

**TÜRKİYE'DE KARBON EMİSYONLARI, YENİLENEBİLİR ENERJİ
VE EKONOMİK BÜYÜME: ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ
HİPOTEZİ'NİN AMPİRİK ANALİZİ**

Yüksek Lisans Tezi

Kübra KOÇ

Eskişehir, 2019

**TÜRKİYE'DE KARBON EMİSYONLARI, YENİLENEBİLİR ENERJİ VE
EKONOMİK BÜYÜME: ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİ'NİN AMPİRİK
ANALİZİ**

Kübra KOÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Bilge Kağan ÖZDEMİR

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Ağustos, 2019

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Kübra KOÇ'un "Türkiye'de Karbon Emisyonları, Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme: Çevresel Kuznets Hipotezi'nin Ampirik Analizi" başlıklı tezi 21 Ağustos 2019 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca toplanan İktisat Anabilim Dalında, yüksek lisans tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Doç.Dr.Bilge Kağan ÖZDEMİR

Üye : Doç.Dr.Burhan DOĞAN

Üye : Doç.Dr.Ceyhun HAYDAROĞLU

Prof.Dr.Pahtun ÖNSOY
Anadolu Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

ÖZET

TÜRKİYE'DE KARBON EMİSYONLARI, YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME: ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİ'NİN AMPİRİK ANALİZİ

Kübra KOÇ

İktisat Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ağustos, 2019

Danışman: Doç. Dr. Bilge Kağan ÖZDEMİR

Bu çalışmanın amacı, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi (EKC)'nin geçerliliğini Türkiye örneğinde test etmektir. Bu amaç doğrultusunda, kişi başına CO₂ emisyonları, kişi başına reel GSYH, kişi başına enerji kullanımı, kişi başına yenilenebilir enerji kullanımı ve ticari dışa açıklık değişkenleri ile kübik formda bir model kurulmuştur. ARDL Sınır Testi ile uzun dönem denge ilişkisi tespit edilmiştir. Ampirik bulgulara göre kişi başına CO₂ emisyonları ile kişi başına gelir arasında N-şeklinde kübik polinomial ilişki tespit edilmiştir. Uzun dönem katsayı tahminlerine göre bağımlı değişken olan kişi başına CO₂ emisyonu üzerinde tamamı istatistiksel anlamlılığa sahip olmak üzere, enerji kullanımının pozitif, yenilenebilir enerjinin negatif, ticari dışa açıklığın da pozitif etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Ampirik bulgulara göre, Türkiye'nin enerji matrisini yenilenebilir enerji lehine yeniden şekillendirmek son derece yararlı olacaktır.

Anahtar Sözcükler: Çevresel Kuznets Eğrisi, Türkiye ekonomisi, ARDL, Yenilenebilir enerji, CO₂ emisyonu

ABSTRACT

CARBON EMISSIONS, RENEWABLE ENERGY AND ECONOMIC GROWTH IN TURKEY: EMPIRICAL ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE HYPOTHESIS

Kübra KOÇ

Department of Economics

Anadolu University, Graduate School of Social Sciences, August, 2019

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Bilge Kağan ÖZDEMİR

The aim of this study is to test the validity of the Environmental Kuznets Curve (EKC) in case of Turkey. For this purpose, a model in cubic form has been established with the following variables: CO₂ emissions per capita, real GDP per capita, energy using per capita, renewable energy using per capita and trade openness. A long-term relationship has been found by using ARDL Bounds testing approach. According to empirical findings, a N-shaped cubic polynomial relationship has been found between per capita CO₂ emissions and per capita real GDP. According to the long-term statistically significant coefficient estimates; per capita energy using's positive, per capita renewable energy using's negative and trade openness's positive effect on the per capita CO₂ emissions have been found. According to empirical evidence, it would be highly beneficial that reshaping Turkey's energy matrix in favor of renewable energy.

Keywords: Environmental Kuznets Curve, Turkish economy, ARDL, Renewable energy, CO₂ emissions

ÖNSÖZ

Çevre-ekonomi ilişkisinin en popüler konularından birisi olan Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi üzerine hazırlanan bu yüksek lisans tezi mütevazı bir denemedir. Bu tezin hazırlanışında gösterdiği sabır, hoşgörü ve bilimsel rehberliği için danışmanım Sn. Doç. Dr. Bilge Kağan ÖZDEMİR'e çok teşekkür ederim.

Tezin hazırlanışının her aşamasında yanımda olup hem bilimsel hem de manevi açıdan bana destek olan eşim Sn. Süleyman KOÇ'a çok teşekkür ederim.

21/08/2019

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmamın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Kübra KOÇ

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMA DİZİNİ	xii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1. CO ₂ EMİSYONLARI, İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ENERJİ	4
1.1. Kavramsal Çerçeve ve Tarihsel Perspektif	4
1.2. CO ₂ Emisyonlarının Gelişimi	7
1.3. İklim Değişikliği	13
1.4. Enerji	20

İKİNCİ BÖLÜM

2. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİ	31
2.1. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi	31
2.2. Çevresel Kuznets Eğrisinin Oluşumunu Açıklamada Kullanılan Faktörler	37
2.2.1. Ölçek, Kompozisyon ve Teknoloji Etkileri.....	37
2.2.2. Çevre talebinin gelir esnekliği.....	38
2.2.3. Gelir dağılımı eşitsizliği	39
2.2.4. Uluslararası ticaret.....	40
2.2.4.1. Kirlilik sığınakları hipotezi.....	40
2.2.4.2. Yerini alma hipotezi.....	41

2.2.5. Pazar mekanizması	41
2.2.6. Yönetmelikler ve politika etkinlikleri	41
2.3. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezine İlişkin Ampirik Literatür	42
2.3.1. Çok Ülkeli Çalışmalar	43
2.3.2. Ülke Spesifik Çalışmalar	49
2.3.3 Türkiye Üzerine Çalışmalar	53
2.3.4 Literatür Değerlendirmesi	58
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	
3. VERİ, METODOLOJİ VE AMPİRİK BULGULAR.....	60
3.1. Veri.....	60
3.2. Metodoloji	62
3.2.1. Zaman Serilerinde Durağanlık: Birim Kök Testleri	62
3.2.1.1. ADF Birim Kök Testi	63
3.2.1.2. Phillips Perron Birim Kök Testi	65
3.2.1.3. DF-GLS Birim Kök Testi	66
3.2.1.4. KPSS Birim Kök Testi.....	66
3.2.1.5. NG-Perron Birim Kök Testi	67
3.2.2. Eşbütünleşme Analizi	67
3.2.2.1. Engle-Granger Yöntemi.....	68
3.2.2.2. ARDL Sınır Testi Yöntemi.....	69
3.3. Ampirik Analiz ve Bulgular	70
3.3.1. Durağanlık Sınaması Sonuçları	70
3.3.2. Eşbütünleşme Analiz Sonuçları.....	72
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	77
KAYNAKÇA.....	82
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. WEF'e Göre 2019 Yılında Gerçekleşme İhtimali En Yüksek On Risk	4
Tablo 1.2. WEF'e Göre 2019 Yılında Yıkıcı Etkileri Açısından İlk On Risk	5
Tablo 1.3. Çevre Kirliliği İçin Bazı Uluslararası Girişimler	6
Tablo 1.4. İklim Değişikliği Biliminin Özet Kronolojisi ve EKC	15
Tablo 1.5. IPCC Raporlarında İklim Değişikliği	17
Tablo 2.1. EKC Literatür Özeti: Çok Ülkeli Çalışmalar	45
Tablo 2.2. EKC Literatür Özeti: Ülke Spesifik Çalışmalar	50
Tablo 2.3. EKC Literatür Özeti: Türkiye Üzerine Çalışmalar	54
Tablo 3.1. Ampirik Analizde Kullanılan Değişkenlere İlişkin Temel Bilgiler	60
Tablo 3.2. Veri Setine İlişkin Temel Betimleyici İstatistikler	62
Tablo 3.3. Birim Kök Testlerine Ait Sonuçlar	71
Tablo 3.4. ARDL (1, 1, 0, 0, 1, 0, 0) Model Tahmini ve Diagnostik Test Sonuçları	73
Tablo 3.5. ARDL Sınır Testi Sonuçları	73
Tablo 3.6. Kısa Dönem Hata Düzeltme Regresyonu Tahmin Sonuçları	74
Tablo 3.7. ARDL Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları	74

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Küresel Uzun Dönem Ortalama Atmosferik CO ₂ Yoğunluğu (ppm) 1-2018 (Kaynak: MacFarling Meure vd. 2006; NOAA ESRL, 2019).....	8
Şekil 1.2. Sera Gazlarının 100 Yıllık (GWP ₁₀₀) Küresel Isınma Potansiyelleri (Kaynak: IPCC, 2014; OWD, 2019).....	9
Şekil 1.3. Dünya’da Kişi Başına CO ₂ Emisyonu ve Kişi Başına Gelir: 1960-2014 (Kaynak: WDI)	10
Şekil 1.4. Ülkelerin Kişi Başına Gelirleri ile Kişi Başına CO ₂ Emisyonları (2014) (Kaynak: WDI)	10
Şekil 1.5. Türkiye’de Kişi Başına CO ₂ Emisyonu ve Kişi Başına Gelir: 1960-2017 (Kaynak: WDI)	11
Şekil 1.6. Küresel CO ₂ Emisyonlarının Yakıt Türüne Göre Nispi Dağılımı (Kaynak: CDIAC).....	11
Şekil 1.7. Küresel CO ₂ Emisyonlarının Sektörel Dağılımı (Kaynak: WDI; IEA)	12
Şekil 1.8. Türkiye’de CO ₂ Emisyonlarının Sektörel Dağılımı (Kaynak: WDI; IEA)	13
Şekil 1.9. Ortalama Yeryüzü Sıcaklığı (Santigrat Derece): 1880-2014 (Kaynak: Earth Policy Institute).....	14
Şekil 1.10. Dünyanın Isınması ve Sera Gazları (Kaynak: Sinn, 2016)	18
Şekil 1.11. Küresel Isınmanın Etkileri ve Politikalara İlişkin Dairesel Akım Şeması (Kaynak: Nordhaus, 2018).....	19
Şekil 1.12. Kalkınma Aşamaları ve Kişi Başına Enerji Tüketimi (Kaynak: Goldemberg, 2004)	20
Şekil 1.13. Dünya’da Kişi Başına Enerji Kullanımı ve Kişi Başına Gelir, (1960-2014) (Kaynak: WDI)	21
Şekil 1.14. Kişi Başına Enerji Kullanımı ve Kişi Başına Gelir, (2014) (Kaynak: WDI)22	
Şekil 1.15. Türkiye’de Kişi Başına Enerji Kullanımı ve Kişi Başına Gelir, (1960-2017) (Kaynak: WDI, OECD)	23
Şekil 1.16. Dünya’da Enerji Üretiminin Kaynak Dağılımı: 1971-2015 (Kaynak: WDI)	24
Şekil 1.17. Türkiye’de Enerji Üretiminin Kaynak Dağılımı: 1960-2015 (Kaynak: WDI)	25
Şekil 1.18. Ham Petrol Fiyatları: 1861-2017 (Kaynak: BP Statistical Review, 2018)...	26

Şekil 1.19. Enerji Üretimi Kaynaklı Ölüm Oranları (Kaynak: Markandya ve Wilkinson, 2007; OWD, 2019)	26
Şekil 1.20. Karbondioksit Emisyon Faktörü (MWh için CO ₂) (Kaynak: IPCC ve OWD, 2019)	27
Şekil 1.21. Dünya’da Yenilenebilir Enerjinin Kaynağına Göre Gelişimi (Kaynak: BP, 2018)	28
Şekil 1.22. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Kaynağına Göre Gelişimi (Kaynak: BP, 2018)	29
Şekil 1.23. Türkiye’de Cari İşlemler ve Enerji Hariç Cari İşlemler Dengesinin Gelişimi (Kaynak: TCMB).....	29
Şekil 2.1. Çevresel Kirlilik ile Gelir Düzeyi arasındaki İlişkiler (Kaynak: Sarkodie ve Strezov, 2019).....	31
Şekil 2.2. Çevresel Kuznets Eğrisi: Alternatif Senaryolar (Kaynak: Dasgupta vd. 2002’den uyarlanmıştır).....	32
Şekil 2.3. EKC Hipotezinin Alternatif Göstergeleri (Kaynak: Sarkodie ve Strezov, 2019)	34
Şekil 2.4. Çevresel Kirlilik ile Kişi Başına Gelir Arasındaki İlişki için Alternatif Ampirik Spesifikasyonlar.....	36
Şekil 2.5. Çevresel Kuznets Eğrisinin Akademik Popülaritesi (Kaynak: Elsevier-Scienccedirect).....	43
Şekil 3.1. Ampirik Analizde Kullanılan Değişkenlere Ait Zaman Serisi Grafikleri.....	61
Şekil 3.2. Schwarz Bilgi Kriterine Göre En Uygun 20 ARDL Modeli	72
Şekil 3.3. CUSUM Test Sonucu	75
Şekil 3.4. CUSUM of Squares Test Sonucu	76

SİMGELER VE KISALTMA DİZİNİ

α : Alfa

β : Beta

δ : Delta (Küçük)

Δ : Delta (Büyük)

ϵ : Epsilon

ρ : Rho

Σ : Sigma

ϕ : Phi

ψ : Psi

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

ADF: Genişletilmiş Dickey Fuller (Birim Kök Testi)

ARCH: Otoregresif Koşullu Değişen Varyans

ARDL: Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Model

BP: British Petroleum

CCR: Kanonik Eşbütünleşme Regresyonu

CFC: Kloroflorokarbon

CH₄: Metan

CO₂: Karbondioksit

CUSUM: Ardışık Hataların Birikimli Toplamı

DDT: Dikloro Difenil Trikloroethan

DF: Dickey Fuller (Birim Kök Testi)

DF-GLS: Dickey Fuller Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (Birim Kök Testi)

DGP: Veri Yaratma Süreci

DOLS: Dinamik Sıradan En Küçük Kareler

DW: Durbin Watson (İstatistik)

ECT: Hata Düzeltme Terimi

EKC: Çevresel Kuznets Eğrisi

ESRL: Earth System Research Laboratory

FDA: Faktör Ayrıştırma Analizi

FMOLS: Tam Modifiye Sıradan En Küçük Kareler

GCB: Global Carbon Budget

GWP₁₀₀: 100 Yıllık Küresel Isınma Potansiyeli

H₂O: Su Buharı

HFC-152a: 1,1-Diflorethan

IEA: Uluslararası Enerji Ajansı

IPCC: Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli

Kcal: Kilo kalori

KPSS: Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (Birim Kök Testi)

LM: Lagrange Çarpanı

m²: Metrekare

MA: Hareketli Ortalama

MWh: Mega Watt-Saat

NAFTA: Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması

NARDL: Doğrusal Olmayan Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif

N₂: Azot

N₂O: Azot Protoksit

NAFTA: Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması

NO₂: Azot Dioksit

NOAA: Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi

NP: NG-Perron (Birim Kök Testi)

O₂: Oksijen

O₃: Ozon

OLS: Sıradan En Küçük Kareler

OWD: Our World in Data

PFC-14: Tetraflorometan

PP: Phillips-Perron (Birim Kök Testi)

SF₆: Kükürt hekzaflorür

SO₂: Kükürt Dioksit

TCMB: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası

TWh: Tera Watt-saat

UNEP: Birleşmiş Milletler Çevre Programı

UNFCCC: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

VECM: Vektör Hata Düzeltme Modeli

WDI: World Development Indicators

WMO: Dünya Meteoroloji Örgütü

“Yeryüzü, bize atalarımızdan miras kalmadı, çocuklarımızdan ödünç aldık.”

-Kızılderili Atasözü

GİRİŞ

İnsanoğlu, bin yıllardır gezegendeki doğal sistemlerde meydana gelen pek çok geniş ölçekli dönüşümün ve yıkımın müsebbibidir: Taş devri avcı toplayıcıları büyük memelilerin neslinin tükenmesine neden olurken, tarım devrimini takip eden binyıllar boyunca ormanlar tarım arazilerine dönüştürülmüştür. İnşa edilen büyük barajlarla nehirlerin akışları üzerinde değişiklikler yapılırken, suni gübreler azot döngüsünde zarar vermektedir. Bu dönüşümlerden farklı olarak insanoğlunun küresel karbon döngüsünde yarattığı bozulma ve bunun iklimde tetiklediği değişimin iktisadi sonuçlarının potansiyeli apayrı bir yerde ve ciddiyettedir. Güncel verilere göre ortalama bir insan yılda 5 ton CO₂ emisyonundan sorumludur (Le Quéré vd., 2018). Örneğin Türkiye’de geçtiğimiz yıl en çok satan otomobil olan c sınıfı bir sedan araç, yıllık yirmi bin km katettiği takdirde yaklaşık iki ton CO₂ emisyonu üretmektedir. Halihazırda karayollarında aktif kullanılan araçların önemli bir kısmı eski olduğu ve emisyon değerlerinin yeni nesil içten yanmalı motorlara sahip araçlara göre bir hayli yüksek olduğu dikkate alındığında sadece hususi otomobil kullanımından dahi oldukça yüksek bir CO₂ emisyon salınımlarında bulunduğu ortaya çıkmaktadır.

Özellikle Rachel Carson’ın Sessiz Bahar isimli kitabının yayımlanışından sonra çevresel meseleler konusundaki toplumsal farkındalık giderek artmıştır. 1972’de Birleşmiş Milletler tarafından Stockholm Konferansı düzenlenmiş, aynı yıl Meadows vd. tarafından *Büyümenin Sınırları* Raporu yayımlanmış ve oldukça geniş yankı uyandırmıştır. Bu farkındalık artışı çeşitli bilimsel araştırmalar ve özellikle Birleşmiş Milletler’in öncülük ettiği konferanslarla birlikte çığ gibi büyümüş ve günümüzde iklim değişikliği küresel gündemin en önemli başlıklarından biri haline gelmiştir. Küresel iklim değişikliği ile ilgili en önemli insani girişim olarak kabul edilen Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 1988 yılında kurulmuş ve günümüze kadar beş kapsamlı raporla insanoğlunun karşı karşıya olduğu küresel risk ile ilgili en ileri düzeyde bilimsel bilgileri kamuoyu ile paylaşmıştır.

İklim değişikliği her alandan bilim insanlarının ilgisini çekerken, iktisatçılar da insanoğlunun karşı karşıya kaldığı bu büyük meydan okuma karşısında tepkisiz kalmamış

ve gerek teorik ekonomik modeller gerekse de ampirik modeller aracılığı ile bu sorunu araştırma ihtiyacı hissetmişlerdir. Örneğin, her yıl iktisat alanında disipline yön veren önemli katkılar için verilen Nobel ekonomi ödülünü 2018 yılında paylaşan iki iktisatçıdan biri olan Nordhaus, iklim değişikliği ile ilgili öncü modelleri nedeniyle bu ödüle layık görülmüştür. Çevre-ekonomi ilişkisinde yapılan öncü çalışmalardan Grossman ve Krueger (1991) NAFTA'nın çevresel etkilerini incelemek için yaptıkları çalışmayla Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi olarak anılan literatürün temelini atmışlardır. Bu hipoteze göre kişi başına çevresel kirlilik ile kişi başına gelir arasında önce artan, belirli bir eşiği aştıktan sonra ise azalan bir ilişki olduğu ileri sürülmektedir. Yani kişi başına milli gelir artışı önce çevre kirliliğine neden olurken eşik aşıldıktan (eğrinin dönüm noktasından) sonra kirliliğin azalmasına neden olmaktadır. Literatüre öncülük eden ampirik çalışmalar, bu öngörüğü yatay kesit ve panel veri setleri üzerinden polinomial regresyonlar kullanmak suretiyle analiz etmişler ve genellikle hipotezin geçerli olduğu yönünde sonuçlar bulmuşlardır. Ardından gelen eleştiriler ve ilave araştırmalarla oldukça dinamik ve zengin bir literatür oluşmuş ve günümüzde de yeni katkılarla büyümeye devam etmektedir.

Bu tezin temel amacı EKC hipotezinin geçerliliğini Türkiye örneğinde test etmektir. Bu amaçla temel indirgenmiş form EKC regresyonunda çevresel kirlilik göstergesi olarak kişi başına CO₂ emisyonları -bu göstergenin iklim değişikliğindeki kilit rolü nedeniyle- kullanılmış kişi başına gelirin karesi ve küpü ile birlikte kübik formda bir ampirik model oluşturulmuştur. Bu ampirik model, kişi başına enerji kullanımı, kişi başına yenilenebilir enerji kullanımı ve ticari dışa açıklık ile genişletilecektir. Türkiye örneğinde, zaman serileri analizi olarak yapılacak analizlerde güncel teknikler kullanılacaktır. Kurulan ampirik modeldeki değişkenler arasında uzun dönemli bir denge ilişkisinin olup olmadığı ve özellikle yenilenebilir enerjiye ilişkin katsayı tahminin yönü ve büyüklüğü üzerinden literatüre katkı sunulması beklenilmektedir.

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışma şu şekilde tasarlanmıştır: Birinci bölümde, çevresel konulardaki tarihsel çerçeve ve kavramsal perspektif ile ilgili kısa bir giriş ardından iklim değişikliğinde kilit sera gazı olan CO₂ emisyonlarının Dünya ve Türkiye'deki gelişimi hakkında güncel verilerle sayısal bir özet verildikten sonra iklim değişikliği bilimi ve iklim değişikliğinin niçin bu kadar risk barındırdığına dair temel açıklamalar verilecektir. Birinci bölüm Dünya ve Türkiye'deki enerji kullanım verilerinin

-yenilenebilir enerji de dahil olmak üzere- resmedilmesiyle bitecektir. İkinci bölümde EKC hipotezi detaylı bir şekilde açıklanacaktır. Bu bölüm hipotezin tarihsel ve kavramsal özeti ile başlayıp hipotezin oluşumunu açıklayan faktörlere ilişkin açıklamaların ardından kapsamlı bir literatür taraması ile tamamlanacaktır. Tezin üçüncü bölümü, analizde kullanılan veri setinin tanıtılması, kullanılan zaman serisi tekniklerinin açıklanması, ampirik analiz ve bulgularından oluşacaktır. Ampirik uygulamada, EKC hipotezinin geçerliliği Türkiye örnekleme özelinde güncel zaman serileri analizi teknikleri kullanılarak test edilecektir. Tez, ampirik bulguların değerlendirilip bu bulgular ve kapsamlı literatür taramasına dayalı olarak yapılacak, araştırmacılar ve politika yapıcılara yönelik önerilerin yer aldığı *Sonuç ve Öneriler* ile tamamlanacaktır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. CO₂ EMİSYONLARI, İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ENERJİ

Tezin birinci bölümü sırasıyla; tezin konusu ile ilgili analitik yapının ve tarihsel gelişimin özetlendiği *Kavramsal Çerçeve ve Tarihsel Perspektif*, CO₂ emisyonlarının gelişimine dair gerek küresel gelişmelerin gerekse de Türkiye’deki gelişmelere ait güncel verilerin görselleştirilerek yorumlandığı, *CO₂ Emisyonlarının Gelişimi*, iklim değişikliğinin bilimsel temellerinin ve çalışmanın konusu açısından özetlendiği *İklım Değişikliği* ve son olarak da enerji ve yenilenebilir enerjiye ilişkin güncel verilerin görselleştirilip küresel ve Türkiye örneğinde yorumlandığı *Enerji* başlıklarından oluşmaktadır.

1.1. Kavramsal Çerçeve ve Tarihsel Perspektif

Karbondioksit (CO₂) ve diğer sera gazları emisyonlarındaki yükseliş giderek artan bir şekilde kamuoyunun dikkatini çekmektedir. Tıpkı seralarda kullanılan cam panellerin yaptığı gibi CO₂ ve diğer sera gazları da yeryüzüne gelen güneş ışığını tutup gezegenimizi ısıtmaktadır. Tablo 1.1’de Dünya Ekonomik Forumunun 2019 yılı için hazırladığı risk raporunda gerçekleşme ihtimali en yüksek on risk listelenmiştir. Bu on riskin beşi çevresel risklerdir.

Tablo 1.1. WEF’e Göre 2019 Yılında Gerçekleşme İhtimali En Yüksek On Risk

1	Aşırı hava olayları	Çevresel
2	İklım değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonunda başarısızlık	Çevresel
3	Doğal afetler	Çevresel
4	Veri sahtekârlığı veya hırsızlığı	Teknolojik
5	Siber-saldırıları	Teknolojik
6	İnsan kaynaklı çevre felaketleri	Çevresel
7	Büyük ölçekli zorunlu göç	Toplumsal
8	Biyçeşitlilik kaybı ve ekosistem çöküşü	Çevresel
9	Su krizleri	Toplumsal
10	Büyük ekonomilerden birinde varlık balonları	Ekonomik

(Kaynak: World Economic Forum, 2019)

Listelenen risklerden dokuzuncu sırada gösterilen su krizleri, çok ciddi toplumsal sorunlar ihtiva etmesi nedeniyle *toplumsal* risk kategorisinde değerlendirilmektedir. Bununla birlikte su krizleri çevresel bir sorun olarak da kabul edilmelidir. Tablo 1.2’de ise yine aynı raporda gerçekleşmesi halinde *etkisi* bakımından ilk on risk sıralanmıştır. Bu listenin de yarısı çevresel faktörler içermektedir. Ayrıca “İklım değişikliğinin

azaltılması ve adaptasyonunda başarısızlık” etkisi bakımından kitle imha silahlarının ardından ikinci sırada yer almasıyla birlikte “Aşırı hava olayları ise üçüncü sırada yer almaktadır.

Tablo 1.2. WEF’e Göre 2019 Yılında Yıkıcı Etkileri Açısından İlk On Risk

1	Kitle İmha Silahları	Jeopolitik
2	İklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonunda başarısızlık	Çevresel
3	Aşırı hava olayları	Çevresel
4	Su krizleri	Toplumsal
5	Doğal afetler	Çevresel
6	Biyçeşitlilik kaybı ve ekosistem çöküşü	Çevresel
7	Siber-saldırıları	Teknolojik
8	Veri sahtekârlığı veya hırsızlığı	Teknolojik
9	İnsan kaynaklı çevre felaketleri	Çevresel
10	Bulaşıcı hastalıkların yayılması	Toplumsal

(Kaynak: World Economic Forum, 2019)

İklim değişikliği sadece fen bilimcilerin değil iktisatçılar da dahil olmak üzere sosyal bilimcilerin de ilgisini çekmektedir. Her yıl İsveç Merkez Bankası (The Sveriges Riksbank) tarafından Alfred Nobel anısına verilen Nobel Ekonomi ödülünü 2018 yılında Paul ROMER ve William D. NORDHAUS paylaşmıştır. Romer bu ödülü, *teknolojik inovasyonu uzun dönem makroekonomik analize dahil etmesi* nedeniyle alırken, Nordhaus ise iklim değişikliğini uzun dönem makroekonomik analize entegre etmesi nedeniyle almıştır. Nordhaus iklim değişikliği fenomeninin barındırdığı riskleri fark eden ve bu risklerin iktisatçıların alet çantasındaki modelleme teknikleriyle nasıl ele alınabileceğine kafa yoran ilk iktisatçılardandır. 1970’li yılların başlarından itibaren modelleme için üzerinde çalışmaya başladığı *Dinamik Entegre Edilmiş İklim-Ekonomi Modeli (The Dynamic Integrated Climate-Economy Model)*, iktisadi değişkenler ile iklimle ilgili değişkenleri aynı yapı içerisinde analiz etmektedir. Nordhaus tarafından geliştirilen modelin İngilizce isminin baş harfleri dikkate alındığında *DICE* kelimesi ortaya çıkmaktadır. Zar anlamına gelen bu kelime (DICE-Model) ile iklim değişikliğinin neden olduğu belirsizlik ve riskler vurgulanmaktadır. Nordhaus, 1977 yılında kaleme aldığı, “*Ekonomik Büyüme ve İklim: Karbondioksit Sorunu*” başlıklı çalışmasıyla (Nordhaus, 1977), CO₂ emisyonlarını ve iklim değişikliğini iktisadi açıdan da bir sorun olarak araştırmacıların dikkatine sunan öncü isimlerden biri olmuştur.

Rachel Carson'ın (Carson, 1962) *Sessiz Bahar* isimli kitabında, Dikloro Difenil Trikloroethan (DDT) kullanımının biyoçeşitlilik üzerindeki etkilerini incelemesinin ardından çevresel konulardaki toplumsal farkındalık artış göstermiştir. Artan çevresel duyarlılığın da bir sonucu olarak Birleşmiş Milletler, 1972 yılında İsveç'in başkenti Stockholm'de bir konferans düzenlemiştir. Bu konferansta Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) kurulmuştur. Çevre Kirliliğine ilişkin öne çıkan bazı uluslararası girişimler Tablo 1.3'de özetlenmiştir. Bu tablo özet niteliğinde olup öne çıkan gelişmeleri raporlamaktadır. Örneğin Stockholm konferansı ile aynı yıl yayınlanan *Büyümenin Sınırları Raporu* Meadows vd. (1972) çevre ve ekonomi ilişkisine dikkat çeken oldukça önemli bir çalışmadır.

Tablo 1.3. Çevre Kirliliği İçin Bazı Uluslararası Girişimler

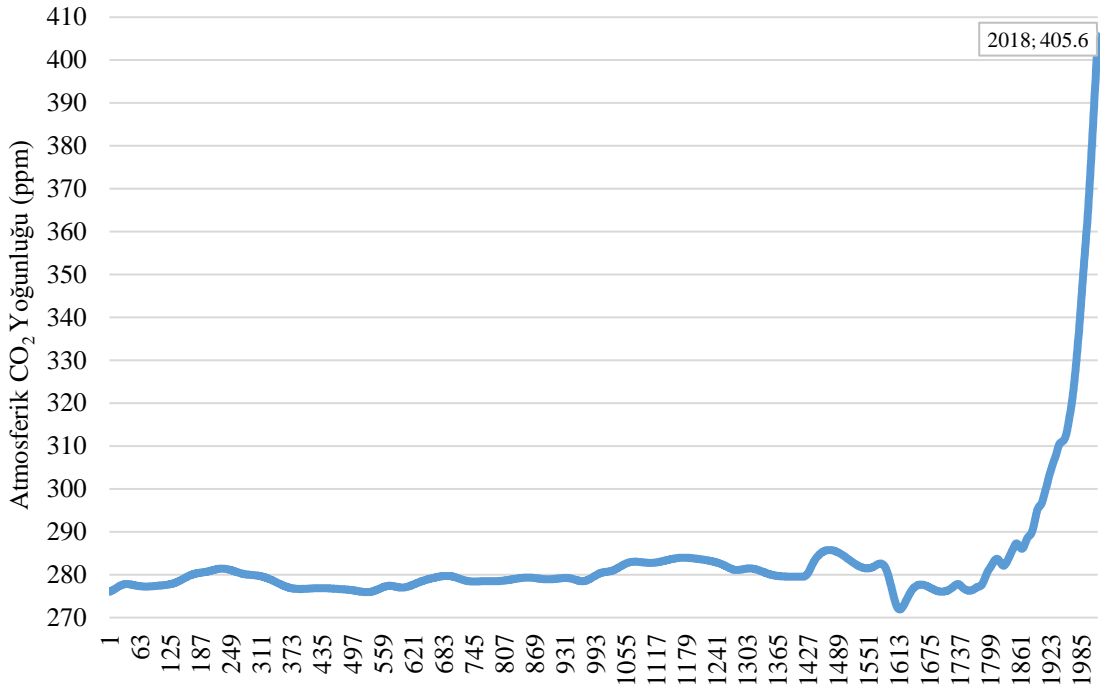
Konferans/Rapor	Yıl	Gelişmeler
Birleşmiş Milletler İnsan Çevre Konferansı (Stockholm)	1972	Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) Kurulmuştur.
Büyümenin Sınırları Raporu	1972	Roma Kulübü himayesinde ve Volkswagen Vakfı'nın maddi katkılarıyla Meadows vd. (1972) tarafından hazırlanan rapor yaklaşık 30 milyon kopya satmış ve çevre ve ekonomi ilişkisine dair en popüler eserlerden biri olmuştur.
Brutland Raporu	1987	<i>Ortak Geleceğimiz</i> başlıklı bu rapordan sonra "Sürdürülebilir Kalkınma" terimi tanımlanmış ve popülerlik kazanmıştır.
Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)	1988	IPCC, Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından, iklim değişikliği ile ilgili bilimsel araştırmalar ışığında iklim değişikliğiyle mücadele ve iklim değişikliğine uyum konularında politika yapıcılara yol göstermek üzere kurulmuştur.
Yeryüzü Zirvesi (Rio)	1992	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) kabul edilmiştir. <i>Ekolojik Ayak İzi</i> terimi William Rees tarafından ileri sürülmüştür.
Kyoto Protokolü	1997	UNFCCC kapsamında yaptırım gücü oldukça yüksek bir uluslararası anlaşma olarak kabul edilmiştir. 2005'de yürürlüğe girmiştir. ABD tarafından imzalanmamıştır. Ayrıca Kanada 2011 yılında bu anlaşmadan çekilmiştir.
Kopenhag Anlaşması	2009	İklim değişikliğinin zamanın en büyük meselelerinden biri olduğu vurgulanmıştır. Ortak ancak farklılaştırılmış sorumluluklar ve ülkelerin kendi yetenekleri ölçüsünde güçlü siyasi bir iradenin gerekliliği ilan edilmiştir.
Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı (Paris)	2015	Paris Anlaşması ile küresel ısınmayı sanayi devrimi öncesine göre 2 °C'nin altında kalacak şekilde sınırlandırılması amacı benimsenmiştir. ABD bu anlaşmayı imzalamış olsa da daha sonra anlaşmadan çekilmiştir.

1987 yılında yayınlanan ortak geleceğimiz başlıklı rapordan sonra çevre; özellikle gelişme iktisadında önemli bir kavram olan “sürdürülebilir kalkınma” teriminin gittikçe artan popülaritesinin tetikleyicisi olmuştur. Radkau, (2017) küresel çevre tarihinin kapsamlı bir dökümünü yapmaktadır. Ponting (2012) benzer derinlikte bir perspektifle büyük medeniyetlerin çöküşlerini çevresel bir bakış açısıyla özetlemektedir. Gautier (2014) küresel ve yerel ölçekte enerji, su ve iklim güvenliğine dair artan ilgiye paralel olarak kapsamlı bir giriş sunmaktadır. Kahn ve Zheng, (2018) çevre-ekonomi ilişkisini, tezin literatür taraması kısmında da vurgulandığı üzere, en çok ampirik çalışma yapılan ülkelerden olan Çin örneğinde incelemektedir. Yakın geçmişte parlak bir ekonomik büyüme performansı sergileyen Çin aynı zamanda oldukça ciddi çevresel kirliliğe maruz kalmıştır. Bu eserin eleştirel bir değerlendirmesi için Coxhead, (2019)’a bakılabilir.

1.2. CO₂ Emisyonlarının Gelişimi

İklim biliminde kaydedilen ilerlemeler neticesinde bugün uzak geçmişteki CO₂ emisyonları dahi ölçümlenebilmektedir. Şekil 1.1.’de atmosferdeki yaklaşık son iki bin yıllık CO₂ yoğunluğunun zaman serisi çizgi grafiği resmedilmiştir. Sanayi devrimini izleyen yüzyıllardaki artarak artan ivme oldukça dikkat çekicidir. Bu dönemde yaşanan nüfus ve kişi başına gelirdeki artış birlikte değerlendirildiğinde bu yükselişin insan kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

CO₂ toksik bir gaz olmamakla birlikte atmosferde giderek artan yoğunluğu diğer bazı gazlarla birlikte *sera gazı etkisi* olarak bilinen olguya neden olmaktadır. Kömür, petrol, doğalgaz, odun gibi organik maddelerdeki karbonun yakılması suretiyle ortaya çıkan CO₂, atmosferin yaklaşık olarak yüzde 0,038’ine karşı gelmektedir. Kimyada bu 380 ppm (parts per million/milyondaki parçacık sayısı) olarak ifade edilmektedir. Atmosferdeki CO₂ yoğunluğu sanayi devrimi öncesinde yaklaşık olarak 280 ppm’dir. Atmosferdeki asıl büyük paya oksijen (O₂) ve azot (N) gazları sahiptir. Bu iki gaz; azot yüzde 76 ve oksijen yüzde 21 olmak üzere atmosferin yaklaşık yüzde 97’sini oluşturmaktadır. Kalan kısım yüzde 2,5 su buharı ve diğer gazlardan oluşmaktadır. 2018 itibariyle 405.6 ppm’e ulaşan (bkz. Şekil 1.1.) CO₂ iklim değişikliği açısından en büyük paya sahip olan sera gazı olarak öne çıkmaktadır. Bu tezin ampirik analizinde çevresel bozulmayı temsil etmesi için kişi başına CO₂ emisyonunun seçilmesinde bu bilimsel bulgunun önemli bir payı bulunmaktadır.

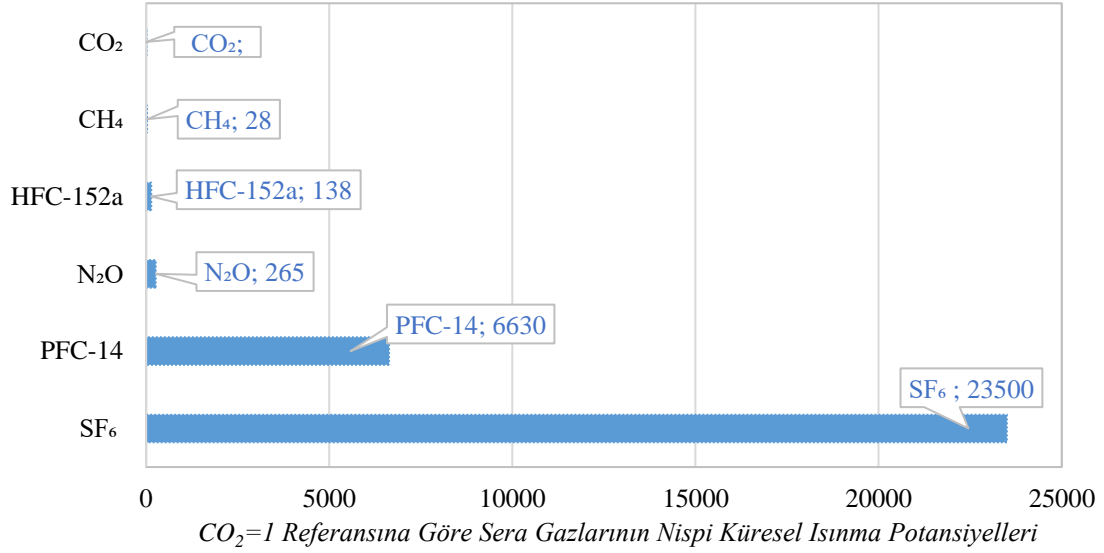


Şekil 1.1. Küresel Uzun Dönem Ortalama Atmosferik CO₂ Yoğunluğu (ppm) 1-2018 (Kaynak: MacFarling Meure vd. 2006; NOAA ESRL, 2019)

Sera gazı etkisi son dönemdeki kötü şöhretinin aksine; özünde oldukça yararlı bir olgudur. Atmosferde hiç sera gazı bulunmaması durumunda günümüzde 14,5 °C olan ortalama yeryüzü sıcaklığı -6 °C olurdu. Günümüzde 14,5 °C olan ortalama yeryüzü sıcaklığı sanayi devrimi öncesinde 13,5 °C idi. Çok uzak geçmişe bakıldığında, yeryüzünde canlılığın ortaya çıkışından itibaren gezegendeki ortalama sıcaklık yaklaşık olarak 11 °C ‘dir. Buz devirleri arasındaki sıcak dönemlerde sıcaklık 4 °C artarken, buzul çağında yaklaşık 2 °C azaldı. Bitki ve hayvanlar bu değişime sıcak ve soğuk bölgeler arasında hareket etmek suretiyle uyum sağlamışlardır. Bugün ortalama sıcaklığı 26 °C olan tropik Afrika, buzul çağında 21 °C düzeylerinde bir sıcaklığa sahipti. Atmosferde sera gazları olmasaydı yeryüzünün ortalama sıcaklığı yaklaşık 20 °C daha düşük olurdu. Atmosferdeki varlığıyla yeryüzünü yaşama elverişli kılan sera gazlarının atmosferdeki yoğunlukları belirli bir eşiği geçtikten sonra aynı zamanda yaşamı imkânsız hale getirebilir. Örneğin atmosferi büyük oranda CO₂ ve su buharından oluşan Venüs’te ortalama sıcaklık 525 °C’dir (Sinn, 2016).

CO₂ 100 yıllık bir projeksiyonda küresel ısınmanın yaklaşık yüzde 61’inden sorumlu olan en önemli sera gazı olmakla birlikte tek sera gazı değildir (Sinn, 2016). Örneğin bir ton CO₂ ile bir ton CH₄’ün küresel ısınmaya kümülatif etkisi aynı değildir. IPCC’nin 5.

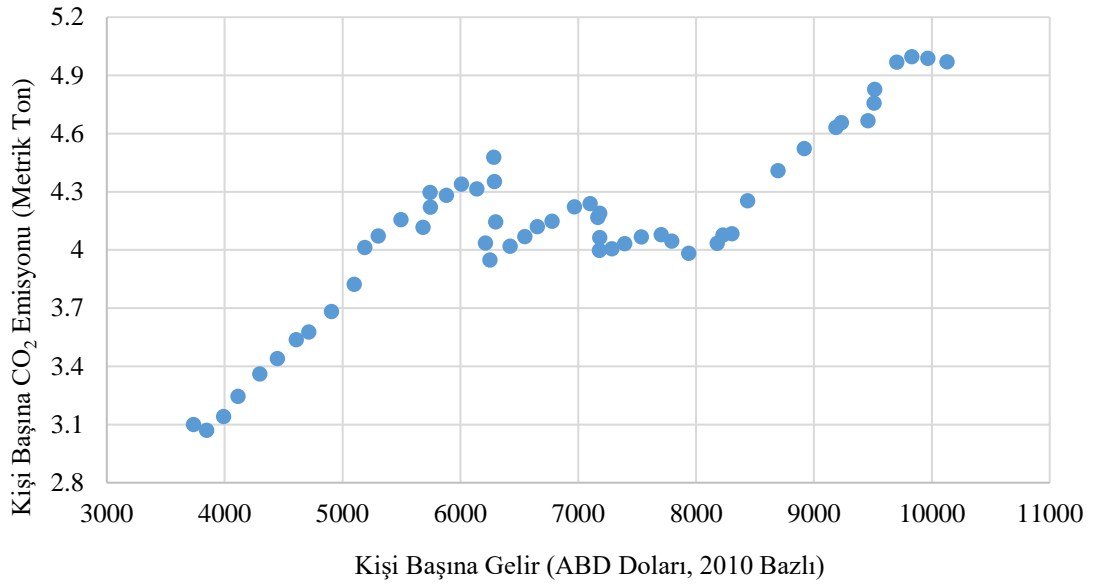
Değerlendirme Raporunda (IPCC, 2014) sera gazlarının küresel ısınma potansiyelleri (Global Warming Potential/GWP₁₀₀) 100 yıllık bir gelecekte CO₂ eşdeğeri olacak şekilde hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda CO₂ =1 referans alınarak hesaplama yapılmış ve diğer sera gazlarının da olası yoğunluk artışlarının potansiyel tehdidi vurgulanmıştır.



Şekil 1.2. Sera Gazlarının 100 Yıllık (GWP₁₀₀) Küresel Isınma Potansiyelleri (Kaynak: IPCC, 2014; OWD, 2019)

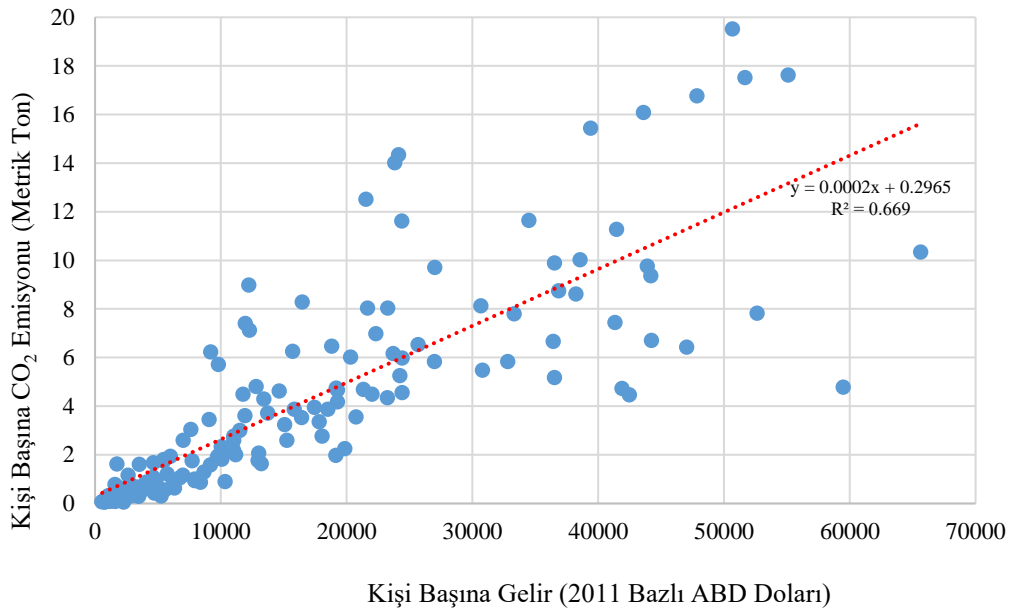
GWP₁₀₀ projeksiyonları Şekil 1.2.'de resmedilmiştir. CO₂'den sonraki en önemli sera gazı olan CH₄'ün küresel ısınma potansiyeli CO₂'den tam 28 kat daha yüksektir. Listedeki diğer gazların atmosferdeki yoğunlukları CO₂'ye göre oldukça düşük seviyede olduklarından GWP₁₀₀ faktörleri çok yüksek olsa da politika yapıcıların ve araştırmacıların ilgi odağı CO₂ olmaya devam edecektir.

Atmosferdeki CO₂ yoğunluğunda gözlenen artış iklim bilimciler kadar ekonomistlerin de ilgisini çekmektedir. CO₂ emisyonunun iktisadi faaliyetlerin en önemli göstergesi sayılan kişi başına gelirle nasıl bir ilişkisinin olduğu merakla araştırılan bir sorudur. Şekil 1.3'de kişi başına gelir dünya ortalaması ile kişi başına CO₂ emisyonuna ait zaman serisi verilerinin serpilme grafiği çizilmiştir. Gelir düzeyi yükseldikçe, artan emisyon değerlerinin bazı gelir düzeylerinde azalması ve sonra artmaya başlaması ve bunun muhtemel nedenleri merak uyandırıcıdır.

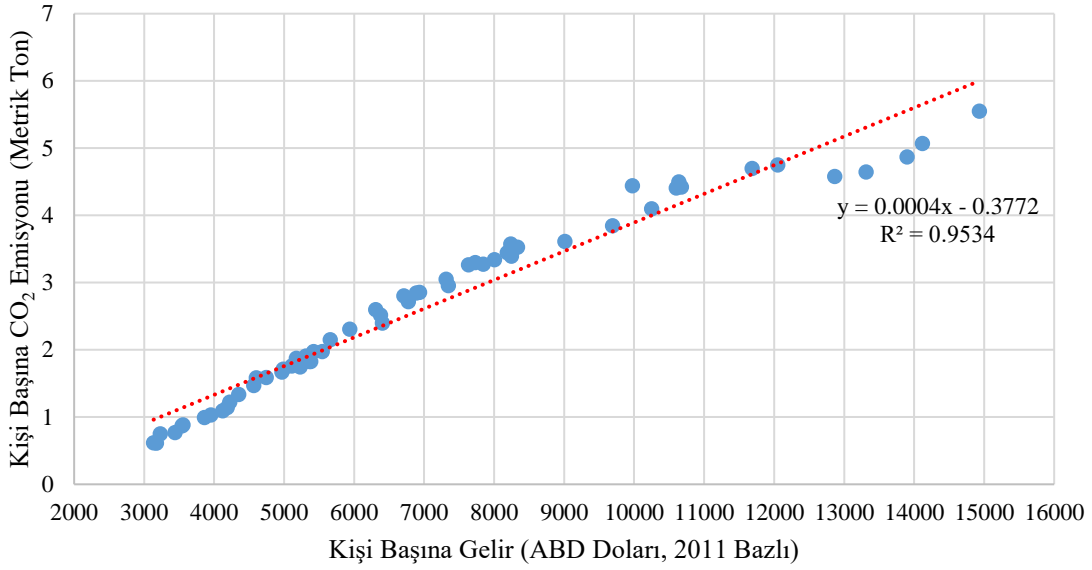


Şekil 1.3. Dünya'da Kişi Başına CO₂ Emisyonu ve Kişi Başına Gelir: 1960-2014 (Kaynak: WDI)

Şekil 1.4. ise aynı değişkenleri 2014 yılına ait gözlemlerden 156 ülke için yatay kesit verilere dayalı olarak resmetmektedir. Ülkelerin sayıca önemli kısmının kişi başına yıllık geliri 10000 dolar ve altında yığılmaktadır. İki seri arasındaki korelasyon yaklaşık olarak 0,82'dir. Korelasyon nedenselliği ima etmemekle beraber kişi başına gelirdeki her bir dolarlık artış kişi başına CO₂ emisyonunu ortalama olarak yaklaşık 0,2 kg arttırmaktadır (bkz Ek 1).

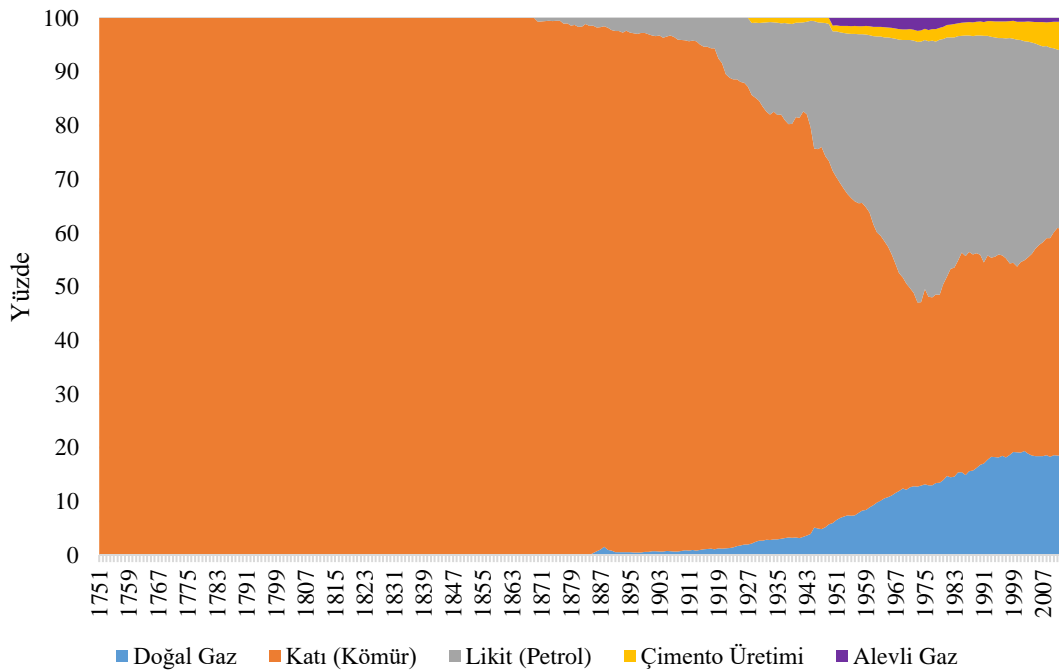


Şekil 1.4. Ülkelerin Kişi Başına Gelirleri ile Kişi Başına CO₂ Emisyonları (2014) (Kaynak: WDI)



Şekil 1.5. Türkiye'de Kişi Başına CO₂ Emisyonu ve Kişi Başına Gelir: 1960-2017 (Kaynak: WDI)

Küresel görünümün ardından Türkiye için çevre-ekonomi ilişkisini resmetmek amacıyla Şekil 1.5. çizilmiştir. Bu serilerde mevcut en güncel verileri (1960-2017 dönemi için) içerecek şekilde, tezin ampirik analiz kısmında kullanılmak üzere derlenen veriler kullanılmıştır. Kişi başına CO₂ emisyonu ile kişi başına reel GSYH arasındaki korelasyon yaklaşık 0,98'dir. Her 1 dolarlık milli gelir artışı kişi başına CO₂ emisyonunu ortalama olarak yaklaşık 0,4 kg arttırmaktadır (Bkz Ek2).

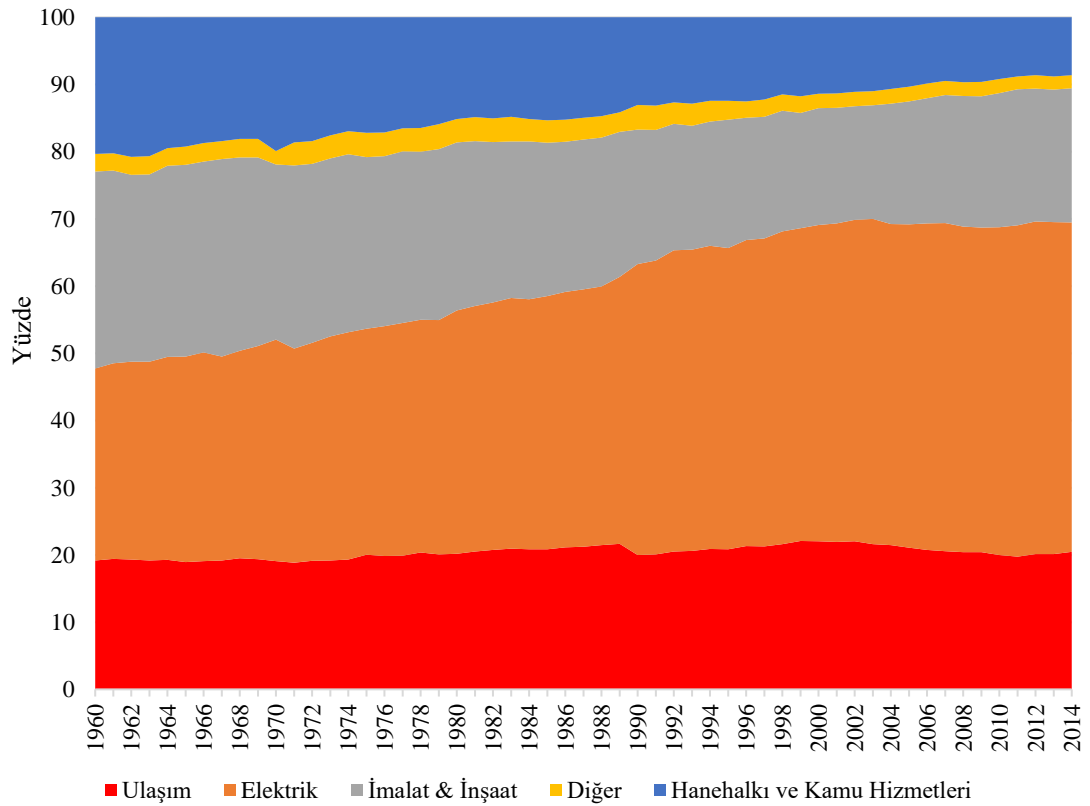


Şekil 1.6. Küresel CO₂ Emisyonlarının Yakıt Türüne Göre Nispi Dağılımı (Kaynak: CDIAC)

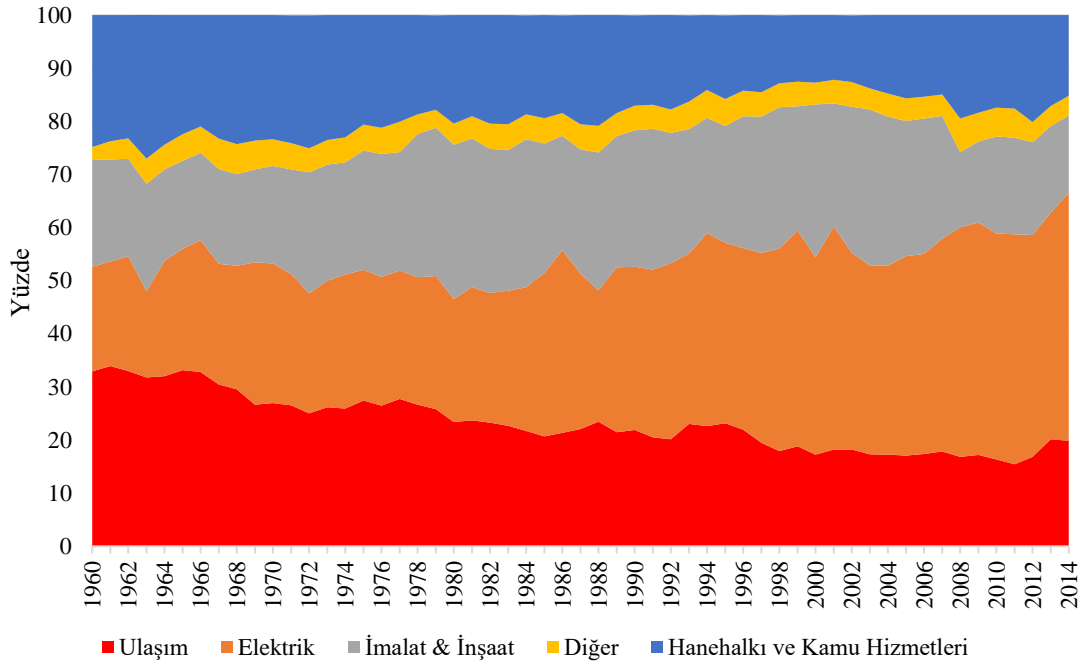
Şekil 1.6. da küresel CO₂ emisyonlarının son iki buçuk asırlık gelişimi, emisyonu neden olan yakıt türüne göre resmedilmiştir. XX. Yüzyılın ortalarına kadar kömür büyük ölçüde temel CO₂ kaynağı olmuştur. Petrol XIX. Yüzyıl sonlarından itibaren giderek artan bir şekilde CO₂ emisyonuna neden olurken doğalgaz ise XX. Yüzyılın ikinci yarısından itibaren önde gelen bir CO₂ kaynağı olmaya başlamıştır.

Şekil 1.7. Küresel CO₂ emisyonlarının sektörel dağılımını resmetmektedir. Dünyada CO₂ emisyonu en çok elektrik üretiminden kaynaklanırken, ulaşım ile imalat ve inşaat sektörleri de önemli miktarda CO₂ emisyonuna neden olmaktadır. Hanehalkı ve kamu hizmetlerinden kaynaklanan CO₂ emisyonu oransal olarak daha azdır ve payı giderek azalmaktadır.

Şekil 1.8'de Türkiye'de CO₂ emisyonlarının sektörel kaynakları resmedilmiştir. Türkiye'deki CO₂ emisyonlarının sektörel kaynakları açısından küresel dağılıma benzerlik göstermektedir. Elektrik üretimi dünyadakine benzer şekilde yüksek bir paya sahip olup artan bir seyir izlemektedir.



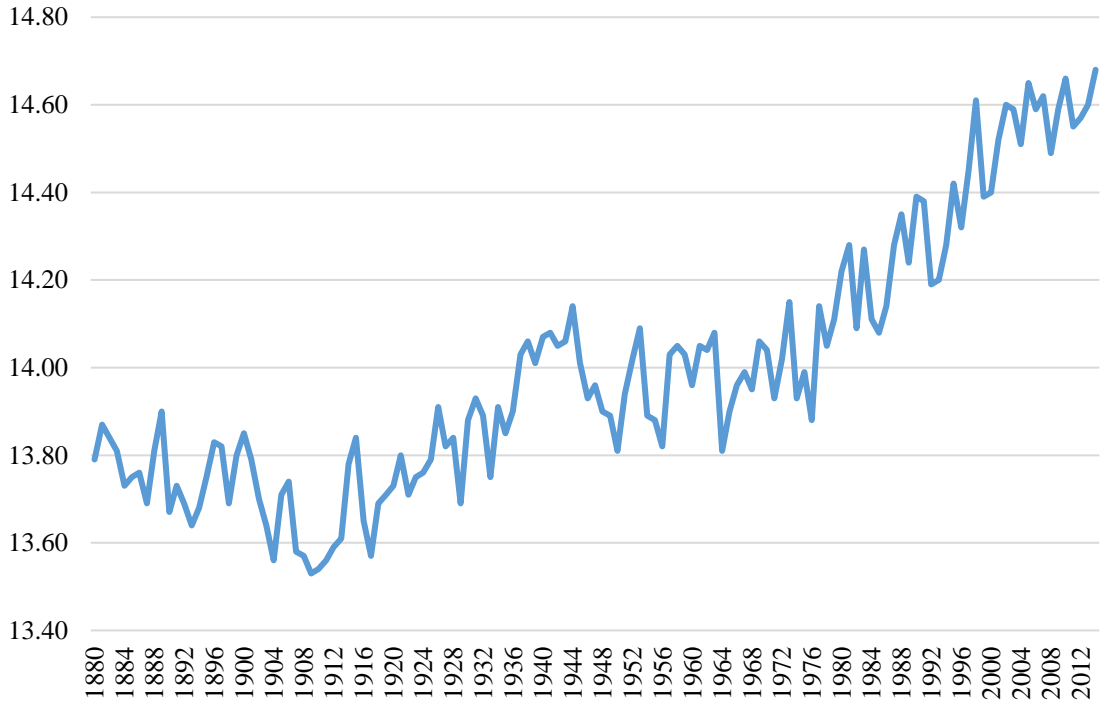
Şekil 1.7. Küresel CO₂ Emisyonlarının Sektörel Dağılımı (Kaynak: WDI; IEA)



Şekil 1.8. Türkiye’de CO₂ Emisyonlarının Sektörel Dağılımı (Kaynak: WDI; IEA)

1.3. İklim Değişikliği

İklim; atmosfer, okyanus, temiz su sistemlerinin birleşik olasılık dağılımı olarak tanımlanabilir (Hsiang ve Kopp, 2018). Tanımda yer alan her bir sistem muazzam ölçüde çok boyutludur. Bu nedenle küresel ortalama yüzey sıcaklığı gibi özet istatistiklerle çalışmak daha kolaydır. Şekil 1.9’da 1880’den günümüze ortalama yeryüzü sıcaklığının gelişimi resmedilmiştir. Şekle göre sıcaklık artışının iki ani sıçrayışta gerçekleştiği görülmektedir. Birinci sıçrama 1910-1944 arası dönemi kapsarken ikinci sıçrama 1976’dan günümüze değin devam etmekte olan bir döneme tekabül etmektedir. Sinn (2016), 1945-1975 arası dönemde İkinci Dünya Savaşı’nı takip eden hızlı ekonomik büyüme dönemi sırasında kullanılan yüksek kükürt dioksit (SO₂) kullanıldığını ileri sürmektedir. Kükürt dioksit kömür ve petrol yakıldığında meydana gelir ve havaya karıştığında güneş ışınlarının gelişini engelleyen sülfat parçacıklarına dönüşerek güneş ışınlarının gelişini perdeler. Bu durum dünya üzerinde daha serin bir ortalama sıcaklığa neden olur. 1945-1975 arası dönemde, ortalama sıcaklıktaki durgunluğun arkasında bu dönemdeki yüksek SO₂ kullanımının olduğu düşünülmektedir. 1970’li yıllarla birlikte dünya çapında verilen uğraşlarla birlikte SO₂ kullanımı azaltılmış ve sera gazı etkisi yeniden öne çıkmaya başlamıştır.



Şekil 1.9. Ortalama Yeryüzü Sıcaklığı (Santigrat Derece): 1880-2014 (Kaynak: Earth Policy Institute)

Tablo 1.4. İklim değişikliği biliminde yaşanan gelişmelere ilişkin özet bir kronoloji sunmaktadır. Fransız bilim insanı ve matematikçi Fourier ilk kez 1824’de dünyaya gelen güneş ışıkları ile dünyadan yansıyanların asimetrik davrandığını ileri sürmesinden itibaren günümüze kadar iklim biliminde yaşanan ilerleme oldukça çarpıcıdır. Şüphesiz fen bilimleri ve teknolojiye de bu gelişimde katalizör görevi görmüştür. Fourier’in fikrî öncülüğünü yaptığı disiplinde Tyndall, Fourier’in ileri sürdüğü asimetrik davranışı deneysel bulgularla desteklemiştir. Birikimli ilerleyen süreçte Arrhenus ise yeryüzünde iklimin atmosferin bileşenlerindeki değişimler karşısında verebileceği alternatif senaryoları dikkate alabilmek için *iklim hassasiyeti* hesaplamalarına öncülük etmiştir. Bu adım, CO₂ emisyonlarının atmosfer içerisindeki yoğunluğunun değişmesi üzerinden analiz edildiği küresel ısınma araştırmaları için de önemli bir kilometre taşı olarak değerlendirilebilir. Callendar, IPCC’den yaklaşık yarım asır kadar önce, insan faaliyetlerinden kaynaklanan iklim değişikliği olgusu için gerekli olan üç bilimsel temeli birleştiren bir öneride bulunmuştur. Bu oldukça önemli öneri; i) fiziksel CO₂ teorisi ve sera gazı etkisini, ii) CO₂’nin atmosferde gittikçe artan yoğunluğunu, iii) küresel ortalama sıcaklık artışını sistematik bir şekilde birleştirmektedir.

Tablo 1.4. İklim Değişikliği Biliminin Özet Kronolojisi ve EKC

Yıl	Yazar(lar)	Açıklama
1824	Fourier	Yeryüzüne gelen güneş enerjisi ile yeryüzünden çıkan enerjinin asimetrik davranışını tespit etmiş ve atmosferin olmaması halinde Dünya'nın daha soğuk olacağını savunmuştur. Günümüzdeki iklim değişikliğine ilişkin bilimsel düşüncenin kökeni olarak görülmektedir.
1859	Tyndall	Bazı gazların kızılötesi radyasyonu bloke ettiğini deneysel olarak tespit etmiştir. Gazların yoğunluğunun değişmesinin iklim değişikliği getirebileceğini ileri sürmüştür.
1896	Arrhenus	Yeryüzü ikliminin atmosfer bileşenlerindeki değişimlere karşı ne kadar hassas olduğunu göstermek adına "iklim hassasiyeti" hesaplamalarına öncülük etmiştir. Bu aynı zamanda insanoğlunun neden olduğu CO ₂ emisyonundan kaynaklanan küresel ısınmaya ilişkin ilk hesaplamalar olarak düşünülebilir.
1938	Callendar	Antropojenik İklim Değişikliği kavramı için gerekli üç temeli; fiziksel CO ₂ teorisi ve sera gazı etkisi, atmosferde gittikçe artan CO ₂ derişimi ile küresel sıcaklık artışını sistematik olarak birleştiren ilk denemeyi ileri sürmüştür. Bu çığır açıcı çalışma ile ilk IPCC raporu arasında yaklaşık 52 yıl bulunmaktadır.
1960	Keeling	Dünya'nın atmosferindeki CO ₂ 'yi hassas bir şekilde ölçmüş ve yıllık bir artış tespit etmiştir. CO ₂ yoğunluğu 315 ppm'dir. Ortalama küresel sıcaklığı (beş yıllık ortalama) ise 13.9 ° C olarak raporlamıştır.
1967	Manabe	İklimde sera gazı derişimlerinin artışından kaynaklanan etkileri analiz etmek için günümüzde kullanılan bilgisayar destekli simülasyon modellerine öncülük etmiştir. Küresel iklimin atmosferde iki katına çıkan CO ₂ derişimine verdiği tepkinin üç boyutlu simülasyonunu yapmış ve 2.9 ° C lik bir hassasiyet ölçmüştür. Bu öngörü IPCC'nin günümüzdeki referans aralığında yer almaktadır.
1987	Broecker	Sera Gazlarının Tatsız Sürprizleri isimli çalışmasında, Kuzey Atlantik Okyanusundaki termohalin sirkülasyonunda meydana gelebilecek bir değişimin tüm Kuzey Atlantik havzası ikliminde ciddi bir değişime neden olabileceğini ileri sürmüştür. Bu düşüncesi iklim değişikliğinin modellenmesinde literatüre yeni bir bakış açısı kazandırmıştır.
1990	1. IPCC	Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli I. Değerlendirme Raporunu yayınlamıştır. Raporda, küresel bir ısınmanın olduğunu ve gelecekte de muhtemelen devam edeceği belirtilmiştir.
1991	Grossman ve Krueger	İsmi konulmamış olsa da ampirik bir olgu olarak Çevresel Kuznets Eğrisi, ilk kez NAFTA'nın çevresel etkilerini analiz eden bir çalışma tebliğinde yayınlanmıştır.

Kaynak: Weart (2018) ve Hulme (2015)'den yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Keeling uzun uğraşları neticesinde atmosferdeki CO₂ miktarını hassas bir şekilde 315 ppm olarak ölçmüş ve bu miktarın zamanla arttığını tespit etmiştir. Manabe, günümüzde ileri düzeyde bilgisayar destekli simülasyon yöntemleri ile yapılan iklim analizleri için temel oluşturan bir model önermiştir. Yaptığı tahminlerin günümüzdeki IPCC tahminlerine oldukça yakın olması dikkat çekicidir. Broecker'ın "*Sera Gazlarının Tatsız Sürprizleri*" isimli araştırmasında özellikle Kuzey Atlantik'teki termohalin döngüsünde meydana gelebilecek bir bozulmanın tüm Kuzey Atlantik havzasının ikliminde ciddi bir dönüşüme neden olabileceğini ileri sürmesi oldukça dikkat çekmiş ve iklim modellerinde farklı bir merhaleye geçilmesine vesile olmuştur.

IPCC birincisi 1990 yılında olmak üzere günümüze değin beş değerlendirme raporu yayınlamıştır. Bu raporlarda iklim değişikliği ve bu problemin sorumlusuna ilişkin ifadelerin geçirdiği evrim oldukça dikkat çekicidir. Tablo 1.5. bu dikkat çekici değişimi özetlemektedir. 1990'da yayınlanan I. Değerlendirme Raporunda "*Artan sera gazı etkisinin gözlemler aracılığıyla açık bir şekilde ortaya çıkarılması on yıl veya daha uzun bir süre için olası değildir.*" şeklinde yer alan ifade, 2013'de yayınlanan V. Raporda "*İnsan etkisinin, 20. yüzyılın ortalarından bu yana gözlemlenen ısınmanın baskın nedeni olması aşırı derecede muhtemeldir.*" biçiminde verilmiştir. Burada aşırı derecede muhtemeldir ifadesi yüzde 95'lik istatistiksel anlam düzeyine tekabül etmektedir. Tablo incelendiğinde anlam düzeyinin her geçen rapordaki artışı, fen bilimcilerin iklim değişikliği üzerindeki bilgi birikimiyle uyumlu bir seyir izlediği söylenebilir. Antropojenik iklim değişikliğinin varlığı her yeni raporda daha güçlü bir şekilde vurgulanmaktadır.

İklim değişikliği üzerine yapılan bilimsel araştırmaların başlangıcında en az üç atomdan oluşan bir gaz molekülünün bir filtre davranışı sergileyeceği düşüncesi vardır. Filtre davranışı sergileyen gazlar, kızılötesi ışınların belirli dalga boylarını emseler, ısı artışı olur ve bu artan ısı etraftaki diğer gaz moleküllerine iletilir. Sera gazları uzaya geri yansıyan ışığın bir bölümünü emdiği için gezegeni sıcak tutar ve yaşama elverişli hale getirir. Üç atomlu sera gazları moleküllerine örnek olarak karbondioksit (CO₂), su buharı (H₂O), nitrojen dioksit (NO₂) ve ozon (O₃) verilebilir. Metan (CH₄) beş atomludur. Kloroflorokarbonlar (CFC), en az altı atomludur. Oksijen (O₂) ve azot (N₂) ise iki atomlu olduklarından sera etkisi göstermemektedir.

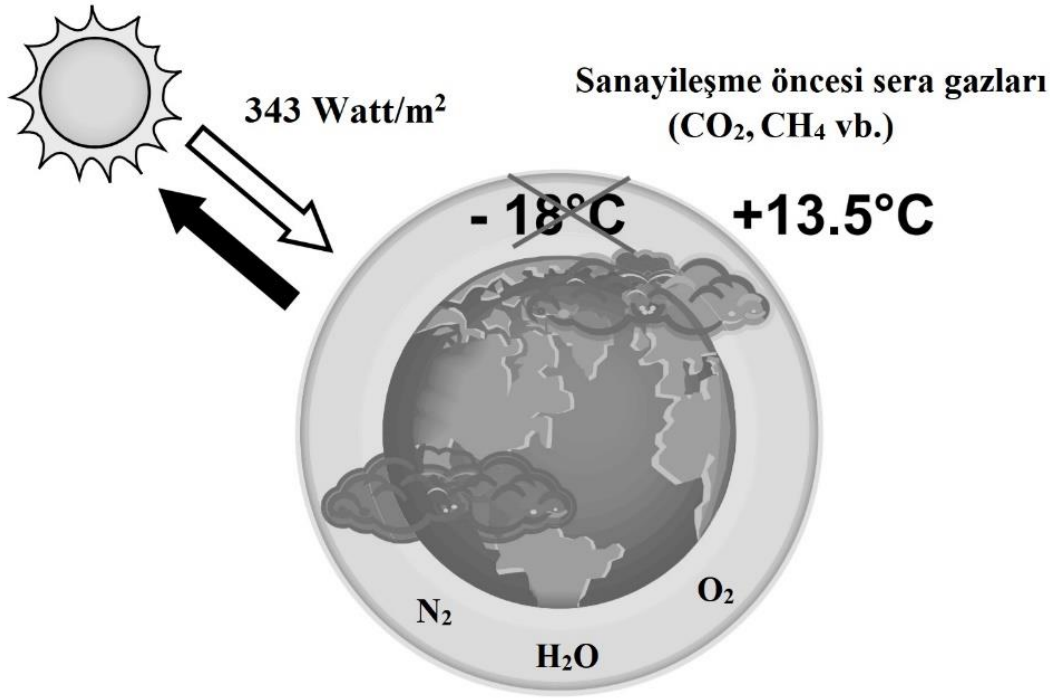
Tablo 1.5. IPCC Raporlarında İklim Değişikliği

Yıl	Rapor	İfade
1990	I. Değerlendirme Raporu	“Artan sera gazı etkisinin gözlemler aracılığıyla açık bir şekilde ortaya çıkarılması on yıl veya daha uzun bir süre için olası değildir.”
1995	II. Değerlendirme Raporu	“Kanıtlara göre küresel iklim üzerinde fark edilir bir insan etkisi olduğu ileri sürülebilir.”
2001	III. Değerlendirme Raporu	“Son 50 yıl içerisinde gözlenen ısınmanın çoğunun, sera gazı yoğunlaşmasındaki artıştan kaynaklanıyor olması <u>muhtemeldir</u> .”
2007	IV. Değerlendirme Raporu	“20. Yüzyılın ortasından bu yana küresel ortalama sıcaklıklarda gözlenen artışın çoğu, antropojenik sera gazı yoğunlaşmalarındaki gözlenen artıştan dolayı olması <u>oldukça muhtemeldir</u> .”
2013	V. Değerlendirme Raporu	“İnsan etkisinin, 20. Yüzyılın ortalarından bu yana gözlemlenen ısınmanın baskın nedeni olması <u>aşırı derecede muhtemeldir</u> .”

Kaynak: Hsiang ve Kopp (2018), IPCC Değerlendirme Raporları, Not: IPCC tarafından belirsizlik için kullanılan terimler: Muhtemel: en az yüzde 66, oldukça muhtemel: en az yüzde 90 ve aşırı derece muhtemel: yüzde 95.

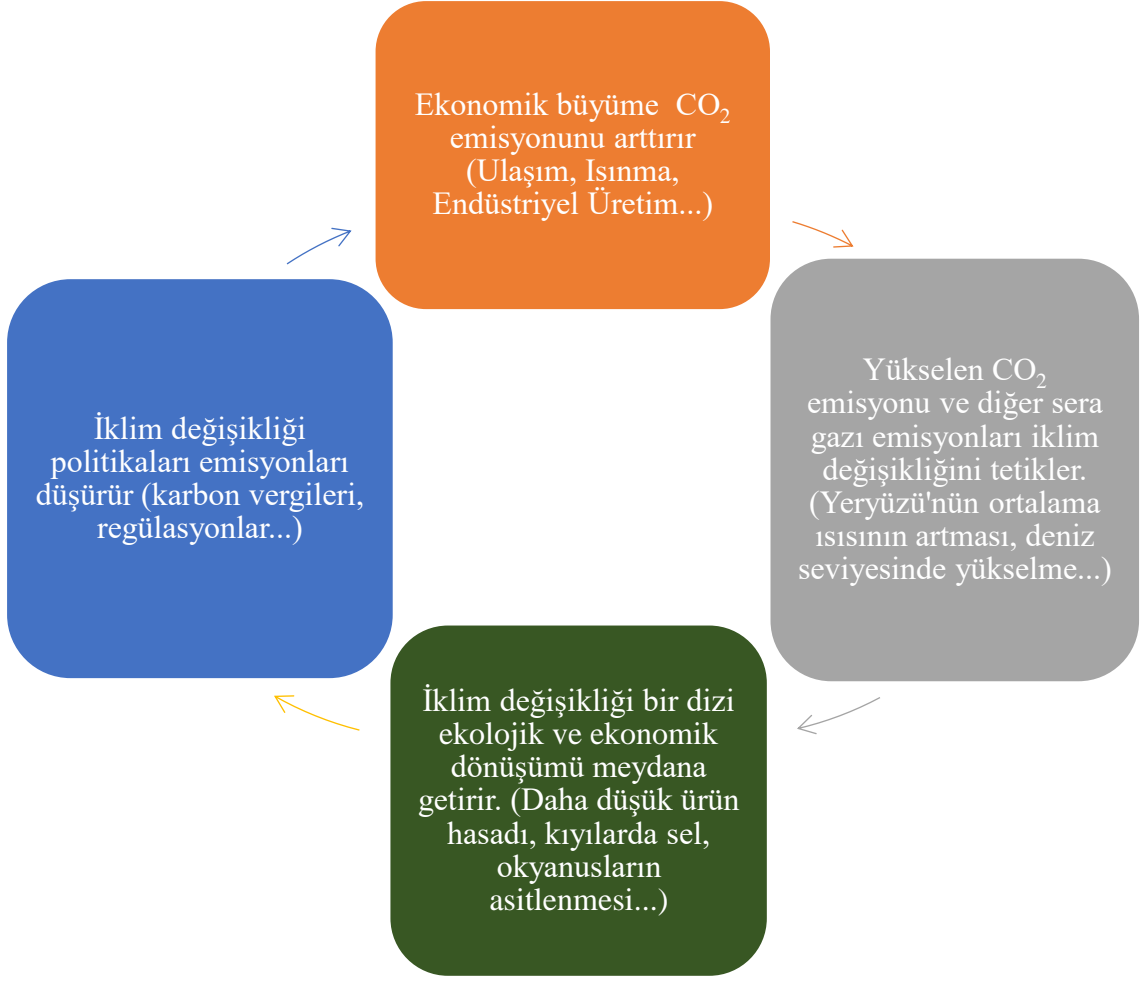
Dünyadaki tüm bölgelerin yaz ve kış için ortalamalarının alınıp atmosfer de hesaba katıldığında yeryüzüne metrekareye yaklaşık 343 watt enerji gelmektedir. Eğer atmosfer sadece azot ve oksijen gibi sera gazı etkisi yaratmayan gazlardan oluşsaydı bu gelen 343 watt'ın 55'i hemen uzaya geri yansır. Gezegenin yüzeyini ve havayı ısıtmak için yaklaşık 288 watt kalırdı. Dünyadaki ortalama sıcaklık da bu enerjiye göre yaklaşık -6 °C civarında gerçekleşirdi (Sinn, 2016). Bu mekanizmanın işleyişi Şekil 1. 10'da resmedilmiştir.

Sera etkisi gösteren su buharı, CO₂ ve diğer sera gazları gibi tehlike arz eden gazlardan sayılmaz ve küresel ısınma açısından korkulmaz. Örneğin sadece azot ve oksijenin bulunduğu atmosferde bir de su buharının bulunması durumunda yeryüzündeki ortalama sıcaklık -18 °C civarında gerçekleşebilirdi. Su buharının bu davranışının açıklaması için Sinn (2016)'ya başvurulabilir. Başta CO₂ olmak üzere sera gazları sayesinde bu sıcaklık uzun bir dönem boyunca 13.5 °C civarında gerçekleşmiştir. Güncel verilere göre - antropojenik iklim değişikliği nedeniyle- 2014 yılında 14.68 °C olarak ölçülmüştür.



Şekil 1.10. Dünyanın Isınması ve Sera Gazları (Kaynak: Sinn, 2016)

İnsanoğlunun, yeryüzündeki geleceği açısından bu kadar büyük bir önem arz eden iklim değişikliği, iktisatçıların da ilgisini çekmiştir. İktisatçılar içinde iklim değişikliğinin uzun dönem ekonomik büyüme ile etkileşiminin analizine Nordhaus öncülük etmiştir. Hatta Nordhaus, bu alandaki katkıları nedeniyle 2018 Nobel iktisat ödülünü paylaşan iki iktisatçıdan biri olmuştur. Ekonomik büyüme ile iklim değişikliği arasındaki etkileşimi ve politika uğraşlarını açıklamak üzere Nordhaus tarafından bir dairesel akım şeması oluşturulmuştur. Mekanizmanın işleyişi özetle şu şekildedir: İktisadi faaliyetteki artış neticesinde meydana gelen ekonomik büyüme CO₂ emisyonunu artırır (ulaşım, elektrik üretimi ayrıca bkz. Şekil 1.7), artan CO₂ emisyonu ve yine diğer sera gazı emisyonları iklim değişikliğini tetikler. Küresel ısınma olarak anılan yeryüzünün ortalama ısısının artması, buzulların erimesi ve deniz seviyesinin yükselmesi anlamına gelir. İklim değişikliği ile birlikte meydana gelen ekolojik dönüşümün ekonomik sonuçları da gözlemlenmeye başlanır. Bu duruma örnek olarak daha düşük ürün hasatları, kıyılarda seller verilebilir. Ekolojik dönüşümün günlük yaşamı etkilemeye başlaması ve daha da kötü olabileceğinin anlaşılmasıyla birlikte çevreci politikalar devreye sokulur ve emisyonların düşürülmesi için çeşitli vergiler ve regülasyonlar uygulamaya konulur.

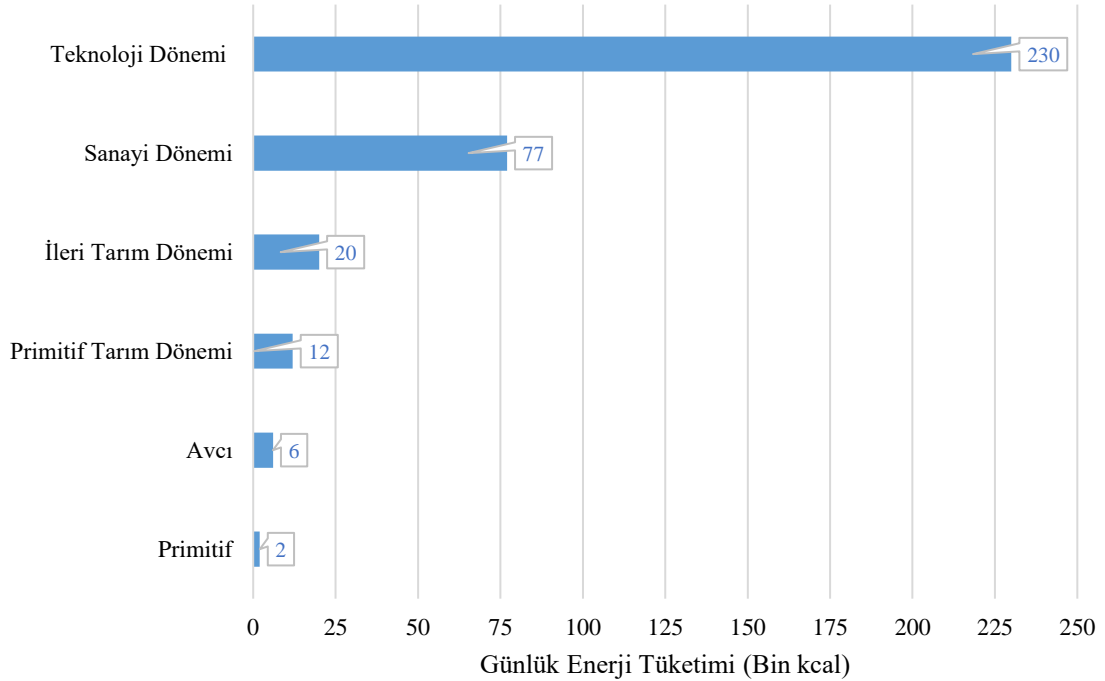


Şekil 1.11. Küresel Isınmanın Etkileri ve Politikalara İlişkin Dairesel Akım Şeması (Kaynak: Nordhaus, 2019)

Küresel ısınmanın çeşitli açılardan makro ekonomik analizi için Bernard ve Semmler (2015) nitelikli bir derleme olarak öne çıkmaktadır. İklim değişikliği biliminin özet kronolojisinde değinildiği gibi Svante Arrhenius 1896'da atmosferdeki CO₂ derişiminin artması nedeniyle bir sera etkisinin ortaya çıkabileceğini ileri sürmüştür. Aynı yıl Henry Ford ise benzin kullanan bir motora sahip bir otomobili nihai tüketicilere satmaya başlamıştır. Sanayi devrimi ile çevre arasındaki ödünleşme ilişkisi için bu tesadüf güzel bir örnektir. Aradan geçen yüz yılı aşkın sürede başta IPCC tarafından yayımlananlar olmak üzere çok sayıda araştırma kamuoyunun bilgisine sunulmuştur. Bu çalışmalara örnek olarak: Owen ve Hanley (2004), Nordhaus (2008), Stern (2006; 2009 ve 2015), Maslin (2011), Stern vd. (2014) ve Gautier (2014) gösterilebilir. İklim değişikliği ekonomisi ile ilgili kavramlara giriş için Ucal vd. (2017)'ne bakılabilir.

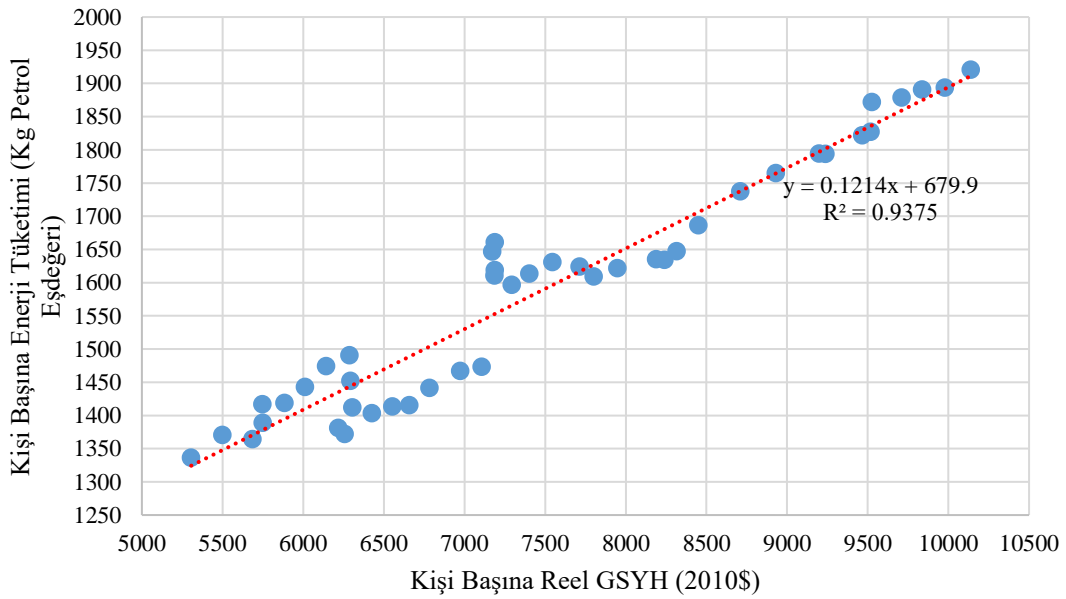
1.4. Enerji

İktisadi kalkınmanın kişi başına reel GSYH cinsinden ölçülmesi eleştiriye açık bir konu olmakla birlikte kalkınmanın hemen hemen tüm göstergeleri için enerji arzı elzemdir. Ancak enerjinin miktarı ve nasıl üretildiği de önemli dışsallıklara neden olabilmektedir. Goldemberg (2004), primitif insandan modern teknoloji dönemi insanına çeşitli aşamalardaki ortalama bir insanın günlük enerji tüketimini listelemiştir. Kalkınma aşamaları ve kişi başına enerji tüketiminin gelişimi Şekil 1.12.'de resmedilmiştir. Örneğin, sadece gıda tükettiği varsayılan primitif insanın günlük enerji tüketimi 2000 kcal iken, avcı insan (yaklaşık yüz bin yıl öncesi) daha fazla gıdaya sahipti ayrıca gıda pişirme ve ısınma için odun yakabiliyordu. Bu nedenle günlük enerji tüketimi 6000 kcal olarak tahmin edilmektedir. Günümüzden yaklaşık yedi bin yıl önce bereketli hilalde yaşadığı düşünülen primitif tarım dönemi insanının ise hayvanları kullanmak suretiyle basit tarım ile uğraşırken günlük ortalama 12000 kcal enerji tükettiği tahmin edilmektedir. Kuzeydoğu Avrupa'da günümüzden altı asır önce yaşayan ileri tarım dönemi insanı ise ısınma için kömürü, su ve rüzgâr enerjisini ve ulaşım için de hayvanları kullanabiliyordu. Bu bağlamda dönemin ortalama bir insanının günde yaklaşık 20000 kcal enerji tüketiminde bulunduğu düşünülmektedir.



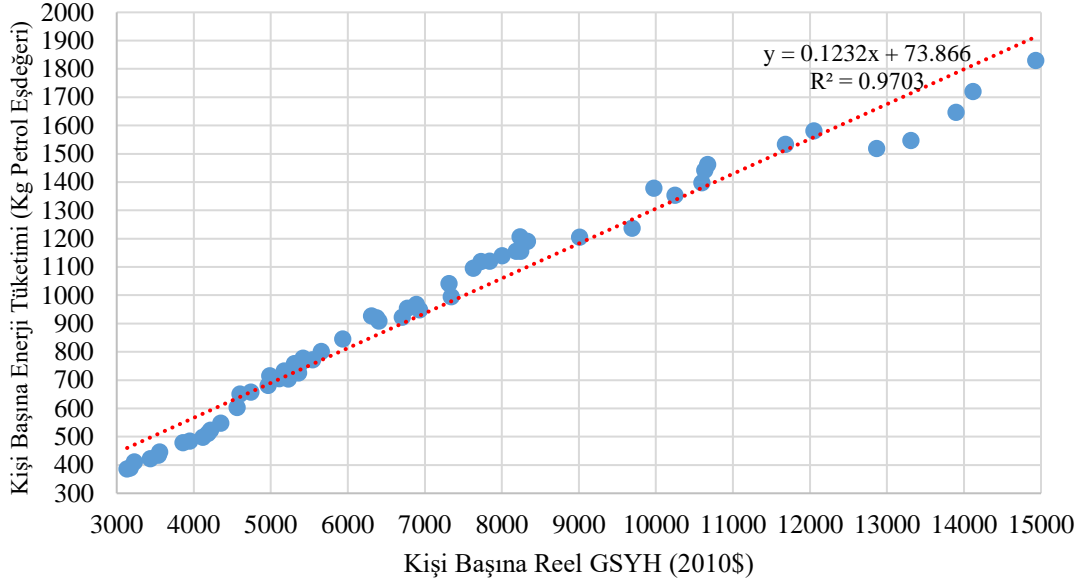
Şekil 1.12. Kalkınma Aşamaları ve Kişi Başına Enerji Tüketimi (Kaynak: Goldemberg, 2004)

Sanayi döneminde, örneğin 1875 yılında İngiltere’de, ortalama bir insanın günlük enerji tüketimi yaklaşık 77000 kcal olarak tahmin edilmektedir. Bu dönemde öncelikle ilave olarak buhar makinesi kullanımı yaygınlaşmış durumdadır. Teknoloji dönemi insanına örnek olarak da 1970 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nde ortalama bir insan ele alındığında, günde yaklaşık 230000 kcal enerji tükettiği düşünülmektedir. Günlük 2000 kcal enerji tüketiminden 230000 kcal enerji tüketimine geçiş yaklaşık bir milyon yıllık bir zaman zarfında meydana gelmiştir. Bu büyük artış, geniş tarih ölçeğinde oldukça yakın bir geçmiş sayılabilecek XIX. Yüzyılda kömürün ısınma ve enerji kaynağı olarak kullanılmaya başlaması, petrol ve türevlerinin kullanımını arttıran içten yanmalı motorun icadı ve kullanımının yaygınlaşması, hidroelektrik ve termik santraller ile günümüze ulaşmıştır. Yakın geçmişte ise güneş ve rüzgâr santralleri, biyoyakıtlar gibi alternatif yenilenebilir enerji kaynakları da toplam enerji arzına küçük de olsa katkı vermeye başlamıştır. Zaman ilerledikçe artan kişi başına enerji tüketimindeki yükseliş, kişi başına gelirden de gözlenmektedir. Kişi başına gelir ile kişi başına enerji tüketiminin doğrusal ve pozitif bir ilişkiye sahip olması sezgisel olarak tahmin edilmesi zor bir olgu değildir. Şekil 1.13’de 1960-2014 dönemi için dünya ortalama kişi başına reel GSYH verileri ile dünya ortalama kişi başına enerji tüketimi verilerinin zaman serisi serpilme diyagramı resmedilmiştir. Beklenildiği gibi iki değişken arasında doğrusal ve pozitif bir ilişki söz konusudur.



Şekil 1.13. Dünya’da Kişi Başına Enerji Kullanımı ve Kişi Başına Gelir, (1960-2014) (Kaynak: WDI)

bu grafiksel bulgular konu ile ilgili ampirik literatürle (Soytas ve Sari, 2009; Ozturk, 2010; Ozturk vd. 2010; Tiba ve Omri 2017) de uyumludur.

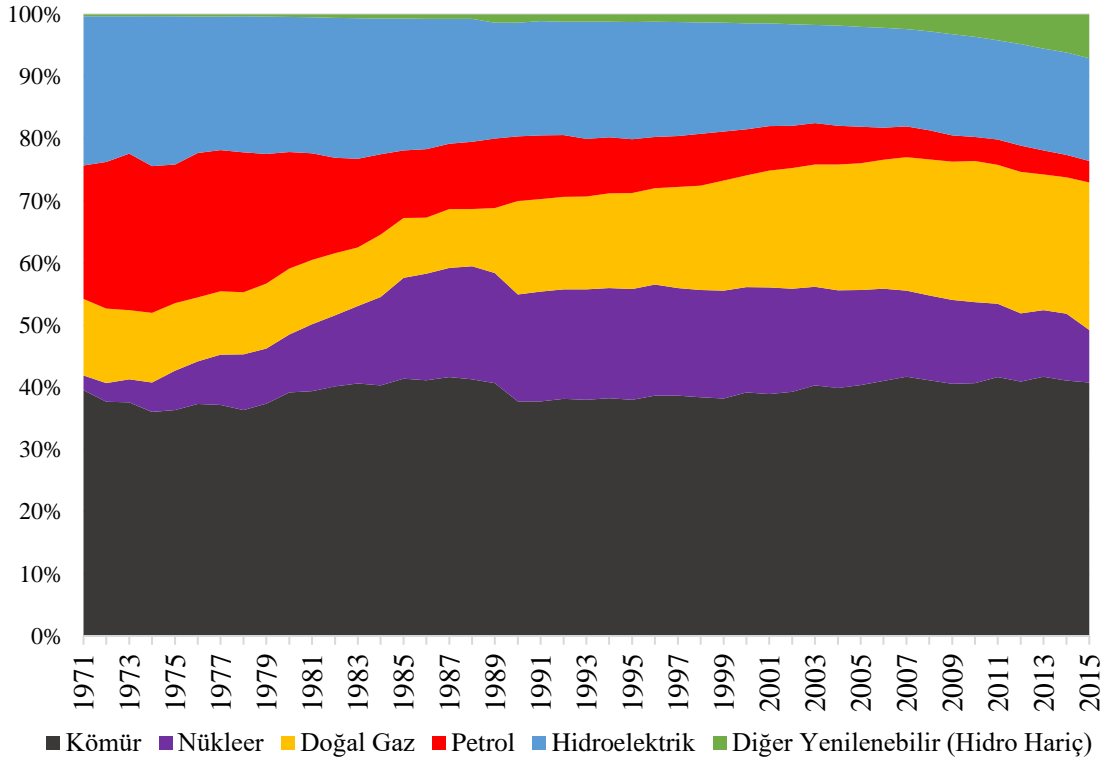


Şekil 1.15. Türkiye’de Kişi Başına Enerji Kullanımı ve Kişi Başına Gelir, (1960-2017) (Kaynak: WDI, OECD)

Stern (2004), enerji ve ekonomik büyüme ile ilgili özet bir çerçeve sunmaktadır. Peet (2004) ise iktisadi sistemler ve enerjiye dair kavramsal bir giriş yapmaktadır. Christensen (2004), iktisadi düşünce tarihi içinde enerjinin yerine dair bir derleme yapmaktadır. Goldemberg (2004), kalkınma ile enerji arasındaki etkileşimi özetlemektedir. Munasinghe (2004), sürdürülebilir kalkınma ile ilgili temel kavramları özetlemekte ve sürdürülebilir enerji ile ilgili referans bir yapı sunmaktadır.

Enerji üretiminin sağlandığı kaynaklar dolaylı olarak CO₂ ve diğer sera gazı emisyonları açısından önem arz etmektedir. Çünkü her kaynağın doğayı kirletme düzeyi aynı olmamaktadır. Dünya’da enerji üretiminin kaynak dağılımının 1970’lerden günümüze gelişimini resmetmek amacıyla Şekil 1.16. hazırlanmıştır. 1971-2015 arası verilerle hazırlanan şekilde, kömürün ortalama olarak yüzde kırk civarındaki payını koruması dikkat çekicidir. Gelişmiş ülkeler kömürden enerji üretimini azaltsalar da başta Çin olmak üzere hızla sanayileşme uğraşı veren gelişmekte olan ülkelerin kömürden vazgeçememesi nedeniyle söz konusu ortalama korunmuştur. Nükleer enerji, 1970’li yıllardan itibaren payını giderek arttırsa da 2000’li yıllarda payında kademeli bir azalış gözlenmiştir. 1970’li yılların başında üç büyük enerji kaynağından biri olan petrol zamanla bu payını kaybetmiştir. Bu azalışta petrol fiyatlarında daha önce görülmemiş sıçramaların yaşandığı

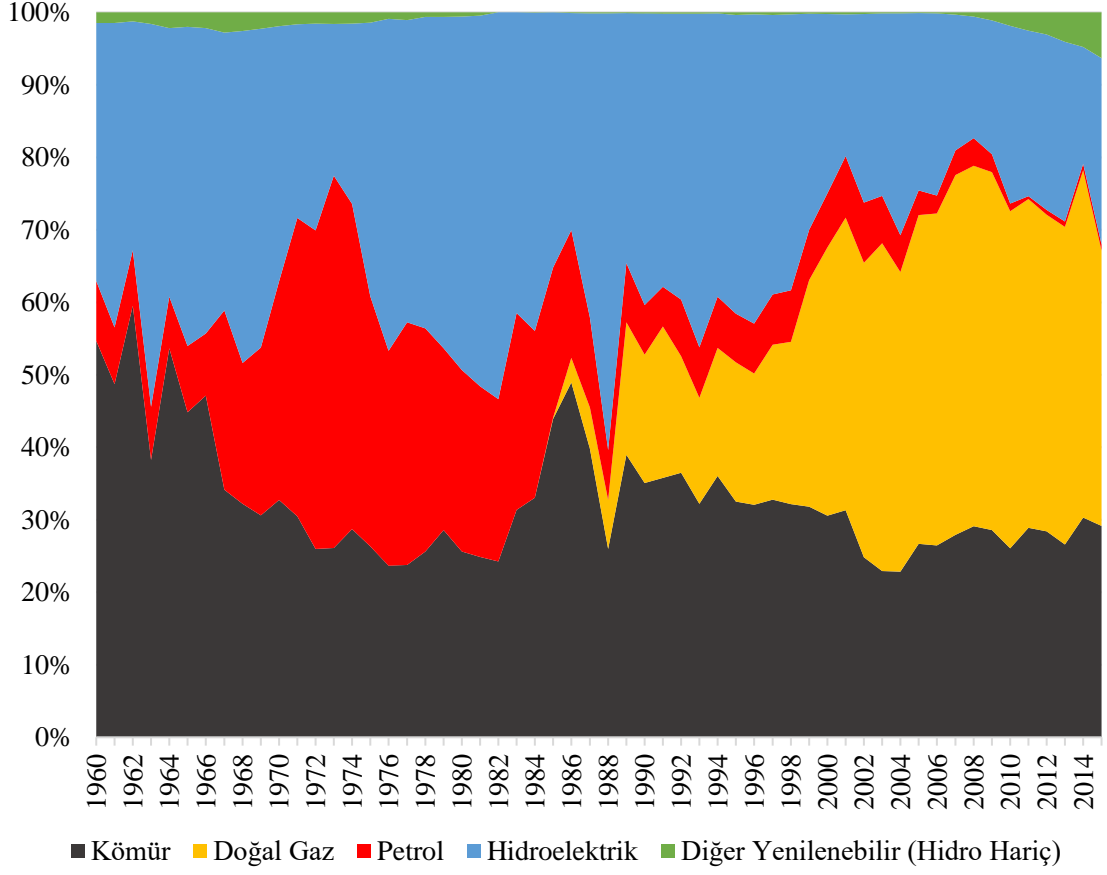
petrol krizlerinin rolü oldukça önemlidir. Doğalgaz kaynaklı enerji üretimi giderek artan bir paya sahiptir. Bu artış doğalgazı 2015 verileri itibariyle kömürden sonra ikinci sıraya yükseltmiştir. Yenilebilir enerji olarak kabul edilen hidroelektrik enerjinin payında az da olsa bir gerileme gözlenmektedir. Diğer yenilenebilir enerjinin tamamının toplamının, kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil kaynaklı kaynaklara nazaran düşük bir paya sahip olsalar da artarak artan bir seyir izlemesi çevre açısından olumlu bir gelişme olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 1.16. Dünya'da Enerji Üretiminin Kaynak Dağılımı: 1971-2015 (Kaynak: WDI)

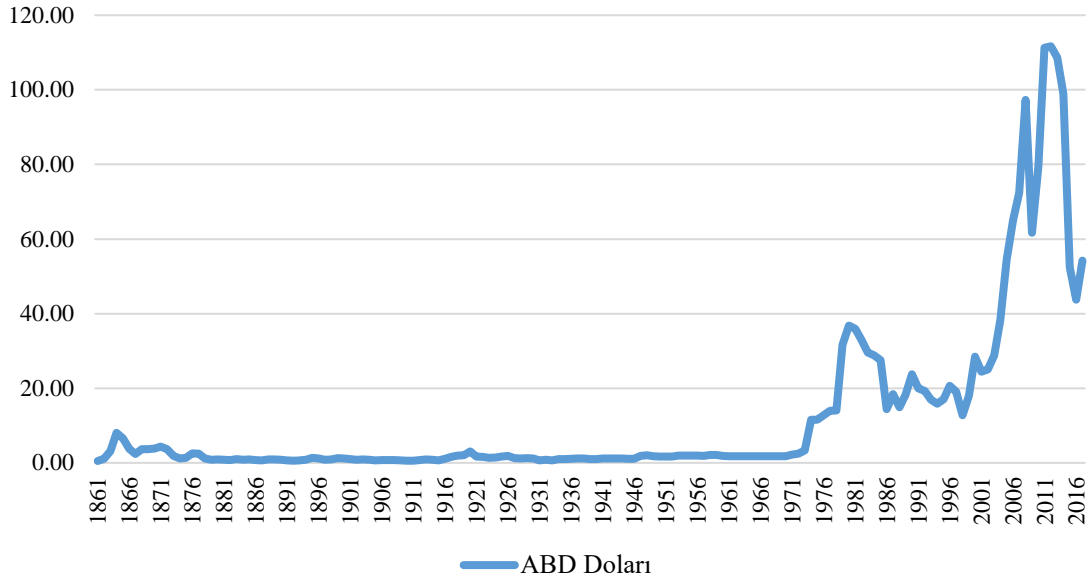
Enerji üretiminin küresel ölçekteki kaynak dağılımını inceledikten sonra Türkiye'deki seyrini tespit etmek gerekmektedir. Bu amaçla 1960-2015 dönemi için Dünya Bankası veri tabanından derlenen verilerle Şekil 1.17. resmedilmiştir. Grafik incelendiğinde; kömürün başlangıçta toplam enerji üretiminin yarısını karşılarken, zamanla dalgalanma göstermekle birlikte azaldığı görülmektedir. Hidroelektrik enerjisi ortalama büyük önem arz etse de toplam içindeki payı azalma eğilimine sahiptir. Petrol 60'lı yılların sonundan itibaren hızlı bir şekilde yüksek bir pay kazansa da petrol krizlerinin etkisiyle azalmış ve bu gerileme istikrarlı bir şekilde günümüze değin devam etmiştir. 80'li yılların ortalarından itibaren doğalgaz başlıca enerji kaynağı olma yolunda ciddi mesafeler kaydetmiş ve günümüzde en büyük paya sahip kaynak olarak öne çıkmaktadır.

Yenilenebilir enerji de 2010'lu yıllarla birlikte bir ivme yakalamış ve toplam içindeki payını giderek arttıran bir seyre sahiptir.



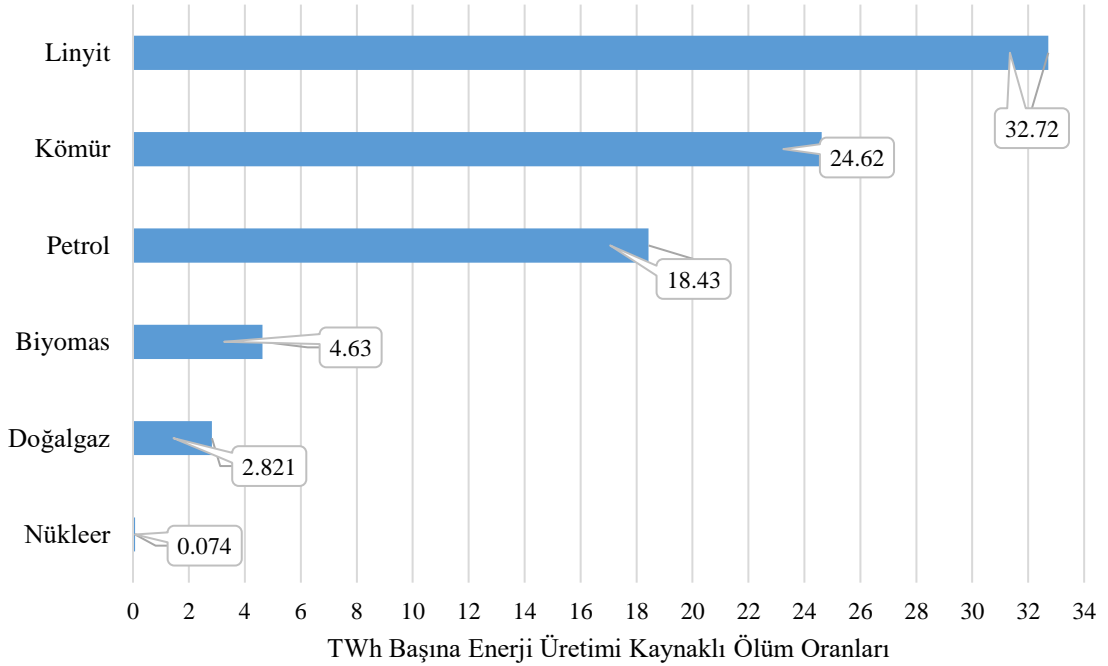
Şekil 1.17. Türkiye’de Enerji Üretim Kaynak Dağılımı: 1960-2015 (Kaynak: WDI)

1970’li yıllarda yaşanan iki büyük petrol krizi küresel ölçekte pek çok ekonomiyi derinden sarsmıştır. Hem Dünya hem de Türkiye örneğinde petrol tüketimi bu güçlü fiyat şokundan etkilenmiştir. Şekil 1.18.’de 1861-2017 arasında yıllık ham petrol fiyatları resmedilmektedir. 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizi öncesinde neredeyse bir asır boyunca istikrarlı bir seyir izleyen ham petrol fiyatlarındaki sıçrama oldukça dikkat çekicidir. Petrol fiyatlarındaki yükseliş 2000’li yılların başından itibaren 2011’e kadar yükselerek daha önce görülmemiş seviyelere yükselmiştir. Petrol şokları, Şekil 1.16. ve Şekil 1.17.’deki petrolün enerji üretimindeki zamanla azalan payında önemli bir etkidir. Bu tezin ampirik kurgusunda temel teşkil eden EKC hipotezi ile nispi enerji fiyatlarının etkileşimi için (Rodríguez vd., 2016) ampirik kanıt sunan bir çalışmadır.



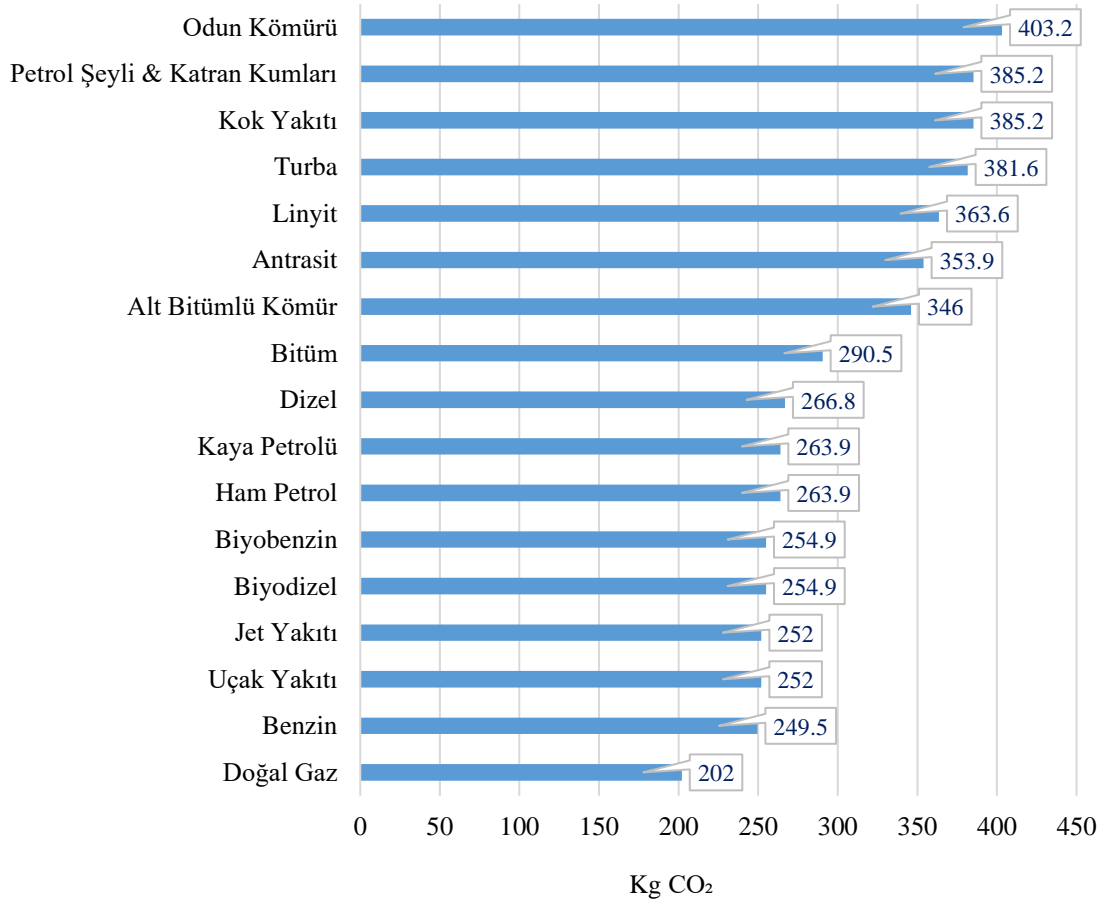
Şekil 1.18. Ham Petrol Fiyatları: 1861-2017 (Kaynak: BP Statistical Review, 2018)

Şekil 1.19'da bir TWh enerji üretimini nedeniyle meydana gelen ölüm oranlarının farklı enerji kaynaklarına göre durumu resmedilmiştir. Markandya ve Wilkinson (2007)'a göre enerji üretimi nedeniyle meydana gelen ölümlerin yüzde doksan dokuzu hava kirliliğinden kaynaklanmaktadır. Enerji üretiminden kaynaklı dışsallıkların hesaplamaları için Bickel ve Friedrich, (2005)'e başvurulabilir.



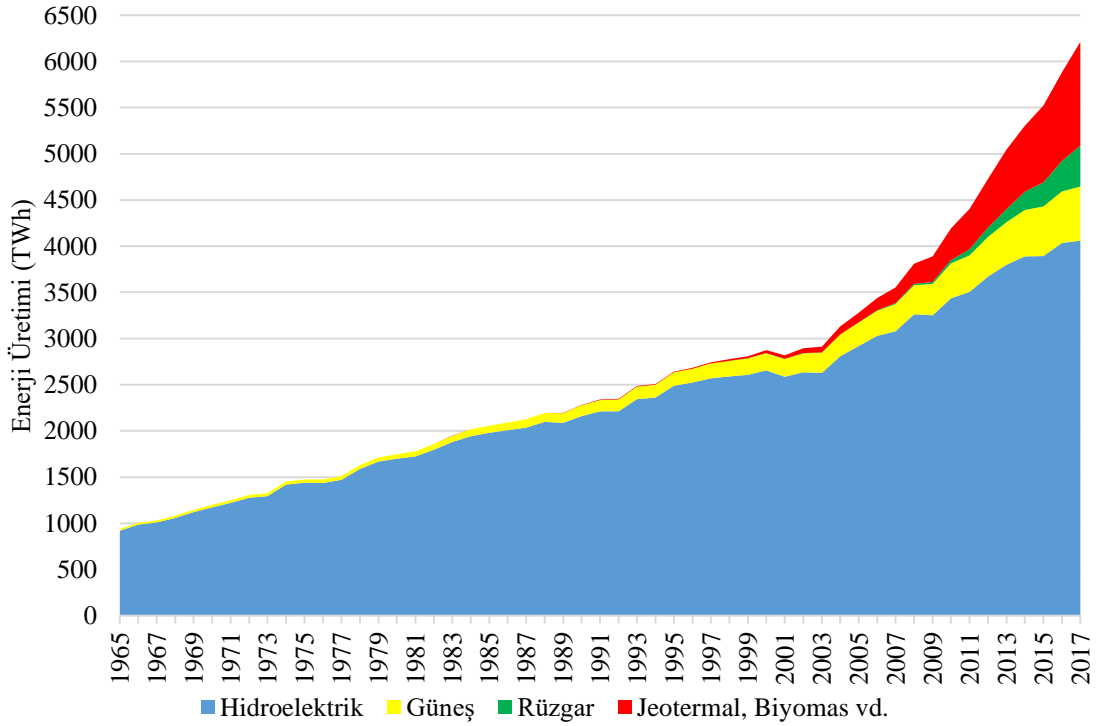
Şekil 1.19. Enerji Üretimi Kaynaklı Ölüm Oranları (Kaynak: Markandya ve Wilkinson, 2007; OWD, 2019)

Küresel enerji üretiminin önemli bir kısmı fosil yakıtlara dayalıdır. Fosil yakıtlara dayalı enerji üretiminde atmosfere önemli ölçüde CO₂ salınmakta; kısa dönemde yerel çevre (hava kirliliği), uzun dönemde ise iklim değişikliği gibi küresel sonuçlarla karşılaşmaktadır. Fosil yakıtların birim enerji üretimi başına neden oldukları nispi CO₂ emisyonları Şekil 1.20.'de resmedilmiştir. Faktör tablosu kısaca bir MWh enerji üretebilmek için kaç kilogram eşdeğer CO₂ emisyonu salınacağını özetlemektedir. Örneğin bir MWh enerji üretmek için linyit kullanmak yaklaşık 363.2 kg CO₂ emisyonuna neden olmaktadır. Diğerlerinde göre nispi olarak daha az emisyonuna neden olan doğalgazda dahi bir MWh enerji üretimi 202 kg CO₂ emisyonuna neden olmaktadır. IPCC referans değerleri incelendiğinde CO₂ emisyon faktörü en yüksek fosil yakıt kömür türleridir. ABD gibi gelişmiş ülkeler zamanla kömür yerine doğalgazı ikame etmek suretiyle CO₂ emisyonlarını dizginleme yolunda hamle yapmış olsalar da Çin ve gelişmekte olan ekonomiler halihazırda önemli ölçüde kömür kaynaklı enerji üretimine devam etmektedirler.



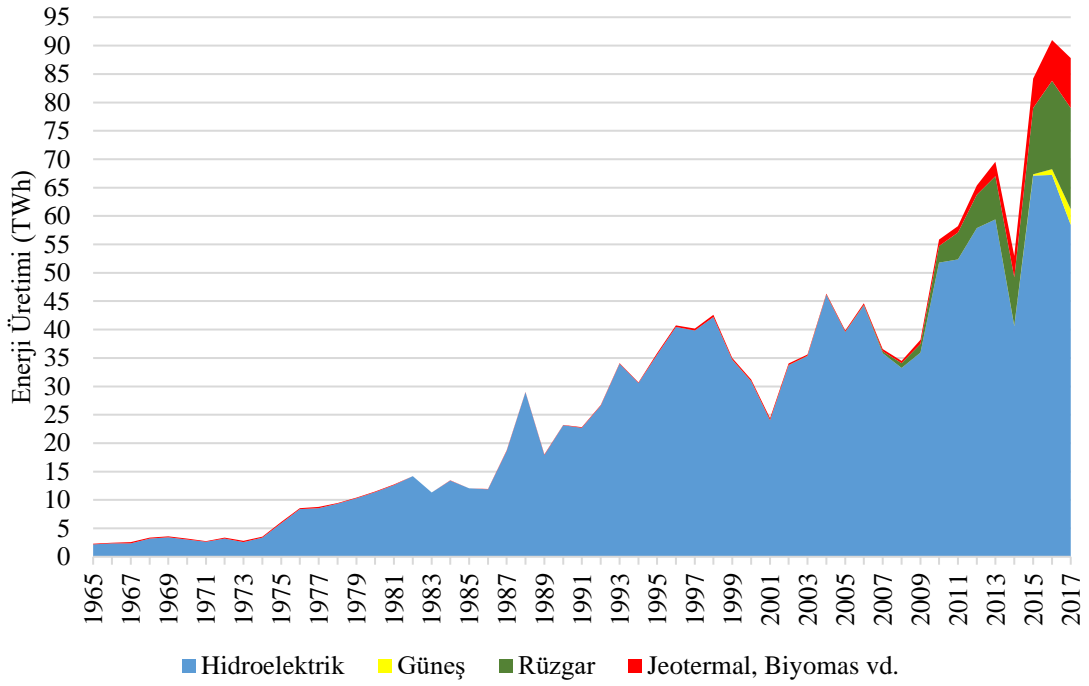
Şekil 1.20. Karbondioksit Emisyon Faktörü (MWh için CO₂) (Kaynak: IPCC ve OWD, 2019)

Negatif dışsallıklarını zikrettiğimiz fosil yakıt kaynaklı CO₂ emisyonlarını kontrol altına alabilmek için ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Şekil 1.21’de Dünya ölçeğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimi resmedilmiştir. Hidroelektrik enerjisi en büyük yenilenebilir enerji kaynağı olmaya devam etmekle birlikte teknolojik gelişmeler ile birlikte jeotermal ve biyomas, güneş ve rüzgâr enerjilerinin gittikçe artan kullanımı gelecekteki paylarının daha yüksek olabileceğini ima etmektedir.



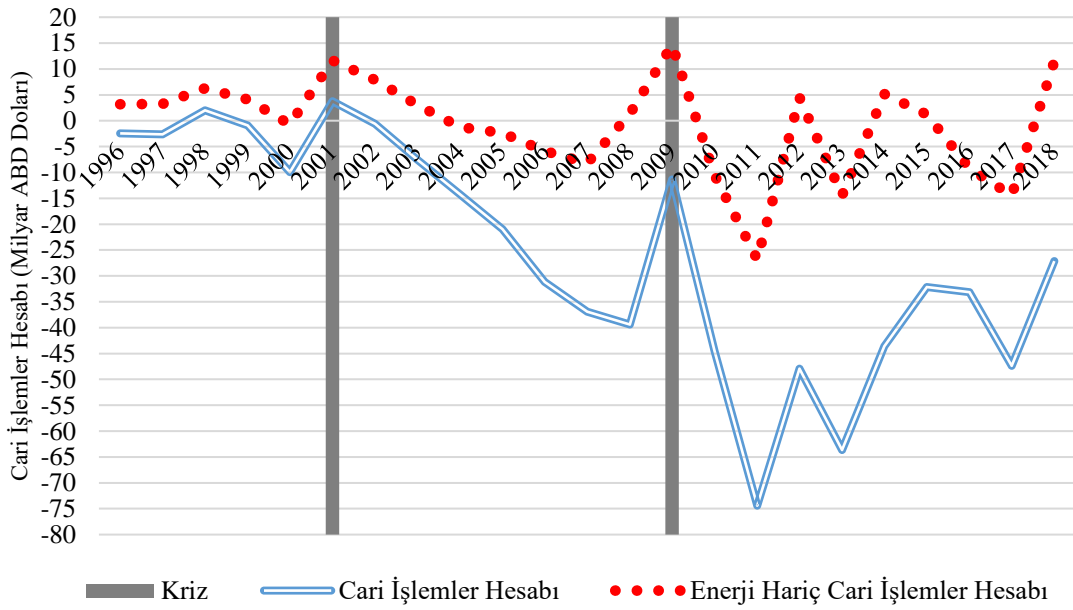
Şekil 1.21. Dünya’da Yenilenebilir Enerjinin Kaynağına Göre Gelişimi (Kaynak: BP, 2018)

Yenilenebilir enerji üretiminin kompozisyonunun Türkiye’deki gelişimi küresel eğilime benzemektedir. Bu gelişim Şekil 1.22.’de güncel veriler kullanılarak resmedilmiştir. Grafik incelendiğinde, temel benzerliğin hidroelektrik enerjisinin sahip olduğu yüksek paydan kaynaklandığı görülmektedir. Türkiye’nin küresel eğilimden daha yüksek bir oranda rüzgâr enerjisi üretimine sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca coğrafi konumunun da bir sonucu olarak yüksek ortalama güneşli gün sayısına rağmen, güneş enerjisinde küresel eğilime nazaran daha geride kaldığı ve gelecekte bu alanda ilerleme göstermesi beklenmektedir. Jeotermal, Biyomas vd. kaynaklı enerji üretiminde son yıllarda yaşanan artışın devam edeceği düşünülmektedir.



Şekil 1.22. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Kaynağına Göre Gelişimi (Kaynak: BP, 2018)

Cari işlemler açığı Türkiye ekonomisinin yapısal bir sorunudur (Kara ve Sarıkaya, 2013). Bu sorunda enerji ithalatının payı oldukça yüksektir (bkz. Şekil 1.23.). Türkiye, yenilenebilir enerji üretimini artırıp enerji ithalatını azaltarak cari işlemler açığını kolaylıkla iyileştirecek bir ekonomidir.



Şekil 1.23. Türkiye’de Cari İşlemler ve Enerji Hariç Cari İşlemler Dengesinin Gelişimi (Kaynak: TCMB)

Türkiye'nin Cari İşlemler ve Enerji Hariç Cari işlemler dengelerinin gelişimi Şekil 1.23'de resmedilmiştir. Grafikte dikey gri sütunlar 2001 ve 2009 krizlerini ifade etmektedir. Cari işlemler dengesinde kriz yıllarında meydana gelen iyileşmeler, Türkiye ekonomisi örneğinde gözlemlenen ekonomik performans ile cari işlemler dengesi arasındaki ters yönlü ilişki nedeniyledir. Sezgisel olarak da kolaylıkla düşünülebileceği üzere, iktisadi faaliyetteki daralmalar enerji talebinin ve ithalinin de azalmasına neden olmaktadır. Ampirik olarak sürdürülebilirliği sürekli bir merak konusu olan Türkiye'nin cari işlemler dengesi, enerji hariç düşünüldüğünde nispi olarak daha istikrarlı bir görünüme sahiptir. Fosil yakıtlarda linyit harici kalemlerde büyük ölçüde ithalat yapma zorunluluğu olan Türkiye için yenilenebilir enerji ve diğer alternatif enerji kaynakları büyük öneme sahiptir.

Türkiye enerjide dışa bağımlılığı ve fosil yakıtların neden olduğu çevresel tahribatı azaltmak amacıyla nükleer enerjiden yararlanmayı da gündemine almış, Mersin ve Sinop'ta iki nükleer güç santrali projelerine başlamıştır (TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2011). Emisyon açısından Fosil yakıtlara göre çok avantajlı olsa da nükleer enerjinin oldukça ciddi çevresel tehditler barındırdığı düşüncesiyle bazı ülkelerde üretimi durdurulmuştur. Örneğin Almanya bu enerji kaynağından kademeli bir şekilde vazgeçmiştir. Fransa enerjisinin büyük kısmını nükleer santrallerden karşılamaya, hızlı büyümeye devam etmek isteyen Çin ise yeni nükleer santrallerin yapımına devam etmektedir.

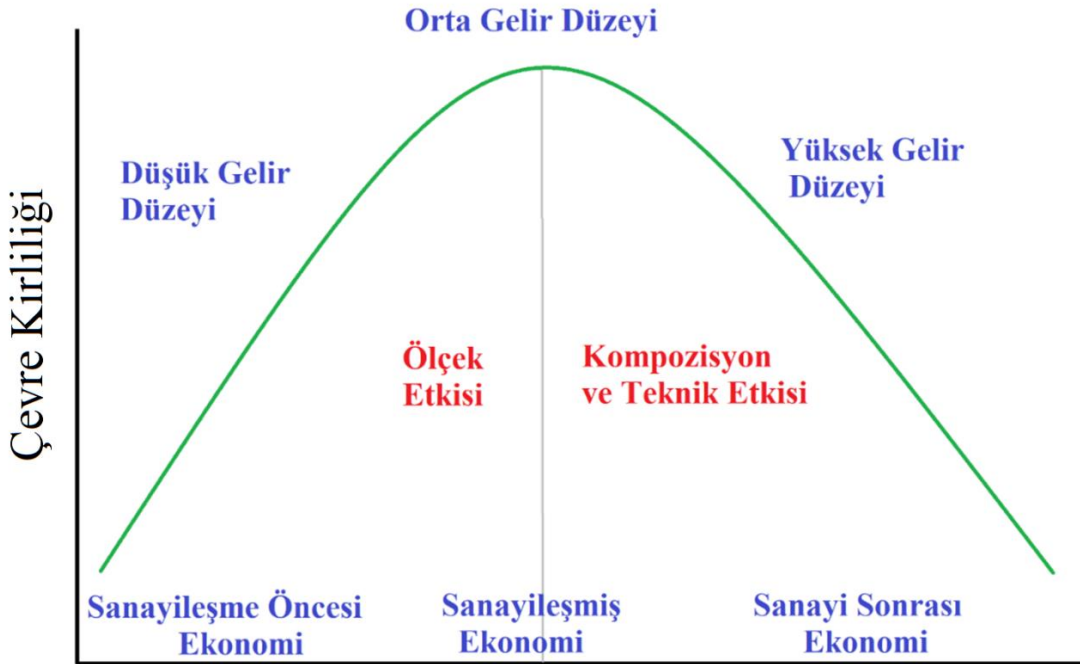
İKİNCİ BÖLÜM

2. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİ

Tezin ikinci bölümünde, Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi incelenmektedir. Bölüm sırasıyla; EKC hipotezinin ve kuramsal yapısının açıklandığı *Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi*, hipotezde ileri sürülen mekanizmanın işleyişini açıklamada kullanılan faktörlerin özetlendiği *Çevresel Kuznets Eğrisinin Oluşumunu Açıklamada Kullanılan Faktörler* ve yaklaşık otuz yıldır giderek artan bir şekilde araştırmacıların ilgisini çeken literatürün özetlendiği *Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi Literatürü*, başlıklarından oluşmaktadır.

2.1. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

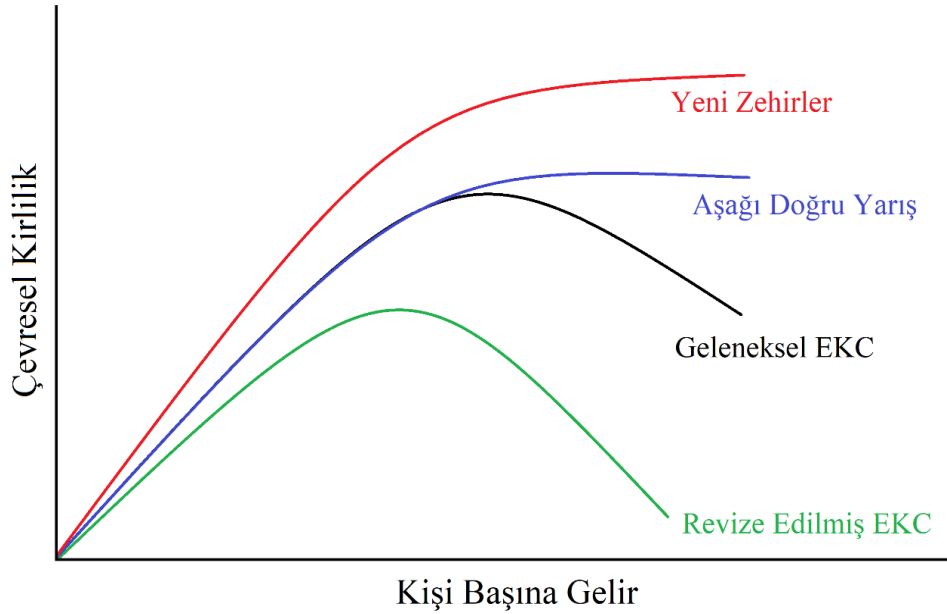
Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi, kişi başına çevresel kirlilik ile kişi başına milli gelir arasında önce artan, belirli bir eşiği aştıktan sonra da azalan, ters U şeklinde bir ilişki olduğunu ileri sürmektedir. Sanayileşmenin ilk basamağında, çevresel kirlilik hızlı bir şekilde artar çünkü istihdam ve gelir artışı temiz su ve havadan daha önemli görünmektedir. Ayrıca bu basamaktaki toplumlar, çevresel kirliliği telafi edecek



Şekil 2.1. Çevresel Kirlilik ile Gelir Düzeyi arasındaki İlişkiler (Kaynak: Sarkodie ve Strezov, 2019)

mekanizmalara yeterli bütçe ayıramayacak kadar fakir olduğundan çevre politikaları ve regülasyonlar zayıftır. Çevresel Kuznets Eğrisi Şekil 2.1.'de resmedilmiştir.

Gelir seviyesi yükseldikçe temiz çevre talebi artmaya başlar, buna bağlı olarak da çevre politikaları ve regülasyonlar daha etkin işlemeye başlar. Zamanla çevre kirliliğinde payı bulunan öncü sektörler daha çevreci davranmaya başlar. Eğri üzerinde ileri hareket ettikçe orta gelir düzeylerinde eğrideki pozitif eğim bitmeye başlar ve gelir düzeyi arttıkça aşağı yönlü bir şekil alarak ilerler (Dasgupta vd. 2002).



Şekil 2.2. Çevresel Kuznets Eğrisi: Alternatif Senaryolar (Kaynak: Dasgupta vd. 2002'den uyarlanmıştır)

Şekil 2.2.'de EKC hipotezi ile ilgili alternatif senaryolar resmedilmiştir. Geleneksel EKC yaklaşımını savunan araştırmacılara göre kişi başına gelir \$5000-\$8000 aralığını geçtiğinde çevresel kirlilikte azalma görülmeye başlar. Gelişmekte olan ülkelerin bazılarında bu durum bilhassa politika yapımcılar tarafından “önce büyü, sonra temizle” biçiminde yorumlanmıştır (Dasgupta vd. 2002). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezine yönelik çok sayıda eleştiri mevcuttur. Bu eleştirilerden kötümser yaklaşımlar, hem ülkelerin kalkınma sürecinde gerçekten tecrübe ettikleri olgular hem de politika önerileri açısından tenkit etmektedirler. Kötümser yaklaşımda, EKC'nin dinamik bir süreçteki anlık görüntüden ibaret olduğu ve küreselleşmenin “aşağı doğru yarış” teşvik etmesi ile birlikte eğrinin en yüksek çevresel kirlilik düzeyinden itibaren yatay eksene paralel bir seyir izleyeceği ileri sürülmektedir. Ayrıca “yeni zehirler” isimli eğri ile ifade edilen görüşün savunucularına göre sanayileşme ile birlikte bilinen zararlı atıkların üretimi

kontrol altına alınsa dahi yeni atıkların ortaya çıkacağı ve toplam kirlilik düzeyinin dizginlenemeyeceği düşünülmektedir. Bu görüşlere zıt olarak bazı ampirik çalışmalarda ise örneğin “*revize edilmiş EKC*” yaklaşımında eğrinin hem maksimum kirlilik hem de dönüm noktası açısından daha olumlu seviyelere gerileyeceği ileri sürülmektedir (Dasgupta vd. 2002).

Çevresel Kuznets Eğrisini ampirik bir bulgu olarak tespit eden ilk çalışma Grossman ve Krueger (1991) olmakla birlikte, ters U ilişkisi nedeniyle *Kuznets* ismi ile ilişkilendiren çalışmalar Panayotou (1993) ile Grossman ve Krueger (1993)'tür. Nobel ödüllü iktisatçı Simon Kuznets, 1954 yılı *American Economic Association*'ın geleneksel başkanlık konuşmasında sunduğu bildiride, ekonomik büyüme ve gelir dağılımı arasındaki ters-U biçiminde bir ilişki olduğunu ileri sürmüştür. Kuznets (1955)'e göre ekonomik büyümenin ilk aşamalarında gelir eşitsizliği artmaktadır. Ancak belli bir gelir seviyesine ulaşıldığında, eşitsizlik artışı yavaşlamakta ve daha sonra da azalmaktadır. Böylece ters U şeklinde bir eğri oluşmaktadır. 1990'lı yılların başlarında, Kuznets'in bu düşüncesi çevre kirliliği ile ekonomik büyüme ilişkisine uyarlanmıştır. Buna göre ekonomik büyümenin ilk aşamalarında, birincil üretim (doğada mevcut hammaddelerin işlenmek veya kullanılmak üzere çıkarılması) baskın olduğundan, sınırlı ekonomik faaliyetler nedeniyle bol doğal kaynak stoku vardır ve atıkların birikimi sınırlıdır. Büyüme ve sanayileşme nedeniyle doğal kaynaklar önemli ölçüde azalır ve atıklar birikir. Bu aşamada, kişi başına ekonomik büyüme ile kişi başına çevresel bozulma arasında pozitif bir ilişki vardır. İlave ekonomik büyüme ile birlikte hizmetler, gelişen teknoloji ve bilginin yayılımı ekonominin maddi temelli kirletme kapasitesini sınırlandırır. Bu da çevresel kirlilikte bir azalma olarak kendisini gösterir (Panayotou, 2003). EKC hipotezinin temel mantığını Wifred Beckerman şöyle ifade etmiştir: “*Ekonomik büyüme genellikle sürecin başlangıç evrelerinde çevresel bozulmaya neden olsa da, sonunda, çevre kalitesini en yüksek düzeye getirmenin en iyi yolu zengin olmaktır*” (Beckerman, 1992, s.482).

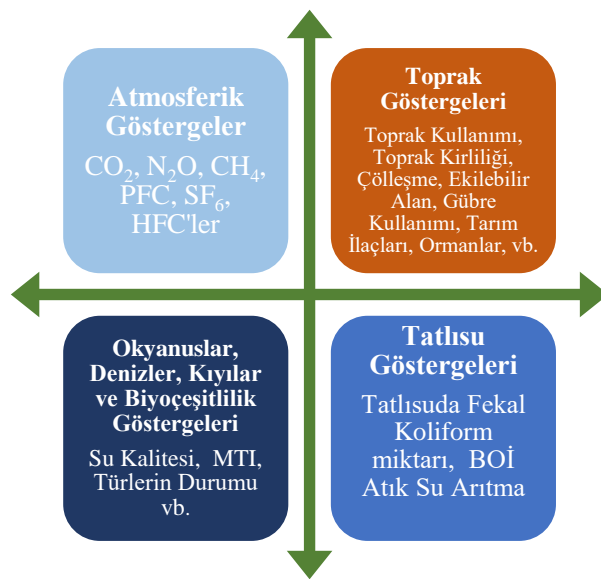
EKC hipotezi ile ilgili birbirinden bağımsız üç öncü araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan birincisi, Ulusal Ekonomik Araştırma Bürosu (NBER) için Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması (NAFTA)'nın çevresel etkilerini araştırmak üzere hazırlanan Grossman ve Krueger (1991)'in çalışma tebliği. İkincisi; Shafik ve Bandyopadhyay (1992) tarafından yazılan, Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası tarafından (IBRD),

1992 Dünya Kalkınma Raporu'nun bilimsel arkaplan makalesi. Üçüncüsü ise, Panayotou (1993)'nin Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) için yaptığı araştırmadır. Bu araştırmalar EKC hipotezine ilişkin ilk ampirik eserlerdir.

EKC hipotezinin temeli ekonomik büyüme tartışmalarına dayanmaktadır. Pek çok araştırmacı ekonomik büyümenin çevre kalitesini düşürdüğünü savunurken, Panayotou (1993); büyümenin, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, çevresel iyileşme için ön koşul olabileceğini savunmuştur. Ayrıca, Beckerman (1992), ekonomik büyümenin tek başına, çevresel bozulma için her derde deva olabileceğini söylemektedir (Dinda, 2008).

Nordhaus (2019)'a göre iklim değişikliği küresel bir dışsallıktır. Başka bir ifadeyle iklimin istikrarı küresel kamusal bir maldır. Bu bağlamda, yerel ölçekte kirlilik düzeyinin dizginlenmesi, küresel ölçekte çok fazla anlam ifade etmeyebilir. Örneğin gelişmiş ülkeler kirlilik yoğun endüstrilerini gelişmekte olan ülkelere kaydırarak kendi ülkelerindeki yerel sera gazı emisyonlarını düşürürken küresel düzeyde emisyonlarda bir azalma olmamaktadır. EKC hipotezinin küresel ölçekte geçerliliği bu nedenle belirsizlik içermektedir.

EKC hipotezinin ampirik olarak test edilebilmesi için bağımlı değişkenin bir çevresel gösterge olması gerekmektedir. Şekil 2.3.'teki matriste alternatif EKC göstergeleri: i) Atmosferik göstergeler, ii) Toprak göstergeleri, iii) Okyanuslar, Denizler, Kıyıları ve Biyoçeşitlilik göstergeleri, iv) Tatlusu göstergeleri olmak üzere dört gruba ayrılmıştır.



Şekil 2.3. EKC Hipotezinin Alternatif Göstergeleri (Kaynak: Sarkodie ve Strezov, 2019)

Dört gruba ayrılan alternatif EKC hipotezi çevresel göstergelerinden, literatür taramasında da görüleceği üzere, üzerinde en çok ampirik analiz yapılan göstergeler, atmosferik göstergelerdir. Daha önce açıklandığı gibi bu durumda sera gazlarının özellikle de CO₂'nin iklim değişikliği üzerindeki belirleyici etkisinin payı yüksektir.

EKC hipotezinin test edilmesinde çeşitli ampirik spesifikasyonlar tercih edilmektedir. Şekil 2.4'te çevresel kirlilik ile kişi başına gelir düzeyi arasındaki alternatif ampirik ilişkiler resmedilmiştir. Şekil 2.4. Panel d ters-U biçimindeki EKC hipotezini ifade etmektedir. Polinom derecesini kübik tespit eden çalışmaların bazılarında Şekil 2.4. Panel f'deki n şeklinde ya da panel g'deki gibi ters-N şeklinde ilişkilerin tespit edildiği görülmektedir.

EKC hipotezinin ampirik testlerinde genellikle indirgenmiş form modelleri kuadratik ya da kübik olarak tahmin edilmektedir. Denklemden bağımlı değişken olarak Şekil 2.3.'de özetlenen alternatif çevresel göstergelerden biri kullanılırken açıklayıcı değişken olarak da kişi başına milli gelir, karesi ve küpü kullanılmaktadır. Modellerin açıklama güçlerini artırmak için çevresel kirlilikle ilintili çeşitli kontrol değişkenler de duruma göre modellere dahil edilebilmektedir.

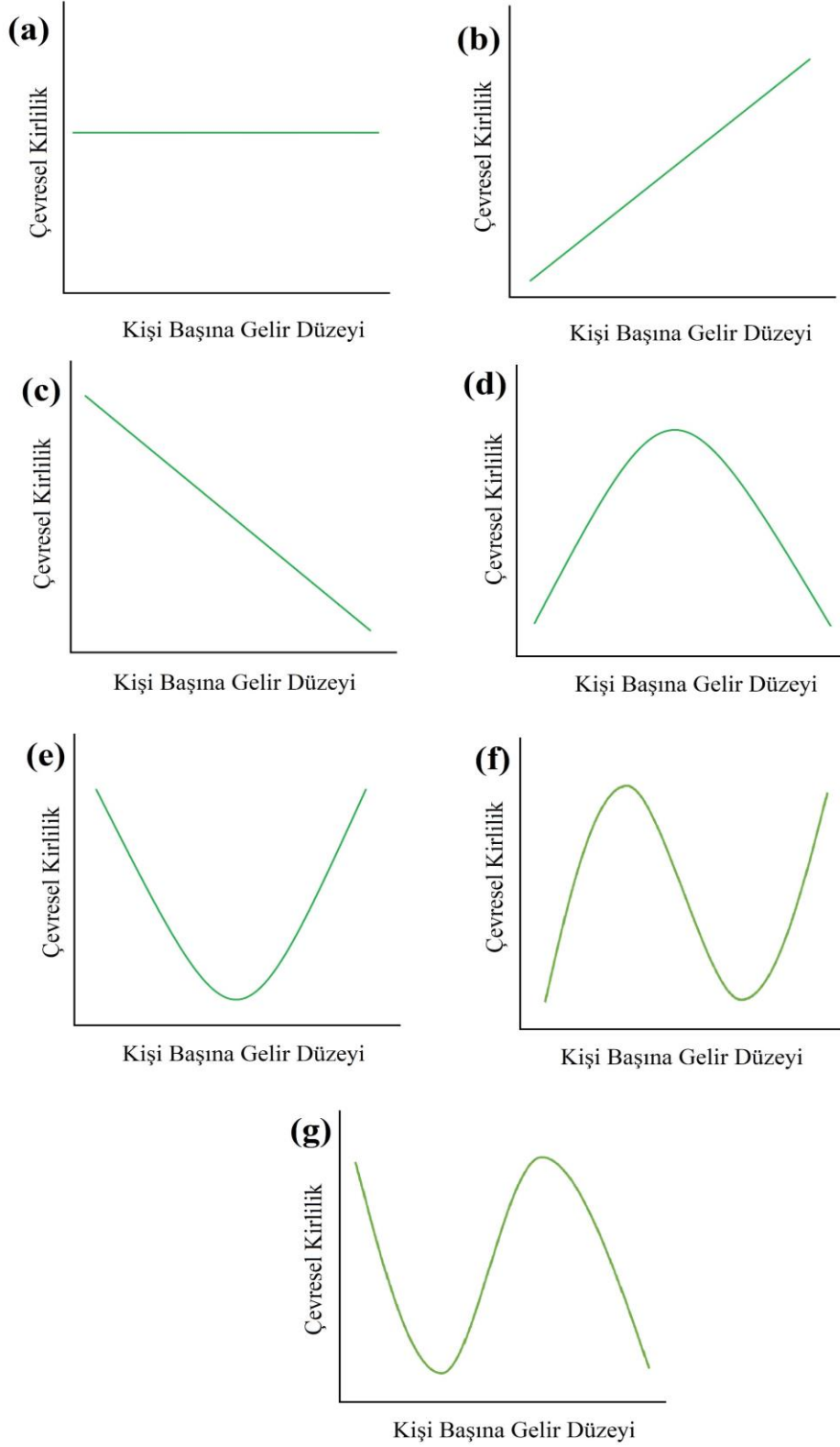
Temel indirgenmiş form EKC denklemi için de Bruyn ve Heintz (1999)'ın ileri sürdüğü model referans alınarak zaman serileri için aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$E_t = \beta_0 + \beta_1 Y_t + \beta_2 Y_t^2 + \beta_3 Y_t^3 + \beta_4 Z_t + \varepsilon_t$$

Denklemden; E, çevresel kirlilik değişkenini, Y, kişi başına milli geliri (Y² karesi ve Y³ küpünü), Z ise çevresel kirlilikle ilişkili diğer değişkenleri, t zaman boyutunu, ε, rassal hata terimini ifade etmektedir.

İndirgenmiş form modelini kullanarak aşağıdaki alternatif ilişkilerin tespit edilebilmesi mümkündür:

- i.** $\beta_1=\beta_2=0$ ve $\beta_3>0$ olması halinde, lineer bir patika söz konusudur. Çevresel kirlilik ile kişi başına gelir arasında bir ilişki bulunmamaktadır
- ii.** $\beta_1>0$ ve $\beta_2= \beta_3=0$ olması halinde, eğri artan lineer ilişkiyi ifade etmektedir.
- iii.** $\beta_1<0$ ve $\beta_2= \beta_3=0$ olması halinde, eğri azalan lineer ilişkiyi ifade etmektedir.



Şekil 2.4. Çevresel Kirlilik ile Kişi Başına Gelir Arasındaki İlişki için Alternatif Ampirik Spesifikasyonlar

iv. $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 = 0$ olması halinde, eğri kuadratik bir ters U ilişkisini ifade etmektedir. Bu durumda denklemin birinci türevini alınıp sifira eşitlendiğinde, dönüm noktası $y_{tp}^* = -\beta_1/2\beta_2$ olmaktadır.

v. $\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 > 0$ ve $\beta_3 = 0$ olması halinde, U şeklinde kuadratik bir ilişkiyi ifade etmektedir.

vi. $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 > 0$ olması halinde, N şeklinde kübik polinomial ilişkiyi ifade etmektedir. Bu durumda iki dönüm noktası aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$x_{1,tp}^* = \frac{-\beta_2 - \sqrt{\beta_2^2 - 3\beta_1\beta_3}}{3\beta_3} \text{ ve } x_{2,tp}^* = \frac{-\beta_2 + \sqrt{\beta_2^2 - 3\beta_1\beta_3}}{3\beta_3}$$

vii. $\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 > 0$ ve $\beta_3 < 0$ olması halinde, ters N şeklinde kübik polinomial ilişkiyi ifade etmektedir.

Yatay kesit, zaman serileri ve panel veri setleri ile yapılan ampirik analizler neticesinde elde edilen ampirik bulguların farklı olmalarının nedenleri kurulan polinomial yapıya, tahmin yöntemine, çevresel kirlilik için seçilen göstergeye, kullanılan verinin dönemine ve seçilen örnekleme (şehir, ülke veya ülke grupları) bağlıdır. Bu faktörleri dikkate alarak yapılmış detaylı bir inceleme tezin literatür bölümünde yer almaktadır.

2.2. Çevresel Kuznets Eğrisinin Oluşumunu Açıklamada Kullanılan Faktörler

Bu başlıkta EKC hipotezi literatüründe EKC'nin oluşumunu açıklamada kullanılan faktörler özetlenmiştir. Bu özetle, literatürün başlıca eleştirel değerlendirmeleri olarak kabul edilebilecek Dinda (2004), Stern, (2004) ve Kaika ve Zervas (2013a; 2013b) referans alınabilecek temel eserlerdir.

2.2.1. Ölçek, Kompozisyon ve Teknoloji Etkileri

Grossman ve Krueger (1991) ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkisini; ölçek, kompozisyon ve teknoloji etkisi olmak üzere üç faktör ile açıklamaktadır. Bu etkilerin EKC üzerindeki konumları Şekil 2.1.'de belirtilmiştir.

Ölçek Etkisi; ekonomik faaliyetlerin artmasıyla daha fazla çıktı için daha fazla girdi kullanımı gerekir. Bu da doğal kaynakların daha fazla kullanımını gerektirir ve üretilen çıktı da daha fazla kirlilik yaratır. Ekonominin yapısında veya teknoloji düzeyinde bir değişiklik olmaması durumunda bile ekonomi ölçeğindeki bu artış; kirlilik ve diğer çevresel etkilerin artmasına neden olur. Bu etki ölçek etkisi olarak tanımlanır (Stern,

2004). Ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevresel bozulma; gelirden daha çok artmakta, daha yüksek gelir seviyelerinde ise gelir artışına oranla azalmaktadır (Dinda, 2004).

Kompozisyon Etkisi; ekonomik kalkınma sürecinde üretim, yüksek kirlilik düzeyine sahip endüstrilerden düşük kirlilik düzeyine sahip endüstrilere doğru bir değişime girer. Ekonominin yapısı kırsaldan kente; tarımdan sanayiye kayarken çevresel bozulma artar, enerji ve hammadde ihtiyacının az olduğu hizmet ve bilgi sektörüne ilerledikçe de çevresel bozulma azalır. Bu etki kompozisyon etkisi olarak tanımlanır (Dinda, 2004).

Kompozisyon etkisinin yukarıda bahsedilen mekanizması içsel bir görünüm arz etmektedir. Bununla birlikte ekonominin yapısındaki dönüşüm bazen dışsal bir şokla da gerçekleşebilir. Örneğin; dönemin sanayileşmiş ülkeleri için ciddi bir dışsal şok olarak kabul edilen 1970'lerdeki petrol krizi sonucunda ekonomiler artan enerji fiyatları nedeniyle, emisyonun dizginlenmesine neden olan önemli bir yapısal değişime zorlanmışlardır.

Teknoloji etkisi; ekonomik gelişmeyle birlikte ülkeler teknolojiye daha fazla harcama yapmaya başlarlar. Kullanılmaya başlanan yeni teknoloji eski teknolojiye göre çevre kalitesini daha az kirletmekte ya da iyileştirmektedir. Girdilerin daha az kullanılması ve üretim sürecinde daha az kirletici teknolojilerin benimsenmesini sağlayan üretim tekniklerindeki herhangi bir ilerlemeyi ifade eden etkiye teknoloji etkisi denir (Kaika ve Zervas, 2013a). Teknoloji etkisi; ticaret ve doğrudan yabancı yatırımlar ile ülkeler arasında yayılmaktadır. Bu etki sayesinde büyümenin başlangıç aşamalarında ölçek etkisi sonucu oluşan negatif etki ile EKC yukarıya doğru şekil alırken; ilerleyen aşamalarda kompozisyon ve teknoloji etkilerinin devreye girmesi ile ters-u şeklindeki EKC oluşur (Bo, 2011). EKC literatüründeki çalışmaların çoğunda ekonominin kompozisyonu ve teknolojideki değişikliklerin zaman içinde çevre üzerine olan etkisine önem verilse de bu etkilerdeki anahtar faktör enerji yoğunluğudur (Kaika ve Zervas, 2013a). Bu konu 1970'lerdeki petrol krizi sonrası daha da önem kazanmıştır.

2.2.2. Çevre talebinin gelir esnekliği

Bazı ampirik EKC çalışmaları, çevre kirliliği ve gelir arasındaki ters U ilişkisini açıklarken çevresel kaliteye olan talebin gelir esnekliğine vurgu yapmışlardır (Beckerman 1992, Antle ve Heiderbrink 1995, Chadhuri ve Pfaf 1998). İnsanlar gelirleri arttıkça, daha

yüksek bir yaşam standardı elde ederler ve yaşadıkları çevrenin kalitesine daha çok özen gösterirler. Ayrıca artan gelirleriyle birlikte çevre koruma maliyetleri için bütçe ayırmayı göze alabilirler (Arrow vd., 1995; Grossman ve Krueger, 1995). Başka bir deyişle gelir ile çevresel kalite arasındaki ilişki arz ve talebin gelişimine bağlı olarak ele alınmaktadır. Bazı ampirik çalışmalar çevre kalitesinin talep esnekliğini birden küçük yani çevre kalitesini normal mal olarak bulurken (Kristöm ve Riera, 1996), bazıları ise birden büyük yani lüks mal olarak bulmuşlardır (Boercherding ve Deacon, 1972).

Çevre talebinin gelir esnekliğinin EKC hipotezi tartışmalarında önemli bir yeri olmakla birlikte bu etkiden şüphe duymak için bazı nedenler bulunmaktadır. McConnell (1997) bu nedenleri şu şekilde sıralamaktadır: i) Çevre kalitesi heterojen bir mal kümesidir ve bunların bir kısmı yüksek gelir seviyelerinde talep edilir. ii) Çevre kalitesine olan talebin gelir esnekliği bazen negatif olabilir. iii) Talebin gelir esnekliğinin rolü çeşitli eşanlı kirlilik-gelir ilişkileriyle zayıflatılmaktadır. Mikroekonomik bulguları, kuramsal ve ampirik EKC modelleriyle ilişkilendirildiğinde, tercihler ile kirlenme yolu arasındaki zayıf bağlantıyı ortaya çıkartılabilmektedir.

2.2.3. Gelir dağılımı eşitsizliği

Gelir dağılımı eşitsizliği Orijinal Kuznets Eğrisi (Kuznets, 1955) ile açıklanmakla birlikte, EKC hipotezinin işleyiş mekanizmasının açıklanmasında da önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Bimonte (2002)'ye göre çevresel sorunlarla daha iyi bir şekilde mücadele etmek için ekonomik büyüme gerekli bir koşuldur. Bununla birlikte gelir dağılımında eşitlik, eğitim ve bilgiye erişim de çevre sorunlarının çözümünde önemli roller üstlenebilmektedir. Bir başka ifadeyle; ekonomik büyüme, sosyal göstergelere, özellikle de gelir eşitsizliğinde iyileşmelere eşlik ederse, eğitim ve bilgilere erişilebilirlik yüksek gelirli ülkelerdeki kirliliğin azaltılmasına yönelik sistematik çabaların görülme olasılığını artırmaktadır.

Cantore ve Padilla (2010) da eşitsizlik göstergeleri ile emisyon dağılımı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ifade etmektedir. Bununla birlikte gelir dağılımı eşitsizliğini ölçen nitelikli verilerin az olması, gelir dağılımının çevresel bozulma üzerindeki etkisini ampirik olarak analiz etmeyi zorlaştırmaktadır.

Torras ve Boyce (1998) kirliliğin yükünü taşıyan, gelir seviyesi düşük kesimlerin; gelir dağılımı eşitliğinin iyileşmesiyle birlikte, çevrenin korunmasına yönelik taleplerini

artırmak suretiyle çevresel politikalar üzerinde daha etkili olabileceklerini ifade etmektedir. Ayrıca, düşük gelirli ülkelerde çevre talebini belirlemede; okuryazarlığın, siyasi haklar ve sivil özgürlüklerin güçlü etkilerinin olduğunu belirtmektedir.

2.2.4. Uluslararası ticaret

EKC'yi açıklayan önemli faktörlerden biri de uluslararası ticarettir. Hatta EKC hipotezinin ampirik bir bulgu olarak ilk tespit edildiği çalışma olan Grossman ve Krueger (1991), NAFTA'nın çevresel etkilerini analiz etmeyi amaçlayan bir çalışmadır. Bir anlamda EKC hipotezi, uluslararası ticaret araştırmaları neticesinde tespit edilmiş bir bulgudur. Uluslararası ticaret esasen; ekonominin hacmini artırarak çevresel bozulmanın artmasına sebep olur. Bununla birlikte uluslararası ticaret, hem kirliliği artıran hem de dolaylı etkileriyle de ticareti azaltan pek çok çelişkili sonuç meydana getirmektedir. Artan ticaret hacmi (özellikle de ihracat) ölçek etkisiyle birlikte ekonominin boyutunu ve beraberinde kirliliği artırdığı gibi; kompozisyon ve teknoloji etkisiyle çevresel kaliteyi artırabilir (Dinda, 2004). Antweiler vd. (2001) ve Liddle (2001), dış ticaret yoluyla gelir arttıkça çevre düzenlemelerinin arttığını ve bunun da kirliliği azaltan yeniliklerin teşvik edilmesini sağladığını ileri sürmüştür. Kompozisyon etkisi ayrıca iki ayrı hipoteze dayandırılabilir. Kirlilik Sığınakları ve Yerini Alma Hipotezi olarak adlandırılan bu iki hipotez temelde aynıdır. Her iki hipotez de kirleten endüstrilerin, çevre standartlarının düşük olduğu gelişmekte olan ülkelerde yoğunlaşmasını öngörmektedir. Gelişmiş ülkelerde üretim yapısındaki değişikliklerin tüketim yapısı tarafından takip edilmediği görülür. Böylece kirlilik yaratan mallara yönelik tüketim talebi az gelişmiş ülkelerde yapılan üretimle karşılanmaktadır. (Dinda, 2008).

2.2.4.1. Kirlilik sığınakları hipotezi

Ulusal çevre politikaları yüksek gelirli ülkeler ile düşük gelirli ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Gelişmiş ülkelerdeki nispeten sıkı çevre politikaları kirliliği yoğun endüstrilerin maliyetlerin artmasına sebep olmakta bu da bu tür malların üretimini çevre tahribatının henüz önemsenmediği az gelişmiş ülkelere kaydırmaktadır. Böylece gelişmiş ülkelerdeki tüketiciler kirlilik üreten malları az gelişmiş ülkelere daha ucuza ithal edebilirler. Ayrıca üreticiler fabrikalarını daha karlı bir üretim için az gelişmiş ülkelere taşıyabilirler. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki bu düzenleyici boşluk düşük

ücret sığınaklarına benzeyen kirlilik sığınakları üretebilir ve çevre standartlarının düşük olduğu ülkeler kirlilik sığınağı haline gelebilir (Smulders, 2004).

Mani ve Wheeler (1998); kirli sanayiler için geçici kirlilik sığınaklarının olduğu yönünde sonuçlar bulurken; Lucas vd. (1992) ve Birdsall ve Wheeler (1993), gelişmekte olan ülkelerdeki kirlilik artışlarının OECD'nin çevresel düzenlemelerinin güçlendiği dönemlerde en yüksek olduğunu bulmuşlardır (Cole, 2004).

2.2.4.2. Yerini alma hipotezi

Bu hipotez üretimdeki yapısal değişimi, tüketim ve uluslararası ticaret ile ilişkilendirir. Gelişmiş ülkelerdeki tüketim yapısındaki değişimlerin üretim yapısındaki değişiklikleri takip etmediği görülmektedir. Bu nedenle EKC hipotezi aslında, kirli sanayilerin gelişmiş ekonomilerden az gelişmiş ekonomilere doğru yer değiştirmesini açıklamaktadır. Kirlilik yaratan sanayileri farklı ülkelere gönderen ülkelere EKC'ler eşik noktasını aşmış aşağı yönlü harekete başlayabilmektedir. Bazı şartlar altında kirlilik, çevre düzenlemeleri daha güçlü olan ülkelere hareket etmektedir (Copeland ve Taylor, 1995).

2.2.5. Pazar mekanizması

World Bank (1992), pazar mekanizmasının varlığıyla, ticareti yapılan doğal kaynakların bozulmaya uğramaktan korunabileceğini iddia etmektedir. Ekonomik büyümenin ilk basamaklarında, tarım sektörünün nispi önemiyle doğal kaynak tüketimi yoğundur. Bu da o ülkenin doğal sermaye stokunu zamanla azaltmakta ve doğal kaynakların fiyatını artırmaktadır. Fiyatları (ve fırsat maliyetleri) artan doğal kaynaklar, daha az tüketilmeye ve daha etkin kullanılmaya başlanır. Ayrıca ekonomi doğal kaynak kullanımının daha az olduğu sektörlerle yönelir. Bu yönelim çevresel kirlilikte bir iyileşmeye neden olur ve EKC oluşumunu tetikler. Bu bağlamda, pazar mekanizması EKC'nin şeklini açıklamada ileri sürülen faktörlerden biridir (Dinda, 2008).

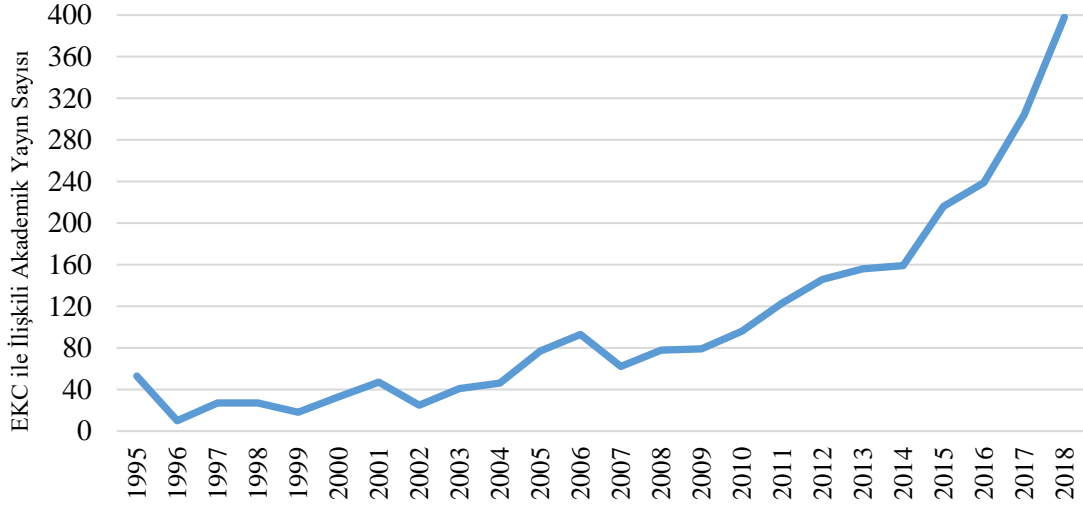
2.2.6. Yönetmelikler ve politika etkinlikleri

Siyasi ve kurumsal faktörler, çevre politikası ve performansının ülkeler arasındaki değişimine ciddi katkılarda bulunabilir. Çevresel problemlere gösterilen dikkat, etkilenen çıkar gruplarının siyasi gücünü, çevresel zarara ilişkin bilgilerinin düzeyini ve düzenleyici kurumların etkinliğini yansıtmaktadır. Çevresel sorunların çoğu, kamu

çıkarımın karlı üretim fırsatlarına karşı korunmasına ilişkindir. Bu nedenle, çevresel performans, halkın temsil derecesi, bilgi ve eğitim özgürlüğü ile bağlantılıdır. Denetleyici ve düzenleyici kurumların görece daha iyi olduğu durumlarda çevresel kalite de daha iyi olmaktadır. Son olarak, mülkiyet haklarının daha iyi olduğu ekonomilerde uzun vadeli planlama ufku olduğundan, bu ekonomilerde güçlü çevre düzenleme ve teşviklerine gidilmesi daha kolay olmaktadır.

2.3. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezine İlişkin Ampirik Literatür

George Akerlof, Nobel ödül töreninde verdiği derste “*muhtemelen en önemli makroekonomik ilişki Phillips Eğrisidir*” şeklinde bir vurguda bulunmuştur (Akerlof, 2002). Günümüzde dahi canlı bir akademik tartışma olan Phillips Eğrisinin orijinal olarak ortaya konulduğu çalışmada (Phillips, 1958) ileri sürülen fikir esasında basit bir ampirik bulgudur. Makro iktisattaki Phillips Eğrisine benzer şekilde Çevresel Kuznets Eğrisi de özünde bazı basit öncü ampirik bulgulardan hareketle ortaya çıkmıştır. EKC hipotezinin otuz yıla yakın geçmişinde giderek artan bir şekilde araştırmacıların ilgisini çektiği görülmektedir. Şekil 2.5.’de bu ilgi artışını vurgulamak amacıyla EKC hipotezi ile ilgili 1995-2018 yılları arasındaki akademik yayın sayıları resmedilmiştir. Şekil 2.5.’te sadece bir veri tabanı (Elsevier-Sciencedirect) kullanılmış olsa da grafik konuya yönelik ilgi artışını çarpıcı bir şekilde ifade etmesi açısından oldukça yararlıdır. Yayın konusundaki artış; küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi kavramların popüleritesinin artması, çevre kirliliği ve iktisadi göstergelere ilişkin istatistiklerin zamanla daha nitelikli ve erişilebilir olması ile modern ekonometri ve gerekli yazılımlarda kaydedilen ilerlemelere bağlamak mümkün görünmektedir.



Şekil 2.5. Çevresel Kuznets Eğrisinin Akademik Popülaritesi (Kaynak: Elsevier-Scencedirect)

EKC hipotezine ilişkin ampirik literatür taraması üç grupta özetlenmiştir: i. Çok ülkeli çalışmalar, ii. Ülke spesifik çalışmalar, iii. Türkiye üzerine çalışmalar. Bu sıranın takip edilmesinin ardındaki sebep, EKC hipotezinin öncü çalışmalarının (Grossman ve Krueger (1991); Shafik ve Bandyopadhyay (1992) ve Panayotou (1993)) çok ülkeli çalışmalar olmalarıdır. EKC hipotezi literatürü başlangıcında, veri erişim olanakları günümüze oranla daha sınırlı olduğundan, ampirik çalışmalar daha çok panel veri ve yatay kesit analizleri kullanan çok ülkeli veri setleri üzerinden yapılmaktaydı. Zamanla gelişen ve zenginleşen veri setleri sayesinde ülke spesifik çalışmaların sayısında da artış olduğu görülmüştür. Ayrıca her bir ülke için artan gözlem sayısı panel veri analizlerine de yansımış panel zaman serisi tekniklerinin (panel birim kök, panel eşbütünleşme, panel nedensellik vb.) kullanımında artış olmuştur. Bu gelişime uygun olacak şekilde önce çok ülkeli çalışmalar ardından ülke spesifik çalışmalar ve son olarak da tezin de araştırma örneği olan Türkiye üzerine yapılmış çalışmalar; örneklem, dönem, yöntem, matematiksel form, kullanılan bağımlı ve açıklayıcı değişkenler ve EKC hipotezinin geçerli olup olmadığı kriterlerine göre sistematik bir biçimde özetlenmiştir. EKC hipotezi ile ilgili kapsamlı literatür taramaları (Dinda, 2004; Stern, 2004; Nahman ve Antrobus, 2005; Kaika ve Zervas, 2013a, 2013b; Tiba ve Omri, 2017; Ginevičius vd. 2017; Sarkodie ve Strezov, 2019) bulunmaktadır. İlgilenen araştırmacılar, daha derin ve eleştirel bir bakış için bu kaynaklara başvurabilir.

2.3.1. Çok Ülkeli Çalışmalar

Ampirik literatür taramasının bu ilk grubu EKC hipotezinin öncü çalışmalarını da içeren en geniş bölümüdür. Grossman ve Krueger (1991), Shafik ve Bandyopadhyay (1992), Panayotou (1993) ve Selden ve Song (1994) gibi çalışmalar bu literatürün öncüleri olarak gösterilebilir. Yatay kesit ve panel en küçük kareler düzeyinde yapılan analizlerle başlayıp bugün durağan olmama, yapısal kırılma ve doğrusal olmama gibi durumları hesaba katan analizlerin yanı sıra bir grup ülkeye bireysel olarak zaman serisi analizleri uygulayan ve bunları da aynı eserde raporlayan çalışmaların da yapıldığı görülmektedir. Bu duruma imkân sağlayan gelişme, veri kaynaklarındaki niteliksel ve niceliksel gelişmelerdir.

EKC hipotezini çok ülkeli veri setleriyle inceleyen çalışmaların özetlendiği Tablo 2.1. incelendiğinde, EKC hipotezinin geçerliliğine ilişkin bulguların karma olduğu ve ülke, yöntem, dönem ve kullanılan matematiksel forma göre değiştiği görülmektedir. Çevresel kirliliğe ilişkin en sık tercih edilen göstergelerin atmosferik göstergeler (Başta CO₂ olmak üzere) olduğu görülmektedir. Bu durum hem veri derleme kolaylığından hem de başta CO₂ olmak üzere sera gazlarının iklim değişikliğindeki kritik rolünden kaynaklanmaktadır. Bu tezin ampirik analizinde de aynı nedenler dolayısıyla, çevresel kirliliği temsil etmesi için atmosferik bir gösterge olan kişi başına CO₂ emisyonu kullanılmaktadır.

Tablo 2.1. EKC Literatür Özeti: Çok Ülkeli Çalışmalar

Yazar(lar)	Örneklem	Dönem	Yöntem	Form	Sonuç	Değişkenler
Grossman ve Krueger (1991)	32 Ülke	1977, 1982,1988	Panel Veri Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler, Sıradan en küçük kareler (OLS), Tobit	Lineer, Kuadratik, Kübik	EKC Geçerlidir	SO ₂ , Dark Matter, kişi başına GSYH, karesi ve küpü, asılı partikül madde (SPM)
Shafik ve Bandyopadhyay (1992)	149 Ülke	1960-1990	Panel Veri Sabit Etkiler Modeli	Lineer, Kuadratik, Kübik	EKC Geçerlidir	SO ₂ , SPM, güvenilir su eksikliği, kent sanitasyonu, kişi başına GSYH, karesi ve küpü
Panayotou (1993)	Gelişmiş ve Gelişmekte olan Ülkeler	1987, 1985	Kesit Veri Analizi	Kuadratik	EKC Geçerlidir	NO _x , SPM, SO ₂ , Ormansızlaşma, kişi başına GSYH ve karesi, nüfus yoğunluğu,
Selden ve Song (1994)	22 OECD, 8 Gelişmekte Olan Ülke	1979-1987	Panel Veri Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler	Kuadratik	EKC Geçerlidir	SPM, SO ₂ , NO _x , CO, kişi başına GSYH ve karesi
Shafik (1994)	149 ülke	1960-1990	Panel Veri Sabit Etkiler Modeli	Lineer, Kuadratik, Kübik	EKC Geçerlidir	Su, sanitasyon, SPM, SO ₂ , çözünmüş O ₂ , akarsu kirliliği, kişi başına GSYH, karesi ve küpü
Cole vd. (1997)	OCED (11 Ülke)	1970-1992	Panel Veri Sabit Etkiler ve GLS	Kuadratik, Kübik	EKC Geçerlidir	NO ₂ , SO ₂ , SPM, CO ₂ , toplam enerji kullanımı, CFC, CH ₄ , kişi başına GSYH, karesi ve küpü
Panayotou (1997)	30 Ülke	1982-1994	Panel Veri GLS	Kübik	EKC Geçerlidir	SO ₂ , kişi başına GSYH, karesi ve küpü
Dinda vd. (2000)	26 Ülke	1979–1982, 1983–1986, 1987–1990	Panel Veri Sabit Etkiler, OLS	Kuadratik	EKC Geçerlidir	SPM, SO ₂ , kişi başına GSYH ve karesi
Azomahou vd. (2006)	100 Ülke	1960 - 1996	Panel regresyon, Faktör Ayrıştırma Analizi (FDA),	Kübik	Karma	Kişi başına CO ₂ , Kişi başına GSYH

Tablo 2.1. EKC Literatür Özeti: Çok Ülkeli Çalışmalar (Devamı)

Acaravci ve Öztürk (2010)	19 Avrupa Ülkesi	1960 - 2005	ARDL, Sınır testi	Kuadratik	Karma (EKC Ülkelerin çoğunda geçerli değildir)	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi
Jaunky (2011)	36 Ülke (Yüksek Gelir)	1980 - 2005	Blundell-Bond Sistem GMM, Panel VECM Nedensellik	Lineer	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ , Kişi başına GSYH
Wang (2012)	98 Ülke	1971 - 2007	VAR, ARDL and VECM	Kuadratik	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, nüfus, petrol tüketimi
Jayanthakumaran vd. (2012)	Çin ve Hindistan	1971 - 2007	ARDL, Sınır testi	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, ticari dışa açıklık
Fujii ve Managi (2013)	OECD	1970 - 2005	Panel regresyon, (FDA)	Kuadratik, Kübik	Karma (Toplam CO ₂ emisyonu ile geçerli değil; Sektörel-Kereste, kağıt ve inşaat sektörlerinde-CO ₂ emisyonlarında geçerli)	Kişi başına sektörel CO ₂ emisyonları, Kişi başına sektörel enerji tüketimi, Sektörlerin GSYH içerisindeki payları, enerji etkinliği
Wang (2013)	138 Ülke	1971 - 2007	Pedroni Eşbütünleşme, Kao Eşbütünleşme, Maddala-Wu Eşbütünleşme, Panel VECM Nedensellik	Lineer	EKC geçerlidir.	GSYH(SAGP ile), GSYH(döviz kuru bazlı), CO ₂ emisyonu
Özcan (2013)	12 Orta Doğu Ülkesi	1990 - 2008	FMOLS, Kısa ve Uzun Dönem Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi
Brizga vd. (2013)	Sovyet Sonrası Ülkeler	1990 - 2010	Panel Sabit Etkiler, FGLS, PCSE, Driscoll-Kraay, IPAT Endeks	Lineer	EKC geçerli değildir.	Sektörel CO ₂ emisyonları, GSYH, toplam birincil enerji arzı, sanayi katma değeri
Saboori ve Sulaiman (2013a)	ASEAN (5 Ülke)	1971 - 2009	ARDL, Sınır testi, VECM	Kuadratik	Karma (EKC Singapur ve Tayland'da geçerli)	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi

Tablo 2.1. EKC Literatür Özeti: Çok Ülkeli Çalışmalar (Devamı)

Farhani ve Shahbaz (2014)	MENA	1980 - 2009	DOLS, FMOLS	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına elektrik tüketimi
Kiviyiro ve Arminen (2014)	Altı Sahra altı Afrika Ülkesi	1971 - 2009	ARDL, Sınır Testi, Granger Nedensellik	Kuadratik	Karma (EKC kısmen geçerlidir; Zimbabwe ve Kenya)	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, kişi başına DYY
Onafowora ve Owoye (2014)	8 Ülke	1970 - 2010	ARDL, Sınır testi, Genelleştirilmiş Etki-Tepki Fonksiyonu analizi, Genelleştirilmiş Varyans Ayrıştırma Analizi	Kübik	Karma (EKC kısmen geçerlidir; Güney Kore ve Japonya)	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH, karesi ve küpü, ticari dışa açıklık, nüfus yoğunluğu
Ajmi vd. (2015)	G7 Ülkeleri	1960 - 2010	Zamanla değişir Granger nedensellik	Lineer	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH, kişi başına enerji tüketimi
Shahbaz vd. (2015)	Sahra altı Afrika Ülkeleri	1980 - 2012	Pedroni Eşbütünleşme, Johansen Panel Eşbütünleşme, Panel VECM Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi
Heidari vd. (2015)	ASEAN Ülkeleri	1980 - 2008	Panel Yumuşak Geçişli Regresyon (PSTR)	Lineer form (Doğrusal Olmayan Tahminci)	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH, kişi başına enerji tüketimi
Uçak vd. (2015)	OECD (Yüksek Gelirli Olanlar)	1961 - 2004	Pedroni Eşbütünleşme, DOLS, FMOLS	Lineer	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH
Alam vd. (2016)	Çin, Hindistan, Brezilya ve Endonezya	1970 - 2012	ARDL, Sınır testi	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, nüfus büyüme oranı

Tablo 2.1. EKC Literatür Özeti: Çok Ülkeli Çalışmalar (Devamı)

Paramati vd. (2016)	Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler	1995 - 2012	Fisher tipi Panel Johansen Eşbütünleşme, FMOLS, Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik testi	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına GSYH büyüme oranı, kişi başına gayrisafi sabit sermaye oluşumu, CO ₂ emisyonu, turizm sektöründeki işgücü, enerji etkinliği, turizm gelirleri,
Zhu vd. (2016)	ASEAN (5 Ülke)	1981 - 2011	Panel Sabit Etkiler, Panel Kantil Regresyon	Kuadratik	Karma (EKC kısmen geçerlidir)	Kişi başına CO ₂ emisyonu, , kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, nüfus, dış ticaret, hizmetler sektörünün milli gelire oranı, DYY, finansal gelişme
Kais ve Sami (2016)	58 Ülke	1990 - 2012	Sistem-GMM	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, ticari dışa açıklık, kentleşme
Chen vd. (2016)	188 Ülke	1993 - 2010	Dinamik Panel Granger Nedensellik, Ortak İlişkili Etkiler (CCE), Sistem GMM, Westerlund Eşbütünleşme	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi
Shahbaz vd. (2016)	Next 11 Ülkeleri	1972 - 2013	Granger Nedensellik, Dinamik Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi
Antonakakis vd. (2017)	106 Ülke	1971 - 2011	Panel VAR (PVAR) Etki-Tepki Fonksiyonu analizi	Lineer	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH, kişi başına enerji tüketimi
Chiu (2017)	99 Ülke	1971 - 2010	Panel Yumuşak Geçişli Regresyon (PSTR)	Lineer form (Doğrusal Olmayan Tahminci)	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH, kişi başına enerji tüketimi, enerji etkinliği, temiz enerji yatırımları, kentleşme, ticari dışa açıklık

Kaynak: Mevcut literatür temelinde yazar tarafından oluşturulmuştur.

2.3.2. Ülke Spesifik Çalışmalar

EKC hipotezine ilişkin literatürün önemli bir bölümü de ülke spesifik çalışmalardan meydana gelmektedir. Bu gruba dahil edilen çalışmaların önemli bir bölümü zaman serileri ekonometrisi tekniklerinin tercih edildiği çalışmalardan oluşmaktadır. Çalışmaların bir kısmı da belli bir ülkenin çeşitli bölgelerine ait verilerle oluşturulan panel veri setlerini kullanan analizlere sahiptir.

Ülke spesifik araştırmalarda kullanılan serilerin genellikle durağan olmamasından kaynaklanan eşbütünleşme ve hata düzeltme analizlerinin sıklıkla tercih edildiği görülmektedir. Johansen eşbütünleşme ve vektör hata düzeltme analiz, ARDL Sınır Testi gibi analizlerin sıklıkla tercih edildiği görülmektedir. Analizler sonucunda elde edilen ampirik bulgular, çok ülkeli çalışmaların sonuçlarına benzerlik göstermektedir. EKC hipotezinin geçerliliğine ilişkin yapılan analizler bu çalışmalarda da ülke, yöntem, dönem ve tercih edilen matematiksel forma göre değişebilmektedir.

Ampirik literatür incelendiğinde özellikle kontrol değişken olarak analizlere dahil edilen serilerin giderek çeşitlendiği de dikkat çekmektedir. Daha önce açıklandığı üzere, EKC hipotezini sınamak için kişi başına çevresel bozulma ve kişi başına milli gelir ve polinomial terimler yeterli olurken zamanla literatürde; enerji tüketimi, kentleşme, finansal gelişme, sanayileşme, yenilenebilir enerji, dışa açıklık, kamu harcamaları ve doğrudan yabancı yatırımlar gibi kontrol değişkenler analizlere dahil edilmeye başlanmış ve kullanılan ampirik modellerin açıklama güçleri artırılmaya çalışılmıştır. Çalışmalarda en sık kullanılan çevresel kirlilik göstergesinin, çok ülkeli çalışmalardakine benzer şekilde atmosferik göstergeler olduğu görülmektedir.

Başlangıçta batılı ülkeler için yapılan çalışmalar giderek artan sayıda gelişmekte olan ülke örneklerinde de yapılmaya başlanmıştır. Çin, Malezya, Pakistan ve Malezya gibi gelişmekte olan ülkelerde, EKC'nin dönüm noktasına ilişkin merak bu ülke örneklerinde yapılan çalışma sayılarına yansımaktadır. Özellikle Çin'in, hem dünya ekonomisinde milli gelir açısından artan payı hem de küresel toplam CO₂ emisyonlarındaki rolü öne çıkarken, hızla sanayileşen bu ülkede nüfusun önemli bir kısmının karşı karşıya kaldığı ciddi çevre kirliliği, araştırmacıları Çin özelinde çalışmaya teşvik etmektedir.

Tablo 2.2. EKC Literatür Özeti: Ülke Spesifik Çalışmalar

Yazar(lar)	Örneklem	Dönem	Yöntem	Form	Sonuç	Değişkenler
Day ve Grafton (2003)	Kanada	1974-1997 1958-1995	Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik, OLS	Kübik	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, Kişi başına CO emisyonu, Kişi başına SO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH, karesi ve küpü
Friedl ve Getzner (2003)	Avusturya	1960-1999	OLS, Eşbütünleşme, Johansen Eşbütünleşme, ARDL, Sınır testi, VECM Granger nedensellik	Kübik	EKC geçerli değildir.	CO ₂ ,GSYH, yıllık sıcaklık farkı, çıktıdaki kısa dönemli dalgalanmalar, ithalatın milli gelire oranı, hizmetler sektörü büyüme oranı
Ang (2007)	Fransa	1960–2000	Johansen Eşbütünleşme, ARDL, Sınır testi, VECM Granger nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi
Jalil ve Mahmud (2009)	Çin	1975 - 2005	ARDL, Sınır testi, Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına ticari enerji tüketimi, ticari dışa açıklık,
Iwata vd. (2010)	Fransa	1960-2003	ARDL, Sınır Testi, Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, nükleer kaynaklı elektrik üretimi, kentleşme oranı
Wang vd. (2011)	Çin (28 Vilayet)	1995 - 2007	Panel Eşbütünleşme ve Panel hata düzeltme modelleri	Kuadratik	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi
Hamit-Haggar (2012)	Kanada (21 sektöre ait Panel Veri)	1990-2007	Pedroni Panel Eşbütünleşme, Panel FMOLS, Panel VECM Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	RGSYH ve karesi, sera gazı emisyonları, enerji kullanımı
Saboori vd. (2012)	Malezya	1980 - 2009	ARDL, Sınır Testi, VECM,	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ , Kişi başına GSYH
Hussain vd. (2012)	Pakistan	1971 - 2006	Johansen Eşbütünleşme, VECM	Kübik	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına ticari enerji tüketimi, kişi başına GSYH, karesi ve küpü
Shahbaz vd. (2012)	Pakistan	1971 - 2009	ARDL, Sınır testi, Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, ticari dışa açıklık
Chen (2012)	Tayvan	1980 - 1986	Johansen Eşbütünleşme, OLS	Lineer, Kuadratik, Kübik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH, karesi ve küpü, CO ₂ emisyonu, sermaye ve imalat sanayii malları ithalatı, elektrik tüketimi,

Tablo 2.2. EKC Literatür Özeti: Ülke Spesifik Çalışmalar (Devamı)

Esteve ve Tamarit (2012)	İspanya	1857–2007	Eşik Eşbütünleşme Analizi, VECM	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi
Saboori ve Sulaiman (2013b)	Malezya	1980 - 2009	Johansen Eşbütünleşme, ARDL, Sınır testi, VECM Granger Nedensellik	Kuadratik	Karma (Toplamsal verilerde geçersiz, ayrıştırılmış verilerde geçerli)	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, kişi başına kömür tüketimi, kişi başına petrol tüketimi, kişi başına doğalgaz tüketimi, kişi başına elektrik tüketimi
Baek ve Kim (2013)	Kore	1971-2007	ARDL, Sınır Testi	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, fosil yakıtlardan elektrik üretimi, nükleer kaynaklı elektrik üretimi
Kohler (2013)	Güney Afrika	1960-2009	ARDL, Sınır Testi, Johansen Eşbütünleşme, VECM, Nedensellik, Etki-Tepki Fonksiyonu	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, ticari dışa açıklık,
Tiwari vd. (2013)	Hindistan	1966–2009	ARDL, Sınır Testi, VECM, Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına kömür tüketimi, ticari dışa açıklık
Giovanis (2013)	Birleşik Krallık	1991–2009	Panel Sabit Etkiler, Arellano-Bond GMM	Kuadratik	EKC geçerli değildir	O ₃ , SO ₂ , NO _x , Kişi başına hanehalkı geliri ve karesi, eğitim, cinsiyet, yaş, medeni durum, hane boyutu, iş durumu, sağlık durumu
Shahbaz vd. (2014c)	Birleşik Arap Emirlikleri	1975 - 2011	ARDL, Sınır testi, VECM Granger nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	CO ₂ emisyonu, ihracat, elektrik tüketimi, kent nüfusu, GSYH ve karesi
Tan vd. (2014)	Singapur	1975 - 2011	Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi
Azlina vd. (2014)	Malezya	1975 - 2011	VECM, Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, sanayii sektörünün GSYH içerisindeki payı, yenilenebilir enerji kullanımı
Lau vd. (2014)	Malezya	1970 - 2008	ARDL, Sınır Testi, Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, DYY, ticari dışa açıklık
Abid (2015)	Tunus	1980 - 2009	VECM, Granger Nedensellik	Kübik	EKC geçerli değildir.	CO ₂ emisyonu, GSYH, kayıt dışı GSYH, Orman alanı

Tablo 2.2. EKC Literatür Özeti: Ülke Spesifik Çalışmalar (Devamı)

Robalino-López vd. (2015)	Venezuela	1980 - 2010	Hodrick-Prescott (HP), Görünürde ilişkisiz regresyon (SUR)	Lineer	EKC geçerli değildir.	GSYH, CO ₂ emisyonu, tüketim, kamu harcamaları, dış ticaret dengesi, enerji ithalatı, yenilenebilir enerji
Begum vd. (2015)	Malezya	1980 - 2009	ARDL, Sınır testi, DOLS	Lineer	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH, kişi başına enerji tüketimi, nüfus büyüme oranı
Tang ve Tan (2015)	Vietnam	1976 - 2009	Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, kişi başına DYY
Bouznit ve Pablo-Romero (2016)	Cezayir	1970 - 2010	ARDL, Sınır testi	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına enerji tüketimi, kişi başına elektrik tüketimi, ihracat/GSYH, ithalat/GSYH, kişi başına GSYH ve karesi
Bento ve Moutinho (2016)	İtalya	1960 - 2011	Gregory-Hansen Eşbütünleşme, ARDL, Sınır Testi, Granger Nedensellik, Toda-Yamamoto nedensellik	Lineer	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH, kişi başına petrol doğalgaz ve kömür tüketimi, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi, mal ihracatı, mal ithalatı
Ahmad vd. (2016)	Hindistan	1971 - 2014	Johansen Eşbütünleşme, ARDL, Sınır testi, VECM Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi
Wang vd. (2016b)	Çin	1995 - 2011	Sistem GMM	Kübik	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına ticari enerji tüketimi, kişi başına GSYH, karesi ve küpü, kentleşme, teknoloji, enerji yapısı, enerji yoğunluğu, sanayi sektörü katma değeri, hizmetler sektörü
Zhang ve Gao (2016)	Çin	1995 - 2011	Pedroni Eşbütünleşme, Panel Granger Nedensellik	Kuadratik	Karma (Yok ya da zayıf ampirik destek)	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, Turizm gelirleri
Alshehry ve Belloumi (2016)	Suudi Arabistan	1971 - 2011	ARDL, Sınır testi, Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerli değildir.	Kişi başına ulaşım kaynaklı CO ₂ emisyonu, kişi başına ulaşım kaynaklı enerji tüketimi, kişi başına GSYH ve karesi
He vd. (2017)	Çin	1995 - 2013	Panel Sabit Etkiler, FGLS, PCSE, Driscoll-Kraay Tahmincisi	Kuadratik	EKC geçerli değildir.	CO ₂ emisyonu, kentleşme, GSYH ve karesi, sanayileşme, enerji yoğunluğu, patent sayısı,

Kaynak: Mevcut literatür temelinde yazar tarafından oluşturulmuştur.

2.3.3 Türkiye Üzerine Çalışmalar

Tablo 2.3’de EKC hipotezini Türkiye örneğinde inceleyen çalışmalar yöntem, dönem, kullanılan matematiksel form ve değişkenler ile elde ettikleri ampirik bulgulara göre özetlenmiştir. 42 adet çalışmanın özetlendiği tablo incelendiğinde, EKC hipotezinin geçerliliğinin diğer ülke örneklerindeki benzer şekilde karma sonuçlardan oluştuğu görülmektedir. Bu sonuçlar dönem, matematiksel form, kullanılan kontrol değişkenler ve tercih edilen yöntemlere göre de farklılaşabilmektedir. Örneğin, kuadratik form kullanan çalışmaların önemli bir kısmı EKC hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmasına rağmen buna uymayan örnekler (az olsa da) de bulunmaktadır.

Başlangıçta OLS gibi temel analizler kullanılırken, zamanla eşbütünleşme ve nedensellik analizleri, devamında ise yapısal kırılmaları ve doğrusal olmamayı dikkate alan çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Verilerin niteliği ve niceliğinde yaşanan iyileşmeler konuyla ilgili yayın sayısında hızlı bir artış görülmesine neden olmuştur. Çoklu zaman serisi analizi teknikleriyle yapılan çalışmaların önemli bir bölümü eşbütünleşme analizlerinden yararlanmaktadır. Bu durum milli gelir başta olmak üzere çoğu zaman serisinin durağan olmamasından kaynaklanmaktadır. Türkiye üzerine yaptığı çalışmasında Tutulmaz (2015), eşbütünleşme analizi ile yapılan EKC hipotezi sınamalarında daha güvenilir ampirik bulgular elde edebilmek için, hassasiyet analizlerine de önem verilmesini önermektedir.

EKC hipotezini Türkiye örneğinde test eden çalışmalar incelendiğinde; EKC literatürünün genel ilerleyişine benzer şekilde, indirgenmiş form EKC eşitliğine ilave edilen kontrol değişkenler açısından da benzerlik söz konusudur. Çalışmalarda çevresel kirliliği temsil etmesi için en çok tercih edilen göstergeler diğer ülke örneklerindeki benzer şekilde, atmosferik göstergelerdir. Kişi başına enerji kullanımı, dışa açıklık, kentleşme, DYY, finansal gelişme gibi değişkenler kontrol değişken olarak ampirik modellere dahil edilmektedir. Bu tezin ampirik analizinde de indirgenmiş form kübik EKC eşitliğine kişi başına enerji tüketimi, ticari dışa açıklık ve kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. Bu açıklayıcı değişken setinin daha önce herhangi bir kübik form EKC eşitliğinde Türkiye örneği için kullanılmadığı görülmüştür. Özellikle yenilenebilir enerjinin uzun dönem denge ilişkisindeki rolünün ne olacağı tezin muhtemel politika önerileri açısından önem taşımaktadır.

Tablo 2.3. EKC Literatür Özeti: Türkiye Üzerine Çalışmalar

Yazar(lar)	Dönem	Yöntem	Değişkenler	Form	Sonuç
Gürlük ve Karaer (2004)	1975-2000	OLS, Üstel Düzleştirme	CO ₂ , SO ₂ , NO ₂ , kişi başına gelir	Lineer	EKC geçerlidir (CO ₂ ve NO ₂)
Lise (2006)	1980-2003	Ayrıştırma Analizi	Nüfus, GSYH, teknoloji birimi başına birincil enerji arzı, sektördeki teknoloji birimi başına enerji tüketimi, Sektörel CO ₂ emisyonu	Kuadratik	EKC geçerli değildir
Başar ve Temurlenk (2007)	1950-2000	OLS	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü, fosil yakıt kaynaklı kişi başına CO ₂ , katı yakıt kaynaklı Kişi başına CO ₂ , fueloil kaynaklı Kişi başına CO ₂ .	Kübik	EKC geçerli değildir
Atıcı ve Kurt (2007)	1968-2000	OLS	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, toplam ticari açıklık indeksi, tarımsal ticaret açıklık indeksi	Kuadratik	EKC geçerlidir
Akbostancı vd. (2009)	1968-2003; 1992-2001	Johansen Eşbütünleşme Panel EGLS	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü, Kişi başına SO ₂ , nüfus yoğunluğu,	Kübik	EKC geçerli değildir
Halıcıoğlu (2009)	1960-2005	Johansen Eşbütünleşme ARDL, Granger Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, ticari dışa açıklık.	Kuadratik	EKC geçerli değildir
Soytas ve Sari (2009)	1960-2000	Toda-Yamamoto Nedensellik, Genelleştirilmiş Etki-Tepki analizi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, kişi başına enerji tüketimi,	Lineer	EKC geçerli değildir
Oztürk ve Acaravci (2010)	1968-2005	ARDL, Granger Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, istihdam oranı	Kuadratik	EKC geçerli değildir
Saatçi ve Dumrul (2011)	1950-2007	Kejriwal Eşbütünleşme	CO ₂ , GSYH	Lineer	EKC geçerlidir
Oztürk ve Acaravci (2013)	1960-2007	ARDL, Granger Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, dış ticaret, özel sektöre verilen yurtiçi kredi miktarı	Kuadratik	EKC geçerlidir
Shahbaz vd. (2013)	1970-2010	ARDL, Johansen Eşbütünleşme, Gregory-Hansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, enerji yoğunluğu, KOF küreselleşme endeksi	Kuadratik	EKC geçerlidir

Tablo 2.3. EKC Literatür Özeti: Türkiye Üzerine Çalışmalar (Devamı)

Elgin ve Oztunali (2014)	1950-2009	Johansen Eşbütünleşme	CO ₂ , SO ₂ , sermaye-çıktı oranı, vergi yükü, kayıt dışılığın GSYH'a oranı, kayıt dışılığın GSYH'a oranının karesi	Kuadratik	EKC geçerlidir
Yavuz (2014)	1960-2007	OLS, DOLS, VECM Gregory-Hansen Eşbütünleşme, Johansen Eşbütünleşme	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi	Kuadratik	EKC geçerlidir
Koçak (2014)	1960-2010	ARDL, Sınır Testi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü, kişi başına enerji tüketimi	Kübik	EKC geçerli değildir
Balıbey (2015)	1974-2011	VAR, Granger nedensellik, Etki-Tepki analizi, varyans ayırıştırma analizi,	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi, DYY	Kuadratik	EKC geçerlidir
Bölük ve Mert (2015)	1961-2010	ARDL, Sınır Testi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, Yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektrik enerjisi.	Kuadratik	EKC geçerli değildir
Seker vd. (2015)	1974-2010	ARDL, Hatemi-J Eşbütünleşme	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, DYY	Kuadratik	EKC geçerlidir
Vita vd. (2015)	1960-2009	Maki Eşbütünleşme testi, VECM, DOLS	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, uluslararası turizm, kişi başına enerji tüketimi.	Kuadratik	EKC geçerlidir
Tutulmaz (2015)	1968-2007	OLS, Johansen Eşbütünleşme, Engle- Granger Eşbütünleşme	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü	Kuadratik, Kübik	Karma
Erdoğan vd. (2015)	1975-2010	ARDL, Sınır Testi, Toda- Yamamoto Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü,	Kübik	EKC geçerli değildir
Keskingöz ve Karamelikli (2015)	1960-2011	ARDL, Sınır Testi	CO ₂ , enerji tüketimi, ihracatın büyüme oranı, ithalatın büyüme oranı, GSYH büyüme oranı.	Lineer	EKC geçerlidir
Gozgor ve Can (2016)	1971-2010	Maki Eşbütünleşme, DOLS, VECM.	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, İhracat çeşitlendirme endeksi.	Kuadratik	EKC geçerlidir

Tablo 2.3. EKC Literatür Özeti: Türkiye Üzerine Çalışmalar (Devamı)

Lebe (2016)	1960-210	ARDL, Granger Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , Kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, yurtdışı krediler, ticari dışa açıklık oranı	Kuadratik	EKC geçerlidir
Gökmenoğlu ve Taşpınar (2016)	1974 - 2010	Toda-Yamamoto Nedensellik, ARDL, Sınır Testi	Kişi başına CO ₂ , GSYH, enerji tüketimi, DYY	Lineer	EKC geçerlidir
Kılıç ve Akalın (2016)	1960-2011	ARDL, Sınır Testi.	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü, ticari dışa açıklık.	Kuadratik, Kübik	EKC geçerlidir
Ozatac (2017)	1960-2013	ARDL, Sınır Testi, Granger Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, finansal gelişme, ticari dışa açıklık, kentleşme.	Kuadratik	EKC geçerlidir
Aydın ve Esen (2017)	1971-2014	Yumuşak Geçişli Regresyon (STR)	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir	Lineer	EKC geçerli değildir
Katircioğlu ve Taşpınar (2017)	1960-2010	Maki Eşbütünleşme, Granger Nedensellik, Temel Bileşenler Analizi (PCA), Varyans Ayırıştırma Analizi, Etki-Tepki Analizi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, finansal gelişme	Kuadratik	EKC geçerlidir
Çağlar ve Mert (2017)	1960-2013	DOLS, Hatemi-J Eşbütünleşme, Gregory Hansen Eşbütünleşme	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü, kişi başına yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik tüketimi	Kuadratik	EKC geçerlidir
Yurttagüler ve Kutlu (2017)	1960-2011	Johansen Eşbütünleşme, VECM	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü	Kübik	EKC geçerli değildir
Katircioglu ve Celebi (2018)	1960-2013	Maki Eşbütünleşme, VECM, Granger Nedensellik, Etki-Tepki analizi, varyans ayırıştırma analizi.	CO ₂ , GSYH ve karesi, enerji tüketimi, dış borcun GSYH'a oranı.	Kuadratik	EKC geçerlidir
Katircioglu ve Katircioglu (2018)	1960-2013	ARDL, VECM, Maki Eşbütünleşme,	CO ₂ , GSYH ve karesi, enerji tüketimi, kentleşme (kent nüfusu)	Kuadratik	EKC geçerli değildir
Koçak ve Şarkgüneşi (2018)	1974-2013	DOLS, Maki Eşbütünleşme, Hacker-Hatemi-J Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, DYY	Kuadratik	EKC geçerlidir

Tablo 2.3. EKC Literatür Özeti: Türkiye Üzerine Çalışmalar (Devamı)

Özcan vd. 2018	1961-2013	Bootstrap Rolling Window Nedensellik	Kişi başına gelir, kişi başına karbon ayak izi	Lineer	EKC geçerli değildir
Kaygısız (2018)	1968-2015	Johansen Eşbütünleşme, VECM	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, ticari dışa açıklık oranı	Kuadratik	EKC geçerli değildir
Güney (2018)	1960-2016	ARDL, Sınır testi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, özel sektöre sağlanan yurtiçi kredilerin GSYH içerisindeki payı, sanayi sektörü katma değerinin GSYH içerisindeki payı	Kuadratik	EKC geçerlidir
Kaya ve Kaya (2018)	1975-2012	ARDL, Sınır testi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, enerji tüketimi, özel sektöre sağlanan yurtiçi kredilerin GSYH içerisindeki payı,	Kuadratik	EKC geçerli değildir
Karasoy ve Akçay (2018)	1965-2016	ARDL, VECM, Granger Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına hidroelektrik enerjisi enerji tüketimi, kişi başına yenilenebilir olmayan enerji tüketimi, ticari dışa açıklık oranı	Kuadratik	EKC geçerlidir
Pata (2018a)	1974-2013	ARDL, Sınır Testi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına birincil enerji tüketimi, finansal gelişme, kentleşme, kişi başına toplam enerji tüketimi	Kuadratik	EKC geçerlidir
Pata (2018b)	1974-2014	ARDL, Sınır Testi, Hatemi-J Eşbütünleşme, Gregory Hansen Eşbütünleşme, FMOLS, CCR	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kentleşme, finansal gelişme, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına hidroelektrik tüketimi, kişi başına alternatif enerji tüketimi,	Kuadratik	EKC geçerlidir
Pata (2018c)	1971-2014	ARDL, Sınır Testi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, finansal gelişme, sanayileşme, kentleşme, kömür tüketimi, alternatif enerji tüketimi, ithalat, ihracat.	Kuadratik	EKC geçerlidir
Karasoy (2019)	1965-2015	NARDL	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına hidroelektrik enerjisi enerji tüketimi, kişi başına yenilenebilir olmayan enerji tüketimi, ticari dışa açıklık oranı, finansal gelişme	Lineer	EKC geçerli değildir

Kaynak: Mevcut literatür temelinde yazar tarafından oluşturulmuştur.

2.3.4 Literatür Değerlendirmesi

Bir ülkenin çevresel durumu en çok; ülkedeki teknoloji düzeyi, ekonominin sektörel yapısı, ekonominin büyüklüğü ve çevre kalitesine olan talebe bağlıdır. Büyük ekonomiler doğal kaynak tüketimi ve yüksek kirlilik düzeyleri ile karşılaşmaktadır. Kaynak tüketimi ve kirliliğin seviyesi ekonominin sektörel yapısı ile yakından ilişkilidir. Örneğin, tarıma dayalı ekonomilerde daha çok kaynak tüketimi öne çıkarken; sanayileşmiş ülkelerde, kentleşme ve kentlerdeki kirlilik sorunu öne çıkmaktadır (Sarkodie ve Strezov, 2019). Literatürdeki çalışmaların bu sorunları, sanayi sektörünün milli gelir içerisindeki payı ve kentleşme gibi değişkenleri kontrol değişken olarak kullanmak suretiyle incelediği görülmektedir. Enerji ve yenilenebilir enerjinin kontrol değişken olarak EKC hipotezini test etmek için kullanıldığı durumda çevre kirliliğine (özellikle CO₂) etkisi de merak unsuru olmuştur. Bu merak da tezin ampirik modeline yansımıştır.

Üç grupta incelenen EKC ampirik literatürü toplu olarak değerlendirildiğinde bazı çıkarımlarda bulunmak mümkündür. Çevresel göstergeler ile iktisadi faaliyetler arasındaki ilişkilerin; i) ekonominin büyüklüğü, ii) ekonominin yapısı, iii) teknolojik ilerleme, iv) uluslararası ticaret, v) kirlilik sığınakları hipotezi, vi) gelir eşitsizliği, vii) demografik faktörler, viii) ülkeye özgü faktörler gibi farklı unsurlar üzerinden analiz edildiği görülmektedir. Ayrıca EKC literatürünün öncü araştırmalarının, Ehrlich (1968) ve Meadows vd. (1972) gibi çevre sorunları ile ilgili temel eslere hiç atıfta bulunmadığı görülmektedir.

Üzerinde en çok araştırma yapılan ülkelerin gelişmiş ve gelişmekte olanlar (üst-orta gelir grubu) olduğu görülmektedir. Orta alt ve düşük gelirli ülkeler üzerine yapılan çalışma sayısı nispeten sınırlıdır.

“Kişi başına emisyonlar üzerinden hesaplanan EKC hipotezinin geçerliliği bulgusunu politika gerektirmiyor” şeklinde yorumlayan çalışmalar olsa da, çevre kirliliği aşağıdaki nedenlerden ötürü dikkate değer bir problem olmaya devam etmektedir; i) çevrecilere göre nüfus büyümesi çevresel bozulmanın temel nedenlerindedir, ii) kişi başına emisyonların artışı dizginlenmiş olsa dahi toplam yoğunluk doğanın taşıyabileceği kapasitenin ötesine geçmiş olabilir, iii) gelişmiş ülkelerde gözlemlenen yeşil ekonomiye geçiş çabaları EKC hipotezini test eden araştırmaların milli gelirin ne ölçüde *yeşil*

olduđunu ifade eden verilerle yapılması gerekliliđini dođurması beklenmektedir (Ginevičius vd. 2017).

EKC literatürüne ilişkin en önde gelen değerlendirmelerden olan Dinda (2004), iktisadi faaliyetin fiziksel ve ekolojik temellerini kapsayan ekonomik modeller yardımıyla yapılacak analizlerin çevre-ekonomi ilişkisi analizleri için öncelikli bir gereklilik olduğunu vurgulamıştır. Bu gerekliliği hisseden literatürde Dinda (2005), Brock ve Taylor (2010) kurdukları iktisadi modeller ile bu açığı kapatmaya çalışmışlardır. EKC hipotezi için kurulan ekonomik modellere ilişkin bir değerlendirme için Kijima vd. (2010)'a bakılabilir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. VERİ, METODOLOJİ VE AMPİRİK BULGULAR

Tezin üçüncü bölümü sırasıyla; *veri, metodoloji, ampirik analiz ve bulgular* kısımlarından oluşmaktadır. Bu üç kısımda öncelikle, ekonometrik analizde kullanılan veri seti tanımlanmakta ve temel betimleyici istatistikleri verilmektedir. Ardından gelen metodoloji başlığında ise çalışmada kullanılan ekonometrik yöntemler kısaca özetlenmektedir. Son olarak ampirik analiz ve bulgular kısmında ampirik analiz bulguları aşamalar halinde raporlanmaktadır.

3.1. Veri

Tezde kullanılan veri seti 1960-2017 dönemini kapsayan 58 adet yıllık gözlemden meydana gelmektedir. Bu veri setine ilişkin temel bilgiler aşağıdaki Tablo 3.1.'de özetlenmiştir. Ekonometrik analizde kullanılan veriler derlenirken mümkün olan en geniş zaman aralığına ulaşılması amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşabilmek için verilerin bir kısmı Dünya Bankasından, bir kısmı da OECD veri tabanlarından derlenmiştir. Analizde bağımlı değişken olarak kullanılan kişi başına CO₂ emisyonları da -veri derleme tarihinde- *BP* ve *WDI*'a göre daha geniş olan Le Quéré vd. (2018)'den derlenmiştir.

Tablo 3.1. *Ampirik Analizde Kullanılan Değişkenlere İlişkin Temel Bilgiler*

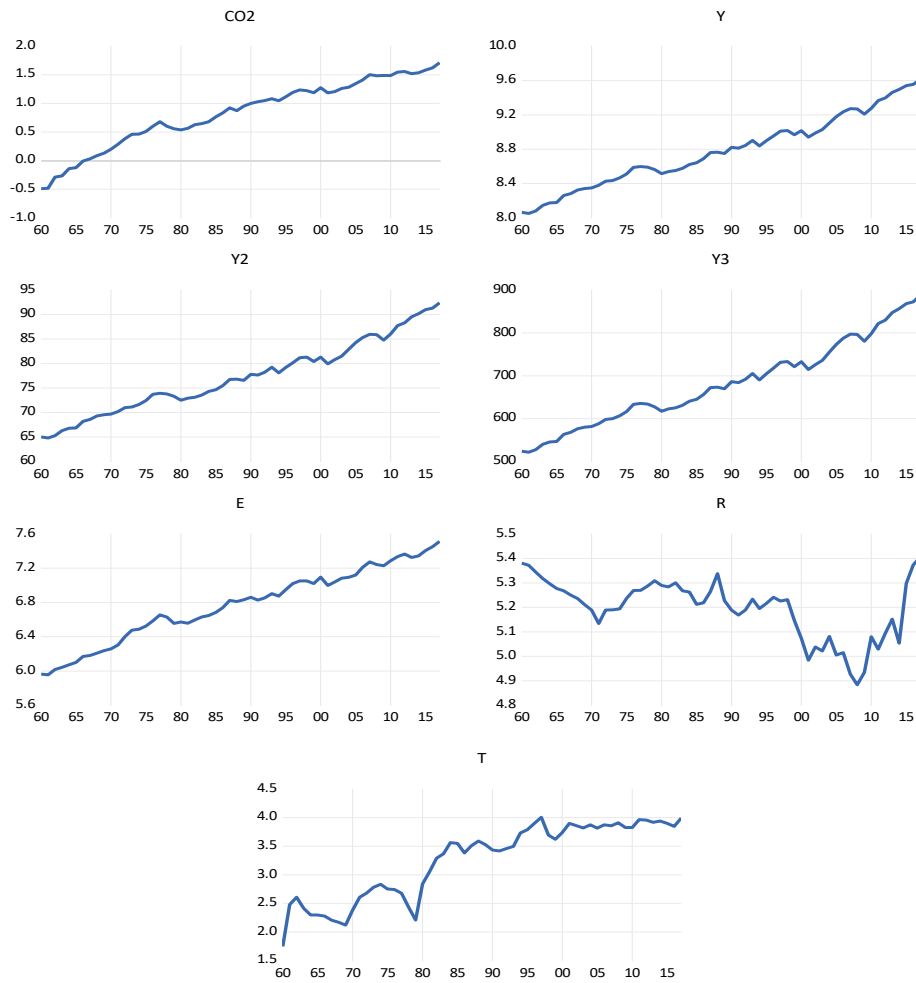
Değişken	Kısaltma	Birim	Periyod	Kaynak
Kişi Başına CO ₂ Emisyonu	CO ₂	Metrik Ton	1960-2017	GCB
Kişi Başına RGSYH	Y	ABD Doları (2010, Sabit)	1960-2017	WDI
Kişi Başına RGSYH'nın Karesi	Y ²	ABD Doları (2010, Sabit)	1960-2017	WDI
Kişi Başına RGSYH'nın Küpü	Y ³	ABD Doları (2010, Sabit)	1960-2017	WDI
Kişi Başına Enerji Kullanımı	E	Kilogram eşdeğer petrol	1960-2017	OECD
Kişi Başına Yenilenebilir Enerji	R	Kilogram eşdeğer petrol	1960-2017	OECD
Tic. Dışa Açıklık [(X+M)/GSYH]	T	Yüzde	1960-2017	WDI

Not: GCB: Global Carbon Budget, detaylı bilgi için bkz: Le Quéré vd. (2018)

Çalışmada kullanılan modele ait değişkenlerin belirlenmesine detaylı literatür taraması rehberlik etmiştir. Detaylı raporlama literatür bölümünde yapılmış olsa da değişken ve matematiksel form seçimi için referans alınan ampirik eserleri örneklendirmede yarar bulunmaktadır. EKC hipotezini Türkiye örneğinde test eden çalışmalardan kübik formu

tercih edenlere örnek olarak; Akbostancı vd. (2009), Koçak (2014), Tutulmaz (2015) verilebilir. Kişi başına enerji tüketimini açıklayıcı değişken olarak kullanan çalışmalara örnek olarak; Gozgor ve Can (2016), Katircioğlu ve Taşpınar (2017), Kaya ve Kaya (2018), Pata (2018a) verilebilir. Yenilenebilir enerjiyi açıklayıcı değişken olarak kullanan çalışmalara örnek olarak Pata (2018b), Karasoy ve Akçay (2018), Karasoy (2019) gösterilebilir. Ticari dışa açıklığı açıklayıcı değişken olarak kullanan çalışmalara örnek olarak ise; Halıcıoğlu (2009), Lebe (2016), Karasoy ve Akçay (2018) ve Karasoy (2019) verilebilir.

Tezde kurulan ekonometrik modelde, kübik formda bir EKC regresyonuna enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi ve ticari dışa açıklık değişkenleri kontrol değişken olarak dâhil edilerek modelin açıklama gücü artırılmaya çalışılmıştır. Modele dâhil edilen kontrol değişkenlerin analiz bulgularına göre de önemli politika önerilerine dayanak oluşturması beklenmektedir.



Şekil 3.1. Ampirik Analizde Kullanılan Değişkenlere Ait Zaman Serisi Grafikleri

Ampirik analizde kullanılan değişkenlerin zaman serisi grafikleri Şekil 3.1.'de resmedilmiştir. Yenilebilir enerji dışındaki serilerin örneklem boyunca pozitif bir trende sahip oldukları dikkat çekmektedir. Yenilenebilir enerji de 2008'den itibaren güçlü bir pozitif trende sahiptir. Grafik incelemede serilerin (trend içermeleri nedeniyle) durağan olmayabileceklerine ilişkin ipuçları barındırmaktadır.

Tablo 3.2.'de ampirik analizde kullanılan serilerin temel betimleyici istatistikleri raporlanmıştır. Seriler doğal logaritmaları alınarak analize dâhil edildiğinden serilerin standart dağılımları (kareli ve küplü seriler hariç) büyük sapmalar göstermemektedir. Serilerin doğal logaritmaları ile çalışılmasının önemli bir getirisi de elde edilecek katsayıların doğrudan esneklik olarak yorumlanabilecek olmasıdır. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezine dair çalışmalarda özellikle üzerinde durulması gereken tahminler EKC hipotezinin doğası gereği uzun dönem katsayılarıdır.

Tablo 3.2. *Veri Setine İlişkin Temel Betimleyici İstatistikler*

	CO ₂	Y	Y ²	Y ³	E	R	T
Ortalama	0.823367	8.779351	77.25191	681.3049	6.767997	5.196091	3.254072
Medyan	0.937834	8.762448	76.78050	672.7852	6.825172	5.222323	3.501866
Maksimum	1.713267	9.611347	92.37798	887.8768	7.511913	5.406538	4.006793
Minimum	-0.491888	8.050314	64.80755	521.7212	5.954483	4.884140	1.745170
Std. Dağ.	0.592161	0.421868	7.439336	98.60739	0.430361	0.120982	0.657385
Çarpıklık	-0.518750	0.167637	0.246258	0.324498	-0.232819	-0.687992	-0.566789
Basıklık	2.313958	2.133669	2.164863	2.209212	2.047199	2.862024	1.868630

Not: Değişkenler doğal logaritmaları alınmak suretiyle analizlere dâhil edilmiştir.

3.2. Metodoloji

Bu başlık altında, zaman serileri analizinde birim kök ve durağanlık kavramları ile eşbütünleşme yöntemleri için genel bir perspektif sunulup ampirik analizde kullanılan yöntemlerle ilgili özet bilgiler verilecektir.

3.2.1. Zaman Serilerinde Durağanlık: Birim Kök Testleri

Ekonometrik zaman serileri analizlerinde güvenilir tahminler yapılabilmesi için serilerin durağan olması gerekmektedir. Özellikle zaman serileri analizlerinde karşılaşılan durağan

olmama sorunu yapılacak analizlerde sahte regresyon problemine neden olabilmektedir (Granger ve Newbold, 1974). Birim kök içermeyen (durağan olan) zaman serileri sürekli artış ya da azalış trendi sergilemez ve belli bir yatay eksen etrafında dağılım gösterir. Durağan serilerin ortalaması, varyansı ve kovaryansı zaman içerisinde sabittir. Ekonometrik analiz ile güvenilir sonuçlar elde edebilmek için kullanılan serilerin birim kök içermeyen (durağan) seriler olması gerekmektedir. Birim kök içeren serilerle yapılan analizlerin F, ki-kare ve t istatistikleri güvenilirliklerini kaybetmektedir (Gujarati ve Porter, 2009). Durağan serilerde meydana gelen şoklar zamanla ortadan kalkarken durağan olmayan serilerde meydana gelen şoklar zamanla ortadan kalkmaz. Durağan olmayan serilerde uygulanan standart OLS regresyonları doğru olmayan sonuçları gösterebilir (Asteriou ve Hall, 2015). Granger ve Newbold (1974) sahte regresyon probleminden şüphelenmek için pratik bir yol olarak $R^2 > DW$ kontrolünü önermişlerdir.

Zaman serilerinde durağanlığı tespit etmek için birim kök testleri kullanılmaktadır. Sınama sonucunda birim kök içerdiği tespit edilen serilerin durağan olmadığına karar verilmektedir. Birim kök testlerine ilişkin literatür Fuller (1976)'in çığır açan eseri ve Dickey ve Fuller (1979, 1981)'in öncü çalışmaları ile başlamaktadır (Elliot vd. 1996). Modern birim kök testleri bu öncü çalışmaların öne sürdükleri yapıyı kullanmaktadır. İktisatçıların dikkatini makroekonomik zaman serilerinin durağanlığına çeken çalışma Nelson ve Plosser (1982)'dir. Bu çalışmadan sonra birim kök testlerine ilişkin literatür gelişmiş ve aynı zamanda makroekonomik araştırmalarda kullanılan serilerin durağanlığı bir öncelik ya da ilk basamak analiz olarak daha çok dikkate alınmaya başlanmıştır (Choi, 2015). Uygulamada en sık kullanılan birim kök testi ADF (Dickey ve Fuller, 1979; 1981 birim kök testidir. Literatüre öncülük eden bu çalışma Phillips ve Perron (1988), Kwiatkowski vd. (1992), Elliott vd. (1996) ve Ng ve Perron (2001)'un katkılarıyla genişlemiştir. Bu tezde yukarıda bahsedilen ve literatürün temelini oluşturan birim kök testlerinden yararlanılacaktır. Tezin devamında ADF testi kısaca izah edildikten sonra ampirik uygulaması yapılan sırasıyla; PP, DF-GLS, KPSS ve Ng-Perron testleri hakkında da özet bilgi verilecektir.

3.2.1.1. ADF Birim Kök Testi

Zaman serilerinin uzun dönem özellikleri, bu seriler için gecikmeli değerlerle yapılacak regresyon teknikleriyle analiz edilebilmektedir. Zaman serileri analizlerinde kullanılacak tahmin yöntemi seçimini doğrudan etkileyen birim kök testlerinin temeli de otoregresif

denklemlere (AR) dayalı olarak yapılan ADF (Dickey ve Fuller, 1979;1981) testidir. Örnek bir Y_t serisi için bir gecikmeli otoregresif regresyon denklemi denklem 3.1.'deki gibi yazılabilir:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.1.)$$

Denklemden, ε_t rassal hata terimidir. Regresyon denklemi birinci dereceden otoregresif süreci ifade etmektedir. Regresyon denklemindeki ρ katsayısının birine eşit olması durumunda birim kök sorunu ortaya çıkmaktadır. $\rho=1$ olması halinde denklem 3.1. aşağıdaki denkleme eşit olmaktadır:

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.2.)$$

Bu denklem, serinin bir önceki dönemde etkilendiği şokun olduğu gibi cari döneme yansımış olduğunu ifade etmektedir. Bu durumun daha evvelki dönemlerde de benzer olduğu göz önüne alındığında geçmişteki şokların söz konusu serinin zaman içinde stokastik bir trend sergilemesine neden olmaktadır. ρ katsayısının birden küçük olması halinde meydana gelen şokların etkileri hemen ortadan kalkmasa bile zamanla yok olacaktır. Denklem 3.1.'in iki yanından da Y_{t-1} çıkarıldığı takdirde:

$$\Delta Y_t = (\rho - 1)Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.3.)$$

Denklem 3.3'e ulaşılır. $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ serinin birinci farkını ifade etmektedir. $(\rho-1)$ yerine de δ yazılırsa:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.4.)$$

Denklem 3.4. elde edilir. Denklem 3.4.'te ($\rho=1$) varsayımında, $\delta=0$ olmaktadır, $\delta=0$ olması durumunda:

$$\Delta Y_t = (Y_t - Y_{t-1}) = \varepsilon_t \quad (3.5.)$$

Denklem 3.5.'e ulaşılır. Bu durumda birinci farkı ifade eden ΔY_t serisi durağan olmaktadır. Bu sayede başlangıçtaki asıl serinin birinci farkında durağan olması durumunda seri birinci dereceden entegredir ve $I(1)$ olarak ifade edilmektedir. Seri hangi farkında durağan oluyorsa o seviyede bütünleşiktir: ikinci farkı alındığında durağan olan bir seri $I(2)$ d'inci farkında durağan olan bir seri $I(d)$ olarak gösterilmektedir (Tarı, 2014).

Bir zaman serisinin durağan olup olmadığını ADF birim kök testi yardımıyla sınavabilmek için gerekli hipotezler aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır:

Sıfır hipotezi, $H_0: \rho=1$ ya da $H_0: \delta=0$ biçiminde serinin birim kök içerdiğini (serinin durağan olmadığını) ifade edecek şekilde oluşturulmaktadır. Sıfır hipotezini test etmek için hesaplanan geleneksel t istatistiği kullanılmamaktadır. Bunun yerine Dickey ve Fuller'in (1979) Monte Carlo simülasyonları kullanarak tabloştırdığı τ istatistiği dikkate alınır. Hesaplanan test istatistiği, tercih edilen istatistiki anlam düzeyindeki tablo kritik değerinden büyük ise sıfır hipotezi reddedilir ve ilgili serinin birim kök içermediğine (durağan olduğuna) karar verilir. DF testi şu üç formda uygulanabilmektedir:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.6.)$$

Şeklinde sabit terim ve trend olmadan,

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.7.)$$

Trend olmadan ancak sabit terimli,

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 Trend + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.8.)$$

Hem sabit terim hem de trend içeren formlarda tahmin edilmektedir. Bu regresyonlardan τ istatistikleri ve MacKinnon (1996) kritik değerleri elde edilir. Söz konusu test istatistiklerinin hesaplanışında ε_t hata teriminde otokorelasyon problemi bulunuyorsa elde edilecek sonuçların olabilmesi için denklem 3.8.'in sağ tarafına bağımlı değişkenin gecikmeli fark terimleri eklenir ve denklem 3.9. elde edilir.

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 Trend + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.9.)$$

Terim ekleme işlemi otokorelasyon sorunu ortadan kalkıncaya kadar yapılır. Dickey-Fuller testinin bu yeni formuna Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi de denilmektedir.

3.2.1.2. Phillips Perron Birim Kök Testi

Dickey-Fuller testi, serilerin otoregresif özelliklerini göz önünde bulundurmaktadır. Testin gücü, yanlış hipotezi reddetme olasılığı üzerinden hesaplanır. DF testinin gücü bu durumda zayıftır. Bu teste göre $\rho=1$ ise birim kök vardır ancak, $\rho=0,98$ ise birim kök

yoktur. Yani bu test birim kök ile yakın birim kök ayrımı yapamamaktadır. Birim kök testinin gücünün zayıf olması yakın birim kök durumunda bir sorun teşkil edebilmektedir (Göktaş vd., 2019). ADF testinde eklenen fark terimleri ile bu sorun çözülebilmektedir.

Phillips ve Perron (1988), Schwert (1989) tarafından da eleştirilen, ADF testindeki ilave terimlerin hata terimlerini, beyaz gürültü süreci özellikleri sergilemesi amacıyla artırılan gecikmelerinin aşırı sayıda olmasının, örneklem büyüklüğü ile birlikte artmaması durumunda, uygulanan testlerde ciddi seviyede boyut bozulmalarına neden olabileceğini ileri sürmüştür. ADF testini geliştirerek hata terimini değişen varyanslı durum için de incelemiştir. PP, ADF testine göre daha esnek bir yapıya sahiptir.

DF testinde yapılan bağımsızlık ve homojenlik varsayımları PP testinde hataların zayıf bağımlı ve heterojen bir yapı sergileyebileceği şeklinde yeniden düzenlenmiştir (Asteriou ve Hall, 2015). PP testi durağan ve trend etkisi ihtiva eden zaman serilerine uygulanır. Ayrıca veri yaratma süreci (DGP) pozitif hareketli ortalama (MA) özelliği göstermesi halinde güçlü bir testtir. Negatif MA halinde birim kök testi H_0 hipotezini reddetmeye meyillidir. DGP, negatif MA içeriyorsa ADF testi, pozitif MA içeriyorsa PP testi daha uygun olmaktadır (Göktaş vd., 2019).

3.2.1.3. DF-GLS Birim Kök Testi

Elliot vd. (1996) tarafından ileri sürülen bu test, genelleştirilmiş en küçük kareler (GLS) ile seriyi trendden arındıran DF testinin geliştirilmiş bir versiyonudur. Bu nedenle DF-GLS testi olarak da adlandırılır. Bu testin asimtotik dağılıma sahip olması ve daha güçlü varyans tahminleri yaptığı için DF testinden daha güçlü olduğu kabul edilir (Göktaş vd., 2019). Bu testin serilere uygulanabilmesi için serilerde ya deterministik trend ya da sabit terim bulunması gerekmektedir (Eliot vd. 1996).

3.2.1.4. KPSS Birim Kök Testi

Kwiatkowski vd. (1992) tarafından önerilen bu testte sıfır hipotezi, diğer testlerden (ADF, PP, DF-GLS) farklı olarak, seri durağandır biçiminde kurulmaktadır. KPSS testi artıkların uzun dönem varyanslarının parametrik olmayan tahmincisine dayalıdır. ADF ve PP testlerinin ortak eksikliği olarak düşünülebilecek modelin gecikme uzunluğuna olan bağımlılıkları dikkate alındığında uygulamada KPSS testi ile birlikte raporlanması tavsiye edilmektedir (Göktaş vd., 2019).

3.2.1.5. NG-Perron Birim Kök Testi

Ng ve Perron (2001) tarafından önerilen Ng-Perron birim kök testi, ADF-PP türü testlerde (özellikle PP) meydana gelen hata teriminin hacmindeki boyut dağılımı bozulmasını düzeltmeye ve daha güçlü bir prosedür ileri sürmeye çalışmaktadır. M testleri olarak geliştirilen dört test istatistiği söz konusudur. Bu testler sıfır hipotezinin kuruluşu açısından MZ_{α} ve MZ_t ADF ve PP benzeri iken MSB ve MPT ise KPSS testine benzemektedir. Ng-Perron testinin uygulanabilmesi için tahmin edilen uzun dönem varyansın tutarlı olması gerekmektedir. Bu testlerde gecikme uzunluğu $\sqrt[3]{T}$ ile belirlenmektedir (Sevüktekin ve Çınar, 2014; Göktaş vd., 2019).

3.2.2. Eşbütünleşme Analizi

Eşbütünleşme, iktisadi zaman serileri arasındaki uzun dönemli ilişkilerin istatistiksel formda gösterimidir (Sevüktekin ve Çınar, 2014). Kullanılan durağan olmayan zaman serilerinde Box-Jenkins yaklaşımında olduğu gibi seri durağan olana kadar yapılacak fark alma işlemi serilerin geçmiş dönemlerde maruz kaldığı şokların etkilerini ortadan kaldırmakta ve farklı zaman serileriyle aralarında oluşabilecek uzun dönemli denge ilişkilerin tespitini olanaksız hale getirebilmektedir. Fark alınarak durağan yapılmış zaman serileri ile yapılacak analizlerde, bilgi kaybı nedeniyle, uzun dönem denge ilişkisi incelenememektedir.

Eşbütünleşme kavramına Granger (1981) öncülük etmiştir. Daha sonra Engle ve Granger (1987) tarafından formel tanımı yapılmış ve iki aşamalı bir yöntem önerilmiştir. Kennedy (2006), iki değişkenli durumlarda, Engle-Granger iki aşamalı yöntemini tavsiye etmektedir. Eşbütünleşme literatürü, Phillips ve Hansen (1990) tarafından ileri sürülen tam modifiye en küçük kareler (FMOLS), Park (1992) tarafından önerilen kanonik eşbütünleşme regresyonu (CCR) ve Saikkonen (1992) ile Stock ve Watson (1993) tarafından ileri sürülen dinamik en küçük kareler (DOLS) yöntemleriyle oldukça zengin bir hüviyete bürünmüştür. Bu çalışmaların yanı sıra Johansen (1991; 1995)'in sistem maksimum olabilirlik yaklaşımına dayalı yöntemi de ciddi bir katkı olarak vurgulanmalıdır. Eşbütünleşme ile ilgili daha ileri bilgi için; Ogaki (1993), Hamilton (1994), Maddala ve Kim (1998) ve Pesaran (2015)'e bakılabilir.

Yukarıda adı geçen yöntemler -Engle-Granger (1987) dışında- hem iki değişkenli hem de daha çok değişkenli analizlerde güvenilir uzun dönem katsayı tahmini yapılmasına imkân sağlamaktadır. Bu yöntemler tüm değişkenlerin aynı dereceden tümleşik olması önkoşulunu gerektirmektedir. Literatürde bu kısıtı ortadan kaldıran çalışma Pesaran vd. (2001) olmuştur. Pesaran vd. (2001) tarafından ileri sürülen ARDL Sınır Testi yaklaşımı bağımlı ve açıklayıcı değişkenlerin tümünün $I(1)$ olması koşulunu gerektirmemektedir (Pesaran, 2015). Bağımlı değişken $I(1)$ iken bağımsız değişkenler $I(1)$ ya da $I(0)$ olabilmektedir. Açıklayıcı değişkenler $I(2)$ olmamalıdır. Pesaran vd. (2001)'in bu esnek yapısı uygulamalı literatürde geniş kabul görmesine ve yoğunlukla tercih edilmesine neden olmuştur. Bölümün devamında bu tezde kullanılmasa da eşbütünleşme testlerinin öncüsü olduğundan Engle-Granger yöntemi ile tezde kullanılan ARDL Sınır Testi yöntemi kısaca tanıtılacaktır.

3.2.2.1. Engle-Granger Yöntemi

Eşbütünleşme analizi, durağan olmayan zaman serileri arasındaki uzun dönemli denge ilişkilerinin incelenebilmesi için oldukça yararlı bir yapı sağlamaktadır. Örnek olması açısından, Y_t ve X_t gibi iki zaman serisi arasında gerçekten uzun dönemli bir ilişki olması halinde, bu iki seriyi birbiriyle ilişkilendiren ortak bir trend bulunmaktadır. Uzun dönem denge ilişkisi Y_t ve X_t 'nin lineer kombinasyonu aşağıdaki regresyonu tahmin ederek elde edilebilir:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \varepsilon_t \quad (3.10)$$

Bu regresyon eşitliğinden hata terimleri çekildiğinde:

$$\varepsilon_t = Y_t - \beta_1 - \beta_2 X_t \quad (3.11)$$

Bu hata terimleri (ε_t) durağan iseler:

$\varepsilon_t \sim I(0)$ Y_t ve X_t serilerinin eşbütünleşik olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu netice, iki seri arasında uzun dönemde bir denge ilişkisinin olduğu anlamına gelmektedir (Asteriou ve Hall, 2015).

3.2.2.2. ARDL Sınır Testi Yöntemi

ARDL modelleri hem bağımlı hem de bağımsız değişkenlerin gecikmelerini içeren standart OLS regresyonlarıdır (Greene, 2008). Uygulamalı ekonometride uzun yıllardır kullanılan ARDL modelleri son dönemlerde topladığı ilgiyi, eşbütünleşme için bir yöntem olarak kullanılmaya başlanmasından sonra çekmiştir. ARDL modeline dayalı sınır testi yaklaşımını literatüre, Pesaran ve Shin (1999) ile Pesaran, Shin ve Smith (2001)'in çalışmaları kazandırmıştır. ARDL modeline dayalı yapılan eşbütünleşme analizinde kullanılan değişkenler arasındaki uzun dönem denge ilişkisinin varlığı, F ya da Wald istatistiğine dayalı gerçekleştirilen sınır testi ile araştırılmaktadır.

Pesaran (2015)'de ARDL Sınır Testi yöntemi, aşamalar halinde aşağıdaki şekilde özetlenmektedir. Birinci aşamada denklem 3.12.'de gösterilen hata düzeltme modeli tahmin edilir:

$$\Delta y_t = a_0 + \sum_{i=1}^p \psi_i \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \phi_{i1} \Delta x_{1,t-i} + \sum_{i=1}^q \phi_{i2} \Delta x_{2,t-i} + \delta_1 y_{t-1} + \delta_2 x_{1,t-1} + \delta_3 x_{2,t-1} + u_t \quad (3.12.)$$

İkinci aşamada sıfır hipotezini test etmek amacıyla F veya Wald istatistiği hesaplanır. Bu test istatistiği standart dağılıma sahip olmadığından karar aşamasında gerekli tablo kritik değerleri için Pesaran, Shin ve Smith (2001)'e başvurulur. Ancak bu tablo kritik değerleri büyük gözlem sayıları için hesaplandığından küçük örneklem ile yapılan analizlerde Narayan (2005)'in ürettiği tablo kritik değerlerine başvurulur. Sınır testinde sıfır hipotezi uzun dönemli ilişkinin olmadığını ifade etmektedir:

$$H_0: \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = 0$$

Üçüncü aşamada, hesaplanan test istatistiği üst F_{Up} ve alt sınır F_{Lw} değerleri ile karşılaştırılır. Eğer hesaplanan test istatistiği ilgili F_{Up} üst sınır değerinden büyükse H_0 reddedilir ve y_t ile x_{1t} ve x_{2t} arasında potansiyel bir uzun dönem denge ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılır. Hesaplanan test istatistiği F_{Lw} alt sınır değerinden küçük ise H_0 reddedilmez ve değişkenler arasında uzun dönem denge ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşılır. Hesaplanan test istatistiği F_{Up} ve F_{Lw} arasında ise karar verilememektedir. Alternatif yöntemleri değerlendirmek gerekmektedir.

3.3. Ampirik Analiz ve Bulgular

Bu başlıkta öncelikle ampirik model tanıtılmakta, ardından uygulanan ekonometrik analizler aşamalar halinde özetlenmektedir. Denklem 3.13. analizde kullanılan temel regresyon eşitliğidir.

$$CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 CO_{2t-i} + \beta_2 Y_{t-i} + \beta_3 Y_{t-i}^2 + \beta_4 Y_{t-i}^3 + \beta_5 E_{t-i} + \beta_6 R_{t-i} + \beta_7 T_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.13.)$$

Denklemden CO₂ kişi başına karbondioksit emisyonunu, Y kişi başına geliri, Y² ve Y³ de kişi başına gelirin karesini ve küpünü, E kişi başına enerji tüketimini, R kişi başına yenilenebilir enerji tüketimini, T, ticari dışa açıklığı, ε rassal hata terimini, t zaman indikatörünü, i ise gecikme indikatörünü ifade etmektedir. Değişkenler analize doğal logaritmaları alınarak dahil edilmiştir. Dolayısıyla Y² ve Y³ kişi başına gelirin doğal logaritması alınmış halinin karesi ve küpüdür. Moosa (2017), bu durum hakkında bir uyarıda bulunmuştur. Orijinal kişi başına gelir serisinin karesi ve küpü önce alınıp sonra logaritma alındığı takdirde log(Y_t²)=2log(Y_t) ve log(Y_t³)=3log(Y_t) olur ve açıklayıcı değişkenler log(Y_t), 2log(Y_t) ve 3log(Y_t) olarak sıralanır. Bu durumda tam çoklu doğrusal bağlantı durumu ortaya çıkacağından model tahmin edilememektedir. Veri başlığında analizde kullanılan tüm serilerin doğal logaritmalarının alındığının bilgisi verildiğinden denklem 3.13.'de ilave olarak logaritma alındığını gösteren bir sembol ya da kısaltma kullanılmamıştır.

3.3.1. Durağanlık Sınaması Sonuçları

Zaman serileri analizlerinde kullanılacak tahminci seçimi için birim kök test sonuçları belirleyici olmaktadır. Genellikle düzeyde durağan olmayan serilerin bütünleşme derecelerine göre alternatif teknikler tercih edilebilmektedir. Tablo 3.3.'te ADF, DF-GLS, Phillips-Perron, KPSS ve Ng-Perron birim kök testlerinin sonuçları raporlanmıştır. Tablo incelendiğinde serilerin genelinde birinci farkta durağan oldukları görülmektedir. Bazı serilerin bazı testlerde düzeyde durağan görünmesi nedeniyle ARDL yöntemi kullanılarak küçük de olsa farklı mertebeden bütünleşik olma ihtimalini ortadan kaldırmak amaçlanmıştır. Bilgi kriteri ile gecikme uzunluğu tespit edilen birim kök testlerinde Schwarz bilgi kriteri küçük örneklemelerde daha iyi sonuç vermesi nedeniyle tercih edilmiştir.

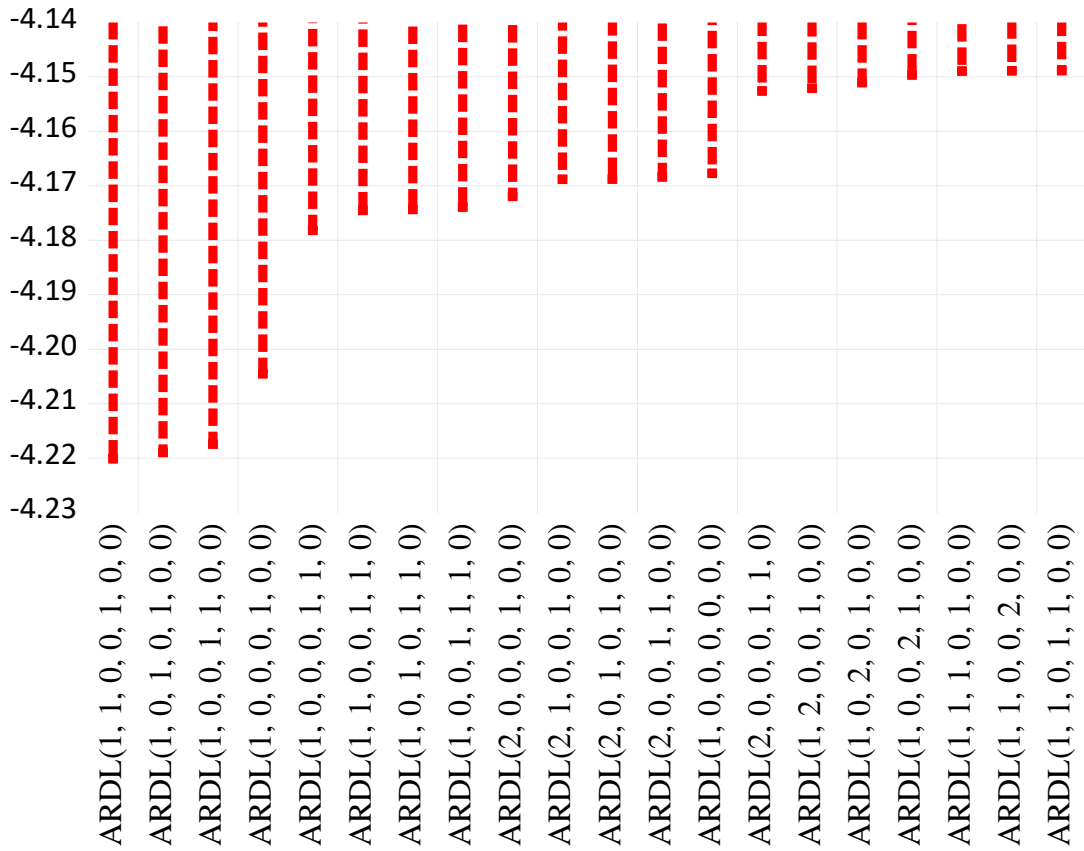
Tablo 3.3. Birim Kök Testlerine Ait Sonuçlar

	Düzye							
	ADF	DF-GLS	PP	KPSS	NP-MZ _a	NP-MZ _t	NP-MSB	NP-MPT
CO₂	-2.5386	1.7873*	-3.032**	0.9219	1.4776	2.5237	1.7080	209.1240
Y	0.4212	2.9670***	0.4353	0.9362	2.3794	3.5903***	1.5090	192.9880
Y²	0.7301	3.1275***	0.7784	0.9342	2.5216	3.7412***	1.4837	191.1130
Y³	1.0347	3.2889***	1.0984	0.9315	2.6713	3.8933***	1.4575	189.0320
E	-0.7261	2.2414***	-0.7334	0.9311	1.86602	2.86400***	1.53482	182.786
R	-1.8084	-1.3866	-1.9006	0.4977	-3.60905	-1.30039	0.36032	6.79421
T	-2.0846	-0.1770	-2.0790	0.8717	0.13823	0.09675	0.69991	31.8147
Sabit Terim								
CO₂	-2.8755	-1.4471	-2.9187	0.2137	-2.9162	-1.1231	0.3851	28.9538
Y	-1.9614	-2.1451	-2.1495	0.1385	-9.05731	-1.97579	0.21814	10.6390
Y²	-1.6038	-1.8481	-1.6987	0.1640	-7.54019	-1.72643	0.22896	12.5386
Y³	-1.2544	-1.5360	-1.3337	0.1853	-5.92292	-1.44760	0.24441	15.0532
E	-2.6841	-2.4064	-2.7455	0.1593	-9.29524	-2.15568	0.23191	9.80405
R	-1.0333	-1.4041	-1.1182	0.0785	-5.76068	-1.30312	0.22621	15.1747
T	-2.9641	-2.3984	-3.2165*	0.1843	-9.36444	-2.08353	0.22249	10.0602
Sabit Terim ve Trend								
Birinci Fark								
	ADF	DF-GLS	PP	KPSS	NP-MZ _a	NP-MZ _t	NP-MSB	NP-MPT
CO₂	-7.3575***	-7.033***	-7.36***	0.4402***	-27.89***	-3.6860***	0.1322***	1.0317***
Y	-7.4166***	-6.192***	-7.42***	0.1078***	-27.04***	-3.6358***	0.1345***	1.0394***
Y²	-7.3369***	-6.238***	-7.34***	0.1532***	-27.13***	-3.6345***	0.1340***	1.0596***
Y³	-7.2328***	-6.259***	-7.23***	0.2115***	-27.18***	-3.6299***	0.1335***	1.0840***
E	-7.3458***	-6.425***	-7.36***	0.0811***	-27.39***	-3.6535***	0.1334**	1.0451***
R	-7.5533***	-7.609***	-7.55***	0.2893***	-27.97***	-3.7276***	0.1333***	0.9148***
T	-7.4513***	-1.1071	-7.55***	0.1614***	-2.077	-0.9771	0.4704	11.3987
Sabit Terim								
CO₂	-7.9594***	-7.188***	-7.95***	0.0930***	-27.88***	-3.7028***	0.1328***	3.4484***
Y	-7.3782***	-7.048***	-7.38***	0.0609***	-27.84***	-3.7276***	0.1339***	3.2923***
Y²	-7.3491***	-7.098***	-7.35***	0.0625***	-27.88***	-3.7288***	0.1338***	3.2962***
Y³	-7.3151***	-7.132***	-7.32***	0.0676***	-27.91***	-3.7290***	0.1336***	3.3038***
E	-7.3216***	-6.844***	-7.35***	0.0597***	-27.72***	-3.7123***	0.1339***	3.3504***
R	-7.8394***	-7.963***	-7.84***	0.1164***	-27.85***	-3.7301***	0.1339***	3.2813***
T	-7.2721***	-3.812***	-7.35***	0.0504***	-17.01*	-2.8657*	0.1685*	5.6627*
Sabit Terim ve Trend								

Not: *, ** ve *** sembolleri ilgili birim kök testine göre *durağanlık koşulunun sağlandığı* sırasıyla; %10, %5 ve %1 istatistikî anlam düzeylerini ifade etmektedir. ADF, DF-GLS, PP, KPSS, NP kısaltmaları sırasıyla, Genişletilmiş Dickey-Fuller, Phillips-Perron, Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin ve NG-Perron'u ifade etmektedir. Gecikme uzunlukları Schwarz Bilgi Kriteri (SIC) referans alınarak tespit edilmiştir.

3.3.2. Eşbütünleşme Analiz Sonuçları

Birim kök testleri sonucunda serilerin düzeyde durağan olmadıkları tespit edilmiş ve eşbütünleşme analizi yapılmasına karar verilmiştir. Bu analizin ARDL Sınır Testi yöntemi ile yapılması için öncelikle uygun gecikme uzunluklarının belirlenmesi gerekmektedir. Birim kök testlerinde olduğu gibi burada da Schwarz bilgi kriteri tercih edilmiştir. Şekil 3.2.'de Schwarz bilgi kriterini minimum yapan en uygun 20 ARDL modeli raporlanmıştır. Tabloya göre en uygun ARDL modelinin gecikme uzunlukları ARDL (1, 1, 0, 0, 1, 0, 0) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. Schwarz Bilgi Kriterine Göre En Uygun 20 ARDL Modeli

ARDL (1, 1, 0, 0, 1, 0, 0) modelinin tahmin sonuçları ve Diagnostik test sonuçları Tablo 3.4.'te raporlanmıştır. Jarque-Bera test sonuçlarına göre modelin hata terimleri normal dağılmakta, Breusch Godfrey LM testine göre otokorelasyon sorunu, White ve ARCH testlerine göre değişen varyans sorunu bulunmamakta ve Ramsey RESET testi sonuçlarına göre de model belirlenim hatası bulunmamaktadır. Modeldeki tüm katsayılar genel kabul görmüş (%1, %5, %10) farklı düzeylerde istatistiki anlamlılığa sahiptir.

Tablo 3.4. ARDL (1, 1, 0, 0, 1, 0, 0) Model Tahmini ve Diagnostik Test Sonuçları

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği
CO _{2, (t-1)}	0.247179*	0.138163	1.789042
Y	39.08532***	14.41872	2.710734
Y _(t-1)	0.240356*	0.122119	1.968213
Y ²	-4.070600**	1.638160	-2.484861
Y ³	0.141151**	0.061997	2.276762
E	0.905042***	0.147733	6.126197
E _(t-1)	-0.474070***	0.108558	-4.366972
R	-0.111594***	0.041157	-2.711395
T	0.038319***	0.012664	3.025816
Sabit Terim	-128.7973***	42.71519	-3.015257
Diagnostik Test Sonuçları			
Normalite (Jarque-Bera):	1.894146 [0.39]		
Breusch Godfrey Otokor. LM	2.995235 [0.22]		
Değişen Varyans (White):	39.69516 [0.14]		
Değişen Varyans (ARCH):	1.878498 [0.17]		
Ramsey RESET:	0.250408 [0.62]		
F-İstatistiği:	3523.789 [0.00]		
R ² :	0.99		

Not: *, ** ve *** sembolleri sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerindeki istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir. Köşeli parantez içerisindeki değerler ilgili test istatistiğinin olasılık değerini ifade etmektedir.

ARDL modelinin tahmin edilmesinin ardından uzun dönem denge ilişkisini araştırmak amacıyla sınır testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 3.5.'de raporlanmıştır. Hesaplanan F istatistiği (8.12) hem Pesaran vd. 2001 hem de küçük örneklem için kritik değerleri üreten Narayan (2005)'in tablo kritik değerlerinden büyüktür. Bu sonuca göre modeldeki değişkenler arasında eşbütünleşme başka bir ifadeyle uzun dönemli denge ilişkisinin varlığından söz edilebilir.

Tablo 3.5. ARDL Sınır Testi Sonuçları

		Sınır		
		Değerleri		
		Asimptotik: n=1000		
Pesaran, Shin ve Smith (2001)	Anlam Düzeyi	I(0)	I(1)	Eşbütünleşme
	1%	3.15	4.43	✓
	5%	2.45	3.61	✓
	10%	2.12	3.23	✓
		Sonlu Örneklem: n=55		
Narayan (2005)	1%	3.636	5.169	✓
	5%	2.676	3.999	✓
	10%	2.270	3.486	✓

Not: Pesaran vd. (2001) orijinal referans olmakla birlikte raporladığı kritik değerler küçük örnekleme uymadığından Narayan (2005)'te önerilen tablo kritik değerleri de raporlanmıştır.

Sınır testi ile uzun dönem denge ilişkisinin varlığını tespit ettikten sonra, maruz kalınan şoklar nedeniyle bu uzun dönem denge ilişkisinden yaşanacak sapmaların hangi hızda ortadan kalkacağını ima eden hata düzeltme mekanizmasının işleyip işlemediğinin kontrol edileceği kısa dönem hata düzeltme regresyonu tahmin sonuçlarına bakılacaktır. Bu sonuçlar Tablo 3.6.'da raporlanmıştır. Hata düzeltme teriminin negatif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre hata düzeltme mekanizması çalışmaktadır. Katsayı tahminine göre dengeden meydana gelen sapmanın yaklaşık yüzde 75'nin bir dönem sonra kapatılacağı söylenebilir (Kalan sapmanın da yüzde 75'i ikinci dönem sonunda ortadan kalkacaktır).

Tablo 3.6. Kısa Dönem Hata Düzeltme Regresyonu Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği
ΔY	39.08532***	4.878855	8.011166
ΔE	0.905042***	0.100911	8.968739
$ECT_{(t-1)}$	-0.752821***	0.094018	-8.007217
Sabit Terim	-128.7973***	16.08650	-8.006547

Not: *, ** ve *** sembolleri sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerindeki istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

EKC hipotezi'nin geçerliliği ve politika imaları uzun dönemde önemlidir. ARDL modelinin uzun dönem katsayıları Tablo 3.7.'de raporlanmıştır. Tablo incelendiğinde; Y^2 ve Y^3 'ün yüzde 5 düzeyinde; Y, E, R, T'nin yüzde 1 düzeyinde istatistiki anlamlılığa sahip olduğu görülmektedir. Kişi başına çevre kirliliği (CO_2 emisyonu) ile kişi başına gelir arasındaki ters U ilişkisini ima eden EKC hipotezinin geçerli olabilmesi için Y'nin katsayısının pozitif, Y^2 'nin negatif ve anlamlı iken Y^3 'ün anlamsız olması gerekmektedir.

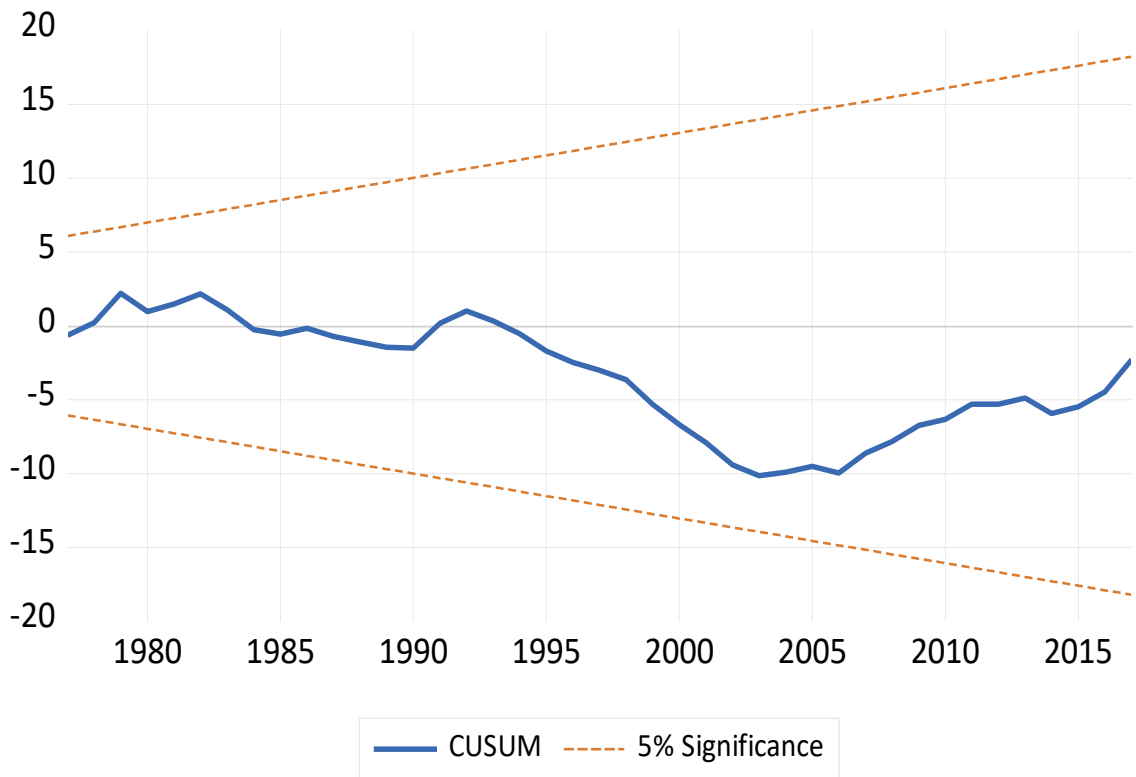
Tablo 3.7. ARDL Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği
Y	52.23777***	17.71330	2.949070
Y^2	-5.407131**	2.043155	-2.646461
Y^3	0.187497**	0.078241	2.396408
E	0.572477***	0.185869	3.080012
R	-0.148234***	0.042388	-3.497093
T	0.050900***	0.017749	2.867743

Dönüm Noktası: 14955 ABD Doları

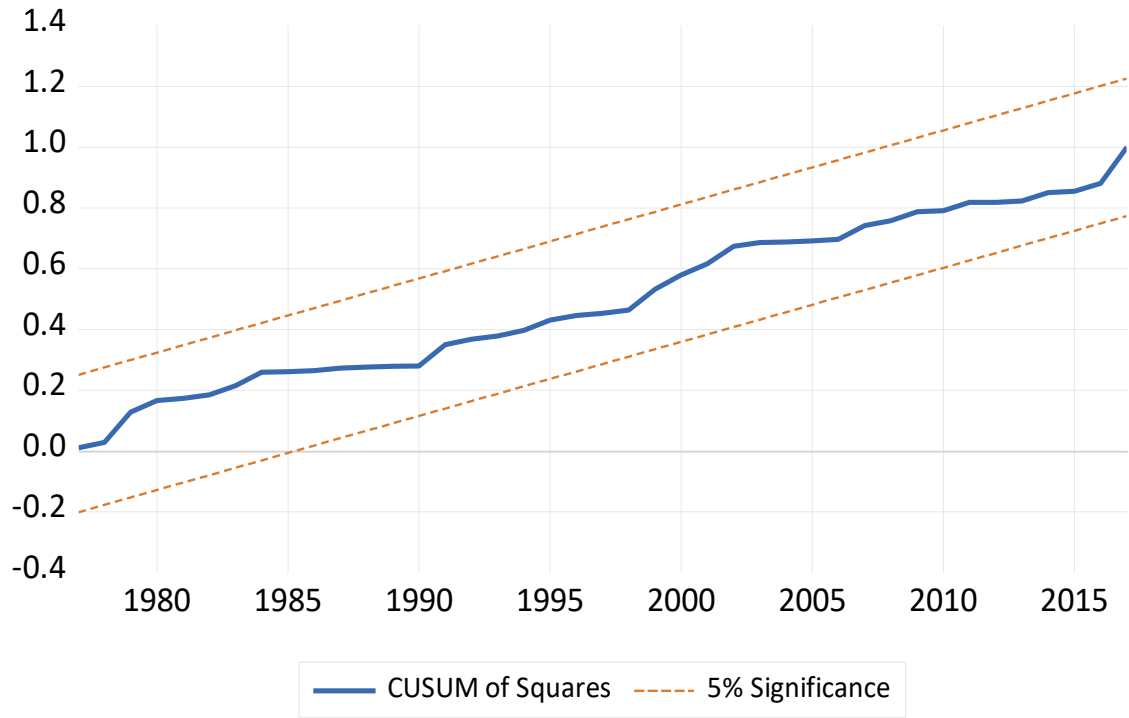
Not: *, ** ve *** sembolleri sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerindeki istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir. Kübik formda yapılan EKC tahmin sonuçlarına göre ters U ilişkisi tespit edilememiştir. Dönüm noktası sadece fikir vermesi amacıyla hesaplanmıştır.

Tablo 3.7.'de raporlanan ampirik bulgular N şeklinde kübik polinomial ilişkiyi ima etmektedir. Ampirik modelin bağımlı değişkeni olan kişi başına CO₂ emisyonunu uzun dönemde, tamamı istatistiki anlamlılığa sahip olmak üzere; kişi başına enerji tüketiminin pozitif, kişi başına yenilebilir enerji tüketiminin negatif ve ticari dışa açıklığın pozitif etkilediği tespit edilmiştir. Bu bulguların güvenilirliğini test etmek amacıyla Brown vd. (1975) tarafından ileri sürülen *CUSUM* ve *CUSUM of Squares* yapısal kırılma testleri hesaplanmıştır. Şekil 3.3.'te ardışık hataların birikimli toplamıyla hesaplanan *CUSUM* test sonucu resmedilmiştir. *CUSUM* test istatistiği yüzde 5 güven aralığı içerisinde ve modelde bir kırılma olmadığına ilişkin genel bir fikir vermektedir.



Şekil 3.3. *CUSUM* Test Sonucu

Ardışık hata karelerinin birikimli toplamıyla hesaplanan *CUSUM of Squares* testi *CUSUM* testine göre yapısal değişikliği yakalamada daha iyi bir testtir. Bu test istatistiği de yüzde 5 güven aralığının dışına çıkmamıştır. Bu sonuca göre tahmin edilen parametrelerin herhangi bir yapısal değişime maruz kalmadıkları ve bu açıdan güvenilir oldukları sonucuna ulaşılabilir.



Şekil 3.4. CUSUM of Squares Test Sonucu

Bugün insanın doğaya karşı aldığı tavır kritik bir önem taşımaktadır, çünkü şimdi doğayı değiştirecek ve yok edecek vahim bir güce kavuşmuş bulunuyoruz. Ancak insan doğanın bir parçasıdır ve onun doğaya açtığı bir savaş kaçınılmaz olarak kendisine açtığı bir savaş demektir.

-Rachel Carson

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çevre tarihçisi Joachim Radkau'ya göre: “...Fransız milliyetçiliği için Jeanne d’Arc neyse Amerikan çevre hareketi için Rachel Carson aynı anlamda gelmektedir...” Carson’ın 1962 yılında yayımlanan Sessiz Bahar’ını takip eden senelerde çevresel sorunlar ve bu konudaki toplumsal bilinçte bir artış yaşanmıştır. Bu bilinç artışı; 1972’deki Stockholm Konferansı ve Büyümenin Sınırları Raporu, 1987’de Ortak Geleceğimiz (Brutland) Raporu, 1988’de IPCC’nin kuruluşu, 1997’de Kyoto Protokolü, 2009’da Kopenhag Anlaşması ve 2015 Paris Konferansı’nda ve bu süreçte gerçekleşen ancak burada ifade edilemeyen birçok gelişmeyle birikimli olarak meydana gelmiştir. Çevre kalitesi (veya kirliliği) küresel kamusal mal (ya da dışsallık) olarak tüm insanlığı doğrudan ilgilendirmektedir. İnsan kaynaklı çevre kirliliğinin nihai bedeli olarak nitelendirilebilecek iklim değişikliği, yukarıda zikredilen girişimlerin ve bilimsel araştırmaların da katkısıyla dünya gündeminde kendine en ön sıralarda yer bulmaya başlamıştır. İklim değişikliği, fen bilimlerinin yanı sıra sosyal bilimlerde de barındırdığı potansiyel riskler bakımından ilgi çeken bir araştırma konusu olmuştur. İktisatçıların da bu konuda başı çektiği görülmektedir. Hatta bu yılki Nobel Ekonomi Ödülünü paylaşan iki iktisatçıdan biri, iklim değişikliğinin uzun dönem ekonomik büyümeye etkileri konusunda iktisadi model kurma araştırmalarına öncülük eden William Nordhaus olmuştur.

İktisatçılar, özellikle de çevre-ekonomi ilişkisine dair ampirik araştırma yapan iktisatçılar; otuz yıla yaklaşan bir süredir, kişi başına çevresel kirlilik ile kişi başına gelir arasındaki ilişkileri Çevresel Kuznets Eğrisi olarak adlandırılan hipotezin geçerliliğini küresel ve bölgesel ölçekte sınamaktadırlar. Bu hipoteze göre çevresel kirlilik kişi başına gelirin belli bir eşiğine kadar artar ve bu eşik aşıldıktan sonra azalmaya başlar. Ampirik spesifikasyonu basit polinomial regresyon ile yapılabilen bu fikir giderek büyüyen bir literatürde merak konusu olmaktadır.

Bu tezde EKC hipotezi literatürüne Türkiye örneği üzerinden ampirik katkı sağlamak amaçlanmıştır. Tezde öncelikle çevre kirliliği ve buna yönelik girişimler kısaca tanıtılmış ardından Dünyada ve Türkiye’de CO₂ emisyonlarının gelişimi güncel verilerle resmedilmiştir. İklim değişikliğinde merkezi rol oynayan bu gazla ilgili özetlenen gelişmelerin ardından, iklim değişikliği bilimi ile ilgili tarihsel bir özet verilmiş sonrasında da CO₂ emisyonlarının temel nedeni olan enerji üretimi ve kullanımına dair güncel verilerle bir durum tespiti yapılmıştır. Bu tespitler çevre kirliliğine dair geleceğe iyimser bakabilmemize imkân sağlayan az sayıdaki olumlu gelişmelerden olan yenilenebilir enerjiye dair güncel verilerle de desteklenmiştir. Tezin devamında EKC hipotezinin ortaya çıkışı ve oluşumunu açıklayan faktörler bağlamında açıklamalar yapılmış ve kapsamlı bir literatür incelemesi yapılmıştır. Bu hipotezin literatür taraması: i) çok ülkeli çalışmalar, ii) ülke spesifik çalışmalar, iii) Türkiye örneğinde yapılan çalışmalar olmak üzere üç grupta, sistematik olarak tablolastırmak suretiyle yapılmıştır. Bu tablolar ayrıca değerlendirilmiştir.

Tezin ampirik uygulamasında, 1960-2017 dönemini kapsayan yıllık verilerden yararlanılarak kişi başına CO₂ emisyonları ile kişi başına GSYH (karesi ve küpü ile birlikte), kişi başına enerji kullanımı, kişi başına yenilenebilir enerji kullanımı ve ticari dışı açıklığın dahil edildiği bir model kullanılmıştır. Birim kök testleri neticesinde derlenen veri setinin düzeyde durağan olmadığı tespit edilmiş ve eşbütünleşme analizi yapılmasına karar verilmiştir. Tahmin yöntemi olarak ARDL Sınır Testi kullanılmıştır. Analiz bulgularına göre; CO₂ emisyonları ile kişi başına gelir, enerji kullanımı, yenilenebilir enerji kullanımı ve ticari dışı açıklık arasında bir eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Ampirik bulgulara göre tespit edilen bu uzun dönem denge ilişkisinden herhangi bir sebeple meydana gelecek sapmaların da giderileceğini gösteren hata düzeltme mekanizmasının işlediği de görülmüştür. Hata düzeltme teriminin katsayı tahminine göre uzun dönem dengesinden meydana gelebilecek bir sapmanın yaklaşık yüzde 75’i bir dönem içerisinde giderilmektedir (Kalan sapmanın yüzde 75’i de ikinci dönemde giderilecektir).

Uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre, Y’nin katsayısı pozitif ve anlamlı, Y²’nin katsayısı negatif ve anlamlı ve Y³’ün katsayısı pozitif ve anlamlı bulunmuştur. Bu bulgular, kişi başına CO₂ emisyonları ile kişi başına reel GSYH arasında N şeklinde kübik

polinomial ilişkinin varlığını işaret etmektedir. Başka bir ifadeyle analiz bulgularına göre, EKC hipotezinin ima ettiği ters U şeklinde bir ilişki tespit edilememiştir.

Modeldeki açıklayıcı değişkenlerden kişi başına enerji kullanımının, kişi başına CO₂ emisyonları üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Kişi başına yenilenebilir enerji kullanımının kişi başına CO₂ emisyonları üzerindeki etkisi negatif ve anlamlı bulunmuştur. Bu beklenen ve arzu edilen bir bulgudur. Katsayı büyüklükleri mukayese edildiğinde kişi başına enerji kullanımının kişi başına CO₂ emisyonları üzerindeki etkisi, kişi başına yenilenebilir enerjinin azaltıcı etkisinden daha büyüktür. Bu sonuçlar da birinci bölümde güncel verilerle resmedilen Türkiye'nin enerji kullanım deseniyle uyumludur. Çalışmada ele alınan dönem içerisinde Türkiye ekonomisinin Dünya ekonomisine entegrasyonunda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu entegrasyon sürecinin etkilerinin de model tarafından kapsanması amacıyla, kontrol değişken olarak modele dahil edilen ticari açıklığın da kişi başına CO₂ emisyonları üzerindeki uzun dönemli etkisi pozitif ve anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen bu ampirik bulgular yorumlanırken araştırmanın gerçekleştirilmesinde karşılaşılan kısıtlar mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Bu kısıtlar şu şekilde sıralanabilir:

- i) Çalışmada çevresel kirlilik indikatörü olarak atmosferik göstergelerden kişi başına CO₂ emisyonları kullanılmıştır. Her ne kadar bu sera gazı iklim değişikliğinde en büyük paya sahip olsa da etkisi bulunan diğer sera gazları modelde incelenmemiştir.
- ii) Çalışmanın örnekleme Türkiye üzerine literatürün en geniş örneklemelerinden birine sahip olsa da araştırmanın örnekleme 1960-2017 dönemi ile sınırlıdır.
- iii) Çalışmada EKC hipotezinin gerektirdiği polinomial terimler haricinde açıklayıcı/kontrol değişken olarak kişi başına enerji kullanımı, yenilenebilir enerji kullanımı ve ticari dışa açıklık kullanılmıştır. Bu değişkenler haricinde finansal gelişme, kentleşme gibi değişkenlerin kullanımı modellerin açıklama güçlerini artıracaktır. Literatür taramasında da bu değişkenlerin son yıllarda yeni yeni modellere dahil edilmeye başladığı görülmektedir.
- iv) Tezde kullanılan birim kök testleri ve eşbütünleşme tahminçileri lineer metodolojiye sahiptir. Yapılacak yorumlarda bu doğrusallık varsayımı unutulmamalıdır.

Yukarıda bahsedilen kısıtlar altında çalışmada yapılan kapsamlı literatür taraması ve ampirik analiz sonucunda elde edilen bulgular ışığında araştırmacılar ve politika yapıcılara bir dizi öneride bulunmak mümkündür. Araştırmacılara yapılabilecek öneriler şu şekilde sıralanabilir:

- i) Literatür taraması neticesinde özellikle Türkiye örneğinde yapılan çalışmalarda bölgesel verilerle yapılmış mekânsal ekonometri tekniklerini kullanan çalışma sayısının oldukça yetersiz olduğu görülmüştür. Bu bağlamda ciddi veri kısıtına rağmen yapılabilecek çalışmaların hem literatüre ampirik katkıda bulunabileceği hem de bölgelere göre şekillendirilmiş politika önerilerine dayanak sağlayabileceği düşünülmektedir.
- ii) İndirgenmiş form eşitliği kullanan çalışmaların kontrol değişken olarak enerji kullanımı, yenilenebilir enerji kullanımı ve ticari dışa açıklığın dışında; kentleşme ve finansal gelişme gibi değişkenlerle birlikte yanı sıra sektörel veriler ile desteklenmesi hem modellerin açıklama gücünü artırabilecek hem de daha nitelikli sektörel bazlı politika önerilerinde bulunulmasına imkân sağlayabilecektir.
- iii) Bu çalışmanın bir sınırlılığı olarak da değerlendirilebilecek olan doğrusal yöntemlerle gerçekleştirilen birim kök ve eşbütünleşme analizlerinin doğrusal olmama ve yapısal kırılma durumlarını dikkate alan yöntemlerle gerçekleştirilmesinin daha genel geçer sonuçlara ulaşılmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir.
- iv) Az gelişmiş ülkeler üzerine yapılmış EKC hipotezini test eden çalışma sayısının nispeten kısıtlı olduğu görülmüştür. Bu ülkeler üzerine yapılacak yeni araştırmaların literatüre katkıda bulunması beklenmektedir.

Politika yapıcılara yönelik öneriler ise şu şekilde sıralanabilir:

- i) Çalışmanın ampirik bulgularına göre, enerji tüketimi ile CO₂ emisyonları arasında güçlü ve pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte yenilebilir enerji kullanımının da bu emisyonlar üzerinde azaltıcı etkisinin varlığı ortaya konulmuştur. Bu bağlamda Türkiye'nin enerji matrisinin yenilebilir enerjiye lehine dönüştürülmesinde çevresel maliyetler açısından yarar olduğu düşünülmektedir.

- ii) EKC hipotezi basit olarak hiçbir şey yapmamayı da ima etmekle birlikte, kişi başına gelir artışı belli bir eşik aşıldıktan sonra çevre kirliliğinin azalacağı şeklinde yorumlanmaktadır. Bununla birlikte Türkiye örneğinde -bu hipotez doğru kabul edilse dahi- hipotezin geçerli olmadığı tespit edilmiştir. Buna göre, çevre ile ilgili gerekli teşvik ve regülasyon politikalarının tasarlanması ve uygulanmasında daha aktif davranılmasında büyük yarar bulunmaktadır.
- iii) Yenilenebilir enerji kullanımı, çevresel etkisi bakımından yararlı olmasının yanı sıra Türkiye'nin cari işlemler dengesinde büyük payı bulunan enerji ithalatını azaltma potansiyeli bakımından da ciddi fayda sağlayabilir. Türkiye'nin enerji matrisinde yenilenebilir enerjinin payı arttıkça, enerji ithalatından kaynaklanan cari işlemler açıkları azalacak, enerji ithalatına ödenen kaynaklar da ekonominin kalkınmasına ayrılacaktır.

KAYNAKÇA

- Abid, M. (2015). The Close Relationship between Informal Economic Growth and Carbon Emissions in Tunisia since 1980: The (ir)relevance of Structural Breaks. *Sustainable Cities and Society*, 15, 11-21.
- Acaravci, A., ve Ozturk, I. (2010). On the Relationship Between Energy Consumption, CO₂ Emissions and Economic Growth in Europe. *Energy*, 35, 5412e5420.
- Ahmad, A., Zhao, Y., Shahbaz, M., Bano, S., Zhang, Z., Wang, S., ve Liu, Y. (2016). Carbon Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: An Aggregate and Disaggregate Analysis of the Indian Economy. *Energy Policy*, 96, 131-143.
- Ajmi, A. N., Hammoudeh, S., Nguyen, D. K., ve Sato, J. R. (2015). On the Relationships between CO₂ Emissions, Energy Consumption and Income: The Importance of Time Variation. *Energy Economics*, 49, 629–638.
- Akbostancı, E., Aşık, S. T., ve Tunç, G. İ. (2009). The Relationship between Income and Environment in Turkey: Is There an Environmental Kuznets Curve? *Energy Policy*, 37, 861-867.
- Alam, M. M., Murad, M. W., Noman, A. H., ve Ozturk, I. (2016). Relationships among Carbon Emissions, Economic Growth, Energy Consumption and Population Growth: Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Brazil, China, India and Indonesia. *Ecological Indicators*, 70, 466–479.
- Alshehry, A. S., ve Belloumi, M. (2017). Study of the Environmental Kuznets Curve for Transport Carbon Dioxide Emissions in Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1339-1347.
- Ang, J. B. (2007). CO₂ Emissions, Energy Consumption, and Output in France. *Energy Policy*, 35, 4772–4778.
- Antle, J., ve Heidebrink, G. (1995). Environment and Development: Theory and International Evidence. *Economic Development and Cultural Change*, 43(3), 603-625.

- Antonakakisa, N., Chatziantoniou, I., ve Filis, G. (2017). Energy Consumption, CO₂ Emissions, and Economic Growth: An Ethical Dilemma. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 808–824.
- Antweiler, W., Copeland, B. R., ve Taylor, M. S. (2001). Is Free Trade Good for the Environment? *American Economic Review*, 91(4), 877-908.
- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C., . . . Pimentel, D. (1995). Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment. *Ecological Economics*, 15(2), 91-95.
- Asteriou, D., ve Hall, S. G. (2015). *Applied Econometrics* (3. b.). Londra: Palgrave.
- Atıcı, C., ve Kurt, F. (2007). Türkiye'nin Dış Ticareti ve Çevre Kirliliği: Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 13(2), 61-69.
- Aydın, C., ve Esen, Ö. (2017). The Validity of The Environmental Kuznets Curve Hypothesis for CO₂ Emissions in Turkey: New Evidence from Smooth Transition Regression Approach. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(39), 101-116.
- Azlina, A., Law, S. H., ve Mustapha, N. H. (2014). Dynamic Linkages among Transport Energy Consumption, Income and CO₂ Emission in Malaysia. *Energy Policy*, 73, 598–606.
- Azomahou, T., Laisney, F., ve Van, P. N. (2006). Economic Development and CO₂ Emissions: A Nonparametric Panel Approach. *Journal of Public Economics*, 90, 1347– 1363.
- Baek, J., ve Kim, H. S. (2013). Is Economic Growth Good or Bad for the Environment? Empirical Evidence from Korea. *Energy Economics*, 36, 744–749.
- Balıbey, M. (2015). Relationships among CO₂ Emissions, Economic Growth and Foreign Direct Investment and the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Turkey. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 5(4), 1042-1049.

- Başar, S., ve Temurlenk, M. S. (2007). Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 1-12.
- Beckerman, W. (1992). Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose Environment? *World Development*, 20(4), 481-496.
- Begum, R. A., Sohag, K., Abdullah, S. M., ve Jaafar, M. (2015). CO₂ emissions, energy consumption, economic and population growth in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 594-601.
- Bento, J. P., ve Moutinho, V. (2016). CO₂ Emissions, Non-renewable and Renewable Electricity Production, Economic Growth, and International Trade in Italy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 142-155.
- Bernard, L., ve Semmler, W. (2015). *The Oxford Handbook of the Macroeconomics of Global Warming*. Oxford: Oxford University Press.
- Bickel, P., ve Friedrich, R. (2005). *ExternE : Externalities of Energy : Methodology 2005 Update*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Bimonte, S. (2002). Information Access, Income Distribution, and the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 41(4), 145-156.
- Birdsall, N., ve Wheeler, D. (1993). Trade Policy and Industrial Pollution in Latin America: Where Are the Pollution Havens? . *The Journal of Environment & Development*, 2(1), 137-149.
- Bo, S. (2011). A Literature Survey on Environmental Kuznets Curve. *Energy Procedia*, 5, 1322–1325.
- Borcherding, T. E., ve Deacon, R. (1972). The Demand for the Services of Non-Federal Governments. *American Economic Review*, 62(5), 891-901.
- Bouznit, M., ve P.Pablo-Romero, M. d. (2016). CO₂ emission and Economic Growth in Algeria. *Energy Policy*, 96, 93–104.

- Bölük, G., ve Mert, M. (2015). The Renewable Energy, Growth and Environmental Kuznets Curve in Turkey: An ARDL Approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 587–595.
- BP. (2018). *British Petroleum Statistical Review of World Energy*. Mart 19, 2019 tarihinde <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> adresinden alındı
- Brizga, J., Feng, K., ve Hubacek, K. (2013). Drivers of CO₂ Emissions in the Former Soviet Union: A Country Level. *Energy*, 59, 743e753.
- Brown, R. L., Durbin, J., ve Evans, J. M. (1975). Techniques for Testing the Constancy of Regression Relationships over Time. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 37(2), 149-192.
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin.
- Chaudhuri, S., ve Pfaff, A. (1998). Household Income, Fuel Choice, and Indoor Air Quality: Microfoundations of an Environmental Kuznets Curve. *Columbia University Department of Economics Mimeo*.
- Chen, P.-Y., Chen, S.-T., Hsu, C.-S., ve Chen, C.-C. (2016). Modeling the Global Relationships among Economic Growth, Energy Consumption and CO₂ Emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 420–431.
- Chen, W.-J. (2012). The Relationships of Carbon Dioxide Emissions and Income in a Newly Industrialized Economy. *Applied Economics*, 44, 1621–1630.
- Chiu, Y.-B. (2017). Carbon Dioxide, Income and Energy: Evidence from a Non-Linear Model. *Energy Economics*, 61, 279–288.
- Chowdhury, R. R., ve Moran, E. F. (2012). Turning the Curve: A Critical Review of Kuznets Approaches. *Applied Geography*, 32(1), 3-11.
- Christensen, P. (2004). Economic Thought, History of Energy in C. Cleveland içinde, *Encyclopedia of Energy* (Cilt II, s. 117-130). Amsterdam: Elsevier Academic Press.

- Cole, M. A. (2004). Trade, the Pollution Haven Hypothesis and the Environmental Kuznets Curve: Examining the Linkages. *Ecological Economics*, 48(1), 71-81.
- Cole, M. A., Rayner, A. J., ve Bates, J. M. (1997). The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis. *Environment and Development Economics*, 2(4), 401-416.
- Copeland, B., ve Taylor, M. S. (1995). Trade and the Environment: A Partial Synthesis. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(3), 765-771.
- Coxhead, I. (2019). Environmentalism with Chinese Characteristics—A Review of Matthew E. Kahn and Siqi Zheng’s Blue Skies over Beijing: Economic Growth and the Environment in China. *Journal of Economic Literature*, 57(1), 161–179.
- Çağlar, A. E., ve Mert, M. (2017). Türkiye'de Çevresel Kuznets Hipotezi ve Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Karbon Salımı Üzerine Etkisi: Yapısal Kırılmalı Eşbütünlüşme Yaklaşımı. *Yönetim ve Ekonomi*, 24(1), 21-38.
- Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H., ve Wheeler, D. (2002). Confronting the Environmental Kuznets Curve. *Journal of Economic Perspectives*, 16(1), 147–168.
- Day, K. M., ve Grafton, R. Q. (2003). Growth and the Environment in Canada: An Empirical Analysis. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 51(2), 197-216.
- Dickey, D. A., ve Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427-431.
- Dickey, D. A., ve Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49, 431-455.
- Dinda, S. (2008). *Environment and Development Trajectory: A Fresh Look on Theory and Empirics*. New York: Nova Science Pub Inc.

- Dinda, S., Coondoo, D., ve Pal, M. (2000). Air Quality and Economic Growth: An Empirical Study. *Ecological Economics*, 34, 409–423.
- Ehrlich, P. (1968). *The Population Bomb*. New York: Ballentine.
- Elgin, C., ve Öztunalı, O. (2014). Environmental Kuznets Curve for the Informal Sector of Turkey (1950-2009). *PANOECONOMICUS*, 4, 471-485.
- Elliott, G., Rothenberg, T. J., ve Stock, J. (1996). Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root. *Econometrica*, 64(4), 813-836.
- Erdoğan, İ., Türköz, K., ve Görüş, M. Ş. (2015). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye Ekonomisi için Geçerliliği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 44, 113-123.
- Esteve, V., ve Tamarit, C. (2012). Threshold Cointegration and Nonlinear Adjustment between CO₂ and Income: The Environmental Kuznets Curve in Spain, 1857–2007. *Energy Economics*, 34, 2148–2156.
- Farhani, S., ve Shahbaz, M. (2014). What Role of Renewable and Non-Renewable Electricity Consumption and Output is Needed to Initially Mitigate CO₂ Emissions in MENA Region? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 80–90.
- Fourier, J.-B.-J. (1824). Remarques Générales Sur les Températures du Globe Terrestre et des Espaces Planétaires. *Annales de Chimie et de Physique*, 27, 136-67.
- Friedl, B., ve Getzner, M. (2003). Determinants of CO₂ Emissions in a Small Open Economy. *Ecological Economics*, 45, 133-148.
- Fujii, H., ve Managi, S. (2013). Which Industry is Greener? An Empirical Study of Nine Industries in OECD Countries. *Energy Policy*, 57, 381–388.
- Fuller, W. A. (1976). *Introduction to Statistical Time Series*. New York: Wiley.
- Gautier, C. (2014). *Petrol, Su ve İklim* (2. b.). (S. Genç, Çev.) Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.

- Ginevičius, R., Lapinskienė, G., ve Peleckis, K. (2017). The Evolution of the Environmental Kuznets Curve Concept: The Review of the Research. *Panoeconomicus*, 64(1), 93-112.
- Goldemberg, J. (2004). Development and Energy, Overview. C. Cleveland içinde, *Encyclopedia of Energy* (Cilt I, s. 801-807). Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- Gozgor, G., ve Can, M. (2016). Export Product Diversification and The Environmental Kuznets Curve: Evidence from Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(21), 21594–21603.
- Gökmenoğlu, K., ve Taspınar, N. (2016). The Relationship Between CO₂ Emissions, Energy Consumption, Economic Growth And FDI: The Case of Turkey. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 25(5), 706-723.
- Göktaş, P., Pekmezci, A., ve Bozkurt, K. (2019). *Ekonometrik Serilerde Uzun Dönem Eşbütünleşme ve Kısa Dönem Nedensellik: Makroekonomik Verilerle Eviews ve Stata Uygulamaları* (2. b.). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Greene, W. H. (2008). *Econometric Analysis* (6. b.). Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall.
- Grossman, G. M., ve Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *NBER Working Paper No. 3914*, 1-57.
- Grossman G.M. ve Krueger, A.B. (1993). Environment Impacts of a North American Free Trade Agreement. Garber, P.M. Ed., içinde, *The Mexican-US Free Trade Agreement* (sf. 1-10), Cambridge: MIT Press
- Güney, A. (2018). Genişletilmiş Çevresel Kuznets Eğrisinin Türkiye için Yeniden Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32(3), 745-761.
- Gürlük, S., ve Karaer, F. (2004). Türkiye'de Ekonomik Büyüme ile Çevre Kirliliği İlişkisinin İncelenmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 10(1-2), 43-54.

- Halicioğlu, F. (2009). An Econometric Study of CO₂ Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey. *Energy Policy*, 37, 1156-1164.
- Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. New Jersey: Princeton University Press.
- Hamit-Haggar, M. (2012). Greenhouse Gas Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: A Panel. *Energy Economics*, 34, 358–364.
- He, Z., Xu, S., Shen, W., Long, R., ve Chen, H. (2017). Impact of Urbanization on Energy Related CO₂ Emission at Different Development Levels: Regional Difference in China based on Panel Estimation. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1719-1730.
- Heidari, H., Katircioğlu, S. T., ve Saeidpour, L. (2015). Economic Growth, CO₂ Emissions, and Energy Consumption in the Five Asean Countries. *Electrical Power and Energy Systems*, 64, 785–791.
- Hsiang, S., ve Kopp, R. E. (2018). An Economist's Guide to Climate Change Science. *Journal of Economic Perspectives*, 32(4), 3-32.
- Hulme, M. (2015). *İklim Değişikliği Konusunda Neden Anlaşamıyoruz: İklim Değişikliğinin Bilimsel, Ekonomik, Politik ve Sosyolojik Boyutu*. (M. Özenç, Çev.) İstanbul: Alfa.
- Hussain, M., Javaid, M. I., ve Drake, P. R. (2012). An Econometric Study of Carbon Dioxide (CO₂) Emissions, Energy Consumption, and Economic Growth of Pakistan. *International Journal of Energy Sector Management*, 6(4), 518-533.
- Iwata, H., KeisukeOkada, ve SovannroeunSamreth. (2010). Empirical Study on the Environmental Kuznets Curve for CO₂ in France: The role of Nuclear Energy. *Energy Policy*, 38, 4057–4063.
- Jalil, A., ve SyedF.Mahmud. (2009). Environment Kuznets Curve for CO₂ Emissions: A Cointegration Analysis for China. *Energy Policy*, 37, 5167–5172.
- Jaunky, V. C. (2011). The CO₂ Emissions–Income Nexus:Evidence from Rich Countries. *Energy Policy*, 39, 1228–1240.

- Jayanthakumaran, K., Verma, R., ve Liu, Y. (2012). CO2 Emissions, Energy Consumption, Trade and Income: A Comparative Analysis of China and India. *Energy Policy*, 42, 450–460.
- Kahn, M., ve Zheng, S. (2018). *Pekin’de Mavi Bir Gökyüzü: Çin’in Büyüyen Ekonomisi ve Çevre Sorunları*. (B. Uğuz, Çev.) İstanbul: Koç Üniversitesi Yayınları.
- Kaika, D., ve Zervas, E. (2013a). The Environmental Kuznets Curve (EKC) Theory-Part A: Concept, Causes and the CO2 Emissions Case. *Energy Policy*, 62, 1392-1402.
- Kaika, D., ve Zervas, E. (2013b). The Environmental Kuznets Curve (EKC) Theory-Part B: Critical Issues. *Energy Policy*, 62, 1403-1411.
- Kais, S., ve Hammami S. (2016). An Econometric Study of the Impact of Economic Growth and Energy Use on Carbon Emissions: Panel Data Evidence from Fifty Eight Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1101–1110.
- Kara, H., ve Sarıkaya, Ç. (2013). Türkiye’de Konjonktürel Etkilerden Arındırılmış Cari İşlemler Dengesi. *İktisat İşletme ve Finans*, 28(332), 09-32.
- Karasoy, A. (2019). Drivers of Carbon Emissions in Turkey: Considering Asymmetric Impacts. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(9), 9219–9231.
- Karasoy, A., ve Akçay, S. (2018). Effects of Renewable Energy Consumption and Trade on Environmental Pollution: The Turkish Case. *Management of Environmental Quality*, 30(2), 437-455 .
- Katircioglu, S., ve Celebi, A. (2018). Testing the Role of External Debt in Environmental Degradation: Empirical Evidence from Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 843–8852.
- Katircioğlu, S. T., ve Taşpınar, N. (2017). Testing the Moderating Role of Financial Development in an Environmental Kuznets Curve: Empirical Evidence from Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 572–586.
- Kaya, M. G., ve Kaya, P. H. (2018). Environmental Kuznets Curve and Turkey: An ARDL Approach. N. Tsounis, ve A. Vlachvei içinde, *Advances in Panel Data*

Analysis in Applied Economic Research (s. 223-234). Cham, Switzerland: Springer Proceedings in Business and Economics.

- Kaygısız, A. D. (2018). Çevresel Kuznets Hipotezi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(32), 186-204.
- Keeling, C. D. (1997). Climate Change and Carbon Dioxide: An Introduction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(16), 8273-8274.
- Kennedy, P. (2008). *A Guide to Econometrics* (6. b.). Malden, MA: Blackwell Publishing.
- Keskingöz, H., ve Karamelikli, H. (2015). Dış Ticaret-Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyümenin CO₂ Emisyonu Üzerine Etkisi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9, 7-17.
- Kılıç, R., ve Akalın, G. (2016). Türkiye’de Çevre ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(2), 49-60.
- Kiviyiro, P., ve Arminen, H. (2014). Carbon Dioxide Emissions, Energy Consumption, Economic growth, and Foreign Direct Investment: Causality Analysis for Sub-Saharan Africa. *Energy*, 74, 595-606.
- Kocak, E. (2014). Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 62-73.
- Koçak, E., ve Şarkgüneşi, A. (2018). The Impact of Foreign Direct Investment on CO₂ Emissions in Turkey: New Evidence from Cointegration and Bootstrap Causality Analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 790–804.
- Kohler, M. (2013). CO₂ Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade: A South African Perspective. *Energy Policy*, 63, 1042-1050.
- Kristrom, B., ve Riera, P. (1996). Is the Income Elasticity of Environmental Improvements Less than One? *Environmental and Resource Economics*, 7(1), 45–55.

- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C., Schmidt, P., ve Shin, Y. (1992). Testing the Null Hypothesis of Stationarity against the Alternative of a Unit Root: How Sure are We that Economic Time Series have a Unit Root? *Journal of Econometrics*, 54(1-3), 159-178.
- Lau, L.-S., Choong, C.-K., ve Eng, Y.-K. (2014). Investigation of the Environmental Kuznets Curve for Carbon Emissions in Malaysia: Do Foreign Direct Investment and Trade Matter? *Energy Policy*, 68, 490-497.
- Le Quéré, C., Andrew, R. M., Friedlingstein, P., Sitch, S., Hauck, J., Pongratz, J., . . . Canadell, J. G. (2018). Global Carbon Budget. *Earth System Science Data*, 10(4), 2141-2194.
- Lebe, F. (2016). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Türkiye için Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(2), 177-194.
- Liddle, B. (2001). Free Trade and the Environment-Development System. *Ecological Economics*, 39, 21 – 36.
- Lise, W. (2006). Decomposition of CO₂ emissions over 1980–2003 in Turkey. *Energy Policy*, 34, 1841–1852.
- Lucas, R. E., Wheeler, D., ve Hettige, H. (1992). Economic Development, Environmental Regulation, and the International Migration of Toxic Industrial Pollution: 1960-88. *World Bank Policy Research Working Paper Series No. 1062*.
- MacFarling Meure, C., Etheridge, D., Trudinger, C., Steele, P., Langenfelds, R., Ommen, T. v., . . . Elkins, J. (2006). Law Dome CO₂, CH₄ and N₂O ice core records extended to 2000 years BP. *Geophysical Research Letters*, 33(14), 1-4.
- Maddala, G. S., ve Kim, I.-M. (1998). *Unit Roots, Cointegration, and Structural Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Mani, M., ve Wheeler, D. (1998). In Search of Pollution Havens? Dirty Industry in the World Economy 1960 to 1995. *The Journal of Environment & Development*, 7(3), 215-247.
- Maslin, M. (2011). *Küresel Isınma*. (S. Gül, Çev.) Ankara: Dost Kitabevi Yayınları.
- McConnell, K. (1997). Income and the Demand for Environmental Quality. *Environment and Development Economics*, 2(4), 383-399.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., ve Behrens, W. H. (1972). *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books.
- Met Office Hadley Centre. (2019). Mart 19, 2019 tarihinde <https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut4/data/current/download.html> adresinden alındı
- Montgomery, S. L. (2014). *Küresel Enerjiye Yön Veren Güçler: 21. Yüzyıl ve Sonrası* (2. b.). (E. G. Şenol, Çev.) Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- Moosa, I. A. (2017). The Econometrics of the Environmental Kuznets Curve: an Illustration using Australian CO2 Emissions. *Applied Economics*, 49(49), 4927-4945.
- Morice, C. P., Kennedy, J. J., Rayner, N. A., ve Jones, P. D. (2012). Quantifying Uncertainties in Global and Regional Temperature Change Using an Ensemble of Observational Estimates: The HadCRUT4 Data Set. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 117, 1-22.
- Munasinghe, M. (2004). Sustainable Development: Basic Concepts and Application to Energy. C. Cleveland içinde, *Encyclopedia of Energy* (Cilt V, s. 789-808). Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- Nahman, A., ve Antrobus, G. (2005). The Environmental Kuznets Curve: A Literature Survey. *South African Journal of Economics*, 73(1), 105-120.
- National Oceanic & Atmospheric Administration Earth System Research Laboratory. (2019). *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*. Mart 19, 2019 tarihinde Global

Greenhouse Gas Reference Network:
<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/data.html> adresinden alındı

- Ng, S., ve Perron, P. (2001). Lag Length Selection and the Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power. *Econometrica*, 69(6), 1519-1554.
- Nordhaus, W. (2008). *A Question of Balance*. New Haven: Yale University Press.
- Nordhaus, W. (2019). Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics. *American Economic Review*, 109(6), 1991-2014.
- Nordhaus, W. D. (1977). Economic Growth and Climate: The Carbon Dioxide Problem. *The American Economic Review*, 67(1), 341-346.
- Ogaki, M. (1993). Unit Roots in Macroeconometrics: A Survey. *Monetary and Economic Studies*, 11(2), 131-154.
- Onafowora, O. A., ve Owoye, O. (2014). Bounds Testing Approach to Analysis of the Environment Kuznets Curve Hypothesis. *Energy Economics*, 44, 47–62.
- Our World in Data. (2019). 01 20, 2019 tarihinde <https://ourworldindata.org/> adresinden alındı
- Owen, A. D., ve Hanley, N. (2004). *The Economics of Climate Change*. Londra: Routledge.
- Ozatac, N., Gokmenoglu, K. K., ve Taspınar, N. (2017). Testing the EKC Hypothesis by Considering Trade Openness, Urbanization, and Financial Development: The Case of Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 16690–16701.
- Ozcan, B. (2013). The Nexus between Carbon Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Middle East Countries: A Panel Data Analysis. *Energy Policy*, 62, 1138–1147.
- Ozcan, B., Apergis, N., ve Shahbaz, M. (2018). A Revisit of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Turkey: New Evidence from Bootstrap Rolling Window Causality. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 32381–32394.

- Ozturk, I. (2010). A Literature Survey on Energy–Growth Nexus. *Energy Policy*, 38(1), 340-349.
- Ozturk, I., ve Acaravci, A. (2010). CO₂ Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 3220–3225.
- Ozturk, I., ve Acaravci, A. (2013). The Long-Run and Causal Analysis of Energy, Growth, Openness and Financial Development on Carbon Emissions in Turkey. *Energy Economics*, 36, 262–267.
- Ozturk, I., Aslan, A., ve Kalyoncu, H. (2010). Energy Consumption and Economic Growth Relationship: Evidence from Panel Data for Low and Middle Income Countries. *Energy Policy*, 38(8), 4422-4428.
- Panayotou, T. (1993). Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development. *World Employment Programme Research*, 1-45.
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into a Policy Tool. *Environment and Development Economics*, 2, 465–484.
- Panayotou, T. (2003). Economic Growth and Environment. *Economic Survey of Europe*(2), 45-72.
- Paramati, S. R., Alam, M. S., ve Chen, C.-F. (2017). The Effects of Tourism on Economic Growth and CO₂ Emissions: A Comparison between Developed and Developing Economies. *Journal of Travel Research*, 56(6), 712–724.
- Park, J. Y. (1992). Canonical Cointegrating Regressions. *Econometrica*, 60(1), 119-143.
- Pata, U. K. (2018). Procedure, The Effect of Urbanization and Industrialization on Carbon Emissions in Turkey: Evidence from ARDL Bounds Testing. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 7740–7747.
- Pata, U. K. (2018). Renewable Energy Consumption, Urbanization, Financial Development, Income and CO₂ Emissions in Turkey: Testing EKC Hypothesis with Structural Breaks. *Journal of Cleaner Production*, 187, 770-779.

- Pata, U. K. (2018). The Influence of Coal And Noncarbohydrate Energy Consumption on CO₂ Emissions: Revisiting the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Turkey. *Energy*, 160, 1115-1123.
- Peet, J. (2004). Economic Systems and Energy, Conceptual Overview. C. Cleveland içinde, *Encyclopedia of Energy* (Cilt II, s. 103-115). Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- Pesaran, M. H. (2015). *Time Series and Panel Data Econometrics*. Oxford: Oxford University Press.
- Pesaran, M. H., ve Shin, Y. (1999). An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis. S. Strøm içinde, *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century The Ragnar Frisch Centennial Symposium* (s. 371-413). Cambridge: Cambridge University Press.
- Phillips, A. W. (1958). The Relation Between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861–1957. *Economica*, 25(100), 283-299.
- Phillips, P. C., ve Hansen, B. E. (1990). Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I(1) Processes. *The Review of Economic Studies*, 57(1), 99-125.
- Phillips, P. C., ve Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Ponting, C. (2012). *Dünyanın Yeşil Tarihi: Çevre ve Büyük Uygarlıkların Çöküşü*. (A. Başçı, Çev.) İstanbul: Sabancı Üniversitesi Yayınları.
- Radkau, J. (2017). *Doğa ve İktidar: Global Bir Çevre Tarihi*. (N. Güder, Çev.) İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Robalino-López, A., Mena-Nieto, Á., García-Ramos, J.-E., ve Golpe, A. A. (2015). Studying the Relationship between Economic Growth, CO₂ Emissions, and the Environmental Kuznets Curve in Venezuela (1980–2025). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 602–614.

- Rodríguez, M., Pena-Boquete, Y., ve Pardo-Fernández, J. C. (2016). Revisiting Environmental Kuznets Curves through the Energy Price Lens. *Energy Policy*, 95, 32–41.
- Saatçi, M., ve Dumrul, Y. (2011). Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk Ekonomisi için Yapısal Kırılmalı Eş-Bütünleşme Yöntemiyle Tahmini. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 37, 65-86.
- Saboori, B., ve Sulaiman, J. (2013a). CO₂ Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) Countries: A Cointegration Approach. *Energy*, 55, 813-822.
- Saboori, B., ve Sulaiman, J. (2013b). Environmental Degradation, Economic Growth and Energy Consumption: Evidence of the Environmental Kuznets curve in Malaysia. *Energy Policy*, 60, 892–905.
- Saboori, B., Sulaiman, J., ve Mohd, S. (2012). Economic Growth And CO₂ Emissions in Malaysia: A Cointegration Analysis of the Environmental Kuznets Curve. *Energy Policy*, 52, 184–191.
- Saikkonen, P. (1992). Estimation and Testing of Cointegrated Systems by an Autoregressive Approximation. *Econometric Theory*, 8(1), 1-27.
- Sarkodie, S. A., ve Strezov, V. (2019). A Review on Environmental Kuznets Curve Hypothesis Using Bibliometric and Meta-Analysis. *Science of the Total Environment*, 649, 128-145.
- Schwert, G. W. (1989). Tests for Unit Roots: A Monte Carlo Investigation. *Journal of Business & Economic Statistics*, 7(2), 147-159.
- Seker, F., Ertugrul, H. M., ve Cetin, M. (2015). The Impact of Foreign Direct Investment on Environmental Quality: A Bounds Testing and Causality Analysis for Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 347-356.
- Selden, T. M., ve Song, D. (1994). Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(2), 147-162.

- Shafik, N. (1994). Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis. *Oxford Economic Papers*, 46, 757-773.
- Shafik, N., ve Bandyopadhyay, S. (1992). Economic Growth and Environmental Quality Time-Series and Cross-Country Evidence. *Policy Research Working Paper* , 1-55.
- Shahbaz, M., Lean, H. H., ve Shabbira, M. S. (2012). Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Pakistan: Cointegration and. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 2947–2953.
- Shahbaz, M., Mahalik, M. K., Shah, S. H., ve Sato, J. R. (2016). Time-Varying Analysis of CO₂ Emissions, Energy Consumption, and Economic Growth Nexus: Statistical Experience in Next 11 Countries. *Energy Policy*, 98, 33-48.
- Shahbaz, M., Ozturk, I., Afza, T., ve Ali, A. (2013). Revisiting the Environmental Kuznets Curve in a Global Economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 494–502.
- Shahbaz, M., Sbia, R., Hamdi, H., ve Ozturk, I. (2014). Economic Growth, Electricity Consumption, Urbanization and Environmental Degradation Relationship in United Arab Emirates. *Ecological Indicators*, 45, 622–631.
- Shahbaz, M., Solarin, S. A., Sbia, R., ve Bibi, S. (2015). Does Energy Intensity Contribute to CO₂ Emissions? A Trivariate Analysis in Selected African Countries. *Ecological Indicators*, 50, 215–224.
- Sinn, H.-W. (2016). *Yeşil Paradoks: Küresel Isınmaya Arz Yanlı Bir Yaklaşım*. (M. E. Dinçer, Çev.) İstanbul: Koç Üniversitesi Yayınları.
- Smulders, S. (2004). Economic growth, Liberalization and the Environment. C. Cleveland içinde, *Encyclopedia of Energy Economics* (s. 53-64). Amsterdam: Elsevier.
- Soytas, U., ve Sarı, R. (2009). Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Member. *Ecological Economics*, 68(6), 1667-1675.

- Stern, D. (2004). Economic Growth and Energy. C. Cleveland içinde, *Encyclopedia of Energy* (Cilt II, s. 35-51). Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- Stern, D. I. (2004). The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development*, 32(8), 1419-1439.
- Stern, N. (2006). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Stern, N. (2009). *The Global Deal Climate Change and the Creation of a New Era of Progress and Prosperity*. New York : Public Affairs.
- Stern, N. (2015). *Why Are We Waiting? The Logic, Urgency, and Promise of Tackling Climate Change*. Cambridge: The MIT Press .
- Stern, N., Bowen, A., ve Whalley, J. (2014). *The Global Development of Policy Regimes to Combat Climate Change*. Singapore: World Scientific Publishing.
- Stock, J. H., ve Watson, M. W. (1993). A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems. *Econometrica*, 61(4), 783-820.
- Tan, F., Lean, H. H., ve Khan, H. (2014). Growth and Environmental Quality in Singapore: Is there any Trade-off? *Ecological Indicators*, 47, 149-155.
- Tang, C. F., ve Tan, B. W. (2015). The Impact of Energy Consumption, Income and Foreign Direct Investment on Carbon Dioxide Emissions in Vietnam. *Energy*, 74, 447-454.
- TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2011). *Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler*. Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı Yayın No: 1.
- Tiba, S., ve Omri, A. (2017). Literature Survey on the Relationships between Energy, Environment and Economic Growth. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 1129-1146.
- Tiwari, A. K., Shahbaz, M., ve Hye, Q. M. (2013). The Environmental Kuznets Curve and the Role of Coal Consumption in India: Cointegration and Causality Analysis in an Open Economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 519-527.

- Torras, M., ve Boyce, J. K. (1998). Income, inequality, and pollution: a reassessment of the. *Ecological Economics*, 25(2), 147-160.
- Tutulmaz, O. (2015). Environmental Kuznets Curve Time Series Application for Turkey: Why Controversial Results Exist for Similar Models? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 73–81.
- Ucal, M., An, N., ve Kurnaz, L. (2017). İklim Değişikliği Sürecinde Ekonomideki Yeni Kavramlar ve Yaklaşımlar. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 373-402.
- Uchiyama, K. (2016). *Environmental Kuznets Curve Hypothesis and Carbon Dioxide Emissions*. Tokyo: Springer Japan KK.
- Uçak, H., Aslan, A., Yucel, F., ve Turgut, A. (2014). A Dynamic Analysis of CO₂ Emissions and the GDP Relationship: Empirical Evidence from High-income. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 10(1), 38-50.
- Vita, G. d., Katircioglu, S., Altinay, L., Fethi, S., ve Mercan, M. (2015). Revisiting the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in a Tourism Development Context. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(21), 16652–16663.
- Wang, K.-M. (2012). Modelling the Nonlinear Relationship between CO₂ Emissions from Oil and Economic Growth. *Economic Modelling*, 29, 1537–1547.
- Wang, K.-M. (2013). The Relationship between Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: Quantile Panel-Type Analysis. *Quality & Quantity*, 47(3), 1337–1366.
- Wang, S. S., Zhou, D. Q., Zhou, P., ve Wang, Q. W. (2011). CO₂ emissions, Energy Consumption and Economic Growth in China: A Panel Data Analysis. *Policy, Energy*, 39, 4870–4875.
- Wang, S., Fang, C., ve Wang, Y. (2016). Spatiotemporal Variations of Energy-related CO₂ Emissions in China and its Influencing Factors: An Empirical Analysis Based on Provincial Panel Data. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 505-515.

- Ward, P. D. (2014). *Yerküre Sulara Gömülürken: Buz Örtüleri Olmayan Bir Dünya'da Geleceğimiz* (2. b.). (E. Soğancılar, Çev.) Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- World Bank. (1992). *Development and the Environment*. Washington DC: World Bank.
- World Development Indicators. (2019). *World Development Indicators*. Mart 19, 2019 tarihinde <http://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/> adresinden alındı
- World Economic Forum. (2019). *The Global Risks Report*. Geneva: World Economic Forum.
- Yavuz, N. Ç. (2014). CO₂ Emission, Energy Consumption, and Economic Growth for Turkey: Evidence from a Cointegration Test With a Structural Break. *Energy Sources*, 9(3), 229-235.
- Yurttagüler, İ. M., ve Kutlu, S. (2017). An Econometric Analysis of the Environmental Kuznets Curve: The Case of Turkey. *The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 5(1), 115-126.
- Zhang, L., ve Gao, J. (2016). Exploring the Effects of International Tourism on China's Economic Growth, Energy Consumption and Environmental Pollution: Evidence from a Regional Panel Analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 225-234.
- Zhu, H., Duan, L., Guo, Y., ve Yu, K. (2016). The Effects of FDI, Economic Growth and Energy Consumption on Carbon. *Economic Modelling*, 58, 237–248.

EKLER

EK-1: Şekil 1.4.' e ait Regresyon (Yatay Kesit-OLS) Tahmini ve İkili Korelasyon

Tablosu

Dependent Variable: CO₂

Method: Least Squares

Sample: 1 156

Included observations: 156

HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 5.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDP	0.000234	2.25E-05	10.37907	0.0000
C	0.296540	0.255030	1.162767	0.2467
R-squared	0.669016	Mean dependent var		3.993737
Adjusted R-squared	0.666867	S.D. dependent var		4.256530
S.E. of regression	2.456769	Akaike info criterion		4.648309
Sum squared resid	929.5002	Schwarz criterion		4.687410
Log likelihood	-360.5681	Hannan-Quinn criter.		4.664190
F-statistic	311.2799	Durbin-Watson stat		2.105842
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic		107.7252
Prob(Wald F-statistic)	0.000000			
	CO ₂	GDP		
CO ₂	1	0.8179342599624899		
GDP	0.8179342599624899	1		

EK 2: Şekil 1.5'e ait Regresyon (Yatay Kesit-OLS) Tahmini ve İkili Korelasyon Tablosu

Dependent Variable: CO₂

Method: Least Squares

Included observations: 58

Huber-White-Hinkley (HC1) heteroskedasticity consistent standard errors and covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDP1	0.000427	1.84E-05	23.18218	0.0000
C	-0.377187	0.116371	-3.241241	0.0020
R-squared	0.953442	Mean dependent var		2.654137
Adjusted R-squared	0.952611	S.D. dependent var		1.351376
S.E. of regression	0.294181	Akaike info criterion		0.424634
Sum squared resid	4.846393	Schwarz criterion		0.495684
Log likelihood	-10.31439	Hannan-Quinn criter.		0.452310
F-statistic	1146.809	Durbin-Watson stat		0.187705
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic		537.4135
Prob(Wald F-statistic)	0.000000			
		CO ₂		GDP1
CO ₂		1		0.9764437038953859
GDP1		0.9764437038953859		1