

TÜRKİYE İÇİN KARBON EMİSYONLARININ TAHMİNİ: ZAMAN SERİSİ ANALİZİ

Doç. Dr. Mehmet MERCAN

Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü.

mercan48@gmail.com; m.mercan@adu.edu.tr

Özet

Sürdürülebilir kalkınma hedefi bağlamında küresel ısınmaya yol açan sera gazlarının (GHG) azaltılması ve özellikle gelişmiş ülkelerin önlem alması, ilk kez 1992 Rio konferansında görüşülmüştür. Daha sonra bu görüşmeleri, gelişmiş ülkelere ulusal GHG azaltım hedefinin verildiği Kyoto Protokolü takip etmiştir. Kyoto Protokolü'nde gelişmiş ülkelere 2008-2012 döneminde 1990 yılına göre GHG'nı %5 azaltması hedefi verilmiştir. Türkiye, Kyoto Protokolü'nü 2009 yılında özel şartları dikkate alınarak imzalamış ve yükümlülük almamıştır. 2012 sonrası GHG azaltım yükümlülükleri Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) kontrolünde hala yürütülmekte ve gelişmiş ülkelerin yanı sıra gelişmekte olan ülkelerin de GHG azaltım yükümlülüğü alması beklenmektedir. Bu bağlamda gelecek GHG emisyonlarını tahmin etmek Türkiye için önemlidir. 2020 yılı için çeşitli GHG emisyonu tahminleri vardır ve bu sonuçlar farklı emisyon seviyelerine işaret etmektedir. Bu çalışmada; Türkiye için 2020 yılı ve sonrası için GHG emisyon seviyesini zaman serisi ve regresyon analizi ile tahmin edilmiştir. Ayrıca Türkiye'de, GHG emisyonları azaltımı için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Karbon Emisyonları, Zaman Serisi Analizi, İklim Değişikliği Politikası Emisyon Projeksiyonları.

Abstract

Within the context of sustainable development objectives, reducing greenhouse gas emissions (GHG) that cause climate change was first discussed and officially negotiated at the 1992 Rio Conference, which particularly emphasised developed countries to take serious measures. Then, it was followed by the Kyoto Protocol, which specified national ghg emission reduction targets for developed countries. With Kyoto Protocol, it was decided for these countries to reduce global emissions by %5 below 1990 levels compared to 2008-2012 emission levels. Turkey became a party to the Kyoto Protocol in 2009, yet due to their special circumstances they did not take any emission reduction commitments.. Negotiations on Post-2012 emission reduction obligations are still in progress under the UNFCCC umbrella and it is expected to have emission reduction targets not only by developed countries but also by developing ones. In this regard, it is important for Turkey to estimate its future ghg emissions. There are various ghg emission estimations for 2020 and the results indicate different emission levels. Objective of this study is to estimate ghg emission levels for Turkey for 2020 and afterwards by using time series and regression analysis. Then, appropriate policy implications are discussed with the result of these findings.

Keywords: Carbon Emissions, Time Series Analysis, Climate Change Policy, Emission Projections

1.Giriş

Küresel ısınma ve iklim değişikliği; sanayi, ticaret, turizm, tarım gibi birçok sektörü ilgilendiren, tüm dünya ülkelerinin ve insanlığın ortak sorunudur. Bu sorunun çözümünde ortak hareket edilmesi, soruna sebep teşkil eden unsurların analiz edilmesi önemlidir. Ülkelerin gelişmişlik seviyeleri, enerji kaynakları, nüfus yapıları homojen olmadığı için, küresel ısınmaya karşı ülkelerin mücadele stratejileri, uygulanabilecek araçlar, alınan önlemler sonucu ortaya çıkabilecek emisyon azaltım miktarları da farklı olacaktır. Gelişmiş bir ülke ile gelişmekte olan bir ülkeye aynı miktarda sera gazı azaltımı yüklemek, gelişmekte olan ülkenin ekonomisine olumsuz etki yapacaktır.

Türkiye 2002 yılından itibaren güçlü ekonomiye geçiş programı ile büyüme trendi yakalamış, gelişmekte olan ülkeler grubundadır. Ekonomisinin büyümesine paralel olarak küresel ısınmaya kaynaklık eden sera gazı salımında artmıştır. Türkiye'nin küresel ısınma ile mücadelesinde ekonomik büyümesini azaltmadan ya da en az etkileyerek başarıya ulaşabilmesi için en uygun araçları seçmesi önemlidir. Bu noktada, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (BMİDÇS) imza atan her ülkenin her yıl hazırlamak ve BMİDÇS Sekreteryası'na rapor etmek zorunda olduğu Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanteri en önemli rehber niteliğindedir. Bu envanter ile ülkeler, sera gazı emisyon miktarları, kaynakları, sektörel dağılımlarını tespit edebilmektedirler.

2. İklim Değişikliğinin Müzakereleri ve Türkiye

1961 yılından bu yana OECD üyesi olan Türkiye, sera gazı salımlarını azaltmada birinci derecede sorumlu olan Ek I ülkeleri grubuna, ve aynı zamanda az gelişmiş ülkelerin salımlarının azaltılması için finansal ve teknik destek sağlayacak Ek II ülkeleri grubuna dahil edilmiştir. Türkiye'nin ekonomik kalkınma düzeyi düşünüldüğü zaman, genel olarak hem OECD üyesi ülkelere hem de diğer EK II ülkelerinden daha düşüktür. Ekonomik olarak gelişmiş ülkelerle aynı düzeyde olmayan Türkiye'nin emisyon azaltım yükümlüğünün aynı olması rasyonel değildir. Bu durumda Türkiye ilkesel olarak İDÇS'ne sıcak baktığı halde, yükümlülüklerini yerine getiremeyeceği gerekçesiyle, 1992 Rio Konferansı'nda imzalamamıştır.

1997'de III. Taraflar Konferansı'nda kabul edilen ve 16 Mart 1998 tarihinde imzaya açılan Kyoto Protokolü'ne göre, EK I grubuna dahil olan ülkeler, sera gazı emisyonlarını 2008-2012 yılları arasında, 1990 yılı emisyon seviyelerinin %5 altına indirmeleri gerekmektedir. Kyoto Protokolü'nde ortaya konulan bu hedef, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılması konusunda uluslararası alanda atılan en önemli adımlardan biri olarak kabul edilmektedir.

Türkiye, 1997 yılında Kyoto'da yapılan III. Taraflar Konferansı (COP3) sürecinde İDÇS'nin her iki ekinden de çıkarılmasını talep etmiş, fakat talebi kabul edilmediği için Kyoto Protokolü'ne taraf olmamıştır. 2000 yılında Lahey'de düzenlenen ve VI. Taraflar Konferansı'nda (COP 6) Türkiye, Ek II'den çıkarılması şartı ve pazar ekonomisine geçiş ülkeleri olan eski sosyalist ülkelere sağlanan teknik

destek, finansal yardım, kapasite geliştirme gibi imkanlardan faydalandırılması durumunda Ek I ülkesi olarak İDÇS'ye taraf olabileceğini ifade etmiştir. Lahey Konferansı'nda alınan karara bağlı olarak 2001 yılında VII. Taraflar Konferansı olan Marakeş Konferansı'nda (COP 7) "Sözleşmenin Ek-I listesinde yer alan diğer ülkelerden farklı bir konumda olan Türkiye'nin özel şartları tanınarak, 26/CP.7 sayılı kararın isminin EK-I'de kalarak EK-II'den silinmesi" kararıyla Türkiye'nin Ek II'den çıkartılması kabul edilmiştir (UNFCCC, 2001: 2).

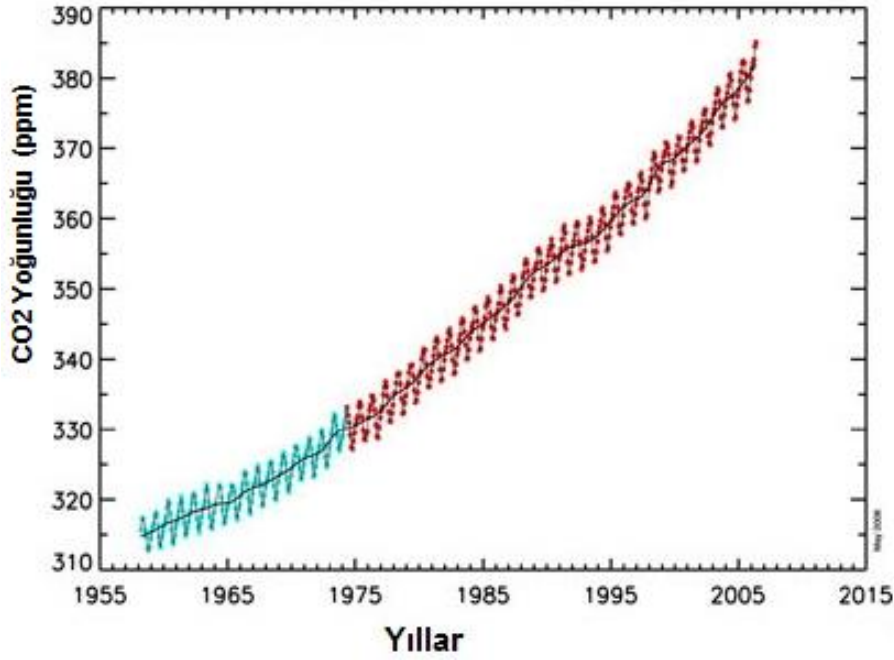
Bu gelişmelerin ardından, Türkiye'nin İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne katılmasının uygun bulunduğu dair kanun 24 Mayıs 2004 tarihinde imzalanarak Türkiye İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne 189. ülke olarak taraf olmuştur.

Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne katılmasına dair kanun 26 Ağustos 2009 tarihinde yürürlüğe girmiş ve Türkiye Protokol'e taraf olmuştur. Protokolün kabul tarihinde (1997) BMİDÇS tarafı olmayan Türkiye, EK-I Taraflarının sayısallaştırılmış salım sınırlama veya azaltım yükümlülüklerinin tanımlandığı Protokol EK-B listesine dahil edilmemiştir. Dolayısıyla, Protokol'ün 2008 - 2012 yıllarını kapsayan birinci yükümlülük döneminde Türkiye'nin herhangi bir sayısallaştırılmış emisyon sınırlama veya azaltım yükümlülüğü bulunmamaktadır (<http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/BMIDCS.aspx?sflang=tr> Erişim: 07.12.2011).

3. Küresel Isınma Trendi, Projeksiyonlar ve Senaryolar

Küresel ısınma çerçevesinde yapılan tüm çalışmalar sonucu elde edilen verilerden, atmosfer içindeki sera gazı emisyonlarının giderek artan bir seyir izlediğini söylemek mümkündür. IPCC son olarak 2007 yılında yayımladığı dördüncü değerlendirme raporuna göre; yerküre ve okyanusların sıcaklığının arttığı, buzullarda erimeler meydana geldiği ve çevresel değişimin oldukça hızlı meydana geldiğini ifade etmektedir. IPCC raporları yanısıra birçok ülkede iklim değişikliği üzerine çalışmalar yürütülmektedir. Örnek olarak; Amerika Birleşik Devletleri Hükümeti Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi'nin (National Oceanic and Atmospheric Administration), Pasifik Okyanusu'nun ortasındaki Hawaii Adası'nda 3.500 metre yükseklikteki Mauna Loa isimli dağın zirvesinde kurulu olan gözlemevinde 1958 yılından bu yana yapılan ölçümlere göre, atmosfer içerisindeki karbondioksit birikimi çok hızlı biçimde artmaktadır. (Şekil 1.5) Mauna Loa gözlemevi haricinde Law Dome, Adalie Land, South Pole ve Siple gibi bir çok sabit istasyon ve atmosferin belirli yükseklikleri için uçaklarla sürekli olarak sera gazı ölçümleri yapılmakta ve sera gazı emisyonlarındaki artış bilimsel olarak ortaya konulmaktadır (Özçağ, 2011. s:12).

Şekil 1: Atmosferdeki CO₂ Yoğunluğunun Gelişimi



Kaynak: <http://www.licor.com/env/newsline/tag/keeling-curve/>, Erişim: 13.03.2012

Şekil 1'in ilk kısmındaki testere şeklindeki grafik Keeling eğrisi olarak adlandırılmaktadır¹. Şeklin testere olmasının sebebi bitkilerin karbondioksiti yazın atmosferden alarak kışın iade etmesinden kaynaklanmaktadır (Madra ve Şahin, 2007:30-33).

Şekil 1'den izlenebileceği gibi 1750-1900 yılları arasında atmosferdeki CO₂ yoğunluğu 280 ppm (parts per million)'den 285 ppm'e yükselmişken, yani sadece 5 ppm artmışken, 1900-200 yılları arasında ise 280 ppm'den 360 ppm'e yükselmiş yani 75 ppm'lik artış kaydederek oldukça fazla yükselmiştir. 1900'lü yıllardan itibaren sanayileşme ile birlikte CO₂ yoğunluğunda meydana gelen artış önceki dönemin 15 katıdır (<http://www.brophphy.net/weblog/pivot/entry.php?id=10>, Erişim:27.11.2011). Fosil yakıt kullanımından kaynaklanan yıllık CO₂ emisyonu 1990 yılında 6.4 GtC (Giga Ton Carbon) iken 2000-2005 yılları arasında 7.2 GtC'a yükselmiştir. Bir diğer sera gazı olan Metan'ın sanayi öncesi dönemde 715 ppb (parts per billion – milyarda bir) atmosfer içindeki yoğunluğu, 1990'lı yılların başında 1732 ppb'ye yükselmiş, bu rakam 2005 yılında 1774 ppb seviyesine ulaşmıştır. Aynı dönemde Nitrit oksit ise 215 ppb'den 317 ppb'ye yükselmiştir (IPCC, 2007a: 2-3).

IPCC'nin IV. Değerlendirme Raporu'na göre (AR4); Karbondioksit emisyonlarında ortaya çıkan önemli artışlara bağlı olarak, 2100 yılına kadar ortalama yüzey sıcaklıklarında yaşanacak artışın yaklaşık olarak 3 C° olması, en iyi kestirme değeriyle 2 C° ile 4.5 C° aralığında olması beklenmektedir. Ayrıca birçok

¹ Charles David Keeling 1958'den itibaren 44 yıl boyunca düzenli olarak Mauna Loa (Hawaii) Gözleminde karbon ölçümleri yapan ve iklim değişikliğinin temelini karbondioksit olduğunu ileri süren bilim adamıdır (Keeling ve Whorf, 2005).

senaryo, gelecek 20 yıl için 0.2 C°/10 yıl oranında bir ısınmanın yaşanacağını öngörmektedir. (Türkeş, 2007: 50). Deniz seviyesinin ise, 1990 ve 2100 yılları arasında 0.1 ile 0.9 metre arasında artacağı ileri sürülmektedir (EEA, 2003: 94).

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin hazırladığı ve mevcut durumu anlatan raporların yanısıra, küresel ısınmanın gelecek durumuyla ilgili ve emisyon azaltımı konusunda da çeşitli senaryolar hazırlamaktadır. IPCC'nin sera gazı emisyon azaltım senaryoları 1990 yılındaki ilk değerlendirme raporunda yer almıştır. 1990-2100 aralığı için hazırlanan bu ilk senaryolar, güncellenerek ve kapsamı genişletilerek 1992 yılında yayınlanmıştır. IS92 adıyla anılan bu emisyon senaryoları, atmosferik bileşim ve iklim üzerindeki değişimleri ele almaktadır. Bu çalışmaların amacı, 2100 yılına kadar ortaya çıkması öngörülen sera gazları salım artışları ve buna bağlı olarak atmosferdeki sera gazları oranlarının belirlenmesi; bu değerlerin çeşitli iklim modellerinde kullanılması sağlanarak atmosferdeki sera gazları artışının doğuracağı küresel ısınma ile yağış rejimlerinde ortaya çıkacak değişmelerin coğrafi bölgeler arasında nasıl bir dağılım sergileyeceğinin tespit edilmesi, kara ve deniz sıcaklıklarının tespit edilmesi ve iklim değişikliğinin olası sonuçlarının belirlenmesidir.

Hazırlanan ilk senaryoların ardından IPCC, 1996 yılında yeni bir emisyon senaryosu hazırlamayı kabul etmiştir. Bu yeni senaryolar, Emisyon Senaryoları Özel Raporu (SRES - Special Report on Emission Scenarios) ismiyle adlandırılmaktadır. IPCC'nin 2001 ve 2007 yıllarında yayımladığı SRES Raporu içerisinde dört farklı senaryo ailesi ortaya konmuştur. Bu senaryoların detayları 2001 raporunda anlatılmış ve 2007 raporunda güncellenmiştir. Bu senaryolar; A1, A2, B1 ve B2 senaryolarıdır.

A1 Senaryo Grubu, dünya ekonomisinin yeni ve daha etkin teknolojilerin kullanılarak hızlı bir şekilde büyüyeceği, nüfus artışının yüzyılın ortasında en büyük değerine ulaşip daha sonra azalacağı, varsayımına dayanmaktadır. Bu senaryo ailesinde önemle vurgulanan alanlar; kişi başına gelirdeki bölgesel farklılıklarda ortaya çıkan önemli azalmayla birlikte bölgeler arasında yakınlaşma, kapasite gelişimi, kültürel ve sosyal ilişkilerdeki artış gibi konulardır. A1 Senaryo grubu, enerji sistemlerdeki farklı gelişmeleri göz önüne alan A1FI (fosil yoğun enerji teknolojileri), A1T (fosil kaynaklı olmayan enerji kullanımı) ve A1B (tüm kaynaklar arasında dengeli bir dağılım) alt senaryolarını içermektedir (IPCC, 2007a: SPM, s:18).

A2 Senaryo Grubu, çok hızlı bir nüfus artışı ile birlikte dengesiz ve yavaş ilerleyen bir ekonomik kalkınmayı, homojen olmayan bir dünyayı esas alan ve küresel ısınma ve çevresel değişim konularında mücadele için herhangi bir özel tedbirin alınmadığı bir yapıya sahiptir.

B1 Senaryo Grubu, A1 senaryosu ile aynı varsayımlara dayanmakta fakat fazla enerji tüketimine ihtiyaç duymayan, daha çok hizmet sektörüne ağırlık veren bir ekonomik gelişme öngörmektedir. Bu senaryoda, kaynakların daha etkin kullanımına dayanan temiz teknolojiler kullanılacaktır.

Son olarak B2 Senaryo Grubu ise; ekonomik, sosyal ve çevresel kapasitelerin daha çok yerel ölçekte çözümlendiği bir dünya anlayışına sahiptir (IPCC, 2007a: SPM, s:18).

IPCC'nin senaryolarının dünya nüfusuna ve ekonomisine ilişkin öngörülerini aşağıdaki tabloda verilmektedir:

Tablo 1: SRES 2001 Senaryolarının Ekonomik Tahminleri

| Senaryo | Nüfus (Milyar Kişi) | | Gayri Safi Hasıla (Trilyon Dolar) | | Kişi Başına Gelir Oranı (Gelişmiş/Gelişmekte Olan Ülkeler) | |
|---------|------------------------|-------|--------------------------------------|-------|--|------|
| | 2050 | 2100 | 2050 | 2100 | 2050 | 2100 |
| A1 | 8,70 | 7,04 | 164,5 | 518,8 | 2,8 | 1,5 |
| A2 | 11,29 | 14,71 | 111,3 | 248,5 | 6,6 | 4,2 |
| B1 | 8,7 | 7,04 | 135,6 | 328,4 | 3,6 | 1,8 |
| B2 | 9,8 | 10,3 | 75,7 | 198,7 | 4 | 3 |

Kaynak: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/data/allscen.xls>, Erişim: 27.11.2011.

IPCC'nin hazırlamış olduğu Emisyon Senaryoları Özel Raporu (SRES)'nda, karbondioksit ve diğer sera gazları emisyonlarının gelecek yüzyılda önemli derecede artış kaydedeceği ifade edilmektedir. Rapora göre, önümüzdeki 20 yıl boyunca küresel sıcaklıkta her 10 yılda bir 0.2 C^olık bir artış öngörülmektedir (IPCC, 2007a: 12). 21. yüzyılda dünyada ortaya çıkması öngörülen sıcaklık artışları ve deniz seviyesi değişimleri Tablo 1.3'te verilmektedir.

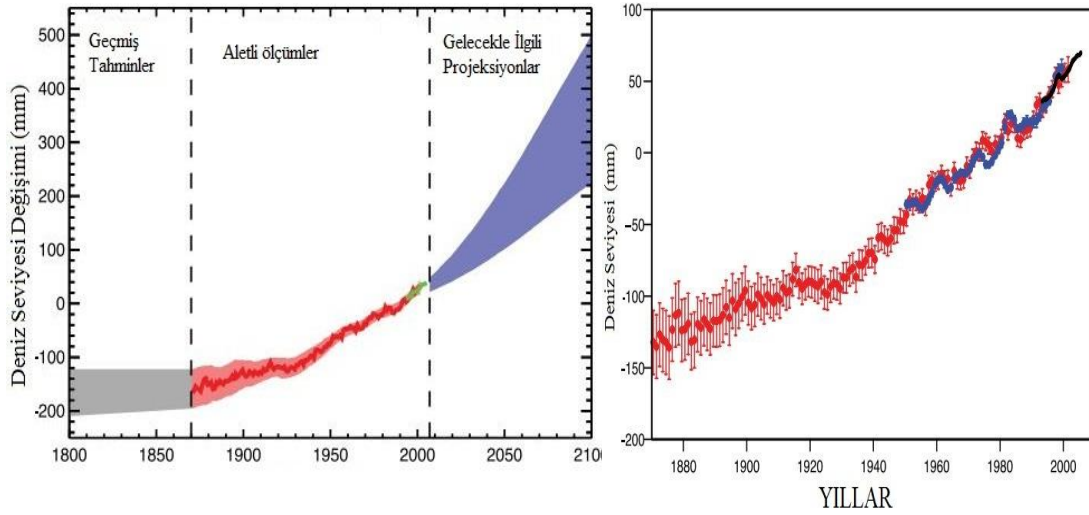
Tablo 2: 1980-1990 Dönemine Verileriyle SRES 2090-2099 Dönemi Tahminleri

| Senaryo | Sıcaklık Değişimi (C ^o) | | Deniz Seviyesi Değişimi (mt) |
|---------|--|-----------|---------------------------------|
| | Tahmin | Aralık | |
| B1 | 1.8 | 1.1 - 2.9 | 0.18 - 0.38 |
| A1T | 2.4 | 1.4 - 3.8 | 0.20 - 0.45 |
| B2 | 2.4 | 1.4 - 3.8 | 0.20 - 0.43 |
| A1B | 2.8 | 1.7 - 4.4 | 0.21 - 0.48 |
| A2 | 3.4 | 2.0 - 5.4 | 0.23 - 0.51 |
| A1FI | 4.0 | 2.4 - 6.4 | 0.26 - 0.59 |

Kaynak: IPCC, 2007a. SPM, s.13.

Küresel ısınma düzeyinin en düşük olduğu (B1) senaryosuna göre, 2090-2099 yılları arasındaki sıcaklık artışının 1980-1990 dönemine göre 1.8 C^0 olması öngörülmektedir. Bu sıcaklık artışının söz konusu dönemde 1.1 C^0 ile 2.9 C^0 aralığında olması beklenmektedir. Bu senaryoya göre ise, deniz seviyesinde $0.18 - 0.38$ metre aralığında bir yükselme gerçekleşeceği hesaplanmıştır. Küresel ısınma düzeyinin en yüksek olduğu A1FI senaryosuna göre ise, dünya yüzey sıcaklığının 4 C^0 artması beklenmekte, deniz seviyesinde ise $0.26 - 0.59$ metrelik bir yükselme öngörülmektedir. Bu durum Şekil 1.6'da gösterilmiştir.

Şekil 2: Deniz Seviyelerinde Değişim Trendi



Kaynak: IPCC, 2007a. s:409-410.

Şekil 2 panelin birinci kısmında 1980-1999 yılları baz alınarak oluşturulmuş deniz seviyesinde meydana gelen değişimler verilmiştir. 1800 - 1870 yılları arası tahmini olarak yazılmış, 1870-2000 yılları arasında ise aletli ölçümlere dayalı (Gel - Git ölçeği) değişimler verilmiştir. 2000-2100 yılları arası deniz seviyesi değişim değerleri SRES A1B senaryosu kullanılarak tahmin edilmiştir. Panelin ikinci kısmı ise yıllık ortalama deniz seviyesi değerleri kullanılarak elde edilmiştir. 1870 - 1950 yılları arası değerler Church ve White (2006)' ın çalışmasından, 1950 ve sonrası değerler ise Holgate ve Woodworth (2004) ve Leuliette vd. (2004) çalışmalarından alınmış olup %90 güven aralığı içerisinde olan değerlerdir.

SRES Senaryoları'na göre, atmosferik karbondioksit emisyonundaki yoğunluğun artması, okyanusların asitlik seviyesini yükseltmektedir. Yapılan tahminlere göre, okyanusların PH değerinin azalarak 21. yüzyılda 0.14 ile 0.35 arasında azalması öngörülmektedir. Okyanusların pH değerinin azalması asitlik derecesinin yükselmesi anlamına gelmektedir. Okyanusların asitlik derecesinin yükselmesi ve ısısının artması ile karbon yutma olma özelliğini zamanla kaybedeceklerdir (IPCC, 2007a. SPM, s:14).

4. İklim Değişikliğine Neden Olan Seragazının Dünya Genelindeki Trendi ve Artışının Nedenleri

İnsanoğlu, sınırsız ihtiyaçlarını karşılamak için gereksinim duyduğu hammaddeleri doğadan temin etmesi, üretim sürecinde fosil kaynaklı enerji kullanılması, üretim ve tüketim sürecinde oluşan atıkların çevreye bırakılması, dünya nüfusunun artması, ormanlara ve çevreye zarar vermesi sonucunda küresel ısınma ve iklim değişikliği sorunsalı ile karşı karşıya kalmıştır. Bu durumlar genel olarak

değerlendirildiği zaman küresel ısınma ve iklim değişikliği sorununun temelinde insan kaynaklı bir sorundur.

Tablo 3'te 2009 ve 2013 yıllarında insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının ülkelere göre dağılımı ve dünya genelinde meydana gelen toplam miktar verilmiştir. Tablo 3'ten izlenebileceği gibi en fazla sera gazı salımı yapan ilk beş ülke Çin, Amerika, Hindistan, Rusya ve Japonya'dır. Bu ülkeler toplam 16,235 Milyon Ton CO₂e salımı yapmakta ve toplam sera gazı salımında % 55.9'luk paya sahiptirler. Türkiye ise 2009 yılında 256 Milyon Ton CO₂e salımı yapmıştır ve toplam sera gazı salımında binde sekizlik (% 0.8) paya sahiptir.

2013 yılında ise en fazla sera gazı salımı yapan ilk beş ülke değişmemiştir. Fakat bu ülkeler içerisinde özellikle Çin, Hindistan ve Japonya'nın sera gazı salımı önemli ölçüde artmıştır. Sera gazı salımında en yüksek olan ilk beş ülke 2013 yılında 18,742 Milyon Ton CO₂e salımı yapmıştır. Bu ülkelerin toplam sera gazı salımındaki payı 2009 yılında % 55.9 iken 2013 yılında % 58,2'ye yükselmiştir. Türkiye'nin sera gazı salımındaki payında ise önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir.

Tablo 3: 2009 Yılında CO2 Emisyonu Yüksek Olan Ülkeler (Mt CO₂e)*

| Sıra | Ülke | 2009 | 2013 | Sıra | Ülke | 2009 | 2013 |
|------|--------------|--------|--------|------|------------|--------|------|
| 1 | Çin | 6831 | 8977 | 12 | Meksika | 399 | 451 |
| 2 | Amerika | 5196 | 5119 | 13 | Avustralya | 394 | 388 |
| 3 | Hindistan | 1585 | 1868 | 14 | İtalya | 389 | 338 |
| 4 | Rusya | 1532 | 1543 | 15 | Endonezya | 376 | 424 |
| 5 | Japonya | 1092 | 1235 | 16 | G. Afrika | 369 | 420 |
| 6 | Almanya | 750 | 759 | 17 | Fransa | 354 | 315 |
| 7 | İran | 533 | 525 | 18 | Brezilya | 337 | 452 |
| 8 | Kanada | 520 | 536 | 19 | Polonya | 286 | 292 |
| 9 | Güney Kore | 515 | 572 | 20 | İspanya | 283 | 235 |
| 10 | İngiltere | 465 | 448 | 21 | Ukrayna | 256,39 | 265 |
| 11 | S. Arabistan | 410 | 472 | 22 | Türkiye | 256,31 | 283 |
| | Dünya | 28.999 | 32.190 | | | | |
| | OECD | 12.045 | 12.038 | | | | |

Kaynak : IEA, KWES, 2015, s. 48-57. Tablodaki değerler yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

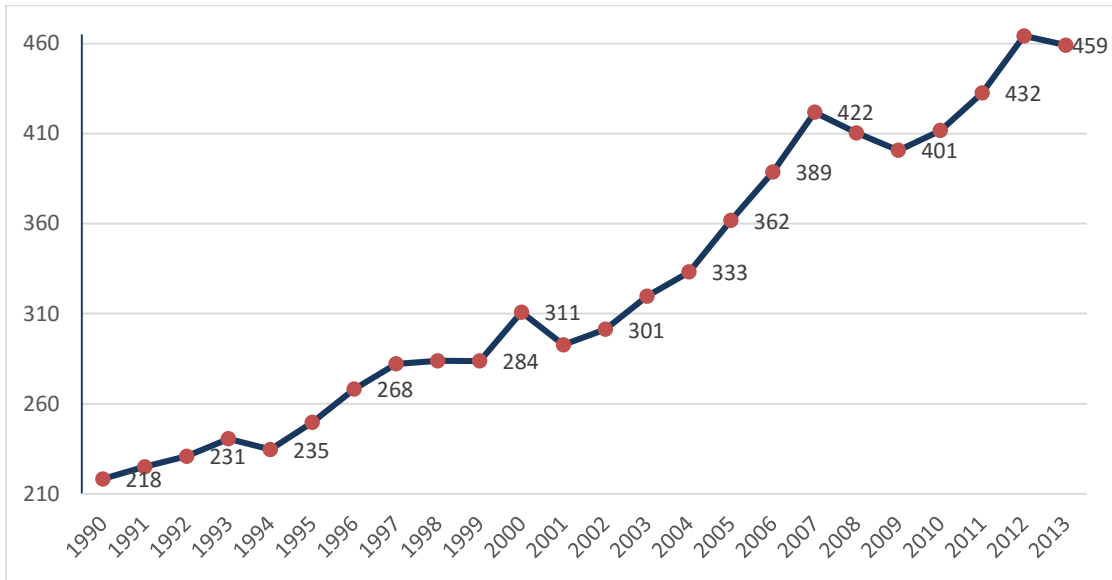
*: Arazi kullanımı, arazi kullanım değişiklikleri ve ormancılık sektörünün sera gazı azaltımı değişiklikleri dahil.

İnsanoğlunun daha yüksek bir refah düzeyi elde etmek için doğaya zarar verme süreciyle, insan kaynaklı bu faktörlerin tamamı, küresel ısınma ve iklim değişikliğine sebep olmaktadır. İnsan kaynaklı çevresel sorunlara yol açan nedenler arasında; fosil kaynaklı enerji kullanımı, sanayileşme ve kentleşme, nüfus artışı, arazi kullanım değişiklikleri ve tarım-hayvancılık faaliyetleri düşünülebilir.

5. Karbon Emisyonu Senaryoları

Çalışmanın bu kısmında senaryo uygulamalarına geçmeden önce Türkiye ekonomisi için 2011 yılı makroekonomik değişkenlere ait veriler ve 2011-2020 yılı karbon emisyonlarına ait genel ve sektörel projeksiyonlar verilecektir.

Şekil 3: 1990-2013* Yılı Toplam Emisyonlar (Mt CO₂e)



Kaynak: TÜİK (2016) Ulusal Seragazı Emisyon Envanteri Raporu verileri yazarlar tarafından toplulaştırılmıştır.

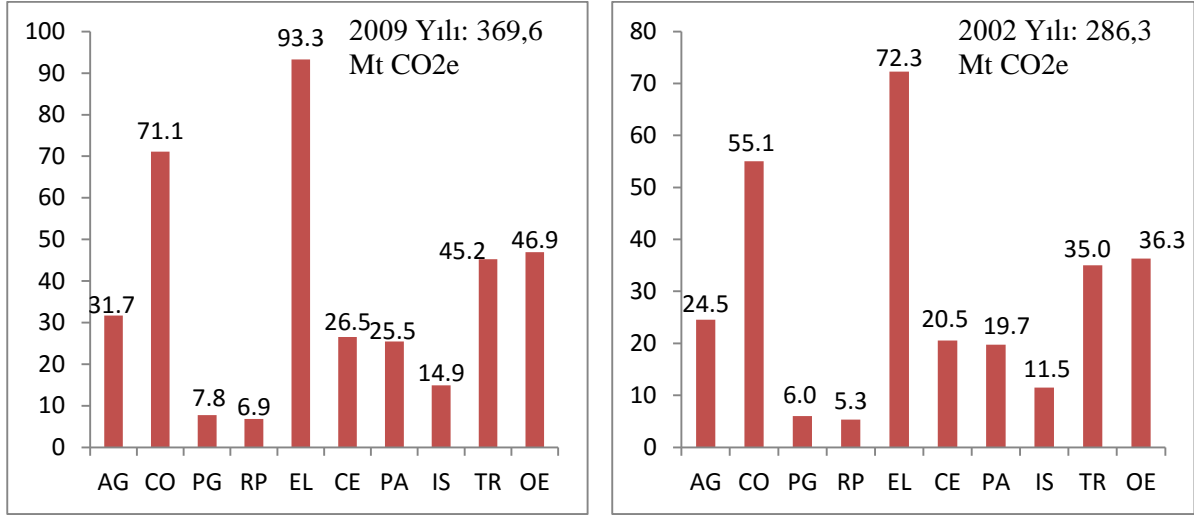
*: Emisyon değerleri Lulucf hariçtir.

Şekil 3'ten izlenebileceği gibi Türkiye'nin 1990 yılında 218 Mt CO₂e olan karbon emisyonu % 42'lik artışla 2000 yılında 310 Mt CO₂e olmuştur. 2000 yılından itibaren artış hızı yavaşlamış ve % 29'luk artışla 2009 yılında 400,7 Mt CO₂e değerine ulaşmıştır. 2013 yılında ise emisyon değeri 459 Mt CO₂e olarak gerçekleşmiştir. 2000'li yıllardan itibaren "güçlü ekonomiye geçiş" ile birlikte GSYİH, ihracat ve ithalatta çok büyük artışlar olmasına rağmen (örneğin; ihracat ilgili dönemde % 255, ithalat % 154 ve GSYİH cari olarak % 471, sabit olarak % 34 artış kaydetmiştir) emisyon artımı 1990-2000 dönemine göre, 2000-2013 döneminde oldukça azalmıştır. Bu azalmada enerjinin verimli kullanılması, yenilenebilir enerjilerin kullanılması ve yakıt türü olarak doğalgaz kullanımının etkisi olduğu düşünülebilir.

Şekil 4'te TÜİK (2011) tarafından yayınlanan "Ulusal Seragazı Emisyon Envanteri Raporu" verilerinden en son 2009 yılı için oluşturulan analizde kullanılacak sektörlerin sera gazı emisyonları verilmiştir. Elektrik üretimi sektörü (EL) 93,3 Mt CO₂e emisyon salımı ile birinci sıradadır ve toplam emisyonların % 25'ini oluşturmaktadır. Kömür madenciliği sektörü (CO) 71,1 Mt CO₂e emisyon salımı ile ikinci sıradadır ve toplam emisyonların % 19'unu oluşturmaktadır. Sektörel olarak Taşımacılık (TR) ise 45,2 Mt CO₂e emisyon salımı gerçekleştirmektedir. İlk üç sektör göz önüne alındığı zaman; Elektrik üretimi, Kömür madenciliği ve Taşımacılık sektörleri toplam emisyonların % 57'sini üretmektedir. 2002

yılı verileri incelendiği zaman Elektrik üretimi, Kömür madeciliği ve Taşımacılık sektörleri yine emisyon salımında ilk üç sıradadır.

Şekil 4: 2009 ve 2002* Yılı Sektörel Emisyonlar (Mt CO2e)



2009 Sektörel Emisyonlar (369,6 Mt Co2e)

Kaynak: TÜİK (2011) Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanteri Raporu verileri yazarlar tarafından sektörel olarak sınıflandırılmış ve oluşturulmuştur. *: Emisyon değerleri Lulucf hariçtir.

Türkiye'nin TÜİK (2011) Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanteri Raporu dikkate alındığı zaman 1990-2009 yılları arasında ortalama sera gazı artışı % 97.64 ve yıllık % 5.13'tür. 1990-2013 yılları arasında ise ortalama sera gazı artışı % 110.4 ve yıllık % 5.52'dir. Şekil 4'deki "Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanteri Raporu"ndan hesaplanan 2002 ve 2009 yılları sektörel sera gazı dağılımları yardımıyla 1990 yılı sektörel sera gazı dağılımları hesaplanabilir. Hesaplanan emisyon değerleri üzerinden 1990-2009 yılları arasındaki % 5.13'lük artış uygulanırsa Tablo 4'te verilen ve 2020 yılına kadar olan süreçteki sektörel ve genel sera gazı emisyonları elde edilebilir.

Tablo 4: Sektörlerin Yıllara Göre Karbon Emisyonları (Mt CO2e)*

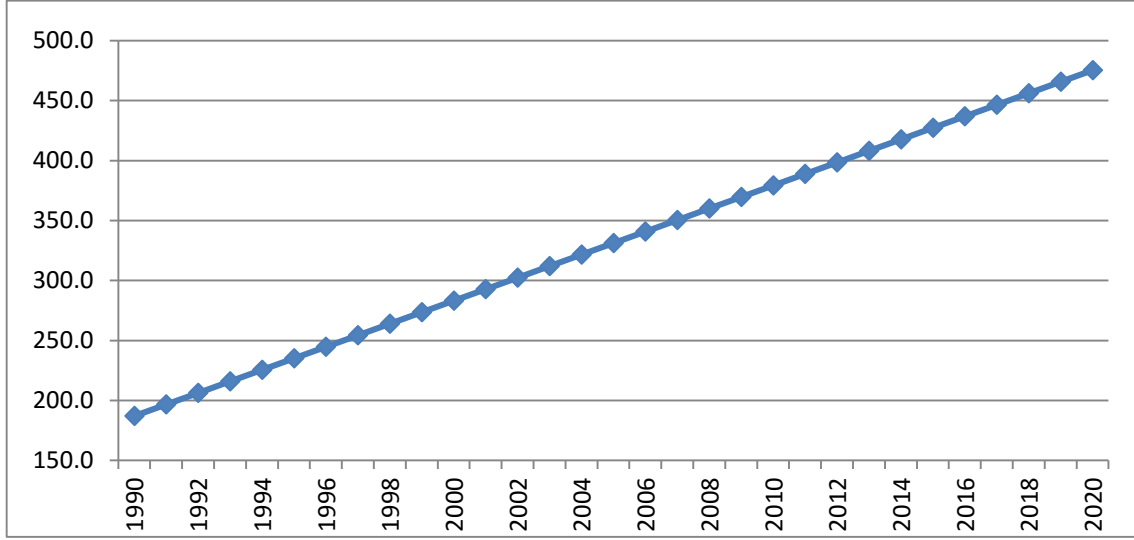
| | AG | CO | PG | RP | EL | CE | PA | IS | TR | OE | Toplam |
|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|--------|
| 1990 | 16,0 | 36,0 | 3,9 | 3,5 | 47,2 | 13,4 | 12,9 | 7,5 | 22,9 | 23,7 | 187,0 |
| 1991 | 16,8 | 37,8 | 4,1 | 3,6 | 49,6 | 14,1 | 13,5 | 7,9 | 24,1 | 25,0 | 196,6 |
| 1992 | 17,7 | 39,7 | 4,3 | 3,8 | 52,1 | 14,8 | 14,2 | 8,3 | 25,2 | 26,2 | 206,3 |
| 1993 | 18,5 | 41,5 | 4,5 | 4,0 | 54,5 | 15,5 | 14,9 | 8,7 | 26,4 | 27,4 | 215,9 |
| 1994 | 19,3 | 43,4 | 4,7 | 4,2 | 56,9 | 16,2 | 15,5 | 9,1 | 27,6 | 28,6 | 225,5 |
| 1995 | 20,1 | 45,2 | 4,9 | 4,4 | 59,3 | 16,9 | 16,2 | 9,5 | 28,8 | 29,8 | 235,1 |
| 1996 | 21,0 | 47,1 | 5,1 | 4,5 | 61,8 | 17,5 | 16,9 | 9,8 | 29,9 | 31,1 | 244,7 |
| 1997 | 21,8 | 48,9 | 5,3 | 4,7 | 64,2 | 18,2 | 17,5 | 10,2 | 31,1 | 32,3 | 254,3 |
| 1998 | 22,6 | 50,8 | 5,5 | 4,9 | 66,6 | 18,9 | 18,2 | 10,6 | 32,3 | 33,5 | 263,9 |

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|-----|-------|------|------|------|------|------|-------|
| 1999 | 23,4 | 52,6 | 5,7 | 5,1 | 69,1 | 19,6 | 18,8 | 11,0 | 33,5 | 34,7 | 273,5 |
| 2000 | 24,3 | 54,5 | 5,9 | 5,2 | 71,5 | 20,3 | 19,5 | 11,4 | 34,7 | 35,9 | 283,1 |
| 2001 | 25,1 | 56,3 | 6,1 | 5,4 | 73,9 | 21,0 | 20,2 | 11,8 | 35,8 | 37,2 | 292,8 |
| 2002 | 25,9 | 58,1 | 6,3 | 5,6 | 76,3 | 21,7 | 20,8 | 12,2 | 37,0 | 38,4 | 302,4 |
| 2003 | 26,7 | 60,0 | 6,5 | 5,8 | 78,8 | 22,4 | 21,5 | 12,5 | 38,2 | 39,6 | 312,0 |
| 2004 | 27,5 | 61,8 | 6,7 | 6,0 | 81,2 | 23,1 | 22,2 | 12,9 | 39,4 | 40,8 | 321,6 |
| 2005 | 28,4 | 63,7 | 6,9 | 6,1 | 83,6 | 23,7 | 22,8 | 13,3 | 40,5 | 42,0 | 331,2 |
| 2006 | 29,2 | 65,5 | 7,1 | 6,3 | 86,0 | 24,4 | 23,5 | 13,7 | 41,7 | 43,3 | 340,8 |
| 2007 | 30,0 | 67,4 | 7,4 | 6,5 | 88,5 | 25,1 | 24,1 | 14,1 | 42,9 | 44,5 | 350,4 |
| 2008 | 30,8 | 69,2 | 7,6 | 6,7 | 90,9 | 25,8 | 24,8 | 14,5 | 44,1 | 45,7 | 360,0 |
| 2009 | 31,7 | 71,1 | 7,8 | 6,9 | 93,3 | 26,5 | 25,5 | 14,9 | 45,2 | 46,9 | 369,7 |
| 2010 | 32,5 | 72,9 | 8,0 | 7,0 | 95,7 | 27,2 | 26,1 | 15,3 | 46,4 | 48,1 | 379,3 |
| 2011 | 33,3 | 74,8 | 8,2 | 7,2 | 98,2 | 27,9 | 26,8 | 15,6 | 47,6 | 49,4 | 388,9 |
| 2012 | 34,1 | 76,6 | 8,4 | 7,4 | 100,6 | 28,6 | 27,4 | 16,0 | 48,8 | 50,6 | 398,5 |
| 2013 | 35,0 | 78,5 | 8,6 | 7,6 | 103,0 | 29,3 | 28,1 | 16,4 | 49,9 | 51,8 | 408,1 |
| 2014 | 35,8 | 80,3 | 8,8 | 7,7 | 105,4 | 29,9 | 28,8 | 16,8 | 51,1 | 53,0 | 417,7 |
| 2015 | 36,6 | 82,2 | 9,0 | 7,9 | 107,9 | 30,6 | 29,4 | 17,2 | 52,3 | 54,2 | 427,3 |
| 2016 | 37,4 | 84,0 | 9,2 | 8,1 | 110,3 | 31,3 | 30,1 | 17,6 | 53,5 | 55,5 | 436,9 |
| 2017 | 38,3 | 85,9 | 9,4 | 8,3 | 112,7 | 32,0 | 30,8 | 18,0 | 54,6 | 56,7 | 446,5 |
| 2018 | 39,1 | 87,7 | 9,6 | 8,5 | 115,2 | 32,7 | 31,4 | 18,3 | 55,8 | 57,9 | 456,2 |
| 2019 | 39,9 | 89,6 | 9,8 | 8,6 | 117,6 | 33,4 | 32,1 | 18,7 | 57,0 | 59,1 | 465,8 |
| 2020 | 40,7 | 91,4 | 10,0 | 8,8 | 120,0 | 34,1 | 32,7 | 19,1 | 58,2 | 60,3 | 475,4 |

Kaynak: TÜİK (2011, 2015) Ulusal Seragazı Emisyon Envanteri Raporu verilerinden yazarlar tarafından sektörel emisyonlar hesaplanmış ve simülasyon uygulanmıştır. *: Emisyon değerleri Lulucf hariçtir.

Tablo 4'ten izlenebileceği gibi 1990-2009 arası % 5.13'lük artış senaryosuna göre (2012 yılı itibariyle en son emisyon değeri 2009 yılı için verilmiştir) 2009 yılı emisyon miktarı 369,7 Mt CO₂e iken 2020 yılında bu emisyon değerinin 475,4 Mt CO₂e olması öngörülmüştür. Bu sonuç Çevre ve Orman Bakanlığı'nın (Orman ve Su İşleri Bakanlığı) MAED/ENPEP modeli ile tahmin ettiği 604 Mt CO₂e tahmininden oldukça azdır fakat, Avrupa Komisyonu'nun PRIMES modeli ile tahmin ettiği 421 Mt CO₂e sonuçları ile uyumludur. MAED/ENPEP modelinin enerji varsayımları gerçeği yansıtmadığı ve model sonuçlarının gerçekleşen değerlerden farklı olduğu göz önüne alınırsa, Avrupa Komisyonu'nun PRIMES modelinin baz alınması daha gerçekçi olacaktır.

Şekil 5: 1990-2009 Dönemi % 5.13'lük Emisyon Artımına Göre Sektörel ve Genel Emisyon Tahminleri* (Mt CO2e)



Kaynak: TÜİK (2011) Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanteri Raporu verileri yazarlar tarafından toplulaştırılmıştır. *: Emisyon değerleri Lulucf hariçtir.

2000-2009 döneminde sera gazı artışı, 1990-2000 dönemine göre daha yavaştır. 2000-2009 döneminde sera gazı artış miktarı % 24,45, yıllık artış hızı ise % 2,71'dir. Yıllık % 2,71 artış hızına göre 2020 yılı emisyonları tahmin edilirse Tablo 7.3'teki bulgular elde edilir. Tablo 5'ten izlenebileceği gibi 2000-2009 yılları arası % 2.71'lik artış senaryosuna göre 2009 yılı emisyon miktarı 369,7 Mt CO2e iken 2020 yılında bu emisyon değerinin 458,4 Mt CO2e olması öngörülmüştür.

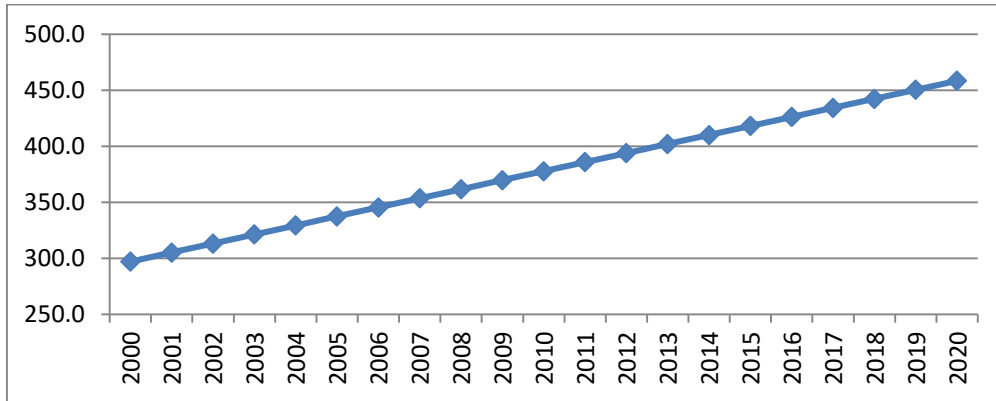
Tablo 5: Sektörlerin Yıllara Göre Karbon Emisyonları (Mt CO2e)*

| | AG | CO | PG | RP | EL | CE | PA | IS | TR | OE | Toplam |
|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|--------|
| 2000 | 25,4 | 57,1 | 6,2 | 5,5 | 75,0 | 21,3 | 20,5 | 11,9 | 36,3 | 37,7 | 297,0 |
| 2001 | 26,1 | 58,7 | 6,4 | 5,7 | 77,0 | 21,9 | 21,0 | 12,3 | 37,3 | 38,7 | 305,1 |
| 2002 | 26,8 | 60,2 | 6,6 | 5,8 | 79,1 | 22,4 | 21,6 | 12,6 | 38,3 | 39,7 | 313,2 |
| 2003 | 27,5 | 61,8 | 6,7 | 6,0 | 81,1 | 23,0 | 22,1 | 12,9 | 39,3 | 40,8 | 321,2 |
| 2004 | 28,2 | 63,3 | 6,9 | 6,1 | 83,1 | 23,6 | 22,7 | 13,2 | 40,3 | 41,8 | 329,3 |
| 2005 | 28,9 | 64,9 | 7,1 | 6,3 | 85,2 | 24,2 | 23,2 | 13,6 | 41,3 | 42,8 | 337,4 |
| 2006 | 29,6 | 66,4 | 7,2 | 6,4 | 87,2 | 24,8 | 23,8 | 13,9 | 42,3 | 43,8 | 345,4 |
| 2007 | 30,3 | 68,0 | 7,4 | 6,6 | 89,2 | 25,3 | 24,4 | 14,2 | 43,3 | 44,9 | 353,5 |

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|-----|-----|-------|------|------|------|------|------|-------|
| 2008 | 31,0 | 69,5 | 7,6 | 6,7 | 91,3 | 25,9 | 24,9 | 14,5 | 44,2 | 45,9 | 361,6 |
| 2009 | 31,7 | 71,1 | 7,8 | 6,9 | 93,3 | 26,5 | 25,5 | 14,9 | 45,2 | 46,9 | 369,7 |
| 2010 | 32,4 | 72,6 | 7,9 | 7,0 | 95,4 | 27,1 | 26,0 | 15,2 | 46,2 | 47,9 | 377,7 |
| 2011 | 33,0 | 74,2 | 8,1 | 7,1 | 97,4 | 27,7 | 26,6 | 15,5 | 47,2 | 49,0 | 385,8 |
| 2012 | 33,7 | 75,7 | 8,3 | 7,3 | 99,4 | 28,2 | 27,1 | 15,8 | 48,2 | 50,0 | 393,9 |
| 2013 | 34,4 | 77,3 | 8,4 | 7,4 | 101,5 | 28,8 | 27,7 | 16,2 | 49,2 | 51,0 | 401,9 |
| 2014 | 35,1 | 78,8 | 8,6 | 7,6 | 103,5 | 29,4 | 28,2 | 16,5 | 50,2 | 52,0 | 410,0 |
| 2015 | 35,8 | 80,4 | 8,8 | 7,7 | 105,5 | 30,0 | 28,8 | 16,8 | 51,2 | 53,1 | 418,1 |
| 2016 | 36,5 | 82,0 | 8,9 | 7,9 | 107,6 | 30,5 | 29,4 | 17,1 | 52,2 | 54,1 | 426,2 |
| 2017 | 37,2 | 83,5 | 9,1 | 8,0 | 109,6 | 31,1 | 29,9 | 17,5 | 53,1 | 55,1 | 434,2 |
| 2018 | 37,9 | 85,1 | 9,3 | 8,2 | 111,7 | 31,7 | 30,5 | 17,8 | 54,1 | 56,1 | 442,3 |
| 2019 | 38,6 | 86,6 | 9,4 | 8,3 | 113,7 | 32,3 | 31,0 | 18,1 | 55,1 | 57,2 | 450,4 |
| 2020 | 39,3 | 88,2 | 9,6 | 8,5 | 115,7 | 32,9 | 31,6 | 18,4 | 56,1 | 58,2 | 458,4 |

Kaynak: TÜİK (2011) Ulusal Seragazi Emisyon Envanteri Raporu verilerinden yazarlar tarafından sektörel emisyonlar hesaplanmış ve simülasyon uygulanmıştır. *: Emisyon değerleri Lulucf hariçtir.

Şekil 6: 1990-2009 Dönemi % 5.13'lük Emisyon Artımına Göre Emisyon Tahminleri* (Mt CO₂e)



Kaynak: TÜİK (2011) Ulusal Seragazi Emisyon Envanteri Raporu verileri yazarlar tarafından toplulaştırılmıştır. *: Emisyon değerleri Lulucf hariçtir.

6. Karbon Emisyonu Projeksiyonları

Çalışmanın bu kısmında seragazi emisyon projeksiyonları matematiksel modellerle yapılacaktır. TÜİK tarafından yayınlana 1990-2013 dönemine ait sera gazı miktarları kullanılarak doğrusal, parabolik, kübik ve üstel olarak tahminler yapılmış ve Tablo 6'da verilmiştir. Kullanılan farklı yöntemlerin farklı emisyon değerleri verdiği görülmektedir.

Tablo 6: Sera Gazı Emisyonu Projeksiyonları (Mt CO₂e)*

| Karbon Emisyonları Projeksiyonları | | | |
|--|----------------|-----------------|---------------|
| Yıllar | Doğrusal Model | Parabolik Model | Üstel Model |
| 2010 | 419.78 | 424.76 | 422.54 |
| 2011 | 430.81 | 439.49 | 437.16 |
| 2012 | 441.84 | 454.63 | 452.27 |
| 2013 | 452.87 | 470.18 | 467.91 |
| 2014 | 463.91 | 486.14 | 484.09 |
| 2015 | 474.94 | 502.51 | 500.83 |
| 2016 | 485.97 | 519.29 | 518.15 |
| 2017 | 497.00 | 536.48 | 536.07 |
| 2018 | 508.03 | 554.09 | 554.61 |
| 2019 | 519.06 | 572.10 | 573.79 |
| 2020 | 530.09 | 590.52 | 593.63 |
| 2021 | 541.12 | 609.36 | 614.16 |
| 2022 | 552.15 | 628.61 | 635.40 |
| 2023 | 563.18 | 648.26 | 657.37 |
| 2024 | 574.22 | 668.33 | 680.10 |
| 2025 | 585.25 | 688.81 | 703.62 |
| 2026 | 596.28 | 709.70 | 727.95 |
| 2027 | 607.31 | 731.00 | 753.12 |
| 2028 | 618.34 | 752.71 | 779.16 |
| 2029 | 629.37 | 774.83 | 806.11 |
| 2030 | 640.40 | 797.36 | 833.98 |
| Tahmin Denklemleri: | | | |
| Doğrusal Tahmin Denklemi: $y = 11.031x + 188.13$ | | | $R^2 = 0,959$ |

| | |
|---|---------------|
| Parabolik Tahmin Denklemi: $y = 0.2054x^2 + 5.8953x + 210.38$ | $R^2 = 0,971$ |
| Kübik Tahmin Denklemi: $y = -0.0102x^3 + 0.589x^2 + 1.9806x + 219.36$ | $R^2 = 0,972$ |
| Üstel Tahmin Denklemi: $y = 206,93e^{0,0341x}$ | $R^2 = 0,974$ |

Not: 1990-2013 verileriyle yapılan tahminlerde Mathematica ve Excel Programları kullanılmıştır.

*: Emisyon değerleri Lulucf hariçtir.

Tablo 6'dan izlenebileceği gibi, doğrusal denklem yardımıyla elde edilen sonuçlara göre; Türkiye'nin sera gazı emisyonu, 2015 yılında 474, 2020 yılında 530 ve 2030 yılında 640 MtCO_{2e} olacaktır. Parabolik denklem yardımıyla elde edilen sonuçlara göre; Türkiye'nin sera gazı emisyonu, 2015 yılında 502, 2020 yılında 590 ve 2030 yılında 797 MtCO_{2e} olacaktır. Üstel denklem yardımıyla elde edilen sonuçlara göre ise ; Türkiye'nin sera gazı emisyonu, 2015 yılında 500, 2020 yılında 593 ve 2030 yılında 833 MtCO_{2e} olacaktır.

Elde edilen sonuçlar, Çevre ve Orman Bakanlığı'nın (Orman ve Su İşleri Bakanlığı) MAED/ENPEP modeli ile tahmin ettiği 604 Mt CO_{2e} tahmininden oldukça azdır fakat, Avrupa Komisyonu'nun PRIMES modeli ile tahmin ettiği 421 Mt CO_{2e} sonuçları ile uyumludur. MAED/ENPEP modelinin enerji varsayımları gerçeği yansıtmadığı ve model sonuçlarının gerçekleşen değerlerden farklı olduğu göz önüne alınırsa, Avrupa Komisyonu'nun PRIMES modelinin baz alınması daha gerçekçi olacaktır.

Sonuç ve Değerlendirme

Avrupa Birliğine üyelik sürecinde olan Türkiye'nin 1998-2012 yıllarını kapsayan birinci Kyoto Döneminde emisyon azaltımı yükümlülüğü yoktur. Fakat 2012 sonrası dönemi kapsayan Post-Kyoto döneminde ise yükümlülük alması beklenmektedir. Emisyon azaltımlarının ekonomik maliyetleri olacağı düşünülürse, karar vericiler için emisyon trendinin tahmini, alınacak yükümlülük miktarı ve emisyon azaltımı için en uygun politika seçimi oldukça önemli olacaktır.

Çalışmamızda Türkiye için emisyon trendinin tahmini farklı matematiksel modeller yardımıyla verilmiştir. Doğrusal denklem yardımıyla elde edilen sonuçlara göre; Türkiye'nin sera gazı emisyonu, 2015 yılında 474, 2020 yılında 530 ve 2030 yılında 640 MtCO_{2e} olacaktır. Bu sonuçlar Avrupa Komisyonu'nun PRIMES modeli ile tahmin ettiği sonuçlar ile uyumludur. Farklı yöntem uygulamaları farklı sonuçlar verse de doğrusal denklem yardımıyla elde edilen sonuçların daha tutarlı olduğu düşünülmektedir.

Kaynakça

Church, J. A., and N. J. White, (2006) "A 20th Century Acceleration in Global Sea-Level Rise". *Geophys. Res. Lett.*, 33, L01602, doi: 10.1029/2005GL024826.

EEA (2006) "Environmental Statement", European Environment Agency Report No 8/2006, Copenhagen, Denmark.

EEA (2007) "Greenhouse Gas Emission Trends and Projections in Europe 2007" European Environment Agency Report, October 2007, Denmark, (Forthcoming)

EEA (2011) "Greenhouse Gas Emission Trends and Projections in Europe 2011: The Fourth Report", European Environment Agency, Report Nu: 4, 2011.

Holgate, S. J., and P. L. Woodworth, (2004) Evidence for enhanced coastal sea level rise during the 1990s. *Geophys. Res. Lett.*, 31, L07305, doi:10.1029/2004GL019626.

IPCC (2007) "Climate change 2007: Mitigation.", Contribution of Working group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC (2007a) "The Physical Science Basis", Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.

IPCC (2007b) "Climate Change 2007: Mitigation", Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change", Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.

Keeling, C. D. ve Whorf, T. P. (2005) "Atmospheric CO₂ concentration (ppmv) Derived From in Situ Air Samples Collected at Mauna Loa Observatory", Hawaii.

Leuliette, E. W., R. S. Nerem, and G. T. Mitchum, 2004: Calibration of TOPEX/Poseidon and Jason Altimeter Data to Construct A Continuous Record of Mean Sea Level Change. *Mar. Geodesy*, 27(1-2), 79-94

Madra, Ö. ve Şahin, Ü. (2007) "Küresel Isınma ve İklim Krizi", İdil Yayıncılık, İstanbul, 2007.

Özçağ, M. (2011) "İnsan Kaynaklı İklim Değişikliği ve Ekonomik Büyüme Türkiye Üzerine Bir Analiz", Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bil. Ens. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Aydın, s.12.

www.tuik.gov.tr

<http://www.licor.com/env/newsline/tag/keeling-curve/>, Access: 13.03.2012