEN

Enerji Sistemleri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Hüseyin Güçlü YAVUZCAN

Endüstriyel Teknoloji Eğitimi, Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Hüseyin Serdar YÜCESU

Otomotiv Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Erol ARCAKLIOĞLU

Makina Mühendisliği, Karabük Üniversitesi

Tarih:19.10.2012

Bu tez ile Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Doktora derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü *Y.*

## **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.

Öztürk SELVİTOP

**TÜRKİYE’İN SERA GAZI SALIMLARININ KYOTO PROTOKOLÜ  
ÇERÇEVESİNDE RİSK YÖNETİMİ  
(Doktora Tezi)**

**Öztürk SELVİTOP**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
Ekim 2012**

**ÖZET**

Türkiye 17 Şubat 2009 tarihi itibari ile Kyoto Protokolünü imzalayarak; protokolün gereklerini yerine getirebilmek için enerji kaynaklarının kullanımını planlarken iklim değişikliği ve emisyonlarla ilgili hususları da dikkate almalıdır. Bu çalışmada, veri zarflama analizi (VZA) kullanılarak enerji kaynaklarının kullanımına bağlı olarak sera gazı emisyonları üretme potansiyeli açısından Türkiye’nin Avrupa Birliği (AB) ülkeleri ve İsviçre arasındaki durumu karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur. VZA, karar verme birimlerinin (KVB) seçilen girdi ve çıktı değerleri kullanılarak, görelî etkinliğin ölçüldüğü ve değişkenler arasında herhangi bir analitik ilişkinin bulunmadığı parametrik olmayan bir yöntemdir. VZA yöntemi, hangi karar verme biriminin (bu çalışmada “ülkeler”) etkin olduğu ve etkin olmayan karar verme birimlerinin girdilerini çıktıya dönüştürme başarısızlıklarında girdilerindeki eksikliklerin belirlenmesini sağlar. Türkiye, AB ve İsviçre ile birlikte toplam 29 ülkenin enerji kaynakları kullanımından kaynaklanan sektörel sera gazı emisyonu performans değerlendirmesi görelî olarak yapılmıştır. Bunun için sektöre göre enerji kaynağı kullanımı girdi olarak, sektörün ürettiği sera gazı emisyonları ise çıktı olarak

**düşünölmüş olup, altı farklı modelde etkinlik değeriendirmesi yapılmıştır.**

**Bilim Kodu : 914.1.027**

**Anahtar Kelimeler : Veri zarflama analizi, sera gazı, etkinlik**

**Sayfa Adedi : 120**

**Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Adnan SÖZEN**

**RISK MANAGEMENT OF TURKEY'S GREENHOUSE GAS EMISSIONS  
UNDER THE FRAMEWORK OF KYOTO PROTOCOL**

**(Ph.D. Thesis)**

**Öztürk SELVİTOP**

**GAZİ UNIVERSITY**

**INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**October 2012**

**ABSTRACT**

**As Turkey ratified the Kyoto Protocol, as of February 17, 2009, in order to fulfill the requirements of the protocol, Turkey has to take into consideration the concerns related with the climate change and emissions while planning the use of energy resources. In this study, the situation of greenhouse gas producing potential of Turkey, EU countries and Switzerland depending on the use of energy resources were examined by comparing the respective data by using Data Envelopment Analysis (DEA). DEA is a non-parametric method, of which relative efficiency is being measured by using chosen input and output values of decision-making units (DMU) and no analytical relationship between the variables. DEA method provides to specify which decision making unit (in this study they are “countries”) is efficient and missing points of the inputs of unsuccessful DMUs while converting their inputs to outputs. Totally 29 countries’ -including Turkey, EU countries and Switzerland- relative performance evaluation were conducted as regards the sectoral greenhouse gas emissions stemming from the use of energy resources. As input, use of sectoral energy resources and as output, produced sectoral greenhouse gas**

**emissions were used to evaluate efficiency by using six different models.**

**Science Code : 914.1.027**

**Keywords : Data envelopment analysis, greenhouse gas, efficiency**

**Page numbers : 120**

**Adviser : Prof. Dr. Adnan SÖZEN**

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın her aşamasında değerli katkı ve eleőtirileri ile bana yol gösteren ve her daim sabır ve anlayıőını esirgemeyen danıőman hocam Prof. Dr. Adnan SÖZEN'e çok teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
SİMGE VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. SERA GAZLARI VE ETKİLERİ.....	6
2.1. Sera Gazları ve Sera Etkisi.....	6
2.2. İklim Değişikliği.....	9
2.2.1. İklim değişikliğinin Türkiye üzerindeki olası etkileri.....	16
3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNDE MEVZUAT VE POLİTİK GELİŞMELER .....	21
3.1. Uluslararası Takvim.....	21
3.2. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü.....	23
3.3. Avrupa Birliği Çevre Politikaları.....	33
3.4. Türkiye'deki İklim Değişikliği Süreci.....	38
3.5. İklim Değişikliği İle Mücadele.....	41
3.6. Türkiye'de İklim Değişikliği ile Mücadelede Mevzuat.....	46
3.6.1. Türkiye'de iklim değişikliği alanında yapılan çalışmalar.....	51

**Sayfa**

4. METOT: VERİ ZARFLAMA ANALİZİ.....	63
4.1. Temel Kavramlar.....	66
4.2. Veri Zarflama Analizinin Tanımı ve Tarihçesi.....	68
4.3. Veri Zarflama Analizi Uygulama Aşamaları.....	70
4.4. VZA' da Temel Modeller.....	73
4.4.1. CCR modelleri.....	76
4.4.2. BCC modelleri.....	79
4.4.3. Ölçek etkinliği.....	82
5. VZA UYGULAMA ve SONUÇLARI.....	85
5.1. Model 1 Sonuçları.....	88
5.2. Model 2 Sonuçları.....	93
5.3. Model 3 Sonuçları.....	95
5.4. Model 4 Sonuçları.....	97
5.5. Model 5 Sonuçları.....	99
5.6. Model 6 Sonuçları.....	101
5.7. Tüm Modeller Genel Değerlendirme.....	103
5.8. Enerji Kaynakları ve Sera Gazları Durum tespiti.....	104
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	111
7. KAYNAKLAR.....	115
8. ÖZGEÇMİŞ.....	120

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Sera gazları konusunda bilimsel ilerlemelerin dönüm noktaları .....	12
Çizelge 3.1. İklim değişikliğine yönelik yapılan uluslararası çalışmalar.....	25
Çizelge 3.2. Uluslararası iklim değişikliği rejiminin müzakere süreçleri.....	26
Çizelge 3.3. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü'nün karşılaştırılması.....	31
Çizelge 3.4. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü'ne taraf ülkelerin tanımları.....	32
Çizelge 3.5. Avrupa Birliği'nin iklim değişikliği politika ve uygulamalarının temel özellikleri.....	36
Çizelge 3.6. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü kapsamında Türkiye'nin durumu.....	39
Çizelge 3.7. Sera gazı envanteri ve ulusal bildirim raporlarının karşılaştırılması.....	47
Çizelge 3.8. STK'lar tarafından yürütülen çalışmalar.....	50
Çizelge 3.9. Türkiye'de iklim değişikliği alanında yürütülen projeler.....	51
Çizelge 3.10. Türkiye'nin 1990-2009 yılları arası sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları.....	53
Çizelge 4.1. Performans ölçüm modellerinin karşılaştırılması.....	65
Çizelge 5.1. Girdi ve çıktı değişkenleri.....	87
Çizelge 5.2. Model 1 için etkin ülkelerin referans olma sayıları, etkin olmayan ülkeler için ise referans seçtikleri ülkeler ve değer yüzdeleri.....	105
Çizelge 5.3. Model 2 için etkin ülkelerin referans olma sayıları, etkin olmayan ülkeler için ise referans seçtikleri ülkeler ve değer yüzdeleri.....	106

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 5.4. Model 3 için etkin ülkelerin referans olma sayıları, etkin olmayan ülkeler için ise referans seçtikleri ülkeler ve değer yüzdeleri.....	107
Çizelge 5.5. Model 4 için etkin ülkelerin referans olma sayıları, etkin olmayan ülkeler için ise referans seçtikleri ülkeler ve değer yüzdeleri.....	108
Çizelge 5.6. Model 5 için etkin ülkelerin referans olma sayıları, etkin olmayan ülkeler için ise referans seçtikleri ülkeler ve değer yüzdeleri.....	109
Çizelge 5.7. Model 6 için etkin ülkelerin referans olma sayıları, etkin olmayan ülkeler için ise referans seçtikleri ülkeler ve değer yüzdeleri.....	110

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Sera etkisinin şematik gösterimi.....	7
Şekil 2.2. Küresel ısınma ve fosil yakıt kullanımı.....	8
Şekil 2.3. İklim değişikliğinin yıllık dağılımı.....	9
Şekil 2.4. Çeşitli senaryolara göre atmosferdeki sera gazlarının birikimlerinde ve buna bağlı olarak küresel ortalama sıcaklıklarda öngörülen artışlar.....	13
Şekil 2.5. Sera gazlarında ve sıcaklıklardaki değişimler.....	14
Şekil 2.6. Küresel ortalama sıcaklıklardaki olası artışlar.....	15
Şekil 2.7. HadAMP3 A2 senaryosuna göre 2071-2100 yılları ile 1961-1990 (RF) yılları ortalama sıcaklık.....	18
Şekil 2.8. Türkiye için HadAMP3 A2 senaryosuna göre 2071-2100 yılları ile 1961-1990 (RF) yılları ortalama sıcaklık değişimi .....	18
Şekil 2.9. HadAMP3 A2 senaryosuna göre 2071-2100 yılları ile 1961-1990 (RF) yılları yıllık toplam yağış değişim haritası.....	19
Şekil 2.10. HadAMP3 A2 senaryosuna göre 2071-2100 yılları ile 1961-1990 (RF) yılları yıllık yağış değişim oranları.....	20
Şekil 3.1. AB komisyonu sera gazı hedefleri (2008-2012).....	37
Şekil 3.2. AB'nin sektörel sera gazı salım miktarları ve projeksiyonları.....	38
Şekil 3.3. 2008'de ülkelere göre kişi başına düşen sera gazı emisyonları..	42
Şekil 3.4. AB-15'te ve AB-27'de 1990-2008 arasındaki sera gazı emisyonları.....	43
Şekil 3.5. Sektörlere göre, AB-27'de 2008'deki sera gazı emisyonları ve 1990-2008 arasındaki değişiklikler .....	45
Şekil 3.6. Sera gazı emisyon eğilimi,1990-2009.....	54

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.7. Sektörlere göre 2009 yılı toplam sera gazı emisyonları.....	54
Şekil 3.8. 1990-2009 yılları arasında enerji kaynaklı sera gazı emisyonlarının toplam emisyon içindeki payı.....	55
Şekil 3.9. 2009 yılında yakıtların yanmasından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının alt sektörlere göre dağılımı.....	56
Şekil 3.10. Kişi başı CO <sub>2</sub> emisyonu,1990-2009.....	57
Şekil 3.11. CO <sub>2</sub> ,CH <sub>4</sub> ve N <sub>2</sub> O emisyon eğilimleri.....	57
Şekil 4.1. Performans boyutları.....	64
Şekil 4.2. VZA modelleri.....	75
Şekil 4.3. Ölçeğe göre değişen getiri.....	83
Şekil 5.1. VZA'nın uygulama adımları.....	88
Şekil 5.2. Model 1 CRS etkinlik sonuçları.....	89
Şekil 5.3. Model 1 CRS sonuçlarının 2000-2007 yılları ortalaması .....	90
Şekil 5.4. Model 1 CRS sonuçlarının G10 ülke sıralaması .....	91
Şekil 5.5. Gelişmiş 10 ülkenin 2000-2007 yılları ortalama etkinlik skorları.....	91
Şekil 5.6. Türkiye'nin Model 1 sonuçlarının yıllara göre dağılımı.....	92
Şekil 5.7. Model 1 VRS etkinlik skorları.....	92
Şekil 5.8. Model 2 CRS etkinlik sonuçları.....	93
Şekil 5.9. Model 2 CRS sonuçlarının 2000-2007 yılları ortalaması .....	94
Şekil 5.10. Model 2 CRS sonuçları Türkiye skorlarının dağılımı .....	94
Şekil 5.11. Model 3 CRS etkinlik sonuçları.....	95
Şekil 5.12. Model 3 CRS sonuçlarının 2000-2007 yılları ortalaması .....	96

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 5.13. Model 3 CRS sonuçları Türkiye skorlarının dağılımı .....	96
Şekil 5.14. Model 4 CRS etkinlik sonuçları.....	97
Şekil 5.15. Model 4 CRS sonuçlarının 2000-2007 yılları ortalaması .....	98
Şekil 5.16. Model 4 CRS sonuçları Türkiye skorlarının dağılımı .....	98
Şekil 5.17. Model 5 CRS etkinlik sonuçları.....	99
Şekil 5.18. Model 5 CRS sonuçlarının 2000-2007 yılları ortalaması .....	100
Şekil 5.19. Model 5 CRS sonuçları Türkiye skorlarının dağılımı .....	100
Şekil 5.20. Model 6 CRS etkinlik sonuçları.....	101
Şekil 5.21. Model 6 CRS sonuçlarının 2000-2007 yılları ortalaması .....	102
Şekil 5.22. Model 6 CRS sonuçları Türkiye skorlarının dağılımı .....	102
Şekil 5.23. Tüm modeller için etkinlik sonuçları karşılaştırması (2007 yılı).....	103
Şekil 5.24. Türkiye için her bir modelin 2000-2007 etkinlik skoru ortalamaları.....	104

## SİMGELER ve KISALTMALAR

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

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



## 1. GİRİŞ

Son yıllarda hissedilen iklim değişikliğinin belirtileri toplumun ilgisini çekse de, sera etkisi ve küresel ısınma olgusu, bilim dünyası tarafından yaklaşık yüz yıldır bilinmekte ve araştırılmaktadır. Atmosferdeki karbondioksit (CO<sub>2</sub>) birikiminin değişmesine bağlı olarak iklimin değişebilme olasılığı ilk kez 1896 yılında Nobel ödülü sahibi İsveçli S. Arrhenius (1896) tarafından ortaya konmuştur. Geçen zaman içerisinde, atmosferde artan CO<sub>2</sub> birikiminin yol açabileceği olumsuz etkiler konusunda uluslararası ilk ciddi adım 1979 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nün düzenlediği Birinci Dünya İklim Konferansı'nda atılmıştır. Bu konferansta konunun önemi dünya ülkelerinin dikkatine sunulurken; temel enerji kaynağı olarak fosil yakıtlara olan uzun süreli bağımlılığın ve ormansızlaşmanın gelecekte de sürdürülmesi durumunda, atmosferdeki CO<sub>2</sub> birikiminin büyük ölçüde artabileceği deklare edilmiştir. İklim süreçlerini anlayabilmemizi sağlayan bugünkü bilgilerimiz, CO<sub>2</sub> birikimindeki bu artışın küresel iklimde önemli ve olasılıkla da uzun süreli değişikliklere yol açabileceğini göstermektedir. İnsan aktiviteleri ile atmosfere eklenen CO<sub>2</sub>'in, atmosferden insan etkinlikleriyle uzaklaştırılması yavaş gelişen bir süreçtir. Dolayısıyla artan CO<sub>2</sub> birikiminin iklimsel sonuçları da uzun bir süre etkili olmaktadır. Düzenlenen birçok uluslararası etkinlik, artmakta olan CO<sub>2</sub> salımının küresel iklim sistemi ve bölgesel iklimler ile atmosfer-okyanus-biyosfer ortak sistemi içerisindeki karbon döngüsü üzerindeki etkilerini ve bu etkilerin sosyo-ekonomik sonuçlarını araştırmanın zorunlu olduğunu ortaya koymaktadır.

1985 ve 1987 yıllarında Villaca'da (Avusturya) ve 1988'de Toronto'da (Kanada) düzenlenen toplantılar, ilk kez iklim değişikliği karşısında siyasal çözümlerin geliştirilmesi konusu üzerinde atılan adımlardır [1]. Toronto konferansında, uluslararası bir hedef olarak, küresel CO<sub>2</sub> salımlarının 2005 yılına kadar %20 azaltılması ve protokollerle geliştirilecek olan bir çerçeve iklim sözleşmesinin hazırlanması da önerilmiştir. Aralık 1988'de Malta'nın girişimiyle, Birleşmiş Milletler Genel Kurulu "İnsanoğlunun Bugünkü ve

Gelecek Kuşakları için Küresel İklimin Korunması” konulu 43/53 sayılı kararla; küresel iklim insanoğlunun ortak mirası, iklim değişikliği ise ortak sorun olarak tanımlanmıştır. Kasım 1989'da, Hollanda'nın Noordwijk şehrinde “Atmosferik ve Klimatik Değişiklik” konulu bir Bakanlar Konferansı düzenlenmiştir. Bu toplantıda, ABD, Japonya ve eski Sovyetler Birliği dışındaki ülkelerin çoğu, CO<sub>2</sub> emisyonlarının %20 oranında azaltılmasını destekledikleri halde, azaltmaya ilişkin özel bir hedef ya da takvim belirlenememiştir. Küresel ısınmadan kaynaklanan iklim değişikliğinin önlenmesi konusunda küresel bir anlaşmaya yönelik sondan bir önceki adım, 29 Ekim 1990 tarihinde Cenevre'de yapılan 2. Dünya İklim Konferansıdır. WMO öncülüğünde düzenlenen 2.Dünya İklim Konferansında aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 137 ülke tarafından kabul görmüş sonuç bildirisi, Bakanlar Deklarasyonu olarak, BM Çevre ve Kalkınma Konferansında (UNCED) imzaya açılmak üzere, bir iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi görüşmelerine ivedilikle başlanması açısından tarihsel bir adım olmuştur. Bu belgede, sera gazlarının atmosferdeki birikimlerinin azaltılmasını sağlayacak önlemler savunulmuş, konuyla ilgili belirsizliklerin, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini en aza indirmek için gerekli olan eylemlere bir an önce başlanılmasına vurgu yapılmıştır.

İklim değişikliğinden korumak amacıyla 21 Mart 1994 yılında yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi atılan temel adımdır (BMİDÇS). Bu Sözleşme, bilimsel dayanaklarla insan eliyle oluşan küresel iklim değişikliği olasılığına yönelik insanoğlunun ortak endişelerine cevap veren yasal bir yapılanmayı temsil etmektedir. Fas'ın Marakeş kentinde 2001 yılında yapılan 7.Taraflar Konferansı'nda (COP7), sözleşmenin Ek-I listesinde yer alan diğer ülkelerden farklı bir konumda olan Türkiye'nin özel koşulları dikkate alınarak, ismi Ek-II listesinden silinmiştir. Bu süreçten sonra, Türkiye'nin BMİDÇS'ne katılımını öngören 4990 sayılı Kanun, 20 Ekim 2003 tarihli Resmi Gazetede yayımlanmıştır. Bu sürecin devamında Türkiye, 17 Şubat 2009 tarihinde Resmi Gazetede yayımlanan 5836 Sayılı Kanun ile Kyoto Protokolü'ne de taraf olmuştur.

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, tarım 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 bilinçlendirme çalışmaları yapılmakta ve bir takım mücadele yöntemleri uygulanmaya çalışılmaktadır.

BMİDÇS ile başlayıp Kyoto Protokolü (KP) ile hukuki boyutlara ulaşan iklim değişikliği ile mücadele yöntemlerinden biri olarak ülkeler, sera gazı envanterlerini düzenli olarak BMİDÇS Sekreteryasına 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 imzaladığı halde ilk yükümlülük döneminde herhangi bir emisyon azaltım taahhüdünde bulunmamış olan Türkiye tarafından da düzenli olarak hazırlanmaktadır.

1990-2005 döneminde Türkiye'deki sera gazı (karbondioksit, metan, nitroz oksit, hidroflorokarbonlar, perflorokarbonlar, kükürt heksaflorür) emisyonlarının yaklaşık % 77'si enerji sektöründen kaynaklanmıştır. Bununla birlikte, ülkemizdeki elektrik enerjisi talebi, birçok AB ve OECD ülkesinin üzerinde bir oranla artmaktadır. 2008 yılı ortalarından itibaren etkileri görülmeye başlanan global finansal kriz dikkate alınmaz ise, AB'de % 1,5-2,0

civarında artış gösteren elektrik enerjisi talebi, ülkemizde ortalama % 6,5 – 7,0 seviyelerinde artmıştır. Kriz sebebiyle düşen talebin, krizin etkilerinin ortadan kalkmasıyla yeniden eski seviyelerine ulaşması halinde sera gazı salımlarında da ciddi artışlar beklenmektedir.

Temel enerji kaynağı olarak hidroelektrik ve kömür bakımından zengin olan Türkiye, mevcut aşamada hidrolik potansiyelimizin yaklaşık %37'si, linyitin yaklaşık %44'ü ve taşkömürünün ise yaklaşık %32'si kullanılmakta olup, hedef 2020 yılına kadar bu potansiyelimizin tamamının ekonomimize kazandırılmasıdır. Önemli bir yerli kaynağımız olan kömürün çoğu linyit olup, kalorifik değeri düşüktür ve ayrıca bölgelere göre farklılıklar arz etse de kükürt oranı yüksektir. Bu da, BMİDÇS ve Kyoto Protokolü kapsamında yerine getirilmesi öngörülen taahhütlerimiz bakımından bahse konu elektrik üretim tesislerine ilave tesis yapılmasını gerektirmekte ve yapılacak yatırımların maliyetini artırmaktadır.

Türkiye Kyoto protokolünü Şubat 2009 da imzaladığı için sera gazı emisyonlarının durumunu kontrol altına almak ve protokolün gereğini yerine getirmede önemli stratejik plan yapmak zorundadır. Ayrıca Türkiye'nin Avrupa Birliğine (AB) aday bir ülke olmasından dolayı AB'nin sera gazı emisyonları için öngörülerini sağlama yolunda da adımlar atması gerekmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'nin AB ülkeleri ve gelişmiş diğer ülkeler arasında, temel enerji kaynaklarını sera gazına dönüştürmeme performansı bakımından konumunun sayısal olarak ortaya konulması amacıyla etkinlik değerlendirmesi yapılmıştır. Bunun için veri zarflama analizi tekniği kullanılmıştır. Çalışma evreni olarak 2000-2007 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Evrene ait veriler Avrupa İstatistik Birliği (EUROSTAT) ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) bilgi bankasından alınmıştır. Analize göre temel enerji kaynakları (girdiler) ve sera gazı emisyonları (çıktılar) arasında bir görelî performans değerlendirmesi yapılarak hangi ülkelerin çıktılarını

(sera gazlarını) sabit tutarak girdilerini (temel enerji kaynaklarını) verimli kullandığı tespit edilerek global etkin olduğu belirlenmiştir. Daha sonra global etkin ülkelere benzemek için yani bir ülkenin etkin olabilmesi için (mevcut enerji kaynakları ile en az sera gazı üretme başarısını) girdi ve çıktıları üzerinde nasıl bir politika geliştirmesi gerektiği belirlenmiştir. Çalışma 2000'den itibaren her yıl için yapılarak 2001-2007 yılları arasındaki performans değişimleri de incelenmiştir. Çalışmada toplam sera gazı emisyonları ile sektörel bazda sera gazı üretme potansiyellerinin irdelenebilmesi için girdi ve çıktı değişkenleri değiştirilerek altı farklı Model oluşturulmuştur. Dolayısıyla hangi sektörlerin sera gazı üretme de başarısızlıkları varsa durum tespiti ve önlemi bakımından geliştirilecek politikalara sayısal olarak somut veriler sunulmuştur.

## 2. SERA GAZLARI VE ETKİLERİ

### 2.1. Sera Gazları ve Sera Etkisi

Yeryüzünün termal dengesi için, güneşten aldığı enerji kadar enerjiyi uzaya vermesi gerekir. Güneş enerjisi yeryüzüne kısa dalga boyuna sahip radyasyon (ışınım) olarak ulaşır ve gelen radyasyonun bir bölümü yeryüzünün yüzeyinde, bir bölümü troposferde, bir kısmı ise atmosfer tarafından tekrar uzaya yansıtılır. Gezegenimizin yüzeyi tarafından yukarıya salınan (difüz) kızılötesi radyasyonun büyük bölümü atmosferdeki su buharı, karbondioksit ve doğal olarak oluşan diğer gazlar kısaca “sera gazları” tarafından emilir. Bu gazlar radyasyonun, yeryüzünden geldiği gibi doğrudan uzaya geçmesini engeller. Radyasyon, hava akımları, buharlaşma, bulut oluşumu ve yağmur gibi süreçler enerjiyi atmosferin daha üst tabakalarına taşır ve enerji oradan uzaya aktarılır. Bu süreç dünyamız için bir şanstır; çünkü yeryüzünün yüzeyi enerjiyi uzaya hiç engelsiz gönderebilseydi, o zaman yeryüzü soğuk ve yaşamsız bir yer, Mars gibi çıplak ve ıssız bir gezegen olurdu. Atmosferdeki gazların gelen güneş radyasyonuna karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan uzun dalgalı yer radyasyonuna karşı daha az geçirgen olması sebebiyle yerkürenin beklenenden daha fazla ısınmasını sağlayan ve ısı dengesini düzenleyen bu doğal süreç “Sera Etkisi” olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.1) [2-4].

Bugün çok iyi bilinmektedir ki, sera gazlarının temelinde karbondioksit, metan ve diazotmonoksit gazları vardır.

Doğal Sera gazlarının başlıcaları;

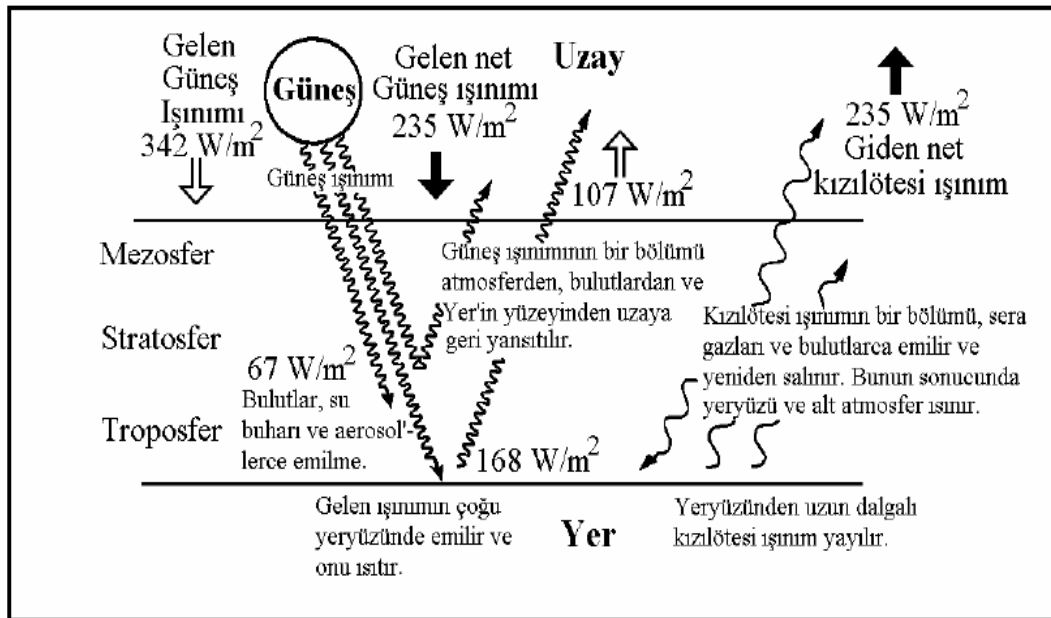
- Karbondioksit (CO<sub>2</sub>),
- Metan (CH<sub>4</sub>),
- Azot Oksitler,
- Kloroflorokarbon Gazları (hidroflorokarbonlar, perflorokarbonlar)

- Sülfür heksaflorit'tir (SF6)

Bu sera gazlarının ısıyı tutma özelliği vardır. Özellikle CO<sub>2</sub>, ısıyı en fazla tutma özelliğine sahip 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 ışınımını tutma eğiliminde olması nedeniyle oluşur (Şekil 2.1) [2].

Yerkürenin ışınım dengesini bozan sera etkisinin en belirgin özelliği ise küresel ısınmadır (Şekil 2.2) [2]. Bu ısınma Şekil 2.2'de açıkça görülmektedir. Dünya ısı bu şekilde göre 1980'lerden itibaren artma eğilimini sürdürmektedir.



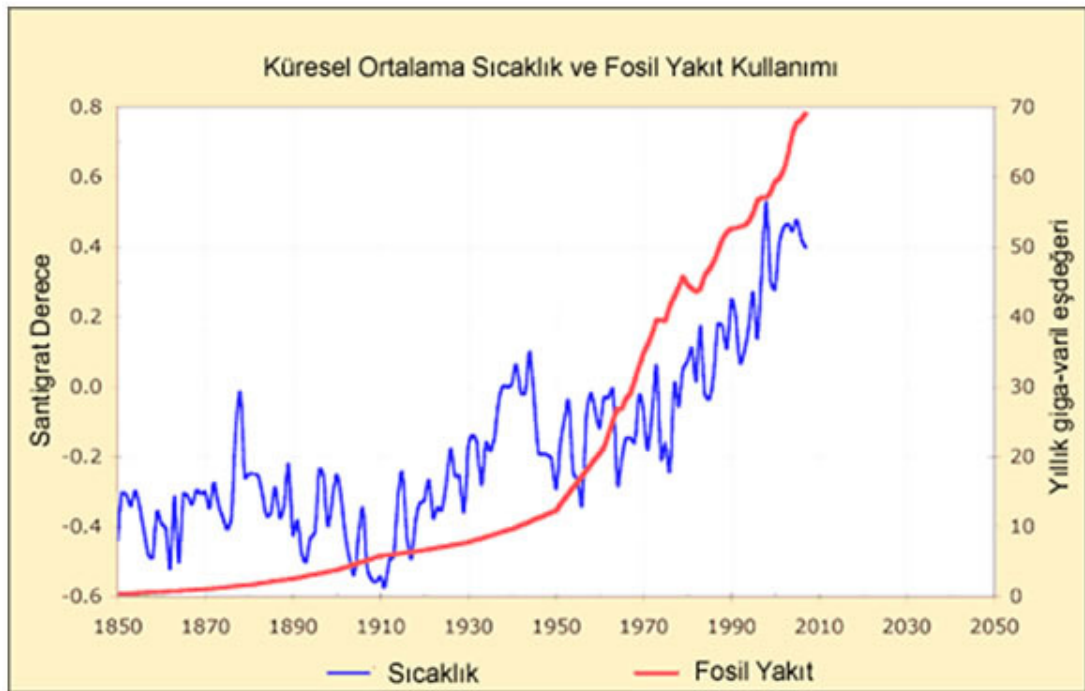
Şekil 2.1. Sera etkisinin şematik gösterimi

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.

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.



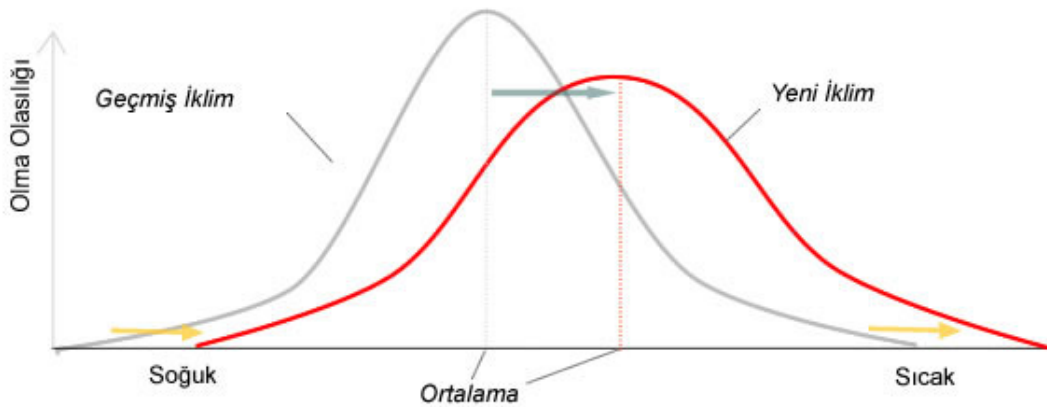
Şekil 2.2. Küresel ısınma ve fosil yakıt kullanımı [5]

Kaynakları egzoz gazları, fosil yakıtlar ve organik maddeler olan azot oksitlerin küresel ısınmadaki payı %5'tir. Kloroflorokarbon gazlarının 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.

İklim değişikliği çerçevesinde sıcaklıklara ilişkin yıl boyunca ortalamaya bakınca çok az bir artış olduğu görülmektedir ancak daha kritik olanı standart sapmasıdır. Eskiden günlük-haftalık sıcaklıklar normale daha yakın, daha düşük standart sapma değerlerine sahipken, artık günlük-haftalık sıcaklık değişimlerinde ani zıplamalar yaşanmaktadır. Bir günde 10-15 derecelik sıcaklık değişimleri yaşanabilmektedir. Normal dışı aşırı sıcaklık değişimlerinin gittikçe daha sık görüleceği bir dönemi yaşamaktayız. Bu değişimi yıllık dağılımının istatistiki yöntemlerle ifadesi Şekil 2.3'te [5] gösterilmiştir.



Şekil 2.3. İklim değişikliğinin yıllık dağılımı

## 2.2. 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 [6], geçen yüzyıl içerisinde yaklaşık 8°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 salımlarının 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. yüzyıldan 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, Hükümetler arası 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 [7]. 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.

İklim değişikliğinin 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 değişikliklerin gelecekte nasıl olacağını tahmin etmek gerekmektedir. İklim değişikliğinin 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 değişiklikler 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 kötümser bir senaryo üzerine kurulmuş olup, bir diğer 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.

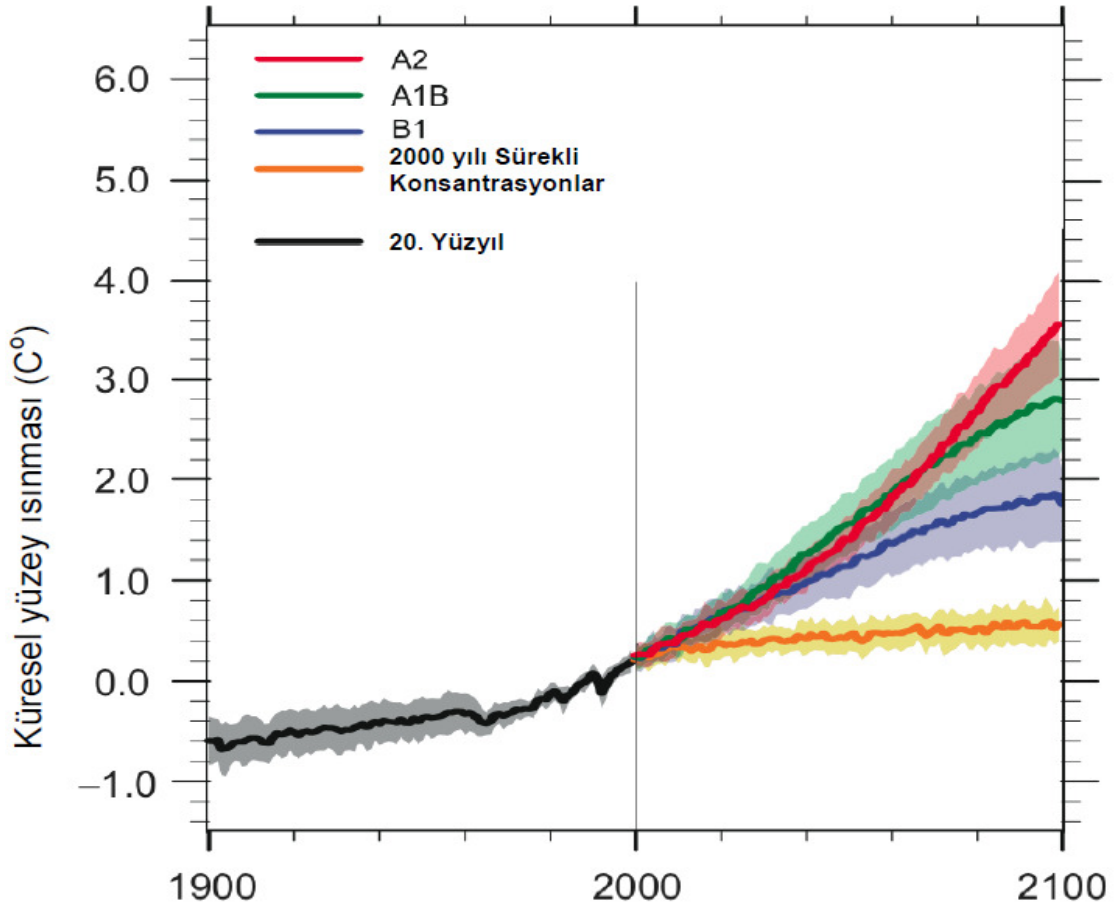
A1 ve B1 senaryolarında ise küreselleşme daha fazla ön plana çıkmaktadır. IPCC'nin hazırladığı bu dört temel senaryo kendi içinde farklı senaryolara ayrılarak 40 kadar senaryo üretilmiştir. A1B, BI, AIT, B2, A2, A1FI senaryoları son hazırlanan IPCC raporunda kullanılan SRES senaryolarıdır. Bu SRES senaryolarında 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 [8].

Şekil 2.4'te çeşitli senaryolara göre atmosferdeki sera gazlarının birikimlerinde ve buna bağlı olarak küresel ortalama sıcaklıklarda öngörülen artışlar gösterilmektedir.

İklim Değişikliği Paneli tarafından hazırlanan 4.Değerlendirme Raporuna (2007) göre enerji, sanayi, ulaşım, atık, ormancılık, tarım ve arazi kullanımı sektörlerinden kaynaklanan toplam sera gazı salımı, 1994-2004 yılları arasında %70 oranında artarak 49 milyon ton eşdeğer CO<sub>2</sub> düzeyine çıkmıştır.

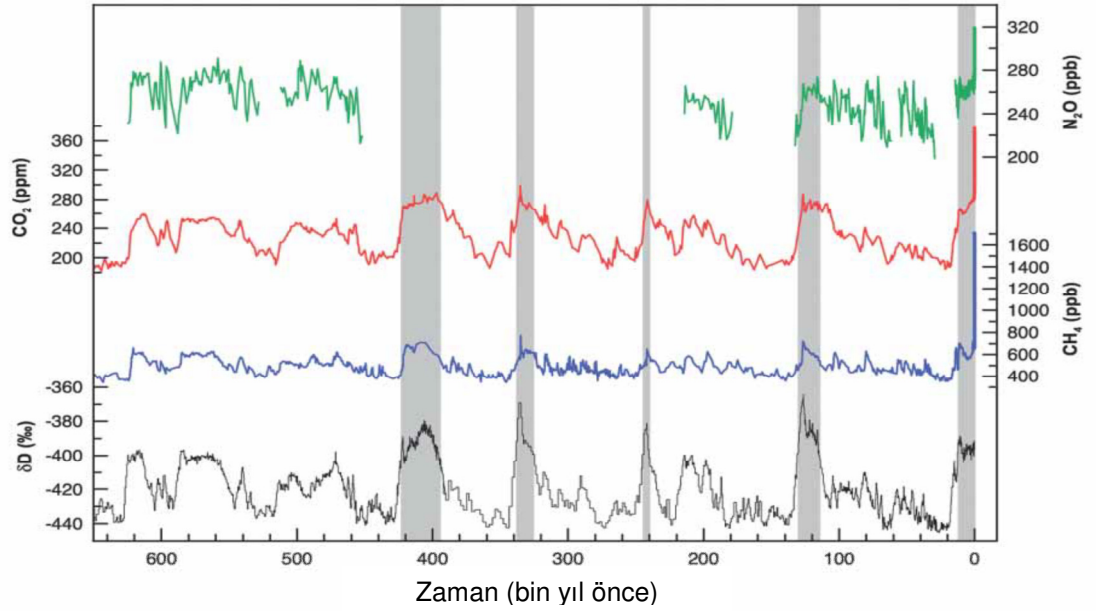
Çizelge 2.1. Sera gazları konusunda bilimsel ilerlemelerin dönüm noktaları [9]

Tarih	Olay
1681	Edme Mariotte, diğer ısı kaynaklarının aksine, cam ve diğer geçirgen yüzeylerin, güneş ışınları ve ısının 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 <sub>2</sub> gibi etken moleküllerin birikimindeki her türlü değişimin tarih boyunca yaşanmış bütün iklimsel değişikliklerin nedeni olabileceğini öne sürdü.
1896	Svenne Arrhenius, atmosferdeki CO <sub>2</sub> birikiminin %40'a varan oranda değişmesinin buzul çağına başlayış ya da bitişini sağlayabileceğini iddia etti.
1938	G.S. Callendar, atmosferdeki CO <sub>2</sub> birikiminin 2 katına çıkması halinde, küresel ortalama sıcaklıklarında 2 °C'lik bir artışa neden olabileceğini, ayrıca fosil yakıtların tüketilmesi ile atmosferdeki CO <sub>2</sub> birikimleri arasındaki doğrusal ilişkiyi ortaya koydu.
1958	Charles David Keeling, Pasifik'teki Hawaii adasında kurulan Mauna Loa istasyonunda atmosferik CO <sub>2</sub> birikimlerinin ilk aletli gözlemlerini yapmaya ve kaydetmeye başladı.
1970	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O ve CFC'lerin de CO <sub>2</sub> 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.



Şekil 2.4. Çeşitli senaryolara göre atmosferdeki sera gazlarının birikimlerinde ve buna bağlı olarak küresel ortalama sıcaklıklarda öngörülen artışlar [6]

Endüstrileşme öncesi yaklaşık 280 PPM olan atmosferik CO<sub>2</sub> 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 2.5'te gösterilmektedir [9].

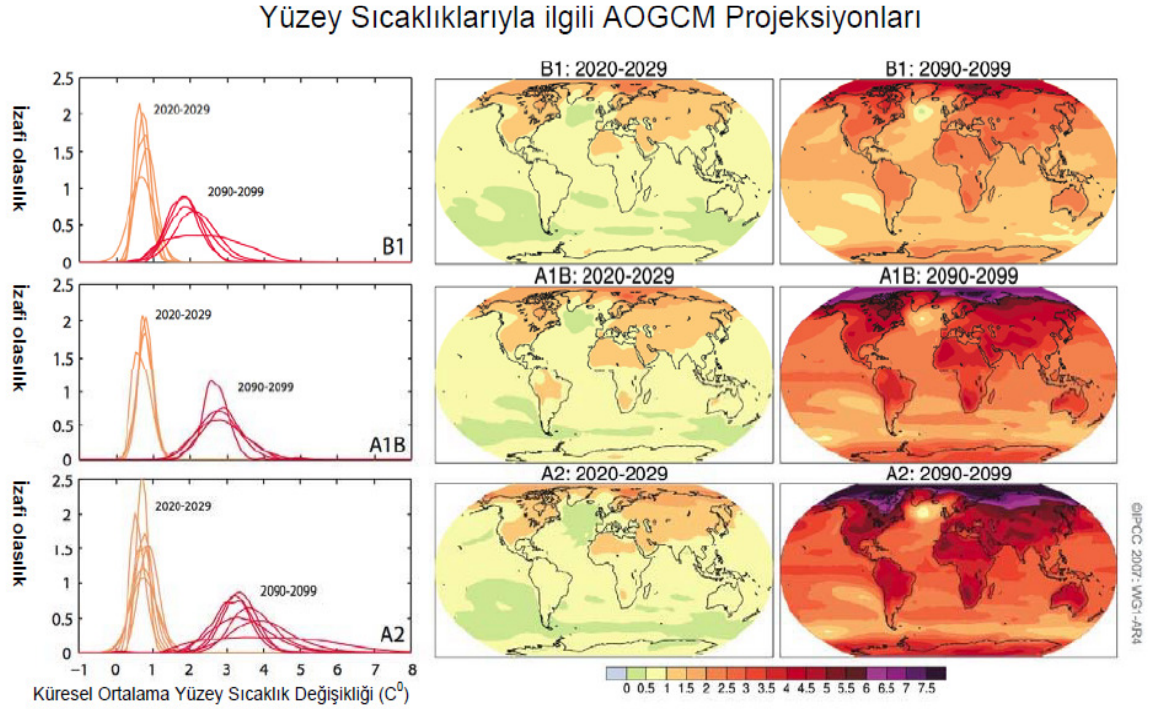


Şekil 2.5. Sera gazlarında ve sıcaklıklardaki değişimler

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 [9].

Tahminlere göre 2100 yılı sonu itibarı ile küresel ortalama sıcaklıklarının, Sanayi Devrimi öncesine karşılaştırıldığında, 2,7 ile 5,8°C arasında artabileceği öngörülmektedir. Yapılan değerlendirmelere göre, 21. yüzyılda ısınma en fazla karalarda, en çok ısınma yüksek kuzey enlemlerde yaşanması beklenirken, Güney Okyanusu ve Kuzey Atlantik Okyanusu'nun bazı bölümlerinde sıcaklık artışının en az olacağı öngörülmektedir. Atmosfer-

Okyanus genel sirkülasyon çoklu modeli (AOGCM) Şekil 2.6'da verilmiştir [9].



Şekil 2.6. Küresel ortalama sıcaklıklardaki olası artışlar

21. yüzyılda küresel iklim sistemlerinde meydana gelmesi öngörülen değişikliklere göre; kar miktarının azalacağı, aşırı sıcaklıklar ve yoğun yağışların daha sık görülmesi, denizlerdeki buzulların hem Kuzey kutbunda hem de Antarktika'da küçülmesi, sıcaklıklarda meydana gelecek aşırı artışların, sıcaklık dalgalarının ve yoğun yağışların daha da sık görülmesi, tropik bölgelerdeki fırtınaların kutuplara doğru kayacağı, birçok subtropikal topraklar ve bölgelerde yağış miktarlarında azalma beklenirken, yüksek enlemlerde de yağış miktarlarında artış görülmesi beklenmektedir [6,9,10]. Olası bu olayların etkileri ise; pek çok ekosistemin direnme kapasitesinin aşılabileceği, 21. yüzyılın ortalarından itibaren orman alanları ve okyanusların yutak özelliklerini yitirmesi ile iklimsel değişiklikleri hızlandırabileceği, ortalama sıcaklık artışının Sanayi Öncesine göre 2°C' yi aşması halinde bitki ve hayvan türlerinin %30'nun yok olacağı, orta ve yüksek enlemlerde,

bölgesel ölçekte, bazı bitki türlerinde sınırlı verim artışı beklenebileceği, ancak nüfusun daha yoğun olduğu alçak enlemlerde, kurak ve tropik bölgelerde tarım üretiminin ciddi boyutlarda azalacağı ve açlık tehlikesinin artabileceği öngörülmektedir. Ayrıca 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 50 cm'lik bir yükselme öngörülmektedir (2100 yılına kadar). Buzulların yok olması, karların erimesi sebebiyle dünya nüfusunun 1/6'sının tatlı su kaynaklarının ciddi oranda azalacağı ön görülmektedir. Türkiye'nin de içinde yer alan subtropik kuşağın önemli bir bölümünde özellikle kış aylarında yaşanan yağışların azalması öngörülmektedir [6,10,11].

### **2.2.1. İklim değişikliğinin Türkiye üzerindeki olası etkileri**

Türkiye, subtropikal kuşakta kıtaların batı bölümünde oluşan ve Akdeniz iklimi olarak adlandırılan iklim bölgesinde yer almaktadır. Ortalama rakımı yaklaşık 1100 m olan Türkiye'de, birçok iklim tipi bulunması 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 [9].

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü ve İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü'nün ortaklaşa yürüttüğü, "Türkiye için İklim Değişikliği Senaryoları"

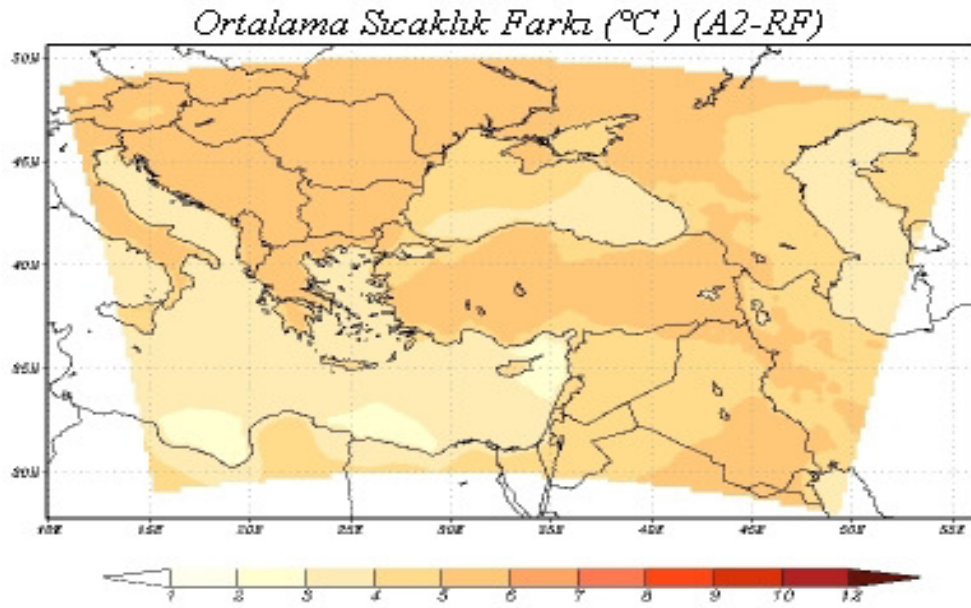


başlıklı TÜBİTAK projesi, Küresel ısınmanın Türkiye'ye etkilerini belirten ilk çalışmalardan sayılmaktadır. Türkiye'nin İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildiriminde yer alan projenin ilk sonuçları ve Doğu Akdeniz için gerçekleştirilen RegCM3 bölgesel iklim modeli çalışmasının analizleri, 2071-2100 döneminde IPCC SRES A2 [12] senaryosuna göre;

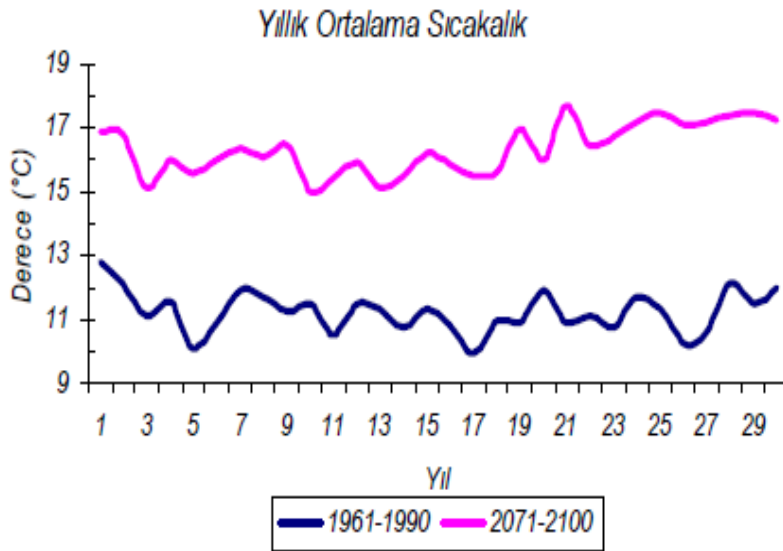
- *Türkiye genelinde 2-3 °C'lik sıcaklık artışı ve yağışlarda Ege ve Akdeniz kıyıları boyunca azalma ile Karadeniz kıyısı boyunca artış öngörülmektedir.*

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 geliştirdiği PRECIS Bölgesel İklim Modeli kullanılarak ve IPCC A2 Senaryosu (HadAMP3 A2) (Küresel ortalama sıcaklık artışı 2- 5 °C) temel alınarak yürütülen modelleme çalışmalarına göre [12];

- 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 2.7)
- Avrupa genelinde de 5-6 °C'lik bir artış gözlenmektedir (Şekil 2.7).
- 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 görülmektedir (Şekil 2.8).

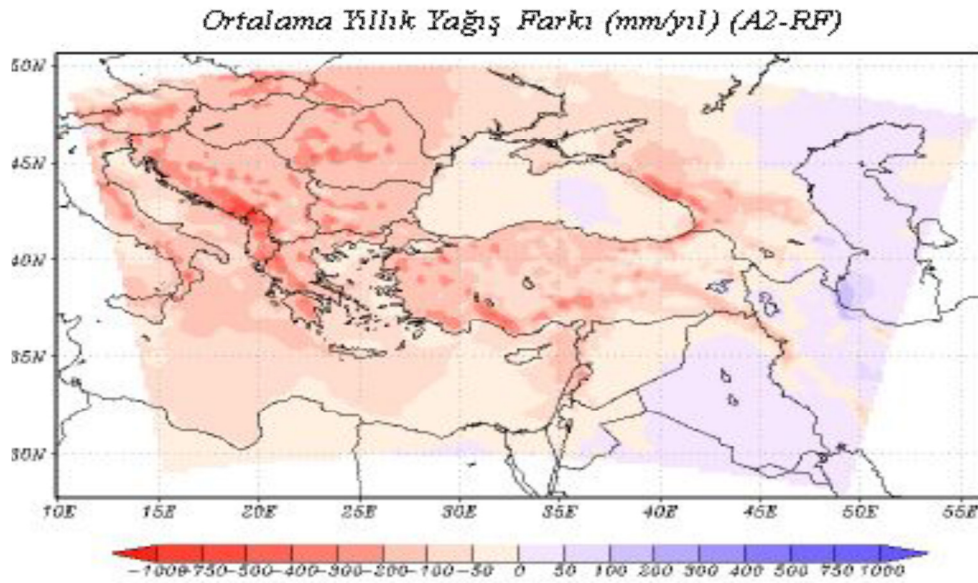


Şekil 2.7. HadAMP3 A2 senaryosuna göre 2071-2100 yılları ile 1961-1990 (RF) yılları ortalama sıcaklık



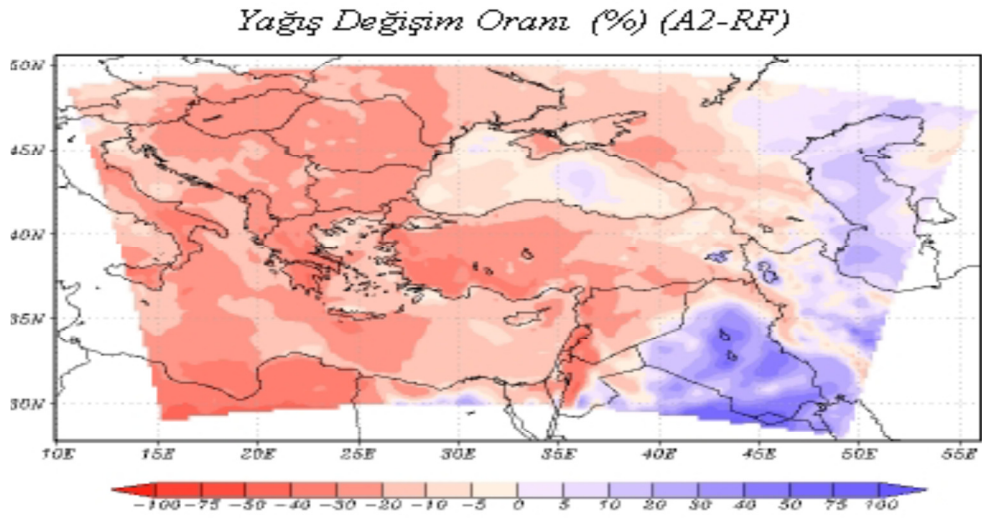
Şekil 2.8. Türkiye için HadAMP3 A2 senaryosuna göre 2071-2100 yılları ile 1961-1990 (RF) yılları ortalama sıcaklık değişimi

- A2 senaryosuna göre gelecekte Türkiye yağışlarında, azalma yönünde değişiklikler 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 2.9).



Şekil 2.9. HadAMP3 A2 senaryosuna göre 2071-2100 yılları ile 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 2.10)



Şekil 2.10. HadAMP3 A2 senaryosuna göre 2071-2100 yılları ile 1961-1990 (RF) yılları yıllık yağış değişim oranları (%)

- 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 Takvim

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 bağlılık ve ormansızlaşmanın gelecekte de sürmesi durumunda atmosferdeki CO<sub>2</sub> birikiminin artabileceği, bu artışın iklimde önemli ve uzun süreli değişikliklere neden olabileceği belirtilmiştir. 1988 yılında düzenlenen Değişen Atmosfer Konferansında, uluslararası bir hedef olarak küresel CO<sub>2</sub> 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 ve ülkelerin güvenerek kabul edebilecekleri bilgilerin üretilmesi için ortam yaratılmış ve ilk değerlendirme raporu da 1990 yılında yayımlanmıştır.

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler öncülüğünde 1990 yılında 2. Dünya İklim Konferansı düzenlenmiş ve aynı yıl yayınlanan 1. Hükümetlerarası 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 salımlarını belirli bir seviyeye indirmeleri konusunda bağlayıcı hükümler taşımazken, Protokol ile sanayileşmiş ülke taraflarına bağlayıcı sera gazı salım sınırlamaları ve azaltımları konusunda yükümlülükler 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, yükümlülükler sanayileşmiş ülkeleri bağlayıcı bir seviyeye ulaşmıştır. Çizelge 3.1’de İklim Değişikliğine yönelik son yıllarda yapılan uluslararası çalışmaların süreçleri gösterilmektedir. Son yıllardaki bazı süreçlerin özetleri ise Çizelge 3.2’de verilmiştir.

### 3.2. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü

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 ülkelere 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 atmamakla 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.



Çizelge 3.1. İklim değişikliğine yönelik yapılan uluslararası çalışmalar [9]

Yıl	Bilimsel Süreç	Siyasi Süreç
1988	Değişen Atmosfer Konferansı'nda, küresel CO2 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. Raporunda, 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 CO2 Salımları Raporunu, her yıl güncellenmek üzere, ilk defa yayınladı.	COP3'te Kyoto Protokolü kabul edildi ve imzaya açıldı
1998		COP4'te, karbon ticaretini de içeren Esneklik Düzenekleri'nin işleyişinin tanımlanması için 2 yıllık bir çalışma programı kabul edildi
	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. Raporunda, 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. Raporunda, 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.

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.

Çizelge 3.2. Uluslararası iklim değişikliği rejiminin müzakere süreçleri [9]

<b>Süreç</b>			
<b>Dönem</b>	<b>Bilimsel</b>	<b>Siyasi</b>	<b>Sonuç</b>
<b>1990-1992</b>	IPCC 1. Değerlendirme Raporu (FAR-1990)	Hükümetler arası Müzakere Komitesi (INC-1990)	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS - 1992)
<b>1995-1997</b>	IPCC 2. Değerlendirme Raporu (SAR - 1995)	Berlin Buyruğu Geçici Çalışma Grubu (AWBM - 1995)	Kyoto Protokolü (KP - 1997)
<b>2007-2009</b>	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)

BMİDÇS ve Kyoto Protokolü kapsamında kurulan başlıca kurumlar şunlardır (5);

- BMİDÇS Sekreteryası
- Uygulama Yardımcı Organı
- Bilimsel ve Teknolojik Danışma Yardımcı Organı (SBSTA)
- Mali Mekanizma
- 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 [13].

- *BMİDÇS Sekreteryası*

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 Mekanizma*

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 kanalar 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 [13].

Bali Konferansı'na damgasını vuran en önemli konu, küresel iklim değışikliği 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 [14].

- *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 öngörölmüştü. Bu çerçevede, aralarında ABD, Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan, Brezilya ve Güney 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 [9]

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 <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, PFC, HFC, SF <sub>6</sub> ) 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 %4'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 tanımları

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.)	Kyoto Protokolü'nün 1. Döneminde sera gazı salımlarını azaltma ya da sınırlama yükümlülüğü olan ülkeler

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



Bunlardan bazıları şunlardır;

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

### **3.3. Avrupa Birliği Çevre Politikaları**

Avrupa Birliği (AB) dünya ekonomisinin önemli bir bölümünü yönlendiren ülkelerin bir araya geldiği uluslararası bir kurumdur. Bu kurumların ekonomik güçlerinin en temel özelliği Sanayi Devrimini gerçekleştiren ülkeler olmaları nedeniyle Sanayi üretimlerine ağırlık vermeleridir. Ağır sanayinin de ciddi boyutta çevre sorunlarına neden olduğu günümüzde kabul görmüştür. Bu nedenle Amerika ile birlikte en çok kirliliğe sebep olan AB, Birlik düzenlemeleri ve politikaları ile birlikte ürettiği kirliliği en aza indirmeye çalışmakta ve yaptığı çalışmalar ile üye ülkeleri bu konuda yükümlülükler almaya zorlamaktadır. AB kurucu antlaşmalarında çevre konusu, üye devletlerin yetki alanında bırakılmasına rağmen, AB üyesi ülkelerin uygulamada çevre 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 çevre politikalarının uygulanması, çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik yapılan yatırımlar, değişik çevre koruma değerlerinin benimsenmesi, özellikle malların üretiminde maliyeti doğrudan etkilemektedir. Bu durumda üye ülkeler 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 görülmesidir.
- Aynı ekonomik birlik içerisinde yer alan devletlerde, çevre politikalarındaki farklılıklar nedeniyle yaşam koşullarının farklı düzeylerde gerçekleşmesi, üye devletlerce, politik bakımdan da istenmeyen bir durum olarak belirtilmiştir.

AB, bu ve benzeri gerekçelerle birlikte 1990 yılındaki Lüksemburg Çevre ve Enerji Konseyi'nde belirlediği CO<sub>2</sub> 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 görüşmelerinde, iklim sistemindeki olumsuzlukların tüm dünyayı ilgilendiren küresel bir sorun olduğunu bu nedenle başta gelişmiş ülkeler olmak üzere tüm dünya ülkelerinin sera gazı salımlarını azaltmak için ciddi adımlar atmaları gerektiğini vurgulamıştır.

Topluluk,1993 tarihinde BMİDÇS'ne üyeliğini tamamlayıp Kyoto Protokolüne de üye olduktan sonra sera gazı salımlarındaki 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 [15].

Avrupa Birliği iklim değişikliği politika ve uygulamalarının dönüm noktaları aşağıdakilerdir:

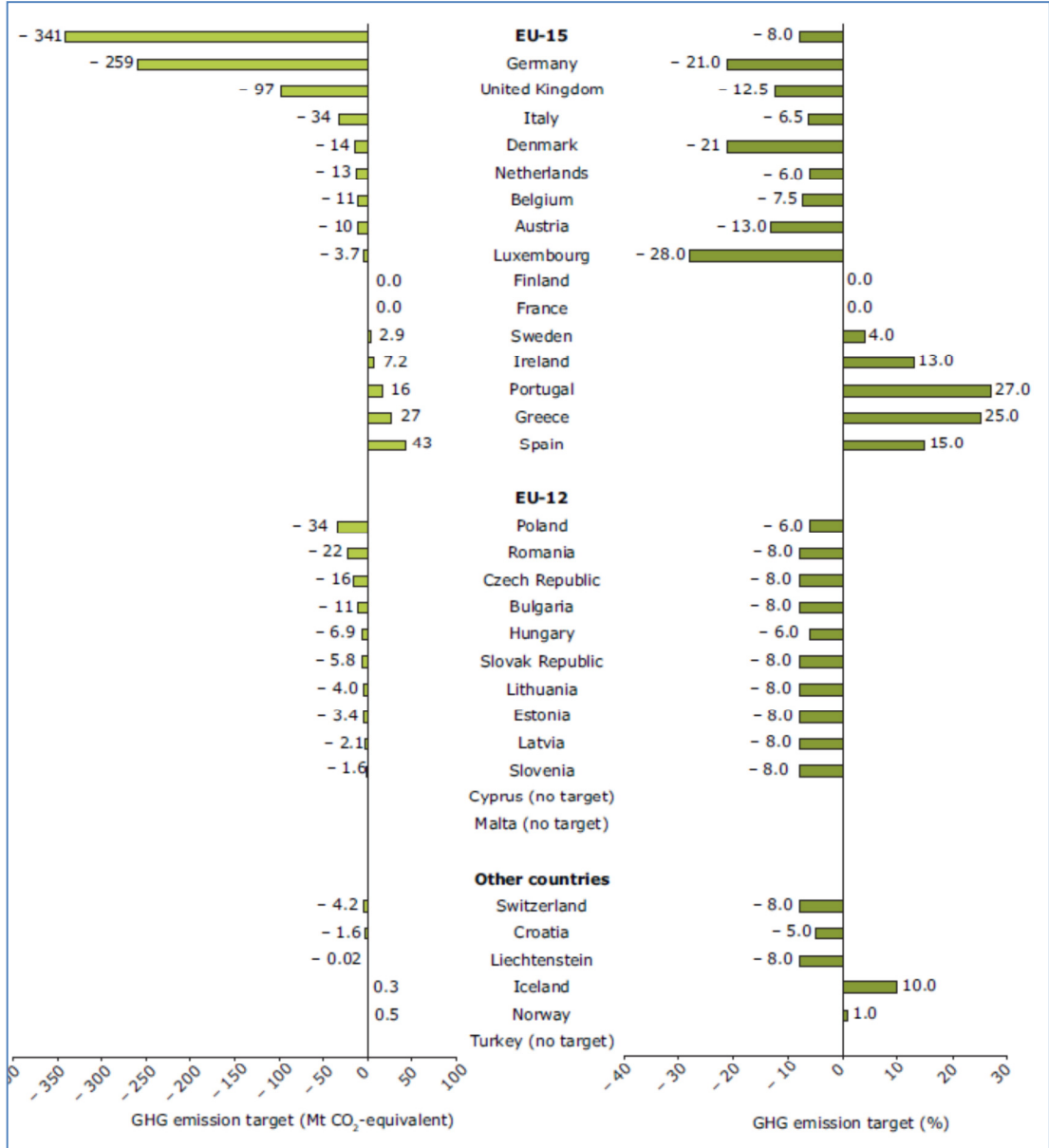
- Lüksemburg Çevre Konseyi Kararı
- Sera Gazları İzleme Programı
- Yenilenebilir Enerji Beyaz Belge
- AB Balonu
- Yenilenebilir Enerji Çıkış Kampanyası
- Avrupa İklim Değişikliği Programı-1 (Savaşım)
- Akıllı Enerji Programı
- Salım Ticareti Direktifi
- Avrupa İklim Değişikliği Programı -2 (Savaşım ve 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 iklim değişikliği politika ve uygulamalarının temel özellikleri [9]

<b>AB Politika ve Uygulamasının Temel Özelliği</b>	<b>Açıklama</b>
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 CO2 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, katılımçılık, 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.

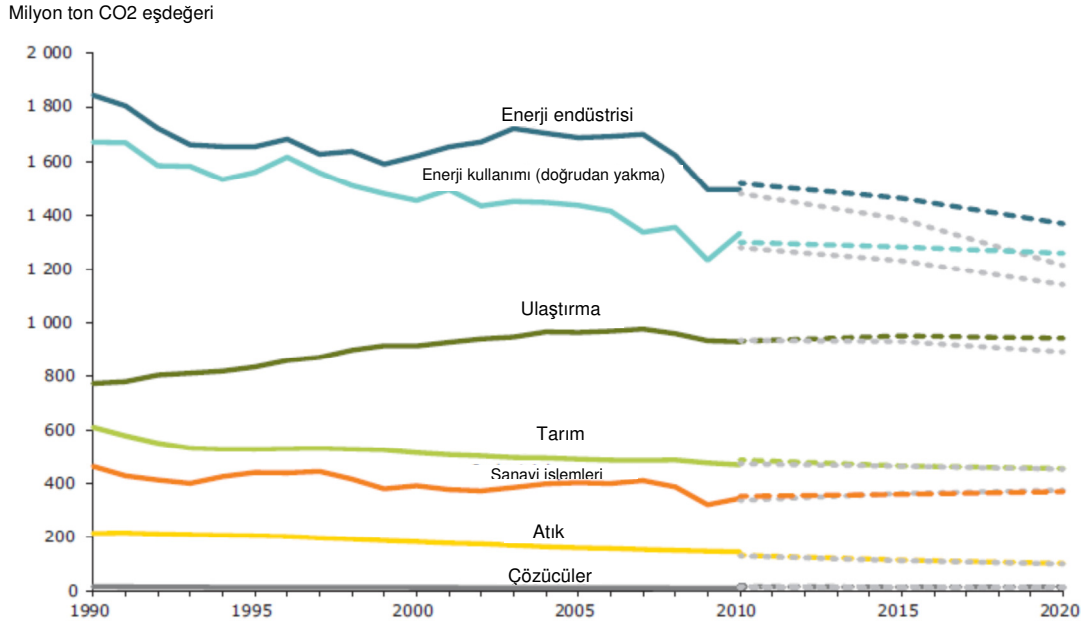
AB'nin Kyoto hedefleri bakımından 2008-2012 yılları arasında ülkelere göre sera gazı emisyonu miktarında ve % olarak gelişimleri Avrupa Komisyonu

tarafından yayınlanan sera gazı hedefleri 2011 yılı raporuna dayanılarak Şekil 3.1'de verilmiştir [16].



Şekil 3.1. AB Komisyonu sera gazı hedefleri (2008-2012)

AB'nin sektörel sera gazı salım miktarları ve projeksiyonları Şekil 3.2'de verilmiştir. En yüksek pay enerji sektörüne aittir.



Şekil 3.2. AB'nin sektörel sera gazı salım miktarları ve projeksiyonları [16]

### 3.4. Türkiye'deki İklim Değişikliği 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 [13].

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 çıktıklarına

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 verişi 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[9].

*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.

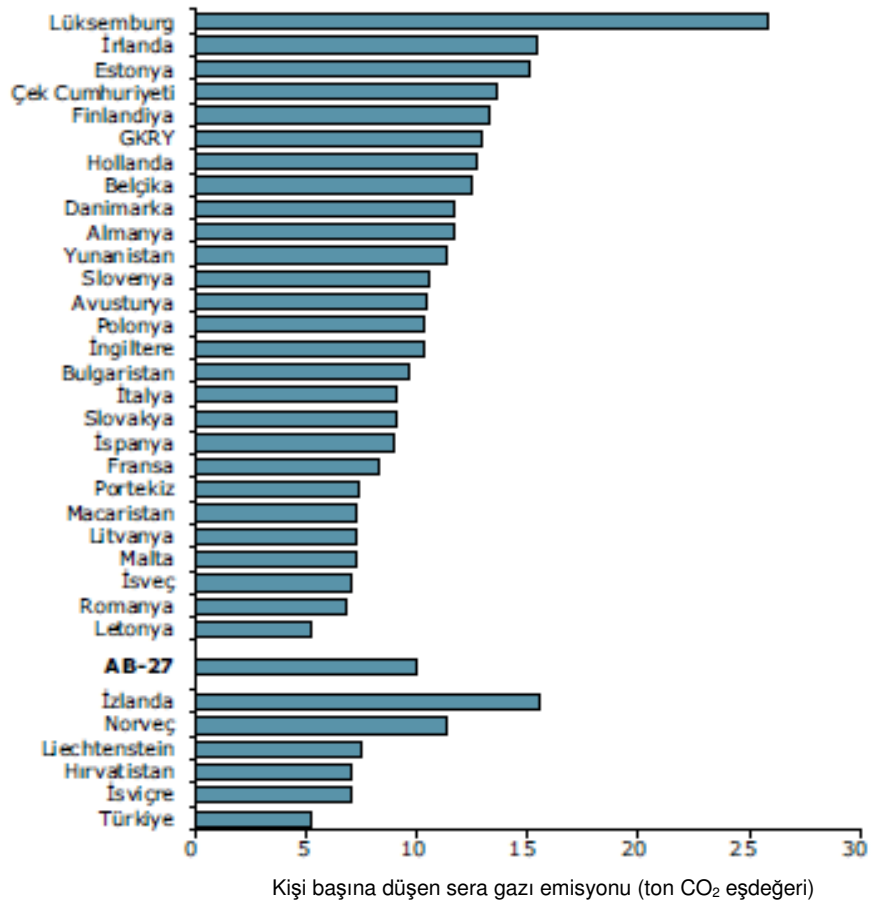
- AWG-LCA5, Türkiye AWG-LCA azaltım temas grubunda, geliştirmekte olan ülkelerin azaltım eylemlerine yapılacak destekler için yararlanma kriterleri geliştirilmesi gereğine işaret etmiştir.
- Türkiye, Bonn Görüşmelerinin ardından, Bali Eylem Planı'nın uygulanması ve üzerinde anlaşılan sonuç hakkındaki 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. İklim Değişikliği ile Mücadele

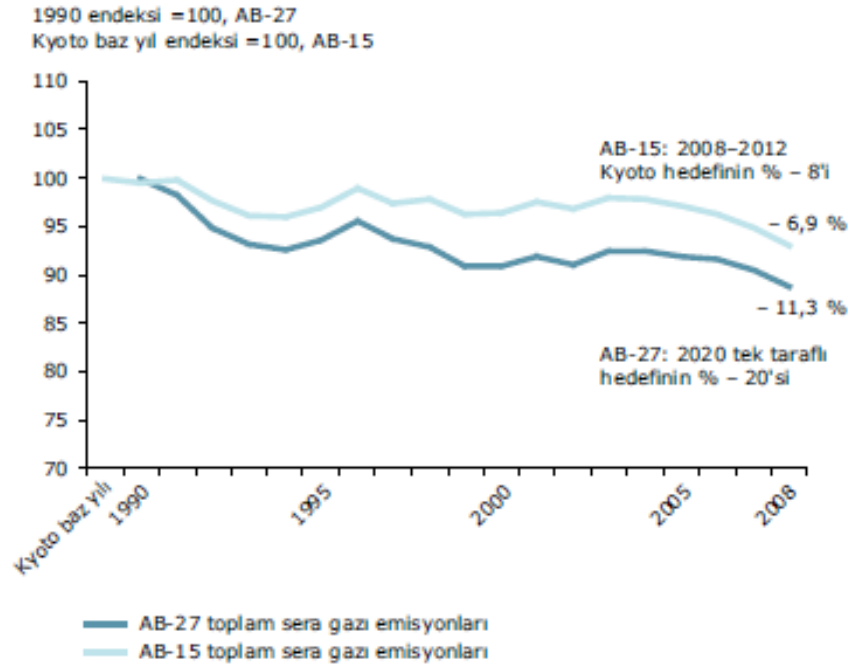
Avrupa Birliği'nde küresel ısınma ile savaşım konusunda temel hedef; Sanayi devrimi öncesine göre küresel sıcaklık artışının 2°C'nin altıyla sınırlandırılmasıdır ve bu durum uluslararası kabul görmüş bir hedeftir. Bu hedefe ulaşabilmenin en önemli aşaması, küresel GHG emisyonlarında ciddi azaltmaların 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 CO<sub>2</sub> 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 (Şekil 3.3). 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 3.4).



Şekil 3.3. 2008'de ülkelere göre kişi başına düşen sera gazı emisyonları [17]



Şekil 3.4. AB-15'te ve AB-27'de 1990-2008 arasındaki sera gazı emisyonları [17]

Genel olarak AB'de enerji tüketimi, özellikle sanayi sektöründe enerji tüketimi, ulaşım/taşımacılıktaki ve konutlardaki tüketim, GHG emisyonlarının %80'ini oluşturmaktadır [17].

AB'de son 20 yılda sera gazı emisyonları bazı faktörlere bağlı olarak artmakta ve azalmaktadır [13].

AB'de emisyon miktarlarındaki artışın 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,

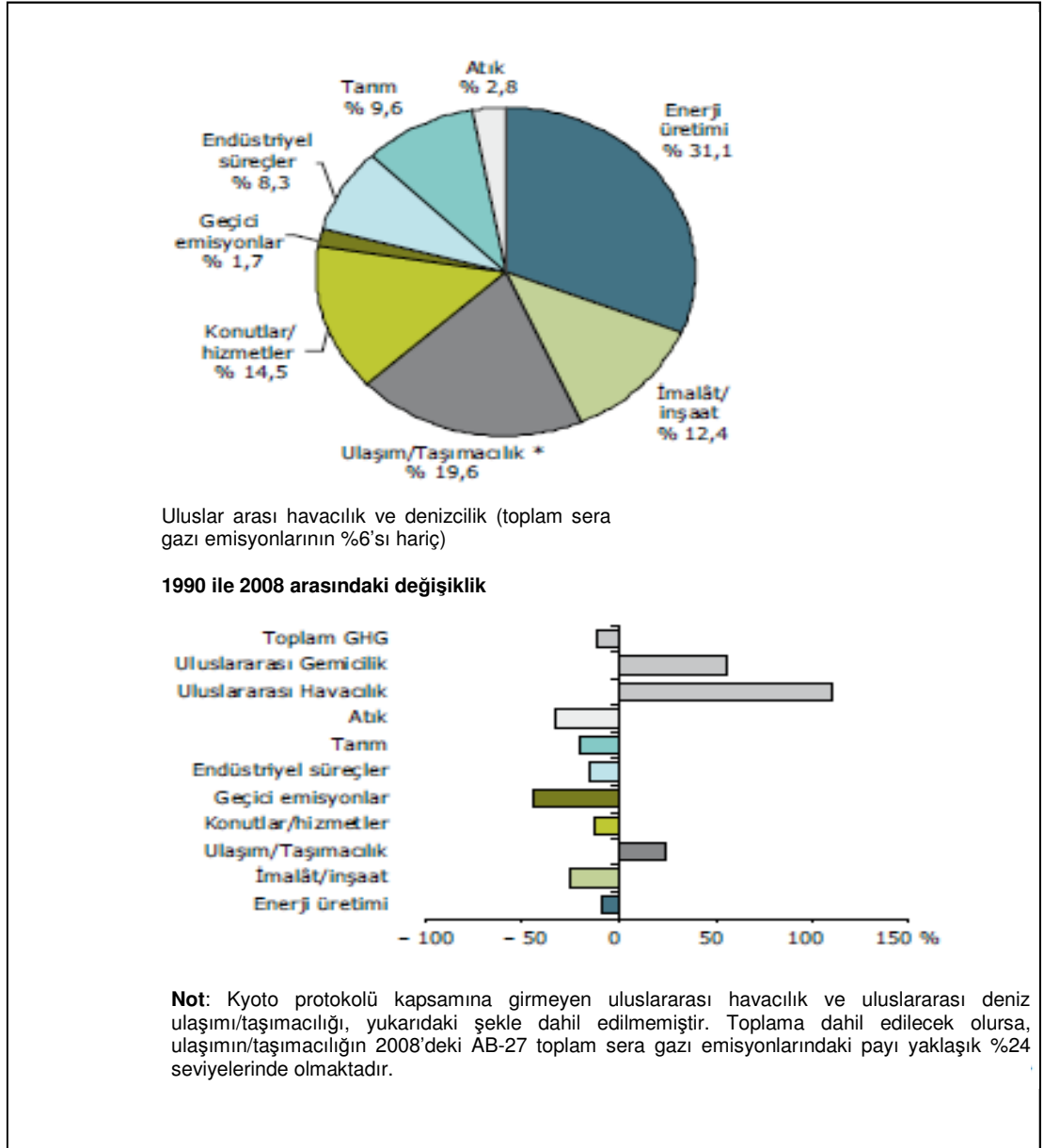
- Son yıllardaki demografik değişiklikler.

Aynı dönemdeki emisyon miktarlarını azaltan sebepler 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 kirlenici yakıtlara, özellikle gaza ve biyolojik yakıtlara geçiş,
- 1990'ların başlarında Doğu Üye Devletlerdeki yeniden ekonomik yapılanma.

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 Portekiz'de 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 (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Sektörlere göre, AB-27'de 2008'deki sera gazı emisyonları ve 1990-2008 arasındaki değişiklikler [17].

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 ile Mücadelede Mevzuat**

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 salım 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 Sekretarya'ya 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[9].

Çizelge 3.7. Sera gazı envanteri ve ulusal bildirim raporlarının karşılaştırılması [9]

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 Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) oluşturulan İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu (İDKK) bünyesinde çalışma grupları oluşturulmuştur. İDKK Kurul üyeleri;

- Dışişleri Bakanlığı
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
- 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 [18];

- İklim Değişikliğinin Etkilerinin Araştırılması (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)
- 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 Bakanlığı)
- 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 çalışmalardan bazıları Çizelge 3.8'de gösterilmiştir [9].

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 verdiğinin bir göstergesidir.

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

Çizelge 3.8.STK'lar tarafından yürütülen çalışmalar

Etkinlik	Düzenleyen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• İklim Kampanyası Konuşmacıları Turu</li> <li>• İklim Değişikliği ve Sağlık</li> <li>• İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma Ulusal Raporu</li> <li>• İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma 1. Paydaş Buluşması</li> <li>• CDM-ANVIMAR Çalıştayı</li> <li>• COP10; İlk Türk özel sektör katılımı</li> <li>• Temiz Kalkınma için İş Fırsatları Çalıştayı</li> <li>• Kyoto Protokolü Basın açıklaması</li> <li>• İklim Değişikliği ile Mücadelede SGP Destekleri Toplantısı ve Yayınları</li> <li>• İklim Değişikliği ve İş Dünyası</li> <li>• Küresel İklim Eylem Günü</li> <li>• COP11; ilk STK ve akademisyen Katılımı</li> <li>• İklim Değişikliği ve STK Forumu</li> <li>• İklim Değişikliği için Paydaşlar Buluşması</li> <li>• İlk Küresel İklim Eylem Günü</li> <li>• Kurumsal Sosyal Sorumluluk Zirvesi</li> <li>• TÜKDEK2007</li> <li>• Kyoto Protokolü ve Türkiye Paneli</li> <li>• UKİDEK Konferansı</li> <li>• İklim Değişikliğinde Etik Sorunlar</li> <li>• "Uyumsuz Gerçek" Filmi Gösterimleri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S.O.S Akdeniz, Dünya Dostları Derneği</li> <li>• Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Derneği</li> <li>• Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV)</li> <li>• Türkiye Ormancılar Derneği</li> <li>• Temiz Enerji Vakfı (TEMEV)</li> <li>• Arçelik</li> <li>• Boğaziçi Üniversitesi</li> <li>• Eurosolar, Greenpeace, TMMOB, ÇMO</li> <li>• UNDP Küçük Hibe Programı (SGP)</li> <li>• Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB)</li> <li>• Küresel Eylem Grubu</li> <li>• Avrasya Stratejik Araştırmalar Merkezi (ASAM), Marmara Üniversitesi</li> <li>• 1. Ulusal Bildirim Hazırlıkları</li> <li>• REC Türkiye</li> <li>• Küresel Eylem Grubu</li> <li>• Su İletişim</li> </ul>

### 3.6.1. Türkiye’de iklim değişikliği alanında yapılan çalışmalar

Türkiye’de İklim Değişikliği alanında yürütölen projelerin bazıları Çizelge 3.9’da yer almaktadır [19].

Çizelge 3.9.Türkiye’de iklim 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 Değişikliği 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 bildirin 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 amaçladığı belirtilmiştir [20].

İklim Değişikliği 1.Ulusal Bildirimi Türkiye'de iklim değişikliği konusunda genel bir bilinç oluşmasına katkı sağlamış 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 salımları tüm ayrıntıları ile resmen açıklanmıştır [4].

#### Ulusal sera gazı emisyon raporu (1990-2009)

Türkiye'nin sera gazı salımları 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 (TUİK) 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.

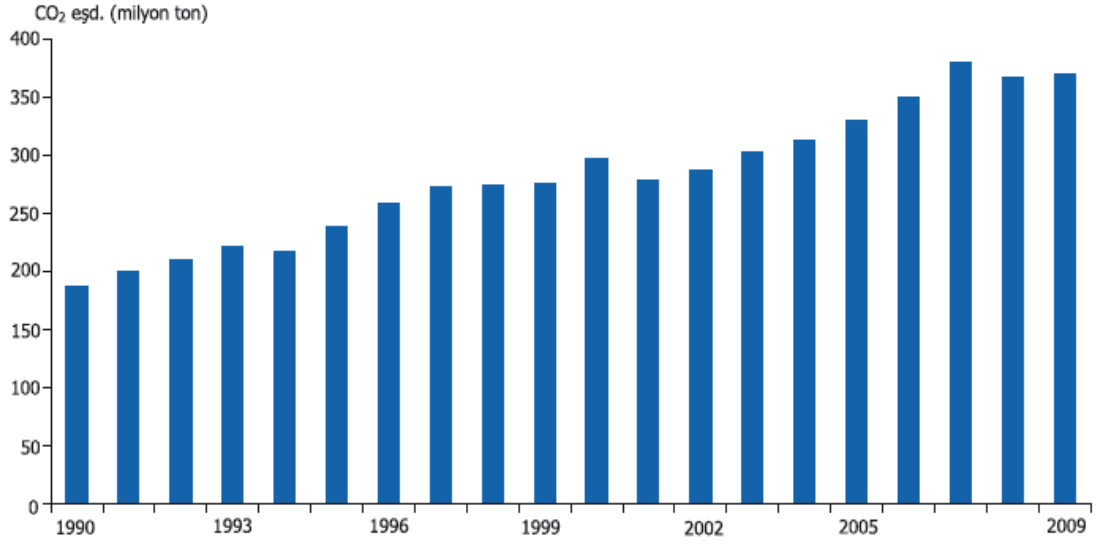
Ulusal sera gazı envanteri, karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), nitrozoksit (N<sub>2</sub>O), hidroflorokarbon (HFC), perflorokarbon (PFC), kükürtheksaflorit (SF<sub>6</sub>) gibi temel sera gazlarının yanında azotoksit (NO<sub>x</sub>), karbonmonoksit (CO), metan olmayan uçucu organik bileşikler (NMVOC), kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) 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 [21].

TÜİK, Sera Gazı Envanteri'ne (1990-2009) göre, 1990 yılı toplam emisyon miktarı (LULUCF hariç) 187,03 Milyon ton CO<sub>2</sub> eşd, iken, 2009 yılına ait toplulaştırılmış sera gazı emisyon miktarı 369,65 Milyon ton CO<sub>2</sub> eşd. seviyesine ulaşmıştır (Şekil 3.6 ve Çizelge 3.10) [21].

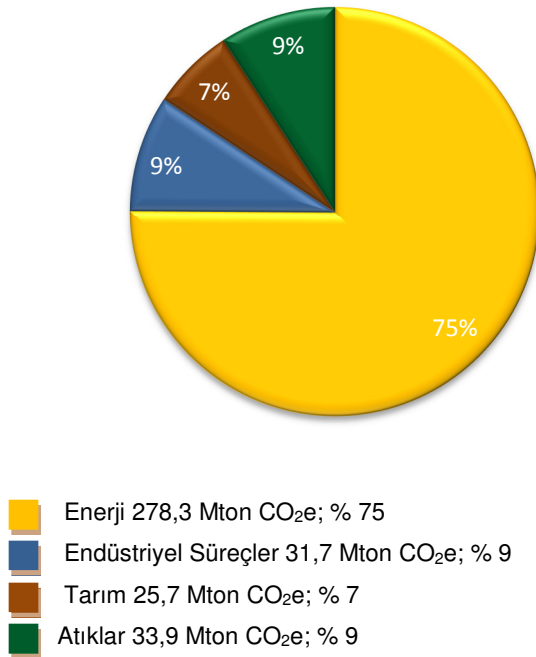
Çizelge 3.10. Türkiye'nin 1990-2009 yılları arası sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları

<b>Toplam Sera Gazı Emisyonları (Mton CO<sub>2</sub> eşdeğeri)</b>								
Yıllar	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Sektörler								
<b>Toplam</b>	<b>187,03</b>	<b>239,17</b>	<b>297,01</b>	<b>329,56</b>	<b>349,64</b>	<b>379,98</b>	<b>366,49</b>	<b>369,65</b>
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



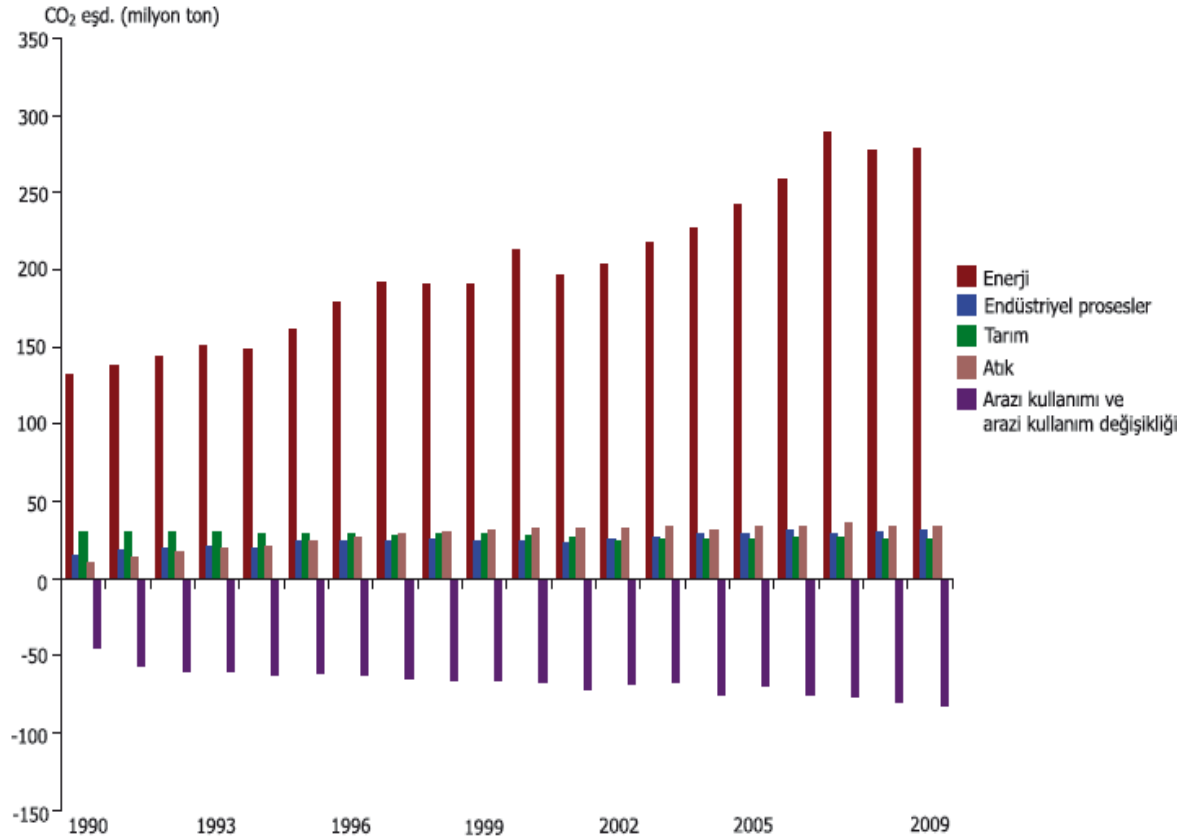
Şekil 3.6. Sera gazı emisyon eğilimi,1990-2009

2009 yılı emisyonları (LULUCF hariç), CO<sub>2</sub> 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 etmiştir (Şekil 3.7) [22].



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 [21].

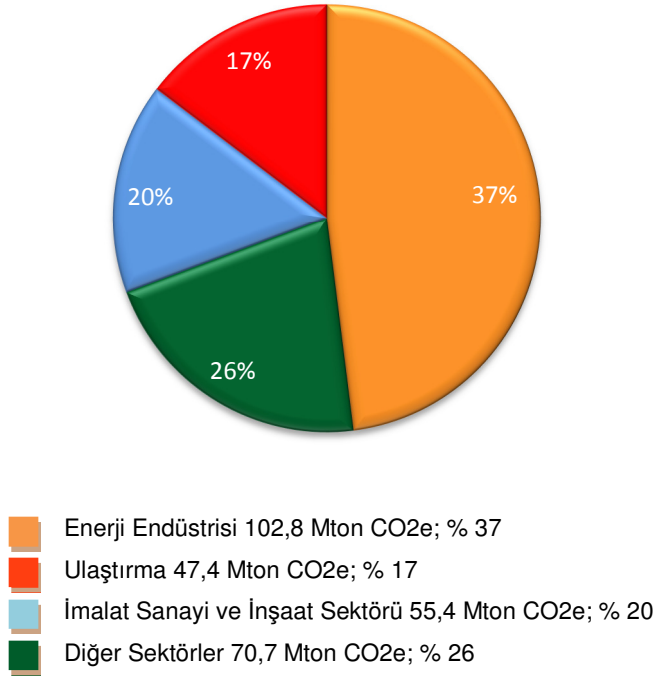


Şekil 3.8. 1990-2009 yılları arasında enerji kaynaklı sera gazı emisyonlarının toplam emisyon içindeki payı

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.

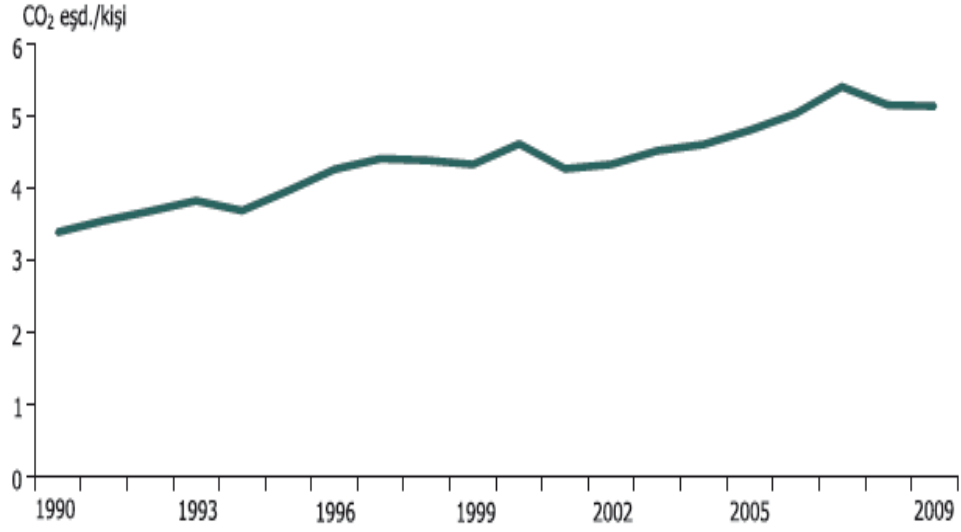
Yakıtların yanmasından kaynaklanan emisyonların %37'sini enerji endüstrisinde yakılan fosil yakıtlardan kaynaklanan emisyonlar oluşturmaktadır (Şekil 3.9) [22].



Şekil 3.9. 2009 yılında yakıtların yanmasından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının alt sektörlere göre dağılımı

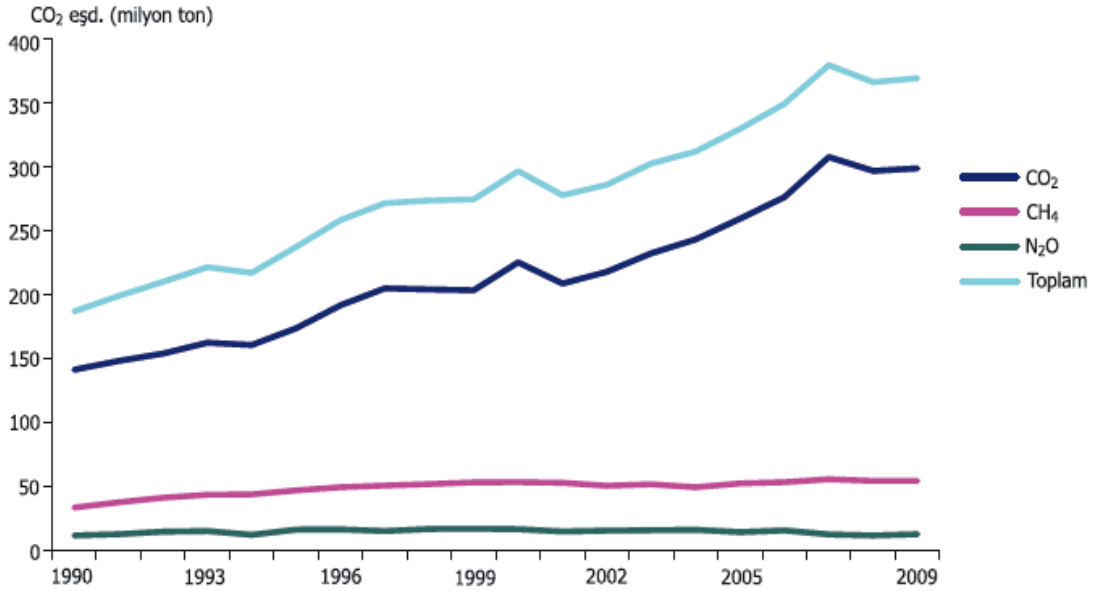
Türkiye'nin kişi başı CO<sub>2</sub> emisyonu Şekil 3.10'da gösterilmektedir. Yıllar arasında gerçekleşen artış miktarı Türkiye'nin toplam emisyonu ile paralel bir artış göstermektedir.





Şekil 3.10. Kişi başı CO<sub>2</sub> emisyonu, 1990-2009

Temel sera gazı emisyonları arasında CO<sub>2</sub> miktarı artış gösterirken, N<sub>2</sub>O ve CH<sub>4</sub> emisyonlarının miktarının çok değişmediği Şekil 3.11'de görülmektedir[21].



Şekil 3.11. CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O emisyon eğilimleri

Sera gazı envanterleri ülkemizin emisyon değerlerini göstermektedir. Bu değerler Avrupa Birliği değerlerinden daha düşük olmakla birlikte, TÜİK 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 [23]. 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, aynı zamanda birim yurt içi hâsıla başına kullanılan enerji miktarının en az olduğu ülkeler arasında yer alınması da 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'ten en az 0,42 kWh'e indirilmesi hedeflenmiştir* [24].

Türkiye'nin enerji sektörüne yönelik temel hedeflerinden bir diğeri ise, toplam elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payının, 2023 yılı itibarıyla %30'a çıkarılması ve bu kapsamda hidroelektrik potansiyelin tamamının kullanılması olarak belirtilirken, rüzgar enerjisi kullanımında 20.000 MW ve jeotermalde 600 MW kurulu güce ulaşılması öngörülmektedir [25].

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, kullanılmıyorsa 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'ten (Ton eşdeğer petrol) 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, CO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> emisyonlarını en aza indirebilecek teknolojide motorların, çevre dostu ulaşım araçlarının kullanımının artırılması, ulaşım sistemlerinin daha da geliştirilmesi, kentlerdeki toplu taşıma araçlarında kullanılan yakıtlara alternatif olarak çevre dostu yakıtların ve teknolojilerin kullanılmasının yaygınlaştırılması temel hedefler arasındadır [26].

## 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 Sektörü:*
  - Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun
  - 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 sayısı 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 [27].

### Sera gazı emisyonlarının takibi hakkında yönetmelik

İklim değişikliği ile savaşım konusunda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan 'Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik' 25 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 dünyada 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'de, 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.

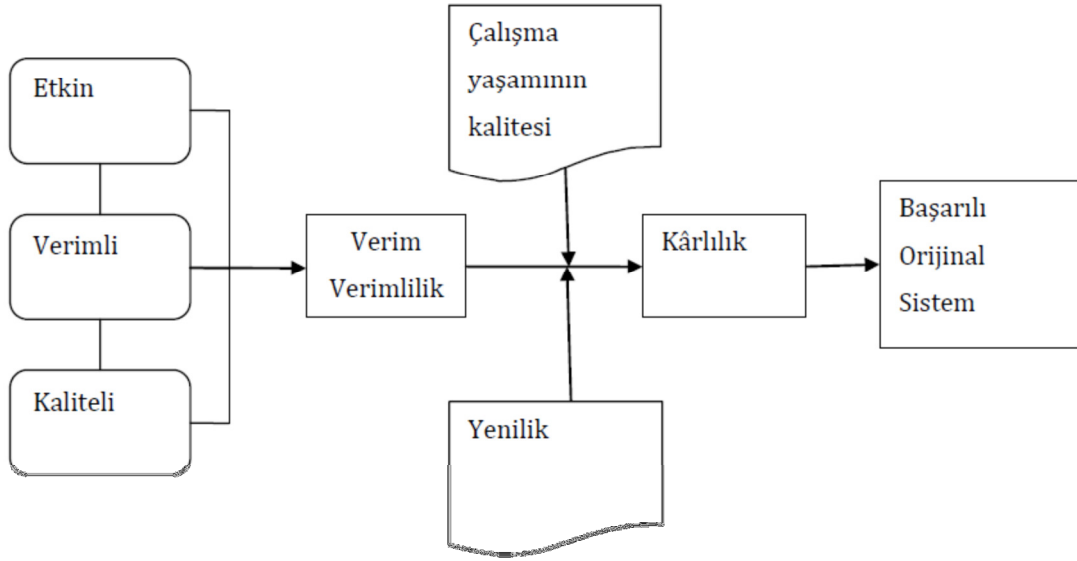
#### 4. METOT: VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Literatürde farklı performans tanımlarına ulaşmak mümkündür. Tüm örgütsel sistemlerin, neyi ne kadar yapabildiklerini ve elde edilen sonuçların önceden belirlenmiş amaçların neresinde olduğunu belirlemede performans kavramına ihtiyaç duyması kaçınılmazdır. Performans kavramı örgütlere başarımlarını ve başarısızlıklarını görme imkânı tanırken bir yandan da bir sonraki amaçların, hedeflerin belirlenmesinde temel oluşturur [28].

Bir işletmenin performansı, belirli bir dönem sonunda elde edilen sonuç, çıktı, ürün veya faaliyet sonucudur. Performans, bu faaliyetlerle, işletmenin belirlediği stratejik hedeflerle, müşteri memnuniyeti ve ekonomik sonuçlarla bağıntılı bir sistem olarak yorumlanabilir [29]. Diğer taraftan işletme amaçlarının gerçekleştirilmesi için gösterilen tüm çabaların değerlendirilmesi olarak tanımlanabilen performans; hedefe ulaşım seviyesinin ölçümüdür. Bu sonuç mutlak ya da nispi olarak değerlendirilebilir.

Sonuç olarak, performans, amaçlı ya da planlanmış bir etkinlik sonucunda elde edileni nicel ya da nitel olarak belirleyen bir kavramdır. Performansın belirlenmesi için gerçekleştirilen etkinliklerin değerlendirilmesi gerekir [30].

Performans ölçme ve değerlendirme konusunda öncelikli olarak kurumun hangi kriter ve boyutlarda değerlendirileceğinin bilinmesi gereklidir. Performans, etkenlik, etkinlik, kalite, verimlilik, yenilik kavramlarını içinde barındırdığından iyi bir performans düzeyi sağlayabilmek için bu kavramları dikkate almak gerekir. Performans boyutları Şekil 4.1'de gösterilmiştir [31]. Şekil 4.1'den görüleceği üzere işletmelerde etkin, verimli ve kaliteli üretim, çalışma yaşam koşullarının iyileştirilmesi ve yenilik, sonuçta kârlı bir yapıya dönmekte ve bu durum işletmenin kendine münhasır bir sistem performansını yakalamasına imkân vermektedir.



Şekil 4.1. Performans boyutları

Bir kurum veya kuruluşun yürüttüğü faaliyetlerde, hedeflediği sonuçlara ulaşip ulaşmadığı, elde ettiği sonuçlara ulaşırken kaynaklarını israf edip etmediği, hizmetlerini verimli ve etkin bir şekilde gerçekleştirip gerçekleştirmediğinin değerlendirilmesinde performans ölçümü büyük önem taşımaktadır. Performansın boyutlarının belirlenmesinden sonra ölçülmesi de gereklidir. Performans ölçümü performans yönetiminin önemli bir parçasıdır [32].

Çizelge 4.1'de performans ölçüm modelleri hakkında bilgi verilmektedir [33]. Performans ölçüm modelleri geleneksel olarak bir girdi ve çıktı ile sınırlandırılmış bir yapı taşıyan oran analizi, parametrik olan ekonometrik modeller ve yeni yaklaşımlar kategorisine koyduğumuz parametrik olmayan modern tekniklerdir. Parametresiz yöntemlerin veri temininin oran analizi ve parametrelili yöntemlere göre daha detaylı olması, uygulamasının da detaylı olmasına neden olmaktadır. İçeriğinde sahip olduğu çok girdi ve çok çıktı oranlaması da parametresiz yöntemlerin performans ölçümüne tam anlamıyla uygun olduklarını ifade etmektedir. Farklı çözüm teknikleri kullanılan bu yöntemlerde detaylı bilgi verdikleri ve uygulaması da detaylı



bilgilerin varlığına rağmen basit olduğu için genel olarak performans ölçümlerinde parametresiz yöntemler tercih edilmektedir.

Çizelge 4.1. Performans ölçüm modellerinin karşılaştırılması

Karşılaştırma Ölçütleri	Oran Analizleri	Parametresiz Yöntemler	Parametrelili Yöntemler
Çözüm Tekniği	Oranlamalar	Doğrusal programlama	Regresyon
İçerik	Tek girdi / tek çıktı	Çok girdi / çok çıktı	Çok girdi / tek çıktı
Veri Temini	Basit	Detaylı	Basit
Uygulama	Kolay	Kolay (detaylı)	Kolay
Performans Ölçümüne Uygunluk	Kısıtlı	Geniş	Kısıtlı

Parametresiz yöntemler, doğrusal programlama kökenli teknikler kullanarak hesaplama sonucunda elde edilen etkinlik değerinin etkinlik sınırına olan uzaklığını ölçer. Bu yöntemler, parametrelili yöntemlerde olduğu gibi üretim biriminin yapısı ile ilgili davranışsal varsayımlara girmek zorunda olmadıkları için görece avantajlıdırlar. Ayrıca, söz konusu yöntemlerin birden fazla açıklayan ve açıklanan değişken kullanabilme gibi bir üstünlükleri daha vardır. Buna karşın rassal hata terimi içermedikleri için; veri, ölçme ya da diğer nedenlerle oluşan hataları modele aktarır ve etkinlik sınırını yanlış tespit edebilirler [34].

Parametrik olmayan etkinlik ölçüm modellerinin büyük çoğunluğu girdi ve çıktı ölçüm birimlerinden bağımsızdır. Bu özellikleri ile ölçümü yapılan karar birimlerinin değişik boyutlarının aynı anda ölçülebilmesinin olanağı bulunmaktadır. Bu ölçütler her bir karar birimi için göreceli etkinliği hesaplarken amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı en iyiler ve her bir karar birimi için en uygun amaç kümesini belirler [35].

Parametresiz yöntemleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Farrell Etkinlik Ölçümü
- Girdiye Yönelik Etkinlik Ölçümü
- Çıktıya Yönelik Etkinlik Ölçümü
- Veri Zarflama Analizi
- Serbest Atılabilir Bölge; Free Disposal Hull

Parametresiz yöntemlerden en çok kullanılanı Veri Zarflama Analizi ve Free Disposal Hull Yöntemidir.

#### 4.1. 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 [23]. Verimlilik, çıktının girdiye oranı olarak özetlenebilir.
- *Etkinlik:* Üretim kaynaklarını veya girdileri ne derece iyi kullanarak çıktı üretilebileceğini gösteren bir kavramdır. Mevcut girdiyi kullanarak en fazla çıktıyı üretmek ya da daha az girdi ile mevcut çıktıyı elde etmek şeklinde yorumlanır. Kısaca etkinlik amaca ulaşma derecesidir.
- *Görelî Etkinlik:* İstenilen sonuçlarla, gerçekleşen sonuçların çakışmaması ile ilgili olan mutlak etkinlik kavramı ile beraber, karar birimlerinin belirli bir zaman kesitinde istenen sonuçları gerçekleştirmedeki başarılarını ya da bir karar biriminin zaman içindeki istenen sonuçları gerçekleştirmedeki başarısını konu alan görelî etkinlik kavramı da performans ölçümünde kullanılan bir ölçüm sistemidir( Aydemir 2002:6-8).

- *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-çıkıtı 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 [36].

Etkinlik; bir çalışmanın arzulanan etkisi ile gerçekleşen etkisi arasındaki ilişkinin optimum çıktıya, önceden belirlenmiş hedeflere veya en iyi uygulama sonuçlarına ulaşma derecesini belirtir [37]. Bu özelliği nedeni ile toplam performansı yansıtan bir performans boyutudur [38].

Girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olmak üzere etkinlik ölçümü iki yaklaşımla ilişkili olarak yapılır. Girdiye yönelik etkinlik ölçümü, belirli bir çıktı seviyesinde az girdi kullanma yeteneği iken çıktıya yönelik etkinlik ölçümü belirli bir girdi seviyesinde çıktı artırımını olarak ifade edilebilir [39].

Etkinlik kavramı ile verimlilik kavramları bazen birbirlerinin yerine kullanılmasına rağmen aralarında önemli farklar vardır. Bunlar;

- Etkinlik kavramı verimlilik kavramından daha geniş bir anlam ve içeriğe sahiptir.
- Verimlilik yalnızca kamu hizmetlerinin niceliksel birimler cinsinden ölçülebildiği yerlerde yararlı olurken, buna karşın etkinlik bütün kamu hizmetleri için söz konusudur.

- Etkinlik bir kamu hizmet biriminin çıktılarını mümkün olan ekonomik ve siyasal bütün yollardan azamileştirmeye çalışırken, verimlilik etkinliğin başlıca öğelerinden sadece birisi olarak çıktıların maksimizasyonunu etkinlikle birlikte sağlamayı amaçlamaktadır [40].
- Etkinlik, sonuçlarla (çıktılarla) ilişkiliyken; verimlilik, bu sonuçlara nasıl ulaşılabileceğini gösteren bir araç olarak ortaya çıkmaktadır [41].

#### **4.2. Veri Zarflama Analizinin Tanımı ve Tarihçesi**

Veri zarflama analizinin gelişimini aydınlanma devrine kadar götürmek mümkündür. Bununla birlikte, 18. yüzyılda Pierre de Maupertius'un (1698-1759) hareket halindeki tüm nesnelere için, doğanın en etkin yolu seçtiğini ifade eden ve Asgari Eylem İlkesinin (Principle of Least Action) etkinlik düşüncesinin temelini oluşturduğu söylenebilir [42].

Parametrik olmayan bu yeni ölçüm yönteminin, Farrell tarafından 1957 yılında ortaya konan çalışmadan yola çıkarak 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes bugün CCR modeli olarak bilinen yayınladıkları makalelerinde kullandıkları söylenebilir.

Farrel 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 [36,43].

Charnes Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından 1978 [44] 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 [36,44].

VZA'nın göreceli etkinliği ölçme biçimi aşağıdaki şekilde açıklanabilir [36,45];

- 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, Charnes ve Cooper tarafından, VZA'nın diğer bir temel modeli olan BCC modeli oluşturulmuştur [36,44,46].

Son 20 yılda gerek kuramsal ve gerekse yöntem açısından hızlı bir şekilde gelişen VZA, CCR modeli ile ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında sadece kamu sektöründeki hizmet alanlarının genel teknik verimliliğini ölçmeye çalışırken; 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper, BCC yöntemi olarak bilinen ölçüğe göre değişken getiri yöntemi ile de ölçek ve teknik verimliliği ölçer duruma gelmiştir.

### 4.3. Veri Zarflama Analizi Uygulama Aşamaları

Veri Zarflama Analizi aşağıdaki aşamaların uygulanması ile yapılır:

- Analize girecek olan KVB'lerin tanımlanması ve seçilmesi
- Seçilmiş olan KVB'lerin göreceli etkinliklerinin değerlendirilmesi için
- uygun girdi ve çıktı faktör değişkenlerine karar verilmesi
- VZA modellerinin seçilmesi
- Uygulama sonuçlarının analiz edilmesi

#### *KVB'lerin Seçilmesi:*

Veri Zarflama Analizi, gözlemlenen girdi ve çıktılarına dayanarak, örneklemede ya da gözlem kümesinde yer alan karar birimlerinin göreceli etkinlik değerlerini hesaplayan parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemi olarak tanımlanmaktadır [47]. 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 deyişle gözlem kümesinin homojen bir yapıya sahip olması analizin başarıyla uygulanması açısından çok önemlidir [36,48]. 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 [45]. Uygulamada ise en çok karşılaşılan durum, KVB sayısının girdi-çıkıtı toplamının en az iki katı olması gerektiğidir [36].

#### *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 [47]. 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 çıktılar anlamlı olması gerekir. Bu aşamadaki amaç, herhangi bir varsayım olmamakla birlikte, KVB'lere göre süreci en iyi ifade edebilecek girdi ve çıktılarının belirlenmesidir [45].

#### *Verilerin Elde Edilmesi ve Güvenirliliği:*

VZA için girdi ve çıktılar belirlendikten sonra, tüm karar birimleri için bu girdilerin ve çıktılarının 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 çıktılarının araştırılması gerekmektedir [47].

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 ile girdi ve çıktılarının 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 [47].

*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 çıktılardan bazılarının azaltılması haricinde artırılamaz. Diğer taraftan; hiçbir girdisi, çıktılardan bazılarının azaltılması veya diğer bazı girdilerinin artırılması haricinde azaltılamaz. Bu formüle uyan herhangi bir karar birimi %100 görece etkinliğe, diğer ilgili karar birimleri herhangi bir girdi ve çıktının kullanımında etkinsizliğe dair bir kanıt getirmiyorlarsa ulaşılmış 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, görece olarak etkinsizdir. Bu karar birimlerinin görece etkinlik değerleri sınıra olan uzaklıkları temsil etmektedir. En iyi gözlem kümesini oluşturan karar birimlerinin etkinlik değeri 1 olduğuna göre, görece olarak etkinsiz karar birimlerinin 1'den sapması ile görece etkinsizlik ölçüsü de elde edilmektedir.

*Referans Grupları:*

VZA'daki karşılaştırmalarda, etkin karar birimleri temel alınmaktadır. Yöntem, etkin olmayan karar birimlerinin, görece 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 değerleri 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 [27]. Karar birimleri üzerinde muhtemel iyileştirme, önlem alma, düzenleme gibi konular açıklık kazanmaktadır [47].

#### **4.4. VZA'da Temel Modeller**

VZA model seçiminde esas olan, sınırlayıcı kısıtlar altında, amaç fonksiyonun maksimizasyon ya da minimizasyonudur.

VZA' da, zarflama şekli ve etkin olmayan birimlerin etkin üretim sınırına olan uzaklıklarına göre farklı modeller tanımlanmıştır [49].

Zarflama şekli ile ilgili olarak:

1. 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından Ölçeğe Göre Sabit Getiri (girdilerin bileşim oranı değerştirilmeden kullanılan girdiler £ kat artırıldığında, çıktıların da £ kat arttığı-Constant Return to Scale- CRS) varsayımı altında,
2. 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper tarafından Ölçeğe Göre Değerşken Getiri (girdilerin bileşim oranı değerştirilmeden kullanılan girdiler £ kat artırıldığında, çıktıların £'den farklı oranda arttığı Variable Return to Scale - VRS) varsayımı altında modeller tanımlanmıştır.

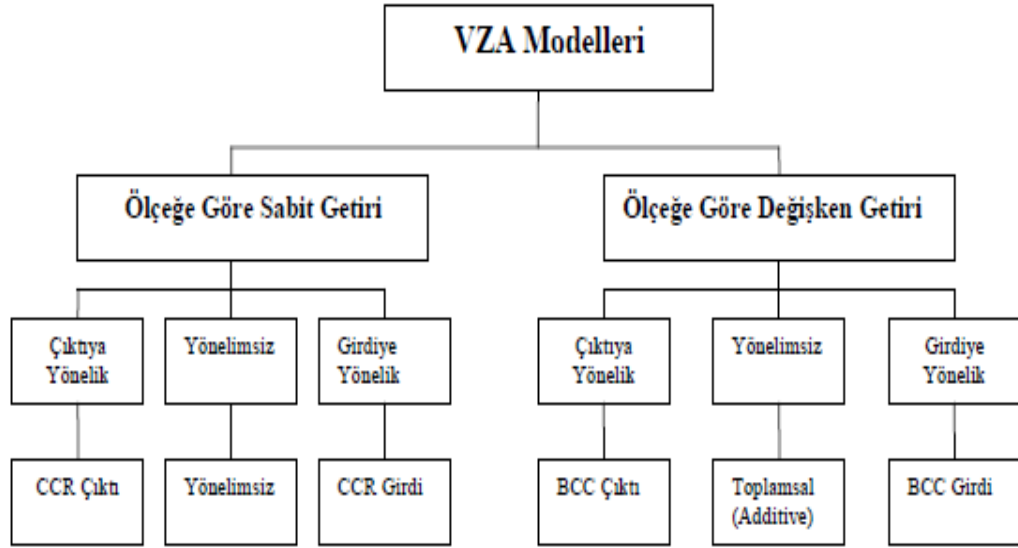
Etkin olmayan birimlerin etkin üretim sınırına olan uzaklıklarına göre;

1. Girdiye yönelik (Çıktı seviyesini değiştirmeden, bu çıktı düzeyini en etkin şekilde elde etmek için girdi bileşiminin ne kadar azaltılması gerektiğini araştıran model).
2. Çıktıya yönelik (Girdi seviyesini değiştirmeden, bu girdi düzeyi ile işletmeyi etkin hale getirebilmek için çıktı bileşiminin ne kadar artırılması gerektiğini araştıran model) VZA modelleri tanımlanmıştır.

Veri Zarflama Analizinde pek çok model kullanılmaktadır. Bunlar:

- CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Modeli
- BCC (Banker-Charnes-Cooper) Modeli
- Ölçeğe Göre Sabit Getirili Model (Constant Return Scale Model) (CRS)
- Ölçeğe Göre Değişken Getirili Model (Variable Return Scale Model) (VRS)
- Ölçeğe Göre Azalan Getirili Model (Decreasing Scale Model) (DRS)
- Ölçeğe Göre Artan Getirili Model (Increasing Return Scale Model) (IRS)
- Toplamsal Model (Additive Model)
- Aylak Tabanlı Ölçüm Modeli (Slacks Based Measurement Model) (SBM)
- Süper Aylak Tabanlı Model (Super Slacks Based Model) (SupSBM)

Ölçek türlerini esas alan Veri Zarflama Modelleri Şekil 4.2'de belirtilmektedir [50].



Şekil 4.2. VZA modelleri

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 [47,51].

*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) BCC (Banker-Charnes-Cooper) Modeli:*

CCR Modelinin, ölçeğe göre değişken 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, Charnes ve Cooper'ın geliştirdiği BCC modeli kolaylığı nedeniyle en çok kullanılan VZA modelleridir[36]. Bu nedenle CCR ve BCC 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 [36, 45, 52-55].

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,
- $\varepsilon$ : yeterince küçük pozitif bir sayı (örneğin 0,00001),
- $\alpha$ : Büzülme katsayısı (Çıktı miktarında bir değişiklik yapmadan girdi miktarının ne kadar azaltılabileceğini gösterir.),
- $\beta$ : Genişleme katsayısı (Girdi miktarında bir değişiklik yapmadan çıktı miktarının ne kadar arttırılabileceğini gösterir.)
- $\lambda_j$ : 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,

$$E_k = \min \alpha - \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - \alpha X_{ik} = 0$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_i^+ - Y_{rk} = 0$$

$$\lambda_j \geq 0, S_i^- \geq 0, S_r^+ \geq 0$$

Çıktıya yönelik CCR model'inde formüller ise şöyledir;

1.Eşitlik: Kesirli Model,

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

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

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

2.Eşitlik: Doğrusal Model,

$$E_k = \min \left( \sum_{r=1}^p v_r X_{rk} \right)$$

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

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

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

3.Eşitlik: Zarflama Modeli,

$$E_k = \max \beta + \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - X_{ik} = 0$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_i^+ - \beta Y_{rk} = 0$$

$$\lambda_j \geq 0, S_i^- \geq 0, S_r^+ \geq 0$$

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 [36-48].

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

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

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

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

#### 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 [36,45,52-55]. Denklemlerde CCR modellerinden farklı olarak;  $\mu_0$ : ölçeğe göre getirinin yönüyle ilgili değişken olarak tanımlanmaktadır. Modellerde yer alan  $\mu_0$  değişkeni ölçeğe göre değişken getiri kavramıyla ilgilidir. Modelin çözümünde  $\mu_0$  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  $\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1$  dışbükeylik kısıtı olduğu görülmektedir. Bu kısıt, etkinlik sınırının en iyi gözlemin çoklu doğrusal kombinasyonlarından oluşması ve görel etkinliğin daha esnek bir tanımlamaya kavuşması olarak açıklanmaktadır. [36].

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

1.Eşitlik: Kesirli Model,

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

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

$u_r \geq \varepsilon$ ,  $v_i \geq \varepsilon$ ,  $\mu_0$ : serbest

2.Eşitlik: Doğrusal Model,

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

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

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

$u_r \geq \varepsilon$ ,  $v_i \geq \varepsilon$ ,  $\mu_0$ : serbest

3.Eşitlik: Zarflama Modeli,

$$E_k = \min \alpha - \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - \alpha X_{ik} = 0$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_r^+ - Y_{rk} = 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, S_i^- \geq 0, S_r^+ \geq 0$$

Çıktıya yönelik BCC modelinde ise formüller şöyledir;

1.Eşitlik: Kesirli Model,

$$E_k = \min \frac{\left( \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} - \mu_0 \right)}{\left( \sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right)}$$

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

$u_r \geq \varepsilon$ ,  $v_i \geq \varepsilon$ ,  $\mu_0$ : serbest



2.Eşitlik: Doğrusal Model,

$$E_k = \min \left( \sum_{r=1}^m v_r X_{rk} \right) - \mu_0$$

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

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

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

3.Eşitlik: Zarflama Modeli,

$$E_k = \max \beta + \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - X_{ik} = 0$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_i^+ - \beta Y_{rk} = 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad S_i^- \geq 0, \quad S_r^+ \geq 0$$

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 [46].

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

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

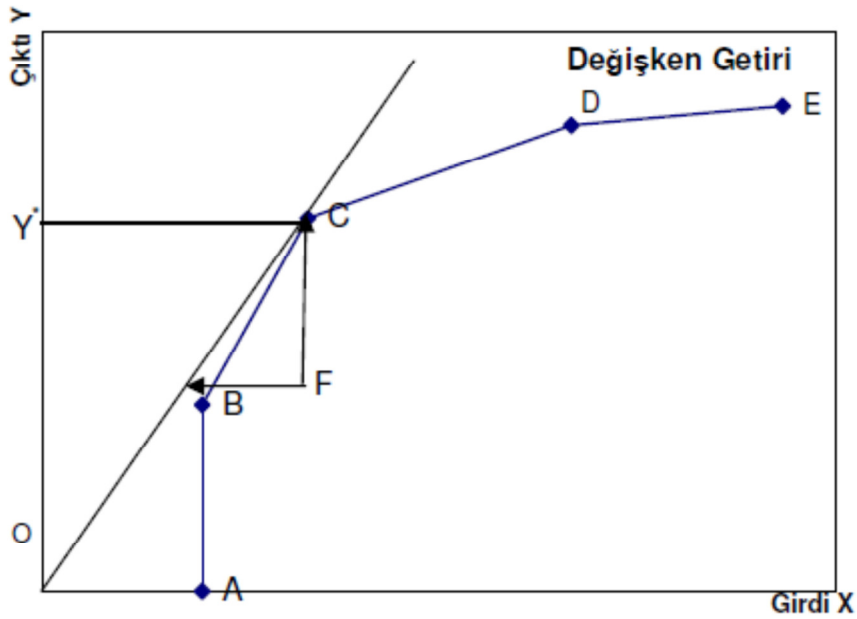
Veya,

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

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

### 4.4.3. Ölçek etkinliği

Parametresiz yaklaşımın ilk uygulamaları ölçeğe göre sabit getirili üretim varsayımından yola çıkan doğrusal programlamalar olmuştur. Ancak, birçok ekonomist bu varsayımları fazla kısıtlayıcı bulduklarından, VZA yerine alternatif istatistiksel yöntemler kullanmayı tercih etmişlerdir. Ancak, Banker ve Thrall'ın [56]; Fare, Grosskopf ve Lovell'in [57]; Banker [58]; Banker, Charnes ve Cooper'ın [59] ve Banker, Charnes, Cooper ve Schinnar'ın [60] tarihli çalışmaları bu doğrusal programlama yaklaşımını daha geniş referans teknolojilerini kapsayacak şekilde geliştirerek daha geniş uygulama alanı kazandırmışlardır. VZA ölçek etkinliği konusunda da bilgi üretebilen bir tekniktir. Eğer ağırlıklar toplamı 1'e eşit olacak şekilde kısıtlanırsa ( $\lambda_c^* = 1$ ) etkinlik sınırı ölçeğe göre azalan artan ve sabit getirileri içerecek şekilde bir değişken getirili özelliğe sahip olabilmektedir. Buna göre bir karar biriminin teknik etkinliğini koruması şartı ile ölçeğindeki artış toplam etkinliğini artırıyorsa bu karar birimi için ölçeğe göre artan getiri, toplam etkinliğini azaltıyorsa ölçeğe göre azalan getiri vardır (variable return to scale-VRS). Diğer yandan bir karar biriminin teknik etkinliğini koruması şartıyla ölçeğindeki artış ya da azalış toplam etkinliğini değiştirmiyorsa bu karar birimi için ölçeğe göre sabit getiri (constant return to scale-CRS) vardır denir. Şekil 4.2'de artan ve azalan ölçeğe göre getiri mümkün olduğundan etkinlik sınırı üzerinde ölçek etkinliğine sahip olmayan karar birimleri de bulunabilmektedir. Örneğin B karar birimi (ölçeğe göre artan getirili), D karar birimi ve E karar birimi (ölçeğe göre azalan getirili) ölçek etkinliğine sahip olmasalar dahi verili ölçeğe göre teknik verimliliğe sahiptirler. Sonuç olarak elde edilen etkinlik sınırı parçalı doğrusal bir niteliğe sahip olan ABCDE sınırındadır.



Şekil 4.3. Ölçeğe göre değişen getiri

Her bir parçada ölçeğe göre değişmekte ve her bir parça dual programın bir kısıtının çözümüne denk düşmektedir. Ölçek etkinliğine sahip karar birimine (C) göre daha düşük girdi-çıktı kombinasyonu seviyelerinde, yani BC doğru parçası boyunca, ölçeğe göre artan getiri vardır; daha yüksek çıktı-girdi kombinasyonlarında ise ölçeğe göre azalan getiri görülmektedir. Ölçek etkinliğine sahip olan karar birimi C ise hem değişken getirili hem de sabit getirili etkinlik sınırları üzerinde bulunmakta ve gerçekte bunların kesiminde yer almaktadır.

Şekil 4.3'teki gözlem kümesinden hareketle ölçeğe göre sabit getiri varsayımı yapılırsa 0 ile C noktasından geçen doğru parçası teknik etkinlik sınırını oluşturacaktır. Buna göre, ölçeğe göre değişen getiri varsayımı altında etkin görünen ve etkinlik sınırında bulunan B ve D noktaları ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında etkin olmayan görünmektedir.

Ölçek etkinliği CRS etkinlik skoru ile VRS etkinlik skoru arasındaki aralığın ölçümünü yapmaktadır. Herhangi bir KVB için ölçek etkinliği VRS

varsayımlarına göre elde edilen etkinlik skorunun CRS etkinlik skoruna bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Ölçek etkinlik skorunun 1'den küçük olması ölçek etkinsizliğine, 1'e eşit olması aynı zamanda CRS etkinlik skoru ile VRS etkinlik skorunun 1'e eşit olması durumunda karar biriminin ölçek etkin olduğunu gösterir. Böylece yukarıdaki şekilde bulunan karar birimlerinden B ve D teknik olarak etkin ancak ölçek açısından etkin değildir. Burada yalnızca C karar birimi ölçek etkinliğine sahiptir [60]. Doğrusal programlama modelinde karar birimleri üzerindeki ağırlıkları 1'e eşitleyen kısıt etkinlik sınırının "en iyi gözlem" in çoklu doğrusal kombinasyonlarından oluşmasına ve göreliliğin daha az katı bir şekilde tanımlanmasına olanak tanır. Çünkü bu kez ölçeğe göre artan ve azalan durumlar da modelin içinde yani etkinlik sınırında yer alır. Genel olarak ölçeğe göre sabit getiri durumunda etkinlik karşılaştırması ortaya performansın daha düşük olduğu bir resim çıkarır. Çünkü bir karar biriminin "1" etkinlik değerine ulaşabilmesi için hem teknik etkinliğe hem de ölçek etkinliğine sahip olması gerekmektedir. Ölçeğe göre değişen getiri durumunda ise ölçek etkinliği olmayan bir birim eğer teknik etkinliğe sahipse "en iyi gözlem" olarak sınır üzerinde yer alabilir [61]. Dolayısıyla aynı karar birimi için teknik etkinlik ölçüsünün ölçeğe göre sabit getiri durumunda ölçeğe göre değişen getiri durumuna kıyasla daha düşük olduğu söylenebilir.

## 5. VZA UYGULAMA ve SONUÇLARI

VZA doğrusal programlama prensiplerine dayalı bir tekniktir. İlk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından, kamu kuruluşlarının teknik verimliliğini ölçmek ve karşılaştırmak amacıyla geliştirilmiştir. VZA, aynı girdileri kullanarak aynı çıktıları üreten aynı tip üreticilerin verimliliğini değerlendirmek üzere kullanılmaktadır. VZA'nın uygulama adımları Şekil 5.1'de verilmiştir.

Herhangi bir istatistiksel yöntem, merkezi eğilim yaklaşımıyla KVB'ni ortalama bir KVB'ne göre değerlendirirken, VZA tekniği, her bir KVB'ni yalnızca "**en iyi**" KVB'leri ile karşılaştırır. Charnes, Cooper ve Rhodes farklı karar birimlerine ait girdi ve çıktılar için ortak ağırlıklar belirlemenin sakıncalı olduğu ve farklı karar birimlerinin girdi ve çıktılarının farklı şekilde ağırlıklandırılabilceği önerisini getirmiştir. Örneğin görel verimliliği karşılaştırılmak istenen okulların çıktıları arasında müzik ve spor dallarında başarının yer aldığını göz önüne alırsak, farklı okulların bu dallardan herhangi birine verdiği önemin, diğerlerinden farklı olabileceğini düşünebiliriz.

### VZA Uygulama Amaçları

- Karşılaştırılan birimlerin her biri için girdi-çıkıtı boyutlarından herhangi birinde görel etkinsizlik kaynaklarının ve miktarının belirlenmesi,
- Etkinliğe göre birimlerin sınıflandırılması,
- Karşılaştırılan birimlerin yönetimlerinin değerlendirilmesi,
- İşletmeyle ilişkisi olan organizasyonların (tedarikçiler) verimlilik değerlendirmesi,

- Değerlendirilen birimlere kaynakların tahsis edilmesinde niceliksel bir temel oluşturulması,
- Geçmiş yıllara göre karar birimlerinin performanslarındaki değişimlerin değerlendirilmesi,
- Önceki çalışmalardaki sonuçların karşılaştırılması.

### Veri Zarflama Modelleri

- Zarflama Modelleri
  - Girdiye yönelik / Çıktıya yönelik
  - Zarflama modelinin duali, ağırlıklı modeli verir
- Ağırlıklı Veri Zarflama Modelleri
  - Girdiye yönelik / Çıktıya Yönelik
  - Oransal (doğrusal olmayan) – Ağırlıklı (doğrusallaştırılmış)

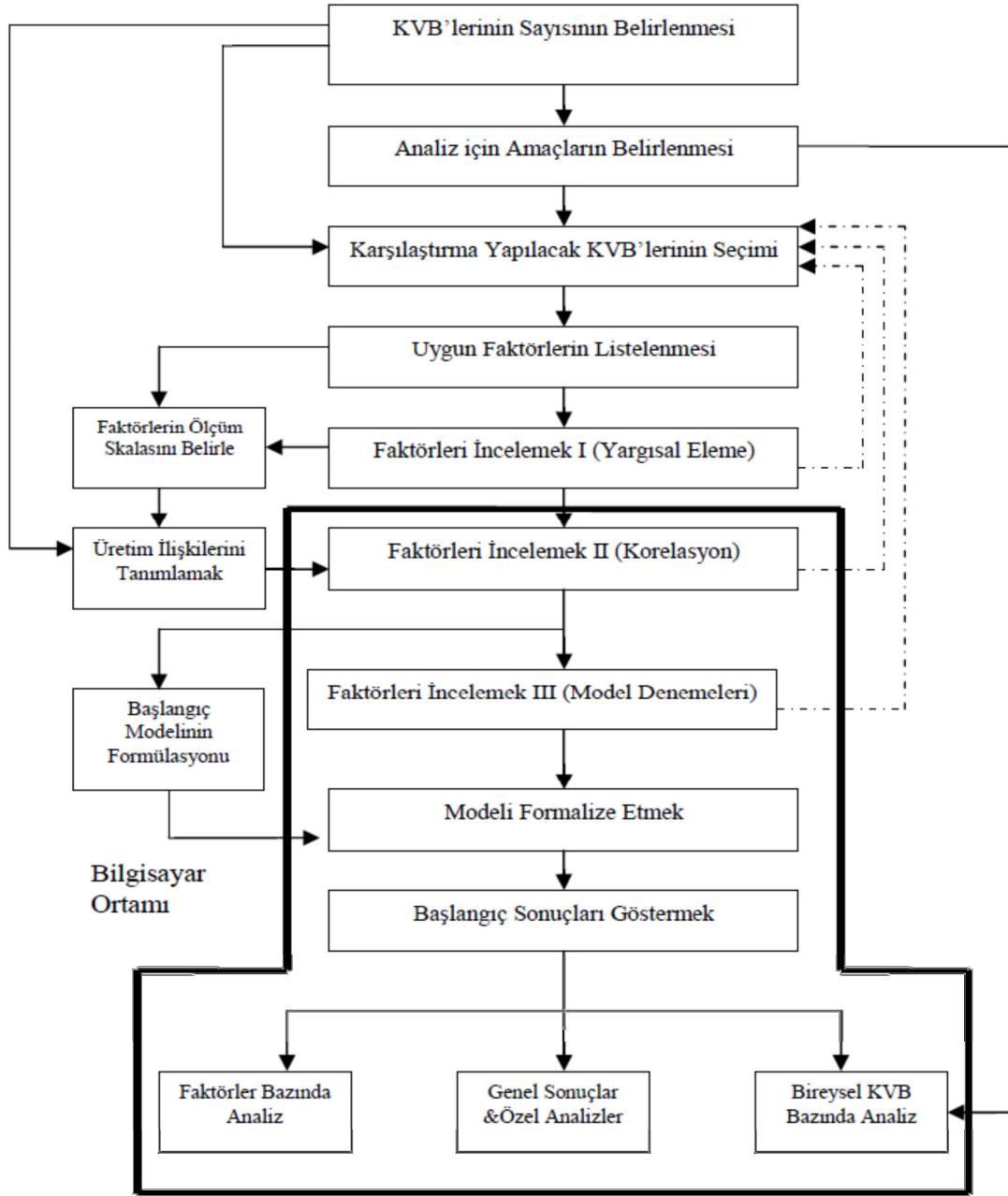
Bu çalışmada dikkate alınan girdi ve çıktı bileşenleri Çizelge 5.1'de verilmiştir. Bu girdi ve çıktı bileşenlerine ilişkin 2000 ilâ 2007 yıllarına ait veriler Avrupa İstatistik Birliğinden (EUROSTAT) temin edilmiştir. Çalışmanın temel amacı temel enerji girdilerine göre sera gazı üretme potansiyelinin verimliliğini ölçmek olduğundan farklı girdi ve çıktılar dikkate alınarak farklı modeller oluşturulmuş ve sera gazının kaynağına göre girdiler belirlenmiştir. Bu amaçla elde edilen sonuçların irdelenmesi sonucu sera gazı üretimde rol oynayan enerji kaynak türlerinin belirlenmesi ve bunların sera gazı üretim miktarını azaltıcı önlemler önerilmiştir.

VRS etkinlik skorlarının lokal etkin, CRS skorlarının ise global etkin olması sebebiyle, CRS etkinlik skorlarının kullanılmasının daha gerçekçi bir değerlendirmeye sebep olacağı kanısına varılmıştır.

Seçilen modellerde etkinliği 100% den küçük olanlar inefficient 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.

Çizelge 5.1. Girdi ve çıktı değişkenleri

Değişkenler	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6
Toplam sera gazı emisyonları (milyon ton CO <sub>2</sub> eşdeğeri)	0					
Sera gazı emisyonları - Enerji sektörü(milyon ton CO <sub>2</sub> eşdeğeri)		0				
Sera gazı emisyonları - Ulaştırma sektörü(milyon ton CO <sub>2</sub> eşdeğeri)			0			
Nihai enerji tüketimi - sanayi sektörü (1000 tep)				0		
Nihai enerji tüketimi - hizmetler sektörü(1000 tep)					0	
Nihai enerji tüketimi - tarım sektörü(1000 tep)						0
Kömür ve kömür ürünleri (1000 tep)						
Turba(1000 tep)						
Ham petrol(1000 tep)						
Petrol ürünleri(1000 tep)						
Doğal gaz(1000 tep)						
Nükleer(1000 tep)						
Hidrolik(1000 tep)						
Jeotermal(1000 tep)						
Güneş/rüzgar/diğer(1000 tep)						
Yanabilir yenilenebilir ve atık (1000 tep)						
Tanımlanmamış yakıtlardan ısı üretimi (1000 tep)						



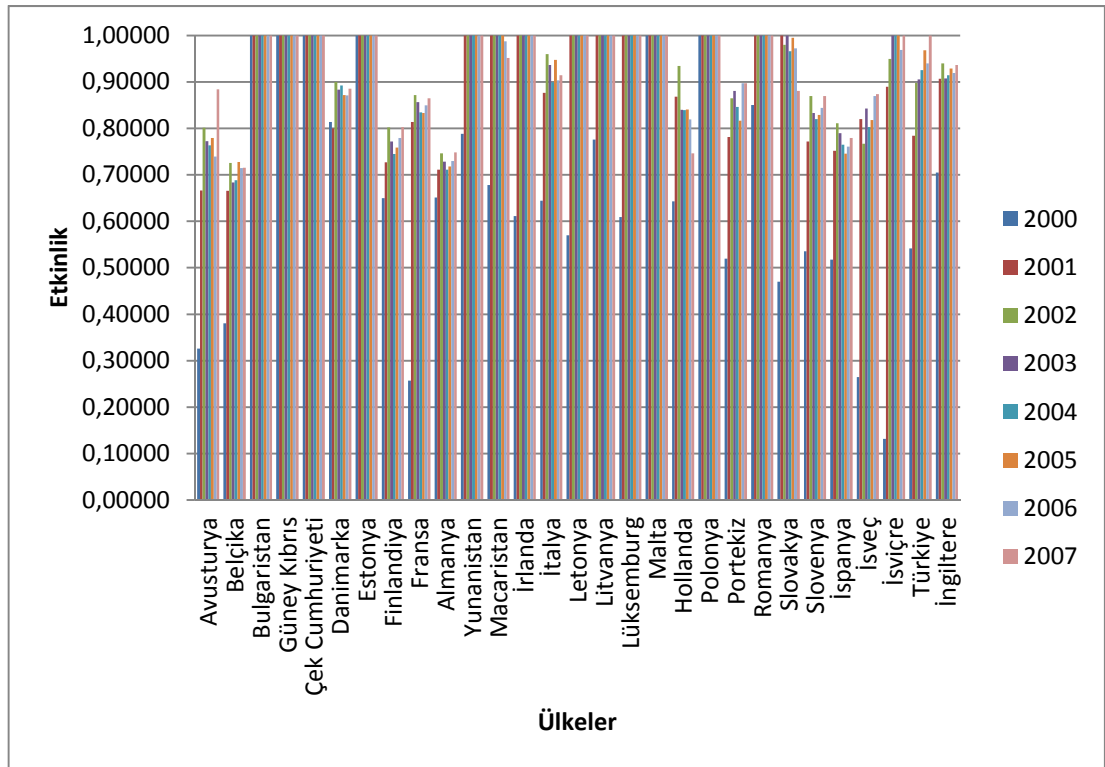
Şekil 5.1. VZA'nın uygulama adımları

### 5.1. Model 1 Sonuçları

VZA Model 1 kapsamında; CRS modeli için yapılan analiz sonuçlarına göre seçilen 27 AB ülkesi, İsviçre ve Türkiye'nin enerji kullanım kaynaklarını sera gazına dönüştürmeme başarısının dağılımı Şekil 5.2'de verilmiştir. Bu durumda etkinliği 1 olan ülkeler mevcut temel enerji kaynaklarını sera gazına



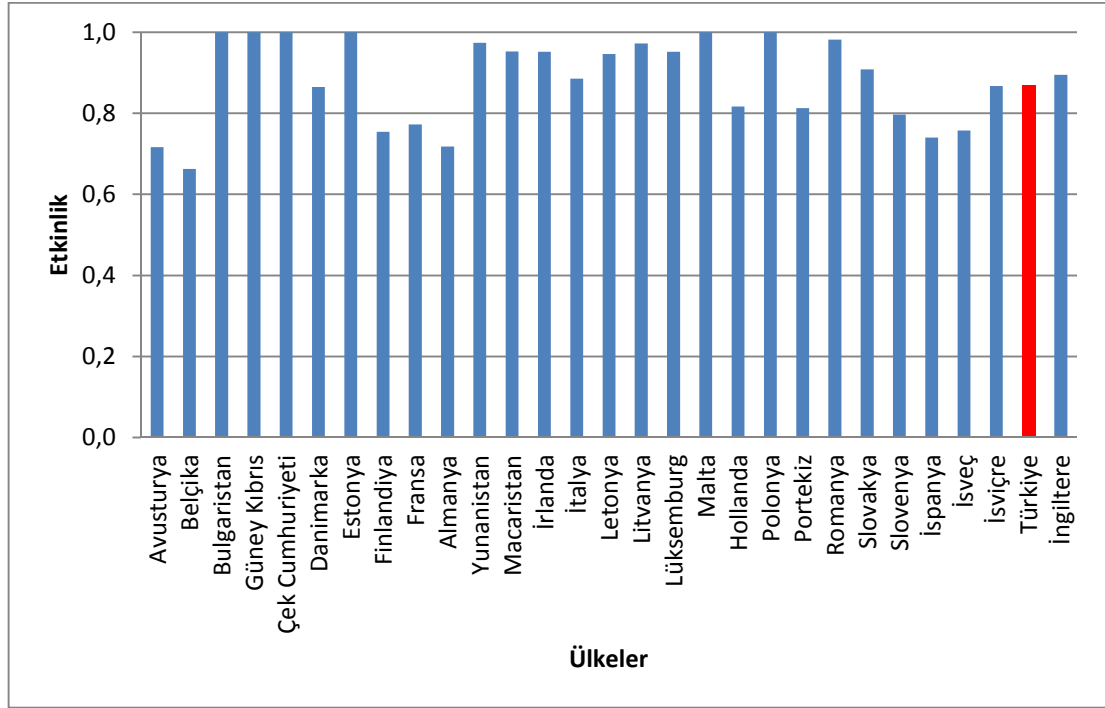
dönüştürmemede başarılı olmuşlardır. Etkinlik skorları 1 den küçük olan diğer ülkeler etkinlik skorlarını 1'e getirebilmek için sera gazı emisyonlarını azaltmak için teknolojik tedbirler almalı veya temel enerji kullanım miktarlarında kaynaklarını sera gazı üretmeyen nükleer, yenilenebilir ve hidroelektrik kaynaklara kaydırmaları gerekmektedir.



Şekil 5.2. Model 1 CRS etkinlik sonuçları

AB27 ve İsviçre ile birlikte ülkemizin 2000 – 2007 yıllarına ilişkin etkinlik değerleri incelendiğinde (Şekil 5.2), toplam sera gazı emisyonları bakımından ülkemiz etkin olmamakla birlikte, etkin olabilme yolunda etkinlik değerlerini 1'e doğru yükseltme eğilimindedir.

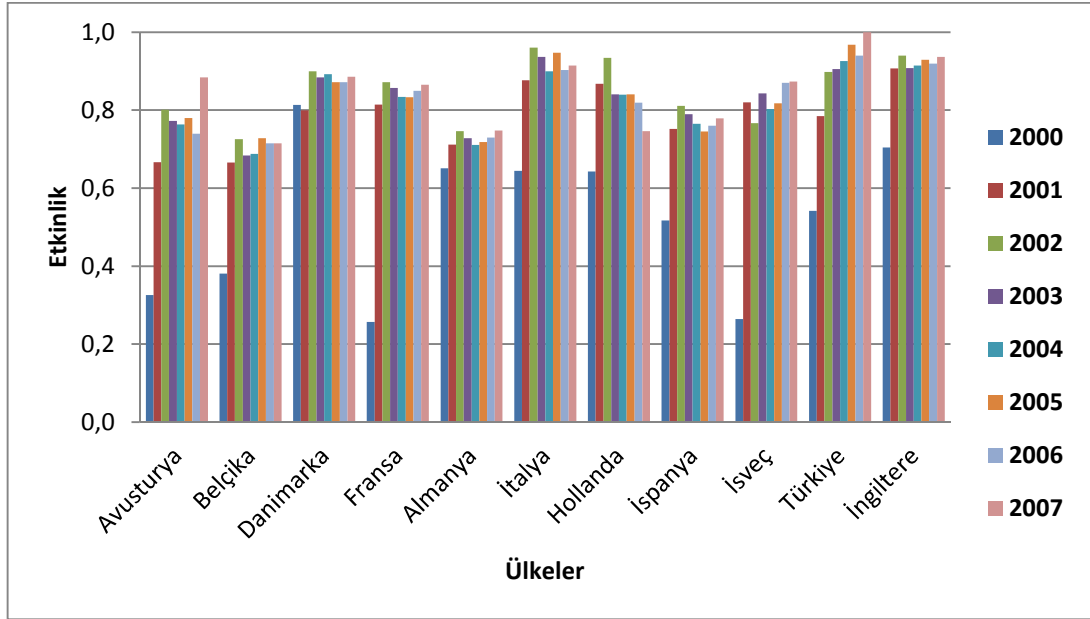
2000-2007 yılları arasındaki 8 yıllık ortalama değerler incelendiğinde (Şekil 5.3), ülkemizin etkinlik değerinin 0,87 seviyelerinde olduğu, bu seviyenin bazı AB ülkelerinin üzerinde olduğu ve çalışmada incelenmiş 29 ülkenin ortalaması olan 0,88 etkinlik seviyesine çok yakın olduğu tespiti yapılmıştır.



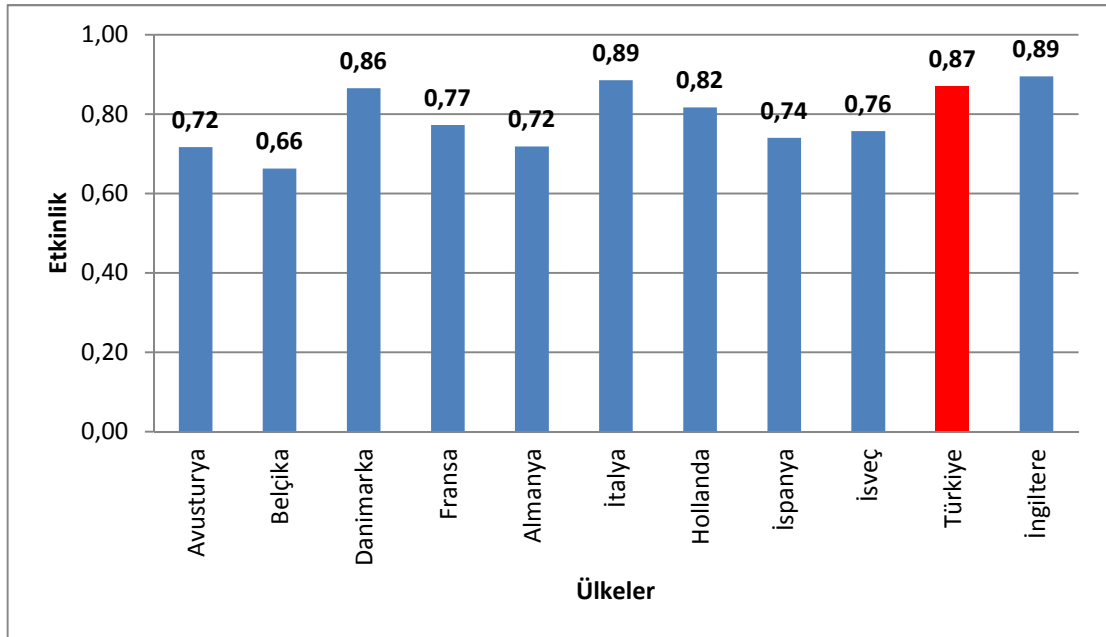
Şekil 5.3. Model 1 CRS sonuçlarının 2000-2007 yılları ortalaması

AB-27 ülkeleri arasından, diğerlerine göre daha gelişmiş olduğu kabul edilen 10 ülke (G10: Avusturya, Belçika, Danimarka, Fransa, Almanya, İtalya, Hollanda, İspanya, İsveç, İngiltere) seçilerek, söz konusu 10 ülkenin etkinlik verileri, ülkemiz verileri ile mukayese edilmiştir. Söz konusu 10 ülkenin hiçbirisi, etkin sayılabilecek verilere sahip değildir. Bununla birlikte, yapılan çalışma sonrasında ülkemizin 2007 verileri etkin olarak karşımıza çıkmıştır (Şekil 5.4). Gelişmiş 10 ülkenin yıllar içerisindeki etkinlik skorlarına bakıldığında Türkiye'nin enerji kaynaklarını sera gazı üretmeme potansiyeli bakımından etkin kullandığı görülmektedir.

Gelişmiş 10 ülke ile ülkemiz verilerinin 8 yıllık ortalamalarına baktığımızda, hiçbir ülkenin etkin olmadığını, ülkemiz etkinlik verilerinin ise 0,79 olan 11 ülke ortalamasının çok üzerinde olduğu görülmektedir (Şekil 5.5).

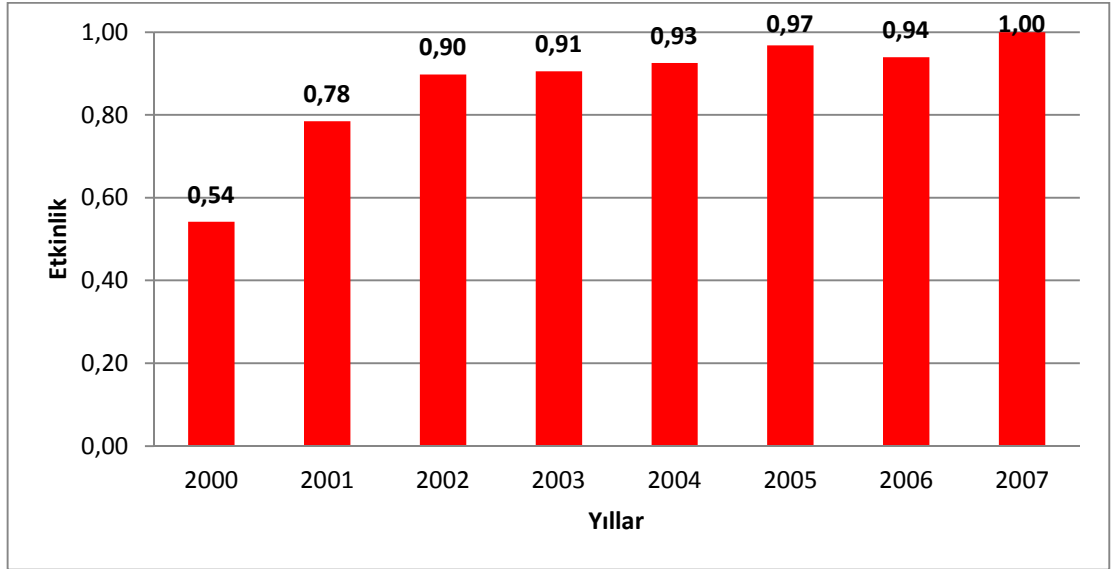


Şekil 5.4. Model 1 CRS sonuçlarının G10 ülke sıralaması



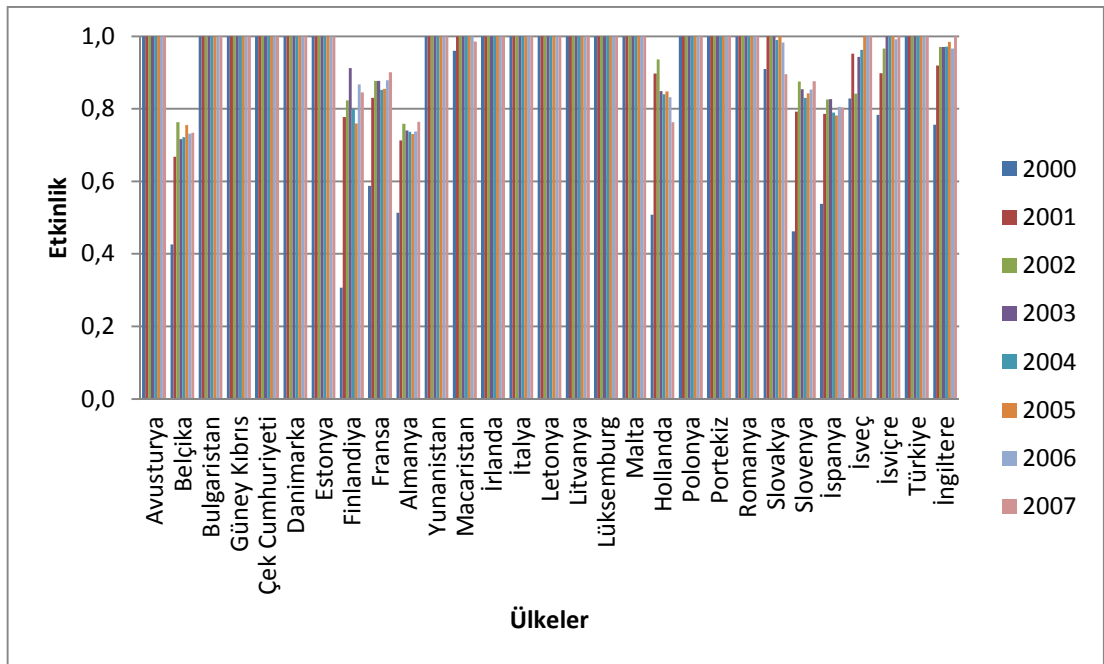
Şekil 5.5. Gelişmiş 10 ülkenin 2000-2007 yılları ortalama etkinlik skorları

Şekil 5.6'dan görüleceği üzere, yapılan çalışma sonucunda ülkemizin etkinlik verilerinin 2000 yılına göre büyük bir gelişme kaydederek 2007 yılında 100 % etkin hale geldiği tespiti yapılmıştır.



Şekil 5.6. Türkiye'nin Model1 sonuçlarının yıllara göre dağılımı

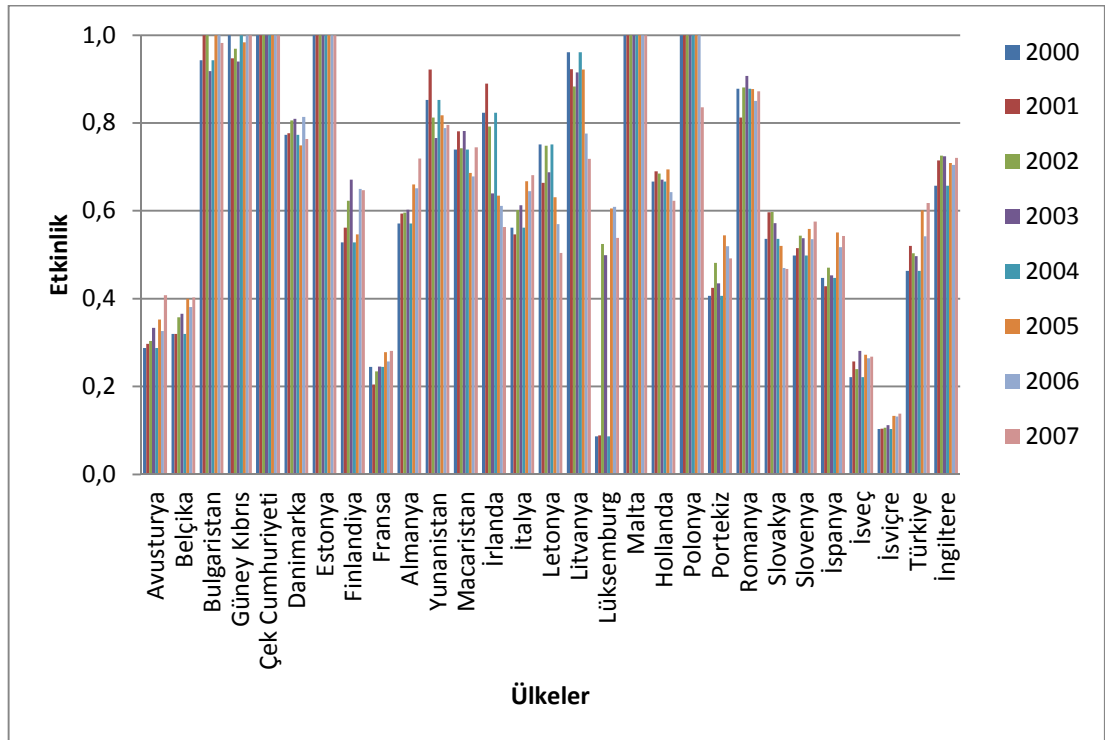
Değerlendirmelerde Model 1 analiz sonuçlarının VRS etkinlik skorları, CRS etkinlik skorları ile karşılaştırma amacıyla Şekil 5.7'de gösterilmiştir. VRS skorlarının lokal etkin olması ülkeleri karşılaştırmada gerçekçi bir yaklaşım olmamaktadır. Bunun yerine global etkinlik skorları taşıyan CRS sonuçlarını değerlendirmek daha yerinde olacaktır.



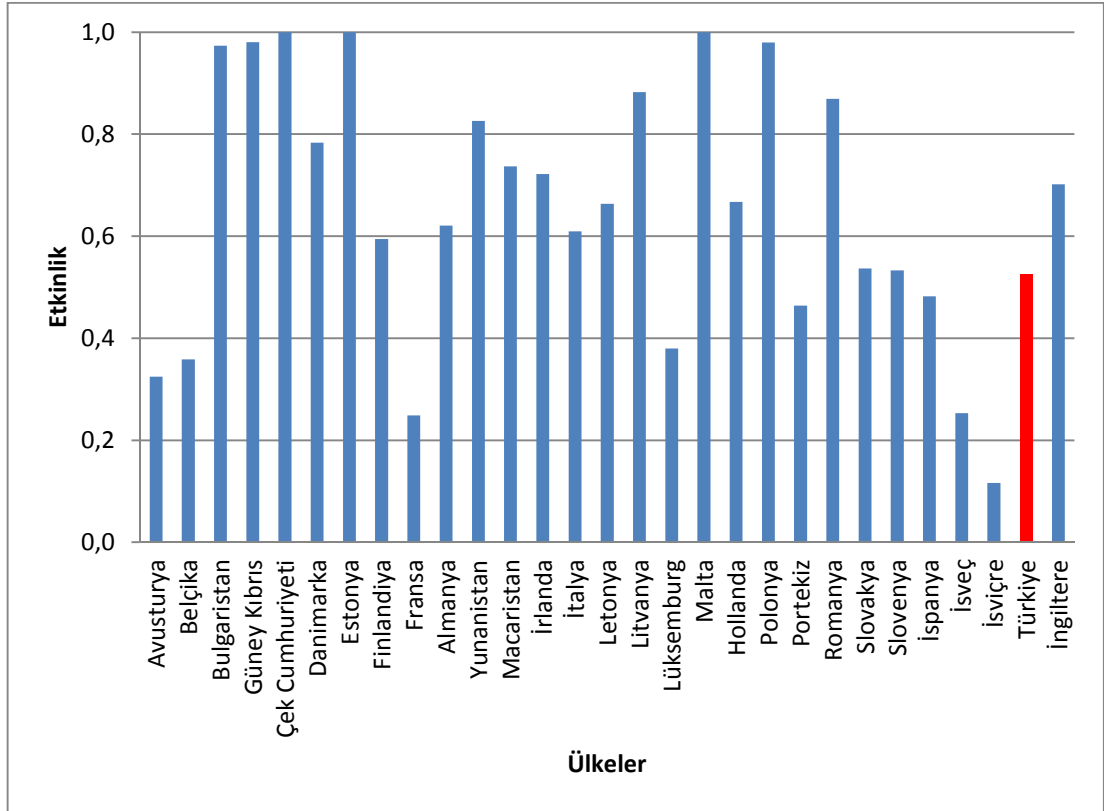
Şekil 5.7. Model 1 VRS etkinlik skorları

## 5.2. Model 2 Sonuçları

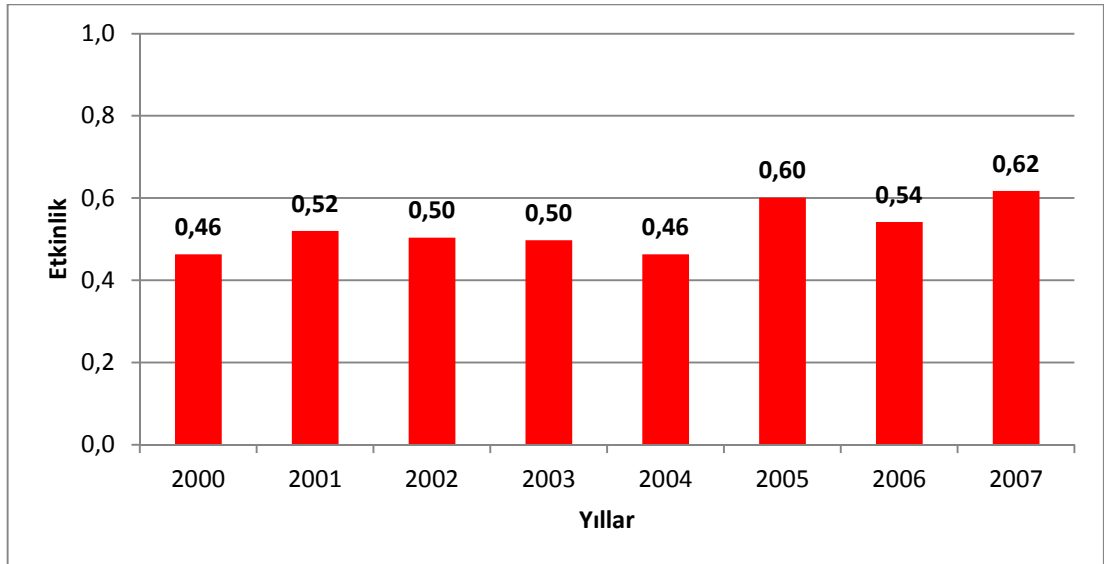
Model 2 sonuçlarına göre seçilen yıllar için CRS etkinlik analizi sonuçlarına bakıldığında (Şekil 5.8), Çek Cumhuriyeti, Estonya, Malta ve Polonya etkin ülkelerdir (yani etkinlik skorları 1'dir). Türkiye'nin etkinliği son yıllarda artsa da 0,6 civarındadır. Bu da mevcut enerji kaynaklarının enerji dönüşümü esnasında sera gazı üretmemede başarısız olduğu anlamını taşır. Ayrıca enerji bazlı sera gazı üretiminde mevcut enerji kaynaklarının çevrim esnasında yeteri kadar teknolojik gelişimi takip etmediği anlamını da oluşturur. Yıllar ortalamasına bakıldığında 0.51 civarında bir skora sahiptir (Şekil 5.9). Yani %49 oranında diğer ülkelere göre sera gazı üretiminde enerji sektöründe fazlalığı olduğu anlamına gelir. Yıllar içerisinde Türkiye'nin skorlarındaki değişimler stabil olmakla beraber Şekil 5.10'da verilmiştir.



Şekil 5.8. Model 2 CRS etkinlik sonuçları



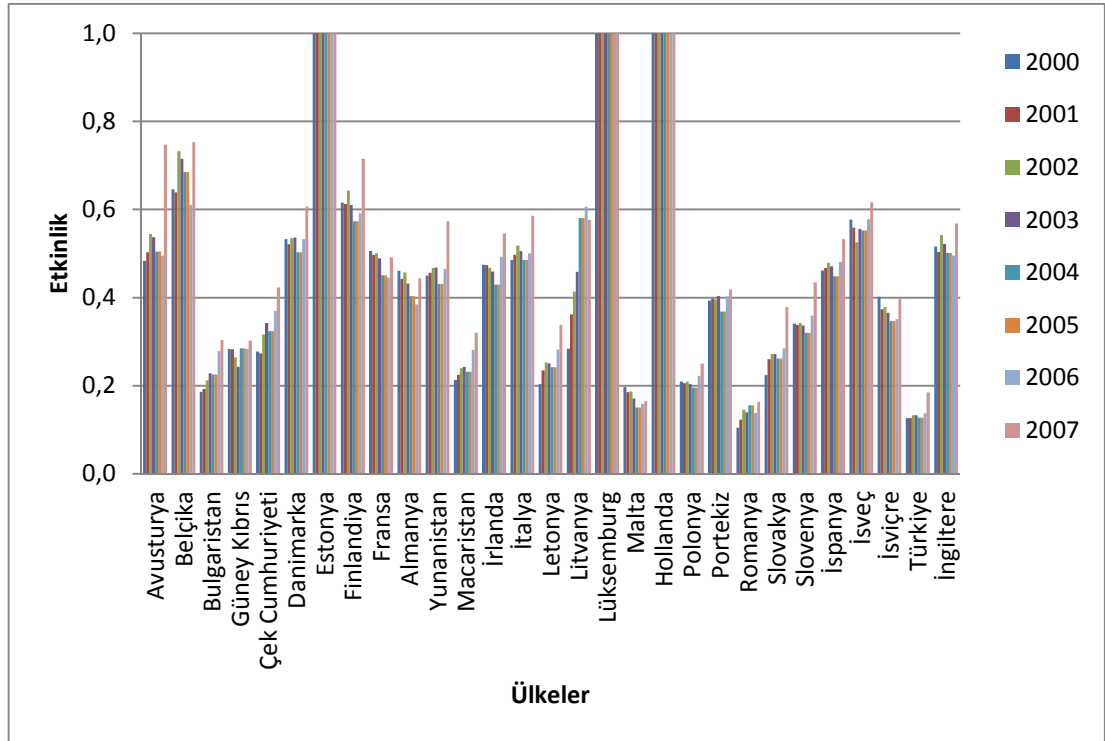
Şekil 5.9. Model 2 CRS sonuçlarının 2000-2007 yılları ortalaması



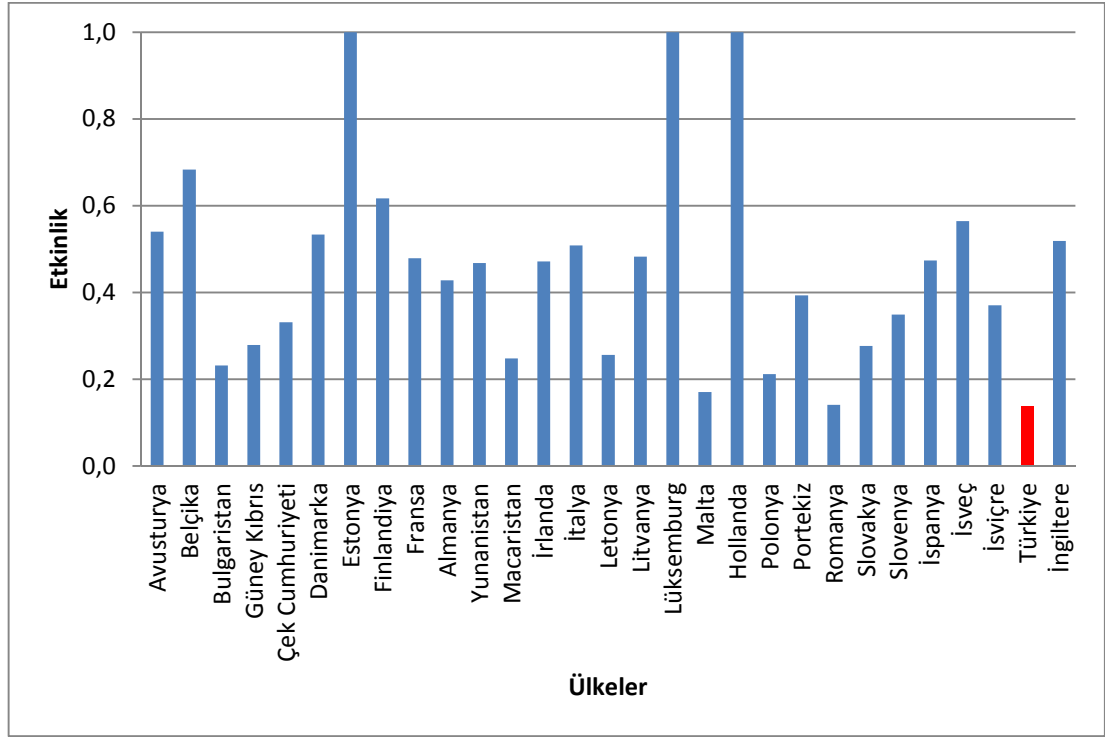
Şekil 5.10. Model 2 CRS sonuçları Türkiye skorlarının dağılımı

### 5.3. Model 3 Sonuçları

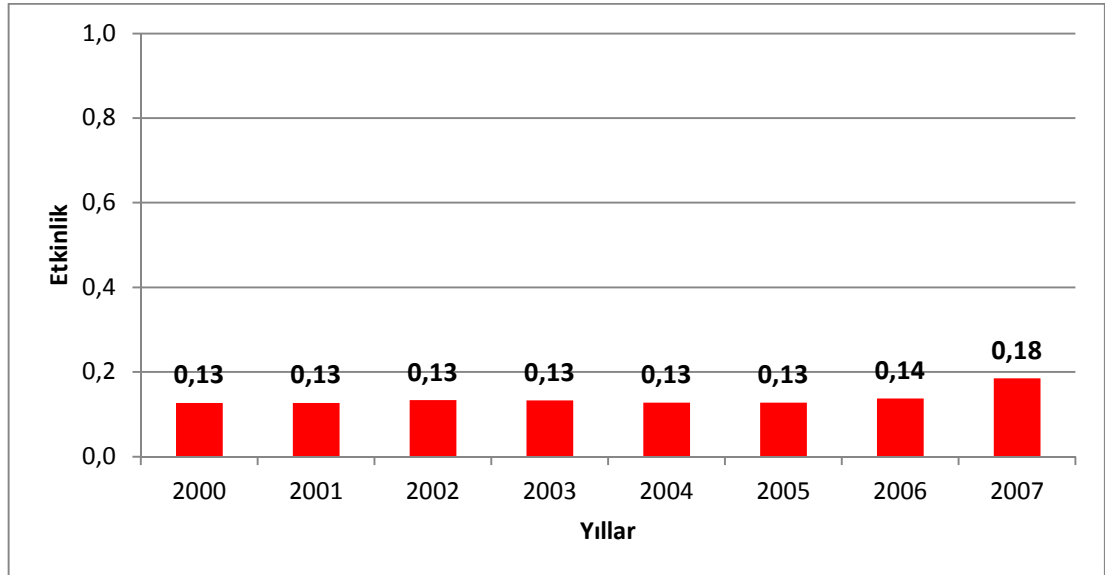
Model 3 sonuçlarına göre seçilen yıllar için CRS etkinlik analizi sonuçlarına bakıldığında (Şekil 5.11), Lüksemburg, Estonya ve Hollanda etkin ülkelerdir (yani etkinlik skorları 1'dir). Türkiye'nin etkinliği son yıllarda artsa da 0,1 civarındadır. Bu da petrol ürünlerinden oluşan ulaşım sektörü sera gazı emisyonu üretmeme de başarılı olunamadığını diğer ülkelere göre %90'lar oranında sera gazı fazla üretildiğini göstermekte olup oldukça başarısız bir sektör olarak karşımıza çıkmaktadır. Mevcut trafikteki araçlarda sera gazı bakımından önlemler alınması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. 2000-2007 yıllar ortalamasına bakıldığında 0.1 civarında bir skora sahiptir (Şekil 5.12). Diğer ülkelere göre en düşük ortalamaya sahip ülkedir. Yıllar içerisinde Türkiye'nin skorlarındaki değişimler stabil olmakla beraber değişim Şekil 5.13'te verilmiştir.



Şekil 5.11. Model 3 CRS etkinlik sonuçları



Şekil 5.12. Model 3 CRS sonuçlarının 2000-2007 yılları ortalaması

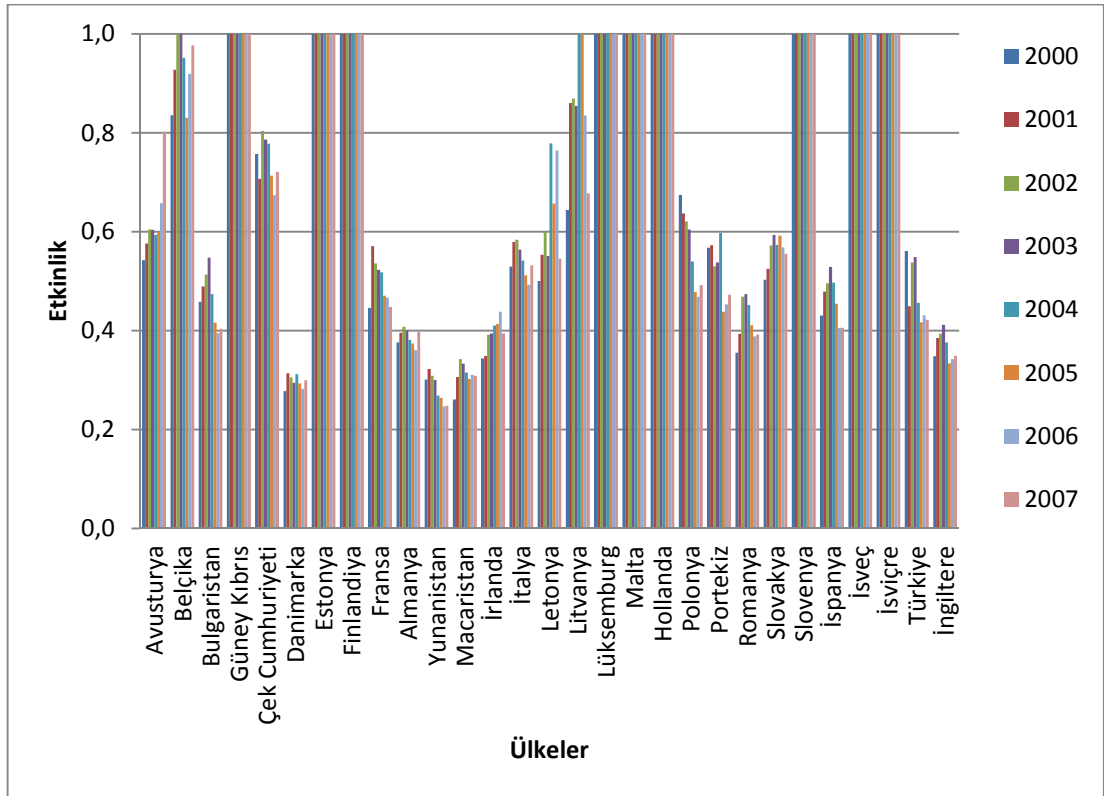


Şekil 5.13. Model 3 CRS sonuçları Türkiye skorlarının dağılımı

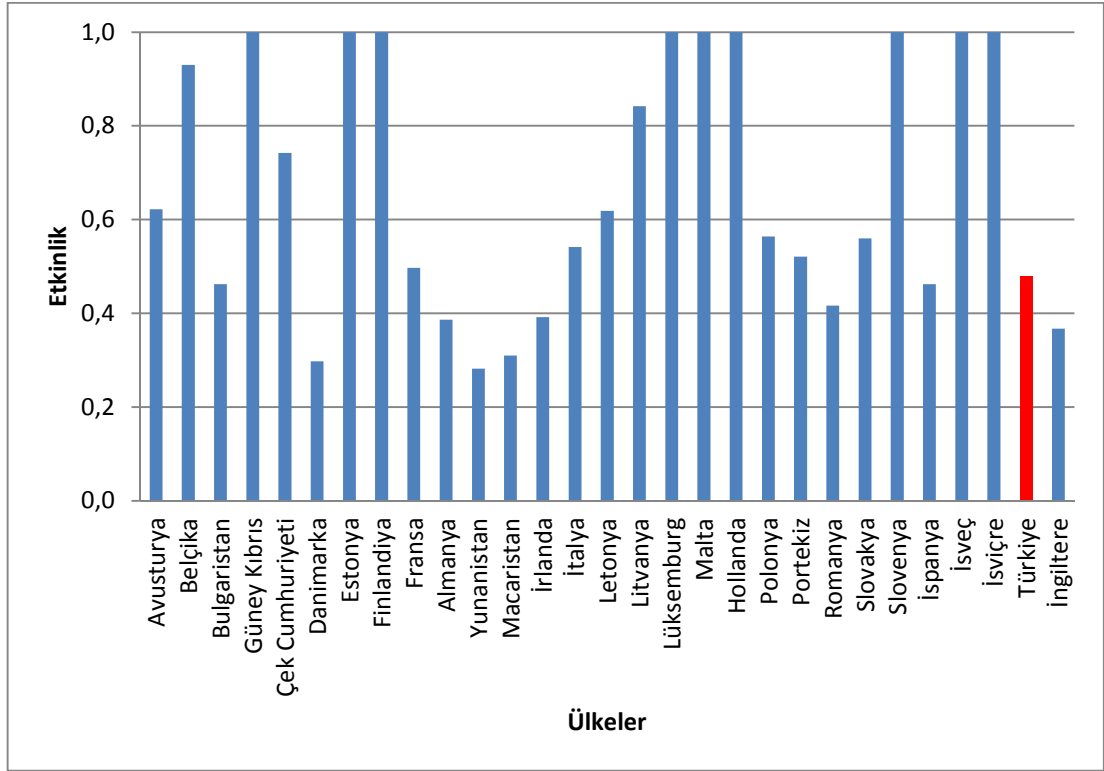


#### 5.4. Model 4 Sonuçları

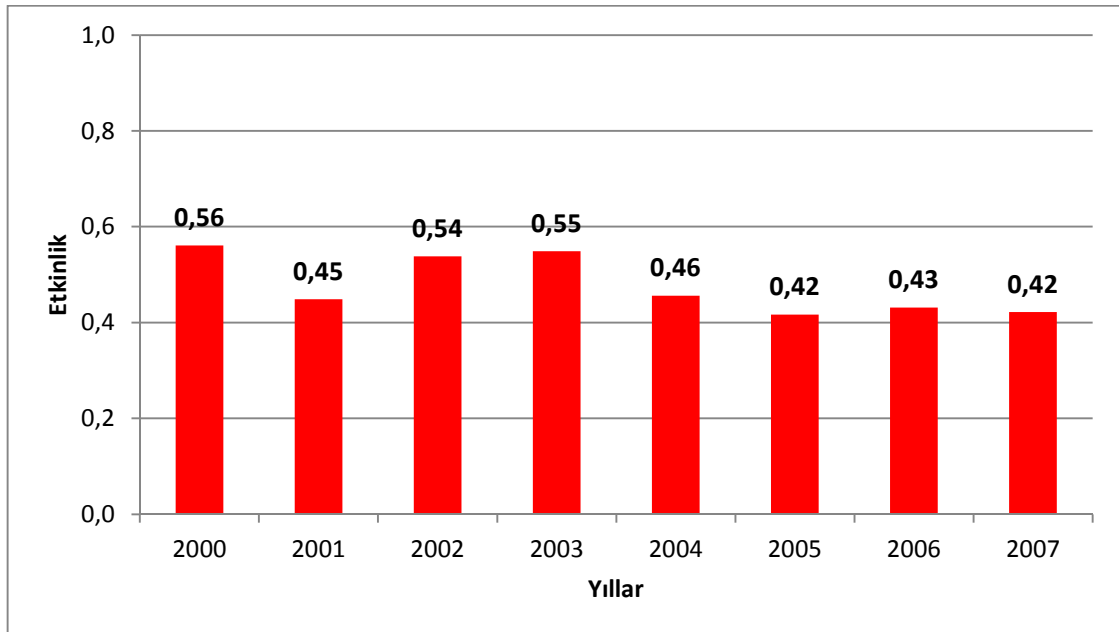
Model 4 sonuçlarına göre seçilen yıllar için CRS etkinlik analizi sonuçlarına bakıldığında (Şekil 5.14), Güney Kıbrıs, Finlandiya, Lüksemburg, Estonya, Malta, Slovenya, İsveç, İsviçre ve Hollanda etkin ülkelerdir (yani etkinlik skorları 1'dir). Türkiye'nin etkinliği son yıllarda artsa da 0,4 civarındadır. Bu da enerji kaynaklarının sanayi sektöründe sera gazı emisyonu üretmeme de başarılı olunamadığını diğer ülkelere göre %60'lar oranında sera gazı fazla üretildiğini göstermekte olup oldukça başarısız bir sektör olarak karşımıza çıkmaktadır. 2000-2007 yıllar ortalamasına bakıldığında 0.45 civarında bir skora sahiptir (Şekil 5.15). Yıllar içerisinde Türkiye'nin skorlarındaki değişimler yıllara göre azalma eğilimi göstermektedir (Şekil 5.16).



Şekil 5.14. Model 4 CRS etkinlik sonuçları



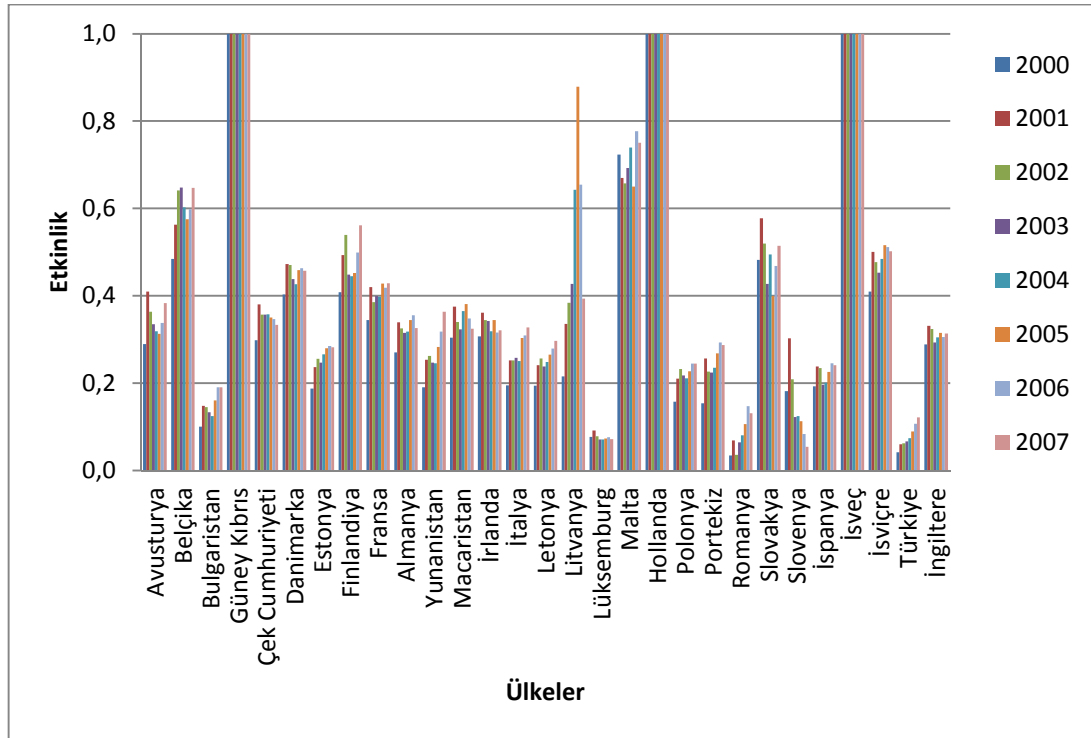
Şekil 5.15. Model 4 CRS sonuçlarının 2000-2007 yılları ortalamaları



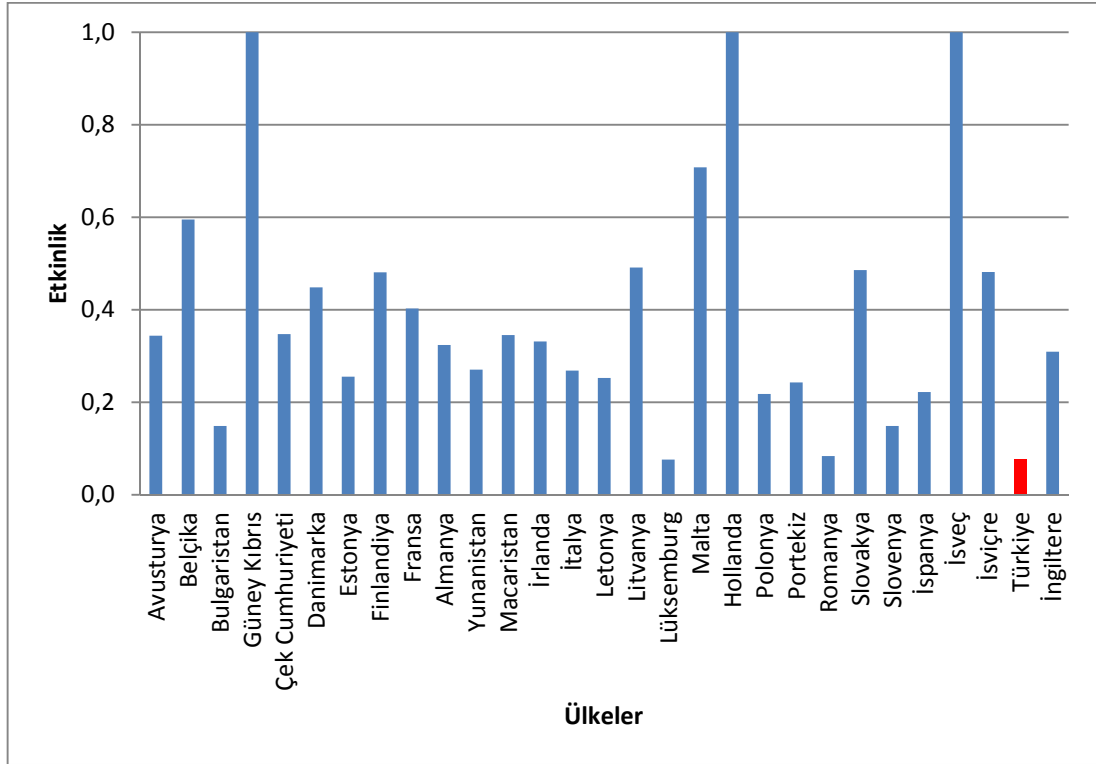
Şekil 5.16. Model 4 CRS sonuçları Türkiye skorlarının dağılımı

### 5.5. Model 5 Sonuçları

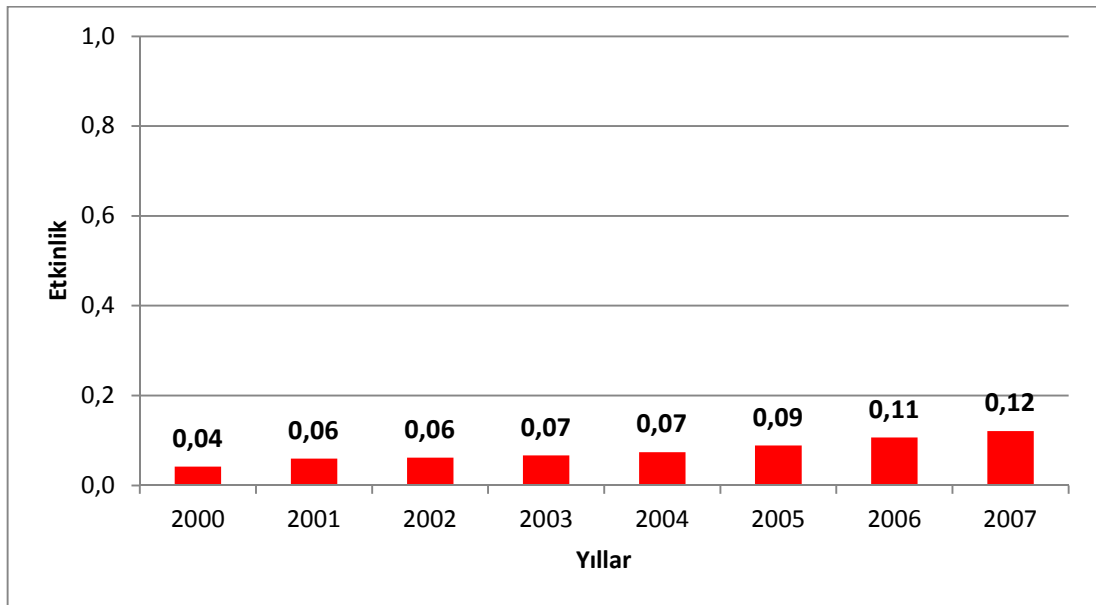
Model 5 sonuçlarına göre seçilen yıllar için CRS etkinlik analizi sonuçlarına bakıldığında (Şekil 5.17), Güney Kıbrıs, İsveç ve Hollanda etkin ülkelerdir (yani etkinlik skorları 1'dir). Türkiye'nin etkinliği son yıllarda artsa da 0,1 civarındadır. Bu da enerji kaynaklarının hizmet sektöründe sera gazı emisyonu üretmeme de başarılı olunamadığını diğer ülkelere göre %90'lar oranında sera gazı fazla üretildiğini göstermekte olup oldukça başarısız bir sektör olarak karşımıza çıkmaktadır. 2000-2007 yıllar ortalamasına bakıldığında 0.1 civarında bir skora sahiptir (Şekil 5.18). Yıllar içerisinde Türkiye'nin skorlarındaki değişimler yıllara göre artma eğilimi göstermektedir (Şekil 5.19).



Şekil 5.17. Model 5 CRS etkinlik sonuçları



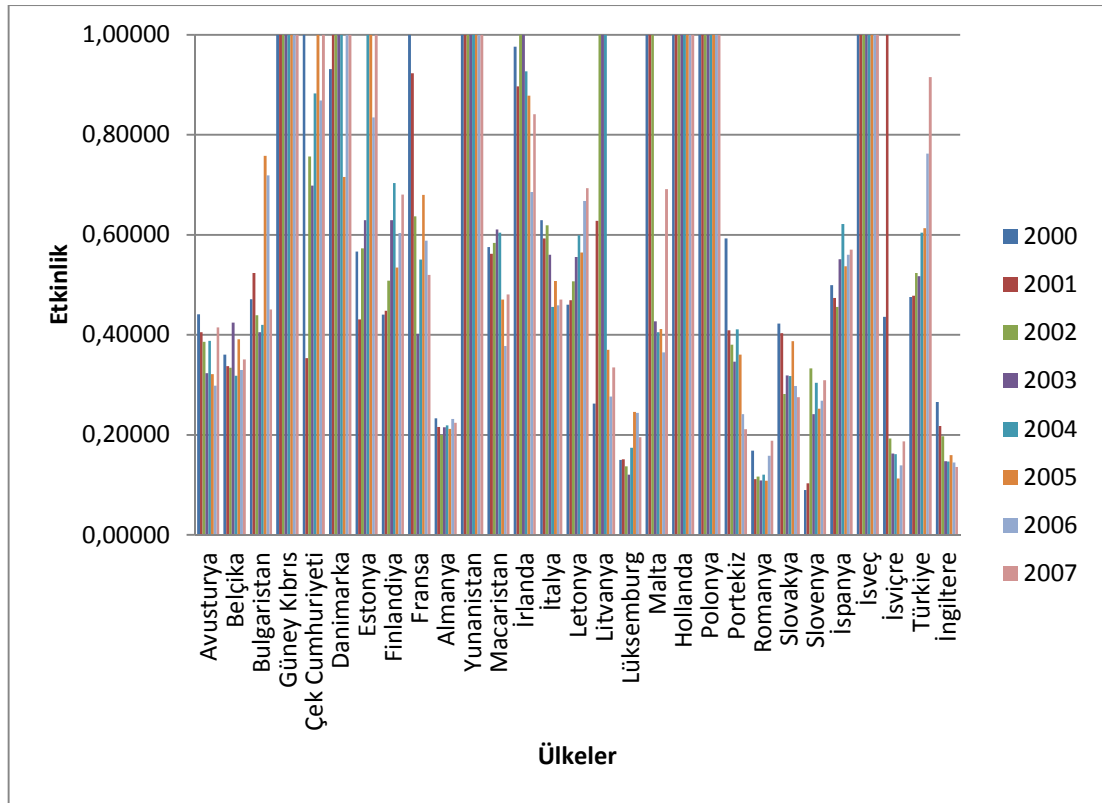
Şekil 5.18. Model 5 CRS sonuçlarının 2000-2007 yılları ortalaması



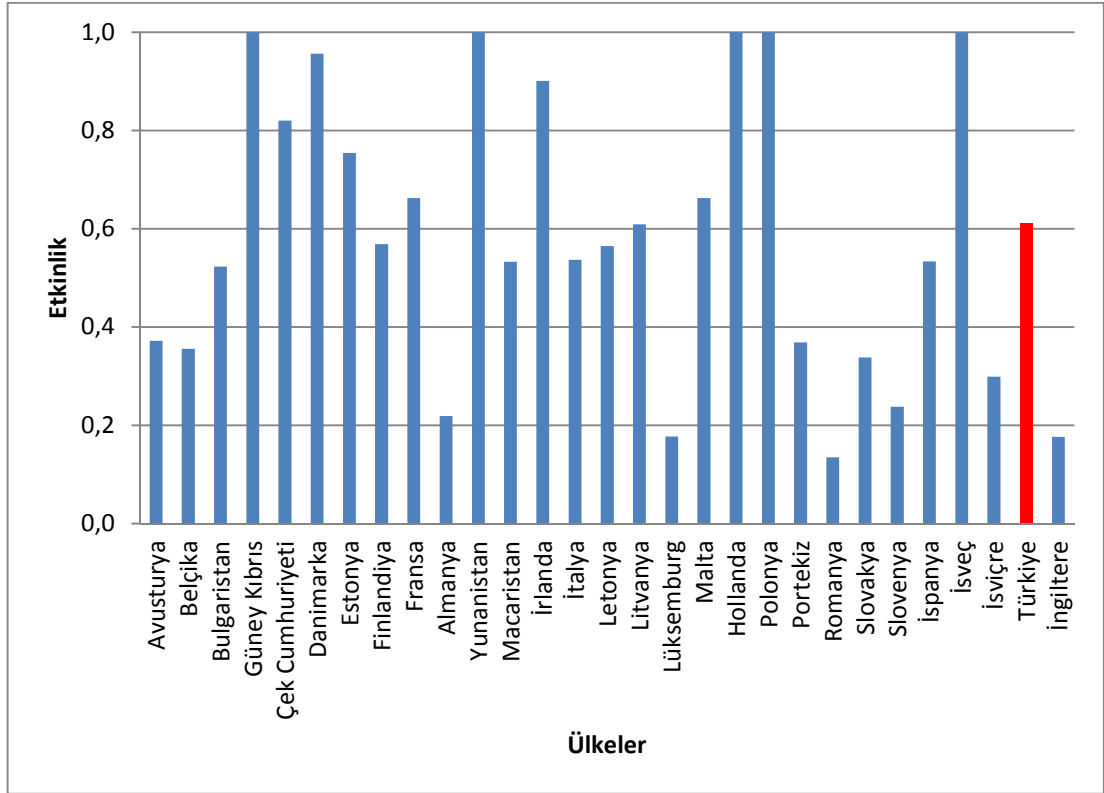
Şekil 5.19. Model 5 CRS sonuçları Türkiye skorlarının dağılımı

## 5.6. Model 6 Sonuçları

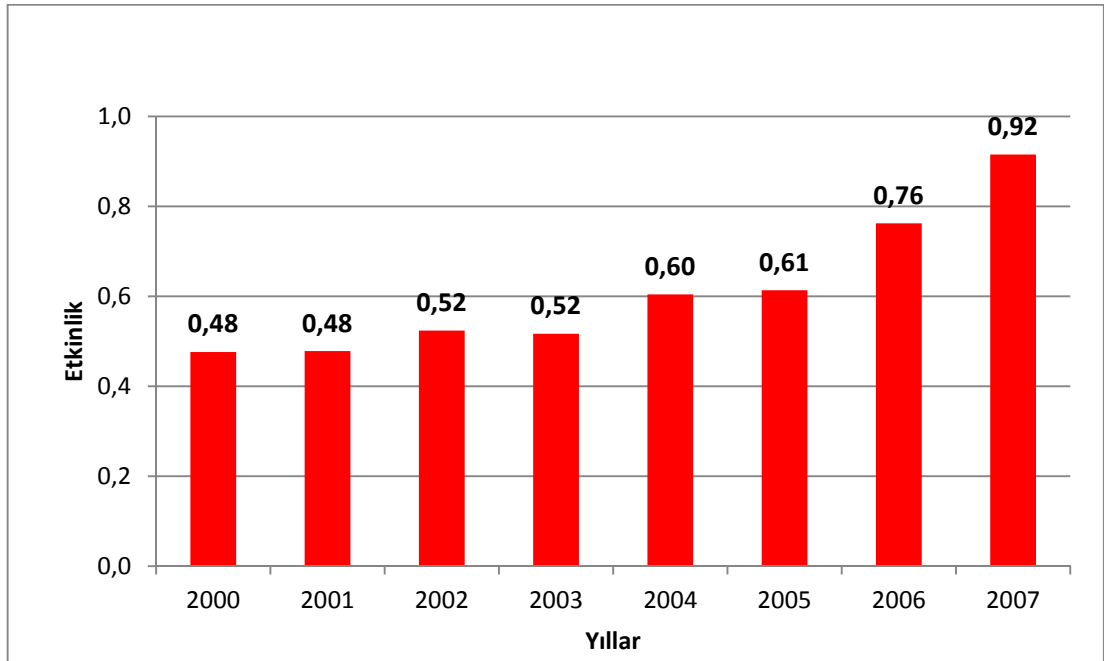
Model 6 sonuçlarına göre seçilen yıllar için CRS etkinlik analizi sonuçlarına bakıldığında (Şekil 5.20), Güney Kıbrıs, Yunanistan, Hollanda, Polonya ve İsveç etkin ülkelerdir (yani etkinlik skorları 1'dir). Türkiye'nin etkinliği son yıllarda büyük bir artış sağlayarak 0.9'a kadar yükselmiştir. Bu da enerji kaynaklarının tarım sektöründe sera gazı emisyonu üretmeme de başarılı olunamasa da başarılı bir sınıra sığradığını göstermektedir. 2000-2007 yıllar ortalamasına bakıldığında 0.6 skoruna sahiptir (Şekil 5.21). Yıllar içerisinde Türkiye'nin skorlarındaki değişimler yıllara göre artma eğilimi göstermektedir (Şekil 5.22).



Şekil 5.20. Model 6 CRS etkinlik sonuçları



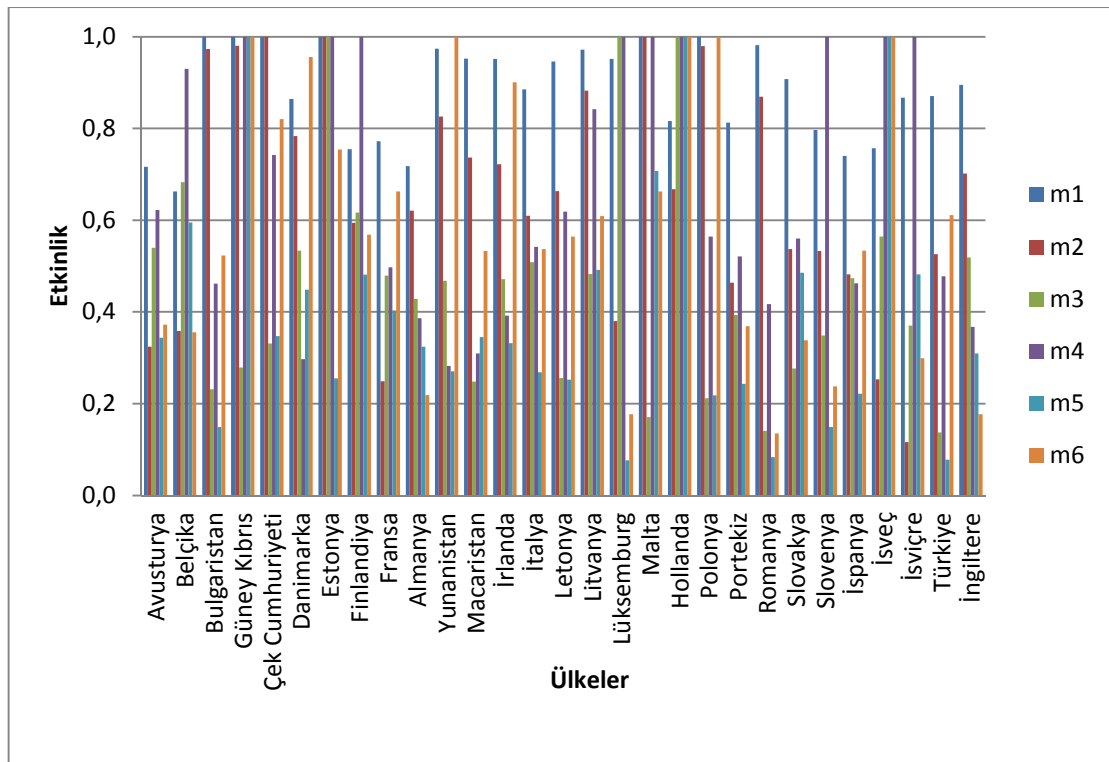
Şekil 5.21. Model 6 CRS sonuçlarının 2000-2007 ortalaması



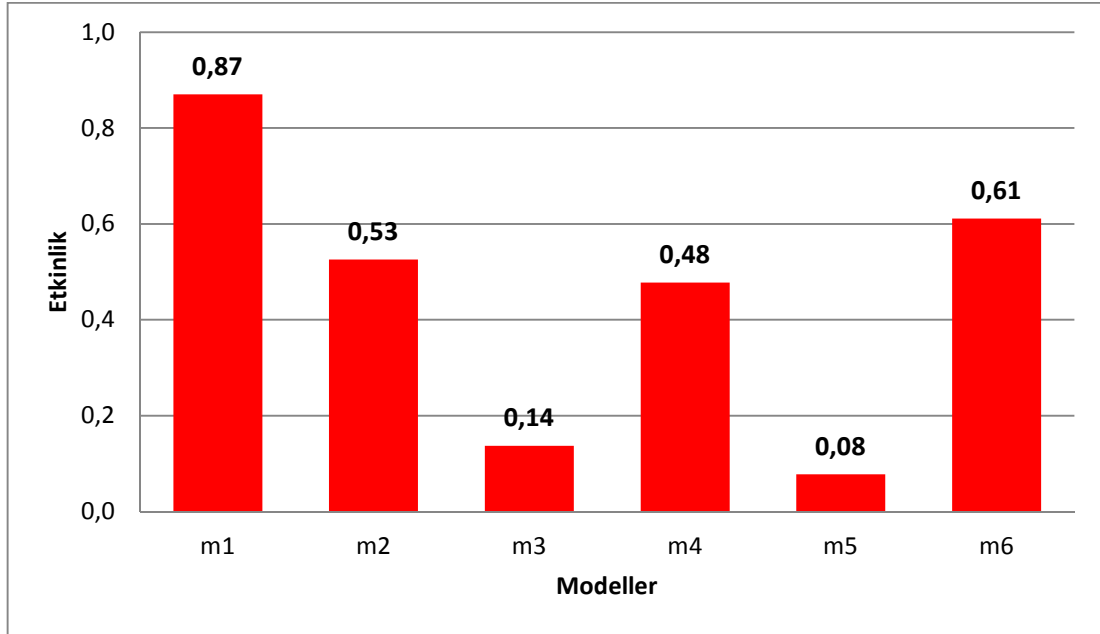
Şekil 5.22. Model 6 CRS sonuçları Türkiye skorlarının dağılımı

## 5.7. Tüm Modeller Genel Değerlendirme

Enerji kaynakları kullanımının sera gazına dönüştürmeme başarısını sağlayan ülkelerin etkin kabul edildiği bu çalışmada sektörel bazda incelendiğinde tüm sektörlerde etkin olan bir ülke yoktur (Şekil 5.23). Ancak Hollanda, Estonya ve Güney Kıbrıs gibi ülkeler birkaç modelde etkin olmuşlardır. Türkiye 2000-2007 yılları arasında etkinlik skorları ortalamalarına bakıldığında en yüksek skora Model 1’de ulaşmıştır (Şekil 5.24). Türkiye enerji kaynaklarından sera gazı üretmeme başarısını hiçbir sektörde elde edememiştir. Etkinlik skoruna ulaşabilmesi için alacağı önlemler öneriler bölümünde verilmiştir.



Şekil 5.23. Tüm Modeller için etkinlik sonuçları karşılaştırması (2007 yılı)



Şekil 5.24. Türkiye için her bir modelin 2000-2007 etkinlik skoru ortalamaları

## 5.8. Enerji Kaynakları ve Sera Gazları Durum Tespiti

Yapılan etkinlik analizi etkin olan ülkeleri ve etkin olmayan ülkeleri belirlediği gibi etkin olmayan ülkelerin girdi ve çıktılarındaki azlıkları ve fazlalıkları da belirlememizi sağlar. Yapılan etkinlik analizi sonuçlarının değerlendirilmesinde girdi ve çıktıların ne olursa etkin bir ülke konumuna yükseleceği ile ilgili her bir model için Çizelge 5.2-Çizelge 5.7’de verilen değerler dikkate alınmalıdır (Bu Çizelgeler 2007 yılı için geçerlidir). Bu çizelgelerde etkin olan ülkeler için referans olma sayıları etkin olmayan ülkeler için kendilerini referans alacakları ülkelerin değerlerindeki %’leri vermektedir. Örneğin Model 1 etkinlik sonuçlarına göre 2007 yılında Türkiye etkin bir ülke ancak Türkiye’yi referans alan bir ülke yok. Ancak İrlanda 14 ülkeye referans olmuştur. 2007 yılı Model 2 sonuçlarına göre Türkiye etkin bir ülke değil; etkin ülke durumuna gelebilmesi için Türkiye’nin enerji kaynakları ve sera gazı değerlerini (Model 2 için seçilen girdi ve çıktılar) Estonya değerlerinin %9 ve Malta değerlerinin %10’u toplanarak elde edilen değerlere ulaştırırsa etkin bir ülke konumuna dönüşecektir. Yani enerji kaynaklarındaki



bu fazlalıkları attığı takdirde sera gazına dönüşüm performansı olarak etkin konuma yükselecektir. Bunu Model 1 'de sağlamıştır.

Çizelge 5.2. Model 1 için etkin ülkelerin referans olma sayıları, etkin olmayan ülkeler için ise referans seçtikleri ülkeler ve değer yüzdeleri

Sıra No	KVB	Etkinlik Skoru	Etkin ülkeler için referans olma sayısı (Koyu renkli) Etkin olmayan ülkeler için referans ülke ve değer %'si
1	Avusturya	88,41%	Güney Kıbrıs (0,00) Estonya (0,11) İrlanda (0,54) Lüksemburg (0,22)
2	Belçika	71,49%	Güney Kıbrıs (0,10) İrlanda (0,43) Litvanya (0,56)
3	Bulgaristan	100,00%	8
4	Güney Kıbrıs	100,00%	8
5	Çek Cumhuriyeti	100,00%	1
6	Danimarka	88,54%	Estonya (0,01) İrlanda (0,57) 20 (0,29)
7	Estonya	100,00%	2
8	Finlandiya	80,26%	Bulgaristan (0,97) Güney Kıbrıs (0,18) İrlanda (0,19)
9	Fransa	86,47%	Güney Kıbrıs (0,14) İrlanda (0,28) Litvanya (0,29)
10	Almanya	74,81%	Bulgaristan (0,43) İrlanda (0,26) Romanya (0,44)
11	Yunanistan	100,00%	1
12	Macaristan	95,15%	İrlanda (0,16) Litvanya (0,28) Romanya (0,41)
13	İrlanda	100,00%	14
14	İtalya	91,44%	İrlanda (0,44) Letonya (0,22) Litvanya (0,00) Lüks.(0,04)
15	Letonya	100,00%	2
16	Litvanya	100,00%	5
17	Lüksemburg	100,00%	3
18	Malta	100,00%	0
19	Hollanda	74,63%	İrlanda (0,67) Letonya (0,11) Litvanya (0,06) Lüks.(0,03)
20	Polonya	100,00%	2
21	Portekiz	89,69%	Bulgaristan (0,00) Güney Kıbrıs (0,15) Yunanistan (0,07) İrlanda (0,30)
22	Romanya	100,00%	3
23	Slovakya	88,02%	Bulgaristan (0,29) İrlanda (0,03) Romanya (0,75)
24	Slovenya	86,96%	Bulgaristan (0,58) Güney Kıbrıs (0,14) İrlanda (0,17)
25	İspanya	77,91%	Bulgaristan (0,05) Güney Kıbrıs (0,06) İrlanda (0,54)
26	İsveç	87,35%	Bulgaristan (0,21) Güney Kıbrıs (0,38) Polonya(0,02)
27	İsviçre	100,00%	0
28	Türkiye	100,00%	0
29	İngiltere	93,64%	Bulgaristan (0,08) Çek Cum.(0,12) İrlanda (0,50)

Çizelge 5.3. Model 2 için etkin ülkelerin referans olma sayıları, etkin olmayan ülkeler için ise referans seçtikleri ülkeler ve değer yüzdeleri

Sıra No	KVB	Etkinlik Skoru	Etkin ülkeler için referans olma sayısı (Koyu renk) Etkin olmayan ülkeler için referans ülke ve değer %'si
1	Avusturya	40,76%	G.Kıbrıs (0,30) Estonya (0,10)
2	Belçika	40,28%	Estonya (0,06) Malta (0,39)
3	Bulgaristan	98,24%	5 (0,18) Estonya (0,22) Malta (0,16)
4	Güney Kıbrıs	100,00%	3
5	Çek Cumhuriyeti	100,00%	2
6	Danimarka	76,37%	Estonya (0,23) Malta (0,43)
7	Estonya	100,00%	25
8	Finlandiya	64,69%	Estonya (0,32) Malta (0,48)
9	Fransa	28,12%	Estonya (0,02) Malta (0,17)
10	Almanya	71,91%	Estonya (0,27) Malta (0,36)
11	Yunanistan	79,56%	Estonya (0,28) Malta (0,46)
12	Macaristan	74,44%	Estonya (0,08) Malta (0,23)
13	İrlanda	56,34%	G.Kıbrıs (0,00) Estonya (0,11) Malta (0,45)
14	İtalya	68,15%	Estonya (0,07) Malta (0,39)
15	Letonya	50,39%	Estonya (0,01) Malta (0,16)
16	Litvanya	71,87%	Estonya (0,02) Malta (0,25)
17	Lüksemburg	53,83%	G.Kıbrıs (0,51) Estonya (0,02)
18	Malta	100,00%	23
19	Hollanda	62,31%	Estonya (0,12) Malta (0,56)
20	Polonya	83,57%	Çek Cum. (0,00) Estonya (0,38) Malta (0,15)
21	Portekiz	49,16%	Estonya (0,05) Malta (0,27)
22	Romanya	87,19%	Estonya (0,14) Malta (0,15)
23	Slovakya	46,78%	Estonya (0,13) Malta (0,11)
24	Slovenya	57,56%	Estonya (0,16) Malta (0,30)
25	İspanya	54,24%	Estonya (0,09) Malta (0,37)
26	İsveç	26,79%	Estonya (0,03) Malta (0,18)
27	İsviçre	13,85%	Estonya (0,00) Malta (0,09)
28	Türkiye	61,75%	Estonya (0,09) Malta (0,10)
29	İngiltere	72,09%	Estonya (0,17) Malta (0,34)

Model 3'te ise Türkiye'nin etkin bir ülke konumuna yükselebilmesi için Lüksemburg'un %5'i ile Hollanda'nın %3'ünün toplamı kadar değerlerini eksiltmesi gerekir (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4. Model 3 için etkin ülkelerin referans olma sayıları, etkin olmayan ülkeler için ise referans seçtikleri ülkeler ve değer yüzdeleri

Sıra No	KVB	Etkinlik Skoru	Etkin ülkeler için referans olma sayısı (Koyu renk) Etkin olmayan ülkeler için referans ülke ve değer %'si
1	Avusturya	74,66%	Lüksemburg (0,27) Hollanda (0,35)
2	Belçika	75,26%	Lüksemburg (0,08) Hollanda (0,64)
3	Bulgaristan	30,39%	Lüksemburg (0,06) Hollanda (0,09)
4	Güney Kıbrıs	30,22%	Lüksemburg (0,21) Hollanda (0,01)
5	Çek Cumhuriyeti	42,27%	Lüksemburg (0,12) Hollanda (0,10)
6	Danimarka	60,65%	Lüksemburg (0,15) Hollanda (0,25)
7	Estonya	100,00%	0
8	Finlandiya	71,51%	Lüksemburg (0,13) Hollanda (0,45)
9	Fransa	49,12%	Lüksemburg (0,13) Hollanda (0,18)
10	Almanya	44,37%	Lüksemburg (0,11) Hollanda (0,17)
11	Yunanistan	57,35%	Lüksemburg (0,10) Hollanda (0,30)
12	Macaristan	32,03%	Lüksemburg (0,08) Hollanda (0,08)
13	İrlanda	54,56%	Lüksemburg (0,22) Hollanda (0,13)
14	İtalya	58,54%	Lüksemburg (0,11) Hollanda (0,28)
15	Letonya	33,77%	Lüksemburg (0,12) Hollanda (0,01)
16	Litvanya	57,63%	Lüksemburg (0,07) Hollanda (0,28)
17	Lüksemburg	100,00%	26
18	Malta	16,48%	Lüksemburg (0,09) Hollanda (0,00)
19	Hollanda	100,00%	26
20	Polonya	24,99%	Lüksemburg (0,07) Hollanda (0,05)
21	Portekiz	41,84%	Lüksemburg (0,11) Hollanda (0,14)
22	Romanya	16,39%	Lüksemburg (0,04) Hollanda (0,03)
23	Slovakya	37,85%	Lüksemburg (0,07) Hollanda (0,13)
24	Slovenya	43,47%	Lüksemburg (0,19) Hollanda (0,02)
25	İspanya	53,24%	Lüksemburg (0,15) Hollanda (0,20)
26	İsveç	61,63%	Lüksemburg (0,11) Hollanda (0,33)
27	İsviçre	39,80%	Lüksemburg (0,14) Hollanda (0,08)
28	Türkiye	18,49%	Lüksemburg (0,05) Hollanda (0,03)
29	İngiltere	56,85%	Lüksemburg (0,12) Hollanda (0,23)

Model 4'te ise Türkiye etkin bir ülkedir ve 4 ülkeye referans olmuştur. Bu ülkeler Portekiz, İrlanda, Fransa ve Macaristan'dır.

Çizelge 5.5. Model 4 için etkin ülkelerin referans olma sayıları, etkin olmayan ülkeler için ise referans seçtikleri ülkeler ve değer yüzdeleri

Sıra No	KVB	Etkinlik Skoru	Etkin ülkeler için referans olma sayısı (Koyu renk) Etkin olmayan ülkeler için referans ülke ve değer %'si
1	Avusturya	85,30%	Finlandiya (0,38) 15 (0,23) Lüks, (0,11) İsveç (0,28)
2	Belçika	97,83%	Litvanya (0,01) Hollanda (0,46) İsveç (0,54)
3	Bulgaristan	100,00%	3
4	Güney Kıbrıs	100,00%	0
5	Çek Cumhuriyeti	95,36%	Estonya (0,39) Finlandiya (0,21) Romanya (0,28) Slovakya (0,12)
6	Danimarka	78,91%	Bulgaristan (0,44) Litvanya (0,18) Romanya (0,19) Slovakya (0,15) İsveç (0,04)
7	Estonya	100,00%	1
8	Finlandiya	100,00%	3
9	Fransa	86,47%	Letonya (0,27) Litvanya (0,30) İsveç (0,25) Türkiye (0,17)
10	Almanya	80,94%	Bulgaristan (0,32) Litvanya (0,01) Romanya (0,04) Slovakya (0,64)
11	Yunanistan	94,06%	Bulgaristan (0,13) Litvanya (0,19) İsveç (0,68)
12	Macaristan	93,75%	Letonya (0,09) Litvanya (0,28) Türkiye (0,63)
13	İrlanda	70,82%	8 (0,12) Letonya (0,39) Romanya (0,15) Türkiye (0,33)
14	İtalya	88,76%	Letonya (0,01) Litvanya (0,38) Romanya (0,28) İsveç (0,33)
15	Letonya	100,00%	7
16	Litvanya	100,00%	10
17	Lüksemburg	100,00%	1
18	Malta	100,00%	0
19	Hollanda	100,00%	1
20	Polonya	100,00%	0
21	Portekiz	92,48%	Letonya (0,25) Litvanya (0,03) İsveç (0,47) Türkiye (0,24)
22	Romanya	100,00%	7
23	Slovakya	100,00%	4
24	Slovenya	100,00%	0
25	İspanya	76,71%	Letonya (0,07) Litvanya (0,13) Romanya (0,61) İsveç (0,20)
26	İsveç	100,00%	8
27	İsviçre	100,00%	0
28	Türkiye	100,00%	4
29	İngiltere	83,80%	Litvanya (0,31) Romanya (0,31) Slovakya (0,38)

Model 5'te ise Türkiye'nin etkin bir ülke konumuna yükselebilmesi için Hollanda'nın %2'si ile İsveç'in %18'inin toplamı kadar değerlerini eksiltmesi gerekir (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6. Model 5 için etkin ülkelerin referans olma sayıları, etkin olmayan ülkeler için ise referans seçtikleri ülkeler ve değer yüzdeleri

Sıra No	KVB	Etkinlik Skoru	Etkin ülkeler için referans olma sayısı (Koyu renk) Etkin olmayan ülkeler için referans ülke ve değer %'si
1	Avusturya	38,31%	Hollanda (0,21) İsveç (0,77)
2	Belçika	64,70%	Hollanda (0,43) İsveç (0,36)
3	Bulgaristan	19,07%	Hollanda (0,03) İsveç (0,22)
4	Güney Kıbrıs	100,00%	1
5	Çek Cumhuriyeti	33,35%	Hollanda (0,09) İsveç (0,51)
6	Danimarka	45,73%	Hollanda (0,14) İsveç (0,61)
7	Estonya	28,19%	Hollanda (0,05) İsveç (0,57)
8	Finlandiya	56,16%	Hollanda (0,17) İsveç (0,56)
9	Fransa	42,90%	Hollanda (0,10) İsveç (0,60)
10	Almanya	32,63%	Hollanda (0,13) İsveç (0,43)
11	Yunanistan	36,37%	Hollanda (0,04) İsveç (0,37)
12	Macaristan	32,47%	Hollanda (0,15) İsveç (0,44)
13	İrlanda	32,09%	Hollanda (0,12) İsveç (0,71)
14	İtalya	32,74%	Hollanda (0,17) İsveç (0,35)
15	Letonya	29,65%	Hollanda (0,06) İsveç (0,57)
16	Litvanya	39,32%	Hollanda (0,15) İsveç (0,25)
17	Lüksemburg	7,18%	Hollanda (0,07) İsveç (0,40)
18	Malta	75,03%	G,Kıbrıs (0,61) İsveç (0,00)
19	Hollanda	100,00%	25
20	Polonya	24,48%	Hollanda (0,02) İsveç (0,35)
21	Portekiz	28,74%	Hollanda (0,03) İsveç (0,41)
22	Romanya	13,14%	Hollanda (0,03) İsveç (0,17)
23	Slovakya	51,47%	Hollanda (0,21) İsveç (0,52)
24	Slovenya	5,43%	Hollanda (0,01) İsveç (0,13)
25	İspanya	24,11%	Hollanda (0,07) İsveç (0,37)
26	İsveç	100,00%	26
27	İsviçre	50,17%	Hollanda (0,04) İsveç (0,99)
28	Türkiye	12,13%	Hollanda (0,02) İsveç (0,18)
29	İngiltere	31,39%	Hollanda (0,19) İsveç (0,36)

Model 6'da ise Türkiye'nin etkin bir ülke konumuna yükselebilmesi için Hollanda'nın %8'i ile Polonya'nın %38'inin toplamı kadar değerlerini eksiltmesi gerekir (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.7. Model 6 için etkin ülkelerin referans olma sayıları, etkin olmayan ülkeler için ise referans seçtikleri ülkeler ve değer yüzdeleri

Sıra No	KVB	Etkinlik Skoru	Etkin ülkeler için referans olma sayısı (Koyu renk) Etkin olmayan ülkeler için referans ülke ve değer %'si
1	Avusturya	41,45%	G.Kıbrıs (0,01) Danimarka (0,72) Polonya (0,04) İsveç (0,01)
2	Belçika	35,09%	Danimarka (0,03) Hollanda (0,21) Polonya (0,12)
3	Bulgaristan	45,09%	Danimarka (0,00) Hollanda (0,05) Polonya (0,25)
4	Güney Kıbrıs	100,00%	4
5	Çek Cum.	100,00%	0
6	Danimarka	100,00%	8
7	Estonya	100,00%	2
8	Finlandiya	68,01%	Polonya (1,40) İsveç (0,26)
9	Fransa	51,95%	Danimarka (0,13) Estonya (0,05) Hollanda (0,09)
10	Almanya	22,43%	Danimarka (0,09) Hollanda (0,07) Polonya (0,01)
11	Yunanistan	100,00%	1
12	Macaristan	48,09%	Hollanda (0,05) Polonya (0,40)
13	İrlanda	84,08%	Hollanda (0,27)
14	İtalya	47,07%	Hollanda (0,22)
15	Letonya	69,30%	Polonya (0,74)
16	Litvanya	33,50%	Estonya (0,09) Hollanda (0,03) Polonya (0,22)
17	Lüksemburg	19,55%	Hollanda (0,24)
18	Malta	69,11%	G.Kıbrıs (0,00) Hollanda (0,00)
19	Hollanda	100,00%	14
20	Polonya	100,00%	15
21	Portekiz	21,12%	Yunanistan (0,09) Polonya (0,14) İsveç (0,03)
22	Romanya	18,80%	Polonya (0,13)
23	Slovakya	27,51%	Hollanda (0,03) Polonya (0,20)
24	Slovenya	30,92%	G.Kıbrıs (0,00) Danimarka (0,06) Polonya (0,29)
25	İspanya	57,06%	Danimarka (0,00) Hollanda (0,15) Polonya (0,31)
26	İsveç	100,00%	4
27	İsviçre	18,67%	G.Kıbrıs (0,04) Danimarka (0,06) Polonya (0,05) İsveç (0,01)
28	Türkiye	91,55%	Hollanda (0,08) Polonya (0,38)
29	İngiltere	13,55%	Hollanda (0,05)

## 6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çalışma sonucunda, ülkemizdeki sera gazı emisyonlarının Kyoto Protokolü çerçevesindeki yükümlülüklerimiz bakımından öngörülen seviyelerine ulaştırılabilmesinin sağlanabilmesi için temel enerji kaynakları kullanımına ilişkin planlamasını, bu planlamayı başarı ile yapmış ülkelere göre yapabildiği için karşılaştırma analizi yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre Türkiye toplam sera gazı üretme bakımından, mevcut ve temel enerji kaynakları kullanımında 2007'de başarılı olarak etkin bir konuma gelmiştir. Aynı şekilde sanayi sektörü de sera gazı üretiminde temel enerji kaynakları yönetiminde başarı sağlamıştır. Ancak ulaştırma, enerji, hizmet ve tarım sektöründe etkin bir ülke değildir. Bu sektörlerde başarısız bir sera gazı performansı göstermiştir. Enerji üretiminde temel kaynak olarak düşük kaliteli linyit ve doğalgaz ağırlıkla kullanıldığından, enerji sektöründe başta CO<sub>2</sub> olmak üzere sera gazı emisyonuna dönüşüm oldukça fazla olduğundan etkin bir ülke olamamıştır. Yani diğer etkin ülkelere göre birim enerji üretimi için daha fazla sera gazı oluşturmuştur.

Yapılan analizlerin sonuçları dikkate alındığında, ülkemizdeki sera gazı emisyonlarının azaltılabilmesi için yapılabilecek çalışmalar olarak aşağıdaki hususlar sıralanabilir:

1. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması
  - a. Tüm hidroelektrik potansiyelimizin ekonomimize kazandırılması
  - b. Diğer yenilenebilir kaynaklarımız olan rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle ve dalga enerjisi gibi kaynaklarımızın kullanımının artırılması için vergi muafiyeti, mevzuat ile zorunluluk getirilmesi, vb. ilave teşvikler sağlanması
  - c. Çöp gazından elektrik üretiminin artırılması için başta belediyeler olmak üzere ilave teşvikler sağlanması

2. Karbon vergisi uygulamasının hayata geçirilmesi
  - a. Kirletenlerin cezasını ödeyeceği veya külfetine katlanacağı bir sistem oluşturulması
  - b. Sanayi kullanımında ve/veya taşıtlarda emisyonla orantılı olarak ilave vergi uygulanması
3. Nükleer enerjiden elektrik enerjisi üretiminde yararlanılması
  - a. Ülkemizde ilk nükleer santralin yapılması için Rusya Federasyonu ile Hükümetlerarası Anlaşma imzalanmış olup ilk ünitenin 2019 yılında devreye alınması öngörülmektedir. Teknik yeterlilikleri sağlayan uygun zemin bulunduğu taktirde ikinci ve üçüncü nükleer santrallerin de yapılması
4. Enerji kayıplarının azaltılması ve verimlilik uygulamaları (sanayi, konut, ulaştırma sektörü)
  - a. Sanayide daha verimli motor kullanımının temini
  - b. Konutlarda yalıtım yapılması, yeni yapılacak binaların yalıtım ve havalandırma sistemlerinin belirli standartlara göre tasarlanması
  - c. Fazla elektrik tüketen beyaz eşyalara ilave vergi getirilmesi
  - d. Kojenerasyon sistemlerinin kullanımının artırılması için ilave teşvikler sağlanması
  - e. "Dağıtık enerji üretimi" modeliyle enerjinin tüketileceği yerde üretilmesinin sağlanması için teşvikler sağlanması
  - f. Elektrikli, hibrit veya biyoyakıt kullanan taşıtların artırılması için teşvikler sağlanması (vergi muafiyeti)
  - g. Toplu taşımaya yönlendirici uygulamalar yapılması
5. Kullanılan yakıtların kalitelerinin artırılması/ yakıt dönüşümü yapılması
  - a. Düşük kükürtlü kömür kullanılması ve/veya elektrik üretim tesislerine Baca Gazı Desülfürizasyon tesisleri gibi tesislerin yapılmasının sağlanması



- b. Düşük NOx salan yakma tesisleri kullanılması
  - c. Yakıt olarak kullanılan petrol ürünlerinin kalitelerinin artırılması
  - d. Sanayide petrol ürünü veya kömür yakıtlı kazanlar yerine kombine çevrim doğalgaz kazanlarının kullanılması
6. Yeni teknolojilerin kullanılması
- a. Akışkan yatak teknolojisinin kullanımının artırılması
  - b. Yeni yakma sistemine sahip tesislerin yapılması, bu yöndeki ar-ge faaliyetlerine ağırlık verilmesi
  - c. Yeni teknolojik sistemlere sahip filtrelerin kullanılması
  - d. Karbon tutma ve depolama çalışmalarına ağırlık verilmesi

Sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik yukarıda belirtilen çözümlerin büyük bir kısmında teknoloji anahtar rol oynamaktadır. Ancak sadece teknoloji geliştirmek yeterli olmamakta, kısıtlı bütçeler sebebiyle söz konusu teknolojilerin uygulanmasında, hayata geçirilmesinde zorluklar, gecikmeler yaşanmaktadır. Bu doğrultuda, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik olarak yapılabilecek çalışmalarda doğru yöntemi, doğru metodolojiyi ve doğru teknolojiyi tespit etmenin yanında, söz konusu yatırımların zamanında yapılabilmesi için gerekli finansal desteğin de sağlanması gerekmektedir.

Doğru yöntemin tespit edilerek gerekli tedbirlerin uygulanması, mevcut risklerin azaltılmasını veya ortadan kaldırılmasını, ortaya çıkması muhtemel risklerin ise proaktif bir yaklaşımla bertaraf edilmesini sağlayacaktır. Bu çalışmanın başında da belirtildiği gibi ülkemizdeki sera gazı emisyonlarının çok büyük bir kısmı (yaklaşık %75'i) enerji sektöründen kaynaklanmaktadır. Enerji sektöründeki sera gazı emisyonlarının da büyük bir kısmı kömür yakıtlı santraller sebebiyle oluşmaktadır. Kömürün düşük kaliteli ve yüksek kükürtlü olması, tesisler için gerekli çevresel donanımların (Baca Gazı Desülfürizasyon tesisi gibi) özellikle kamu uhdesindeki santrallerde henüz tamamlanamamış olması, BMİDÇS ve Kyoto Protokolü kapsamındaki

taahhütlerimizin yerine getirilmesi bakımından riskli bir durum ortaya koymaktadır. Siyasi irade tarafından gerekli yol haritaları hazırlanarak kamuoyuyla ve ilgili uluslar arası kuruluşlarla paylaşılmıştır ancak, söz konusu yol haritalarının uygulanması için de gerekli adımlar zamanında atılmalı, kurumlar arası koordinasyon ve eşgüdüm sağlanmalıdır. Aksi takdirde, ortaya çıkabilecek riskleri yönetmek her geçen gün daha da zorlaşacak ve ülkemiz, uluslar arası anlaşmalar kapsamındaki yükümlülüklerini tam anlamıyla yerine getirememiş olacaktır.

## KAYNAKLAR

1. Villaca 1985 Toplantısı, **Karbondioksit ve Öteki Sera Gazlarının İklim Değişimleri Üzerindeki Rolünü ve Etkilerini Değerlendirme Uluslararası Konferansı**, Toronto, 45-92 (1988).
2. Öztopal, A., Şen, Z., **1.İklim Değişikliği Kongresi TİKDEK 2007**, Bildiri Kitabı, 2-20 (2007).
3. "Avrupa'da Çevre 2010 - Durum ve Görünüm", **Avrupa Çevre Ajansı (AÇA)**, 18-20 (2010).
4. İnternet: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/IDKK.aspx?sflang=tr> (2007).
5. TÜİK, **Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanteri Raporu 1990-2009**, 8-29 (2011).
6. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, **Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, IPCC 2007**, 13-32 (2007).
7. Kadılar, R., "Karbon Fırsat mı, Tehdit mi?", **Destek Yayınevi**, 91(1): 20-21 (2010).
8. Başalma, D., Demir İ., Küresel iklim değişikliği (Derleme), **Bitkisel Araştırma Dergisi**, 2(22-26):1-5 (2006).
9. Arıkan, Y., Özsoy, G., "A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi", **Bölgesel Çevre Merkezi – REC Türkiye**, 16-21,31-32,34,40,44-45,64,78 (2008).
10. **IPCC Sekreteryası**, İklim Değişikliği 2007: Doğa Bilimleri Temelinde Politika Belirleyiciler İçin Özet, 1-18 (2007).
11. Türkeş, M., Sümer U.M., Çetiner G., "Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri", **Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü**, Ankara, 1-17 (2000).
12. Demir, İ., Kılıç, G., Coşkun, M., "PRECIS Bölgesel İklim Modeli ile Türkiye için İklim Öngörülleri:HaDAMP3 SRES A2 Senaryosu", **Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü**, Ankara, 1-9 (2008).
13. UNFCCC, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ve Kyoto Protokolü Bilgi Notu, **Maliye Bakanlığı Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Dairesi Başkanlığı**, 1-5 (2010).

14. İnternet: Dışişleri Bakanlığı, 'Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi',  
<http://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-bmidcs-ve-kyoto-protokolu-tr.mfa>, (2011).
15. Türkeş, M., Kılıç, G., "Avrupa Birliği'nin iklim değişikliği politikaları ve önlemleri", **Çevre, Bilim ve Teknoloji, Teknik Dergisi**, 2:35-52 (2004).
16. **European Environment Agency**, "Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2011", EEA Report, 28-36 (2011).
17. İnternet: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı,  
[http://www.iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/stratejiler/strateji%20kitapcik\\_turkce\\_pdf](http://www.iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/stratejiler/strateji%20kitapcik_turkce_pdf) (2007).
18. Türkeş, M., Sümer, U. M., Çetiner, G., "Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları", **Tesisat Dergisi**, 52: 84 (2000).
19. İnternet: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı,  
<http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/Projeler.aspx?sflang=tr> (2009).
20. "Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi", **Çevre ve Orman Bakanlığı**, 6-18 (2007).
21. "Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanteri (1990-2009)", **Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)**, 3-7 (2011).
22. "İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı (2011- 2023)", **Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, 2-6 (2011).
23. "Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi (2010-2020)", **Yüksek Planlama Kurulu**, 4-11 (2010).
24. "Enerji Verimliliği Strateji Belgesi (2012 – 2023)", **Yüksek Planlama Kurulu**, 1-4 (2012).
25. "Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi (2009- 2023)", 1-8 **Yüksek Planlama Kurulu**, (2009).
26. "Karbon Piyasalarında Ulusal Deneyim ve Geleceğe Bakış", **Çevre ve Orman Bakanlığı**, 1-18 (2011).
27. Ecer, M., **İklim Değişikliği Daire Başkanlığı**, Ulusal İklim Değişiklikleri Faaliyetleri Sektörel İklim Koruma Potansiyelleri, Türk – Alman Ortak Çalışmayı 1-5 (2010).

28. Enhoş, Ö.A., "Organizasyonlardaki Performans Yönetim Sistemleri ve Performans Değerleme Metotları", (Yüksek Lisans Tezi), **Yıldız Teknik Üniversitesi**, 6-12 (1998).
29. Öztürk, Ü., "Organizasyonlarda Performans Yönetimi", **Sistem Yayıncılık**, 26- 32 İstanbul (2006).
30. Esatoğlu, A.E., "Hastanelerde Performans Ölçümü", Sağlık Sektöründe Performans Yönetimi, (Ed.) Ateş, H., Kırılmaz H., Aydın, S., **Asil Yayın Dağıtım**, 358-409 (2007).
31. Akal, Z., "İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi Çok Yönlü Performans Göstergeleri", **MPM Yayınları**, No: 473, 2. Basım Ankara, 11–15 (2002).
32. Yörükler, S., "Sayıştay'ın Performansın Ölçümüne İlişkin Öneri Raporu", **Sayıştay**, Ankara, 1-5 (2002).
33. Besen, B., "Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflamanın Sağlık Sektörüne Uygulanması", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul **Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 20-43 (1994).
34. Sarıkaya, M., İllerin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi (Veri Zarflama Analizine Dayalı bir Uygulama), **Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Yüksek Lisans Tezi 12–16 (2010).
35. Söl, S., "İ.T.Ü. Fakültelerinin Araştırma Etkinlikleri Sekreterliğinden Yararlanma Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Belirlenmesi", **İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Yüksek Lisans Tezi, 26–33 (1997).
36. Budak,H., "Veri Zarflama Analizi ve Türk Bankacılık Sektöründe Uygulaması", **Fen Bilimleri Dergisi**, 23(3): 95-110 (2011).
37. Tosun, K.I., İşletme Yönetimi, İstanbul Üniversitesi, **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayını**, 5.Baskı, Cilt 1, 2-5 (1998).
38. Akal, Z., "İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi: Çok Yönlü Performans Göstergeleri", **Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları**, 3. Basım, 4-7(1998).
39. Tatlıses, N., "Hastanelerde Verimlilik İzleme Yöntemleri ve Üç Büyük Hastanenin Verimlilik Verilerinin ve Oranlarının Karşılaştırmalı Analizi", **İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, (Yüksek Lisans Tezi), 16-19 (1994).

40. Arslan, A., "Kamu Harcamalarında Verimlilik, Etkinlik ve Denetim", **Maliye Dergisi**, 140, 1-9 (2002).
41. Genç, B., "Verimlilik- Verimlilik Ölçümleri ve Ankara Şeker Fabrikasında Verimlilik Ölçümü", **Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Yüksek Lisans Tezi, 34-129 (1998).
42. Lorcu, F., Bolat, B.A., "Yaşlara Göre Ölüm Oranları ile Sosyo-Ekonomik Göstergeler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, 38(2): 124-133 (2009).
43. Farrell, M.J., "The measurement of productive efficiency", **Journal of the Royal Statistical Society**, 120(3): 253-290 (1957).
44. Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E., "Measuring the efficiency of decision making units", **European Journal of Operational Research**, 2(6):429-444 (1978).
45. Yolalan, R., "İşletmeler Arası Görelî Etkinlik Ölçümü", **Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları**, No: 483, 12-14 (1993).
46. 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).
47. Gözü, C., "Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü ve Tekstil İşletmelerine Yönelik Bir Uygulama", (127710), **Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, İşletme Anabilim Dalı, 33-62 (2003).
48. Gökgöz, F., "Veri Zarflama Analizi ve Finans Alanına Uygulanması", **Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi**, No: 597, 1-4 (2009).
49. Paradi, J.C., Schaffnit, C., "Commercial branch performance evaluation and results communication in a Canadian Bank a DEA application" **European Journal of Operational Research**, 156:721 (2004).
50. Chen, Y., Iqball Ali, A., "Continuous optimization output-input ratio analysis and DEA frontier" **European Journal of Operational Research**, 142:477 (2002).
51. Charnes, A., Cooper, W.W., Arie, Y. Lewin, Lavrence, M. Seifor, "Data envelopment analysis: theory, methodology and applications", **Massachusetts, USA.**, 2000, 23-45 (1993).
52. Gülcü, A., Tutar, H., Yeşilyurt, C., Sağlık Sektöründe Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Göreceli Verimlilik Analizi, **Seçkin Yayıncılık**, 2-6 (2004).

53. Cooper, W.W., Seiford L.M., Zhu, J., "Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations", ***Kluwer Academic Publishers***, Boston, 1-5 (2000).
54. 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***, 22-27 (2000).
55. Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y., Seiford L.M., "Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application", ***Kluwer Academic Publishers***, Boston, 13-16 (1994).
56. Banker, R., Thrall, R., "Estimation of returns to scale using Data Envelopment Analysis", ***European Journal of Operational Research***, 62(1): 74-84 (1992).
57. Fare, R., Grosskopf, S., Lovell, C., "The Structure of Technical Efficiency". ***Scandinavian Journal of Economics***, 85(2):181-90 (1983).
58. Banker, R., "Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis". ***European Journal of Operational Research***, 17(1): 35-44 (1984).
59. Fare, R., Grosskopf, S., Norrýs, M., Zhang, Z., "Productivity Growth. Technical Progress and Efficiency Changes in Industrialised Countries", ***American Economic Review***, 84:66 – 83 (1994).
60. Banker, R., Charnes, A., Cooper, W., Schinnar, A., "A Bi-Extremal Principle for Frontier Estimation and Efficiency Evaluations", ***Management Science***, 27(12):1370-1382 (1981).
61. Charnes, A., Cooper, W., "An Explicit General Solution in Linear Fractional Programming", ***Naval Research Logistics Quarterly***, 20:449-467 (1973).

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı,Adı : Selvitop, Öztürk  
 Uyuşu : T.C.  
 Doğum Tarihi ve Yeri : Ankara, 24.02.1975  
 Medeni Hali : Evli  
 Telefon : 532-393 00 44  
 e-mail : oztselvi@yahoo.com

Eğitim Derecesi	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Orta Doğu Teknik Üniversitesi – Mühendislik Fakültesi - Kimya Mühendisliği	2000
Lisans	Orta Doğu Teknik Üniversitesi – Mühendislik Fakültesi - Kimya Mühendisliği	1997
Lise	TED Ankara Koleji	1992

### İş Deneyimi

Yıl	Kurum	Görev
1998 – 2001	Gazi Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2001 - 2003	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı – Enerji İşleri Genel Müdürlüğü	Mühendis
2003 - 2007	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı – Enerji İşleri Genel Müdürlüğü	Şube Müdürü
2007 – Devam etmekte	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı – Enerji İşleri Genel Müdürlüğü	Daire Başkanı

### Yabancı Dil

İngilizce