



**EKOLOJİK AYAK İZİ VE ENERJİ
ÇEŞİTLİLİĞİ AÇISINDAN ÇEVRESEL
KUZNETS EĞRİSİNİN GEÇERLİLİĞİ:
TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

Hatice Melissa KARTAL

(Yüksek Lisans Tezi)

Eskişehir, 2022

**EKOLOJİK AYAK İZİ VE ENERJİ ÇEŞİTLİLİĞİ
AÇISINDAN ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİNİN
GEÇERLİLİĞİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

Hatice Melissa KARTAL

T.C.

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İktisat Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Eskişehir, 2022

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Hatice Melissa KARTAL tarafından hazırlanan “Ekolojik Ayak İzi ve Enerji Çeşitliliği Açısından Çevresel Kuznets Eğrisinin Geçerliliği: Türkiye Örneği” başlıklı bu çalışma 23/6/2022 tarihinde Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili maddesi uyarınca yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından İktisat Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof. Dr. İnci PARLAKTUNA

Üye

Doç. Dr. Hakan ACAROĞLU

(Danışman)

Üye

Prof. Dr. Erkan ÖZATA

ONAY

.../ .../ 2022

Doç. Dr. Oytun MEÇİK
Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin/projenin Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi hükümlerine göre hazırlandığını; bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmanın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu 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 çalışmanın Eskişehir Osmangazi Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla taranmasını kabul ettiğimi ve hiçbir şekilde intihal içermediğini beyan ederim. Yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Hatice Melissa KARTAL

ÖZET

EKOLOJİK AYAK İZİ VE ENERJİ ÇEŞİTLİLİĞİ AÇISINDAN ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİNİN GEÇERLİLİĞİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

KARTAL, Hatice Melissa

Yüksek Lisans-2022

İktisat Anabilim Dalı

Danışman: Doc. Dr. Hakan ACAROĞLU

Bu çalışma, 1971-2015 yılları arasında Türkiye için ekonomik büyüme, ticari açıklık, birincil enerji tüketimi, kömür tüketimi, alternatif ve nükleer enerji tüketimi ve hidroelektrik tüketimi ile çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi çerçevesinde ARDL zaman serisi yaklaşımıyla incelemektedir. Çevresel bozulma göstergesi olarak hem kişi başı CO₂ emisyonu hem de kişi başı ekolojik ayak izi kullanılmıştır ve çalışmanın amacı doğrultusunda 8 ayrı model oluşturulmuştur.

Bulgular, Türkiye'de hem CO₂ emisyonu hem de ekolojik ayak izi için EKC hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. CO₂ emisyonunun bağımlı değişken olduğu modellerde dönüm noktaları 18.704\$, 16.361\$, 14.021\$ ve 13.571\$ olarak hesaplanmıştır. Ekolojik ayak izinin bağımlı değişken olduğu modellerde dönüm noktaları 11.824\$, 11.821\$, 11.397\$ ve 15.476\$ olarak hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre uzun dönemde ticari açıklık CO₂ emisyonunu artırırken ekolojik ayak izini azaltmaktadır. Kömür tüketimi hem CO₂ emisyonunu hem de ekolojik ayak izini artırmaktadır. Alternatif ve nükleer enerji tüketimi ve hidroelektrik tüketimi CO₂ emisyonunu azaltırken, ekolojik ayak izi üzerinde bir etkisi yoktur. Bulgulara göre yenilenebilir enerji tüketimini artırmak çevresel bozulmaları azaltmak açısından önemlidir.

Anahtar kelimeler: Çevresel Kuznets Eğrisi, CO₂ emisyonları, Ekolojik ayak izi, Yenilenebilir enerji, ARDL sınır testi

ABSTRACT

THE VALIDITY OF ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE IN TERMS OF ECOLOGICAL FOOTPRINT AND ENERGY DIVERSITY: THE CASE OF TURKEY

KARTAL, Hatice Melissa

Master Degree-2022

Department of Economics

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Hakan ACAROĞLU

This study investigates the relationship between economic growth, trade openness, primary energy consumption, coal consumption, alternative and nuclear energy consumption, hydroelectric consumption, and environmental degradation for Turkey from 1971 to 2015, with the ARDL time series approach within the concept of the EKC hypothesis. An indicator of environmental degradation, both CO₂ emission and ecological footprint per capita values were used and 8 different models were created in line with the purpose of the study.

The findings reveal that the EKC hypothesis is valid for both CO₂ emission and ecological footprint in Turkey. In models where CO₂ emission is the dependent variable, the turning points are calculated as \$18.704, \$16.361, \$14.021 and \$13.571. In the models where the ecological footprint is the dependent variable, the turning points are calculated as \$11.824, \$11.821, \$11.397 and \$15.476. According to the results of the analysis, in the long run, while trade openness increases CO₂ emissions, it reduces the ecological footprint. Coal consumption increases both CO₂ emissions and ecological footprint. Alternative and nuclear energy consumption, and hydroelectric consumption reduce CO₂ emissions, but they have no impact on the ecological footprint. According to the findings, increasing renewable energy consumption is important in terms of reducing environmental degradation.

Keywords: Environmental Kuznets Curve, CO₂ emissions, Ecological footprint, Renewable energy, ARDL bounds test

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR	xii
ÖNSÖZ.....	xiv
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

ENERJİ VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ

1.1. ENERJİ KAYNAKLARININ ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ.....	3
1.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	6
1.1.1.1. Petrol.....	6
1.1.1.2. Kömür	9
1.1.1.3. Doğal Gaz	12
1.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	16
1.1.2.1. Hidrolik Enerji	16
1.1.2.2. Rüzgâr Enerjisi	17
1.1.2.3. Güneş Enerjisi.....	19
1.1.2.4. Jeotermal Enerji	21
1.2. CO ₂ EMİSYONU VE EKOLOJİK AYAK İZİ.....	23
1.2.1. CO ₂ Emisyonu.....	23
1.2.2. Ekolojik Ayak İzi	27

2. BÖLÜM

ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİ31

2.1. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİ.....	31
--	----

2.2. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİNİ AÇIKLAMADA KULLANILAN FAKTÖRLER	32
2.2.1. Ölçek Etkisi, Kompozisyon Etkisi, Teknik Etki	32
2.2.2. Çevre Talebinin Gelir Esnekliği	33
2.2.3. Uluslararası Ticaret	33
2.3. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİNİN SEKTÖRLERE GÖRE İNCELENMESİ	34
2.4. DÜZLEŞTİRİLMİŞ ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ	35
2.5. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİNİN TEORİK ANALİZİ.....	36
2.6. LİTERATÜR TARAMASI.....	37
3. BÖLÜM	
EKC HİPOTEZİNİN AMPİRİK ANALİZİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ	
3.1. VERİ SETİ VE MODELLER	49
3.2. ANALİZDE KULLANILAN YÖNTEM.....	52
3.2.1. Birim Kök Testleri	52
3.2.2. ARDL Sınır Testi	53
3.3. AMPİRİK BULGULAR	53
3.4. TARTIŞMALAR.....	65
SONUÇ.....	67
KAYNAKÇA	69

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: EKC Hipotezine Ait Ampirik Literatür	44
Tablo 2: Değişkenlere Ait Temel Bilgiler	49
Tablo 3: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları	54
Tablo 4: Sınır Testi Sonuçları	54
Tablo 5: Diagnostik Test Sonuçları	55
Tablo 6: CO ₂ Emisyonları için ARDL Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları..	56
Tablo 7: CO ₂ Emisyonları için Hata Düzeltme Modeli Tahmin Sonuçları.....	58
Tablo 8: Ekolojik Ayak İzi İçin ARDL Uzun Dönem Tahmin Sonuçları.....	60
Tablo 9: Ekolojik Ayak İzi için Hata Düzeltme Modeli Tahmin Sonuçları.....	61
Tablo 10: Değişkenlerin CO ₂ Emisyonu ve Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkileri	

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Dünyada Kaynağa Göre Birincil Enerji Tüketimi (TWh).....	3
Şekil 2: Şekil 2: Türkiye’de Kaynağa Göre Birincil Enerji Tüketimi (TWh).....	5
Şekil 3: Bölgelere Göre Petrol Tüketimi (Günlük Bin Varil)	6
Şekil 4: Dünyada Sektörlere Göre Petrol Tüketiminin Payı, 2019	7
Şekil 5: Türkiye’de Petrol Tüketimi (Günlük Bin Varil).....	7
Şekil 6: Türkiye’de Sektörlere Göre Petrol Tüketiminin Payı, 2018.....	8
Şekil 7: Bölgelere Göre Kömür Tüketimi (EJ)	10
Şekil 8: Dünyada Sektörlere Göre Petrol Tüketiminin Payı, 2019	10
Şekil 9: Türkiye’de Kömür Tüketimi (EJ)	11
Şekil 10: Türkiye’de Sektörlere Göre Kömür Tüketiminin Payı, 2018	12
Şekil 11: Bölgelere Göre Doğal Gaz Tüketimi (Milyar Metre Küp)	13
Şekil 12: Dünyada Sektörlere Göre Doğal Gaz Tüketiminin Payı, 2019.....	13
Şekil 13: Türkiye’de Doğal Gaz Tüketimi (Milyar Metre Küp).....	14
Şekil 14: Türkiye’de Sektörlere Göre Doğal Gaz Tüketiminin Payı, 2018	15
Şekil 15: Bölgelere Göre Hidroelektrik Tüketimi (EJ)	16
Şekil 16: Türkiye’de Hidroelektrik Tüketimi (EJ).....	17
Şekil 17: Bölgelere Göre Kurulu Rüzgâr Türbini Kapasitesi (MW).....	18
Şekil 18: Türkiye’de Kurulu Rüzgâr Türbini Kapasitesi (MW)	18
Şekil 19: Bölgelere Göre Kurulu Fotovoltaik Enerji Kapasitesi (MW).....	20
Şekil 20: Türkiye’de Kurulu Fotovoltaik Enerji Kapasitesi (MW).....	20
Şekil 21: Bölgelere Göre Kurulu Jeotermal Enerji Kapasitesi (MW).....	22
Şekil 22: Türkiye’de Kurulu Jeotermal Enerji Kapasitesi (MW).....	22
Şekil 23: Dünyada CO2 Emisyonu (Milyon Ton).....	24
Şekil 24: 2019 Seviyelerine Göre Fosil Yakıt Kaynaklı CO2 Emisyonlarındaki Değişim 2019-2021 (Milyon Ton)	25
Şekil 25: 2020 Yılında CO2 Emisyonu En Yüksek Olan Ülkeler (Milyon Ton)...	25

Şekil 26: Türkiye’de CO2 Emisyonu (Milyon Ton)	26
Şekil 27: Dünyada Ekolojik Ayak İzi ve Biyokapasite (Milyar kha).....	28
Şekil 28: Dünyada Ekolojik Ayak İzinin Bileşenleri (Milyar kha).....	28
Şekil 29: 2018 Yılında Ekolojik Ayak İzi En Yüksek Olan Ülkeler (Milyar kha)	29
Şekil 30: Türkiye’de Ekolojik Ayak İzi ve Biyokapasite (Milyon kha)	29
Şekil 31: Türkiye’de Ekolojik Ayak İzinin Bileşenleri (Milyon kha).....	30
Şekil 32: Çevresel Kuznets Eğrisi	31
Şekil 33: Sektörlere Göre Çevresel Kuznets Eğrisinin İncelenmesi	34
Şekil 34: Farklı Politika ve Kurumsal Senaryolar İçin Oluşturulan Ekonomik Büyüme-Çevresel Bozulmalar İlişkisi.....	35
Şekil 35: Gelir Düzeyi ile Çevresel Bozulma Arasındaki Muhtemel İlişkiler	36
Şekil 36: Değişkenlerin Zaman Serisi Grafikleri	50
Şekil 37: CUSUM VE CUSUMSQ testleri.....	62

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AEC	: Alternatif ve Nükleer Enerji Tüketimi
ADF	: Genişletilmiş Dickey-Fuller
ARDL	: Otoresif Gecikmesi Dağıtılmış Model
BP	: British Petroleum
BPG	: Breusch-Pagan-Godfrey
CC	: Kömür Tüketimi
CCE-PMG	: Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi'nin Ortak İlişkili Etkiler versiyonu
CCE-MG	: Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup
CCR	: Kanonik Eşbütünleşme Regresyonu
CO ₂	: Karbondioksit
CUP-BC	: sürekli güncellenmiş yanlılık düzeltilmiş
CUP-FM	: Sürekli güncellenen tam değiştirilmiş
DF	: Dickey ve Fuller
DFE	: Dinamik Sabit Etki
DOLS	: Dinamik En Küçük Kareler
EF	: Ekolojik Ayak İzi
EKC	: Çevresel Kuznets Eğrisi
EİA	: Enerji Bilgi Yönetim İdaresi
EJ	: Exajoule
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EX	: Ticari Açıklık
FMOLS	: Tam Değiştirilmiş En Küçük Kareler
FTY	: Fourier Toda-Yamamoto
FV	: Fotovoltaik
TY	: Toda-Yamamoto
GH	: Gregory-Hansen
GMM	: Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

Gt	: Gigaton
HEC	: Hidroelektrik Tüketimi
HJ	: Hatemi-J
JB	: Jarque-Bera
JJ	: Johansen-Juselius
Kha	: Küresel hektar
LM	: Lagrange Çarpanı
MG	: Ortalama Grup
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
MW	: Megawatt
PEC	: Birincil Enerji Tüketimi
PMG	: Havuzlanmış Ortalama Grup
PP	: Phillips-Perron
TEAŞ	: Türkiye Elektrik Üretim İletim A.Ş.
TÜREB	: Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği
TWh	: Terewatt Saat
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
PSTR	: Panel Yumuşak Geçiş Regresyon
Sm ³	: Standart metreküp
VECM	: Vektör Hata Düzeltme Modeli
WDI	: Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri
Y	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
QARDL	: Nicel Oto regresif Gecikmesi Dağıtılmış Model

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanmasında kıymetli tecrübelerini ve zamanını benimle paylaşan, her zaman yoluma ışık tutan çok değerli hocam Doç. Dr. Hakan ACAROĞLU'na sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Hatice Melissa KARTAL



GİRİŞ

Ekonomik büyüme, ülkelerin temel hedeflerinden biridir. Artan üretim ve tüketim faaliyetleri, ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkilere sebep olsa da çevre üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır (Langnel ve Amegavi, 2020: 1). Çevresel bozulmalar, iklim değişikliği, küresel ısınma ve ekolojik bozulma gibi sorunlara sebep olmaktadır. Çevresel sorunların hızla artması, dünya çapında büyük bir endişe oluşturmuş (Langnel ve Amegavi, 2020: 1). Özellikle 1990'lı yıllardan itibaren ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasındaki ilişki dikkat çeken bir konu haline gelmiştir. Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezine göre ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevresel bozulmalar artmaktadır. Ancak ekonomik büyümenin ilerleyen aşamalarında çevresel farkındalıkların artması ile çevresel sorunlar azalmaya başlamaktadır.

Çevresel bozulmalara sebep olan faktörlerin araştırılması, çevresel sorunları azaltmak açısından önemlidir (Pata, 2018a: 770). Ekonomik büyümeye ek olarak ticari açıklık ve enerji tüketimi de çevresel bozulmalar üzerinde etkilidir. Türkiye geliştirmekte olan bir ülke olarak 1980'li yıllardan itibaren dışa dönük bir politika izlemektedir. Bu durum, üretim sürecinde temel girdi olarak kullanılan enerji ihtiyacını artırmıştır (Yurtkuran, 2021: 1237). Ancak Türkiye'de CO₂ emisyonlarının büyük bir kısmı enerji tüketiminden kaynaklanmaktadır (TÜİK, 2022).

Enerji tüketimi ve çevresel bozulma arasındaki ilişki birçok çalışmanın konusu olmuştur (Shahbaz vd., 2014; Mrabet ve Alsamara, 2017; Çetin ve Saygın, 2019; Pütün ve Uğur, 2020). Ancak enerji tüketim türleri, çevre üzerinde farklı etkiler oluşturmaktadır (Saboori ve Sulaiman, 2013: 893). Bu sebeple enerji tüketim türlerinin analize dahil edilmesinin önem arz ettiği düşünülmektedir. Enerji ve çevresel bozulmalar arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmaların büyük bir kısmı enerji tüketim türlerine yer vermemiştir. Bu sebeple, bu çalışma, enerji tüketim türlerinin çevre üzerindeki etkilerini dikkate alarak literatürdeki bu boşluğu gidermeyi amaçlamıştır. Ayrıca ekonomik büyüme, ticari açıklık, enerji tüketimi ve çevresel bozulma arasındaki ilişki hakkında birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen bu çalışmaların büyük bir kısmı çevresel bozulma göstergesi olarak CO₂ emisyonunu dikkate almıştır (Solarin vd., 2017; Pata, 2018a; Cheikh vd., 2021; Danish vd., 2021). Ancak ekolojik ayak izi, çevresel bozulmaların toplu bir göstergesini ifade etmesi ve daha kapsamlı bir gösterge olması açısından önem arz etmektedir (Solarin ve Bello,

2018: 35). Bu sebeple, bu çalışmada, çevresel bozulma göstergesi olarak CO₂ emisyonuna ek olarak ekolojik ayak izi de analize dahil edilmiştir.

Bu çalışma, 1971-2015 dönemi için Türkiye’de ekonomik büyüme, ticari açıklık ve enerji tüketim çeşitlerinin (birincil enerji tüketimi, kömür tüketimi, alternatif ve nükleer enerji tüketimi, hidroelektrik tüketimi) çevresel bozulma (CO₂ emisyonu ve ekolojik ayak izi) üzerindeki etkisini EKC hipotezi kapsamında ARDL zaman serisi yöntemiyle incelemeyi amaçlamaktadır. Bu çalışma, mevcut literatüre iki önemli katkı sunmayı amaçlamaktadır. İlk olarak, bilindiği kadarıyla, bu çalışma enerji tüketim türlerinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini inceleyen ilk çalışmadır. Çalışmanın ikinci temel katkısı, EKC hipotezinin test edilmesinde, daha güvenilir bir sonuç elde etmek amacıyla çevresel bozulma göstergesi olarak ekolojik ayak izinin analize dahil edilmesidir.

Bu tez çalışmasından elde edilen bulgulara göre Türkiye’de EKC hipotezi geçerlidir. Ancak CO₂ emisyonunun bağımlı değişken olduğu modellerde 18.704\$, 16.361\$, 14.021\$ ve 13.571\$ bulunan dönüm noktaları analize dahil edilen dönemlerin dışında kalmaktadır. Aynı şekilde ekolojik ayak izinin bağımlı değişken olduğu modellerde 11.824\$, 11.821\$, 11.397\$ ve 15.476\$ bulunan dönüm noktaları da analize dahil edilen dönemlerin dışında kalmaktadır. Ayrıca uzun dönemde ticari açıklık CO₂ emisyonunu artırırken ekolojik ayak izini azaltmaktadır. Kömür tüketimi hem CO₂ emisyonunu hem de ekolojik ayak izini artırmaktadır. Alternatif ve nükleer enerji tüketimi ve hidroelektrik enerji tüketimi CO₂ emisyonunu azaltırken, ekolojik ayak izi üzerinde bir etkisi yoktur.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümü iki alt başlıktan oluşmaktadır. İlk olarak, enerji tüketiminin çevre üzerindeki etkilerine değinilmiş ve hem bölgesel hem de Türkiye için enerji tüketim türlerinin grafikleri açıklanmıştır. İkinci alt başlıkta ise, CO₂ emisyonu ve ekolojik ayak izi açıklanmış ve hem küresel hem de Türkiye açısından bir değerlendirme yapılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi kapsamlı bir biçimde açıklanmış, sonrasında literatürde EKC hipotezi kapsamında yapılmış olan çalışmalar sunulmuştur. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise çalışmanın ampirik analizinde kullanılan veri, model ve yöntemler tanıtıldıktan sonra analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

1. BÖLÜM

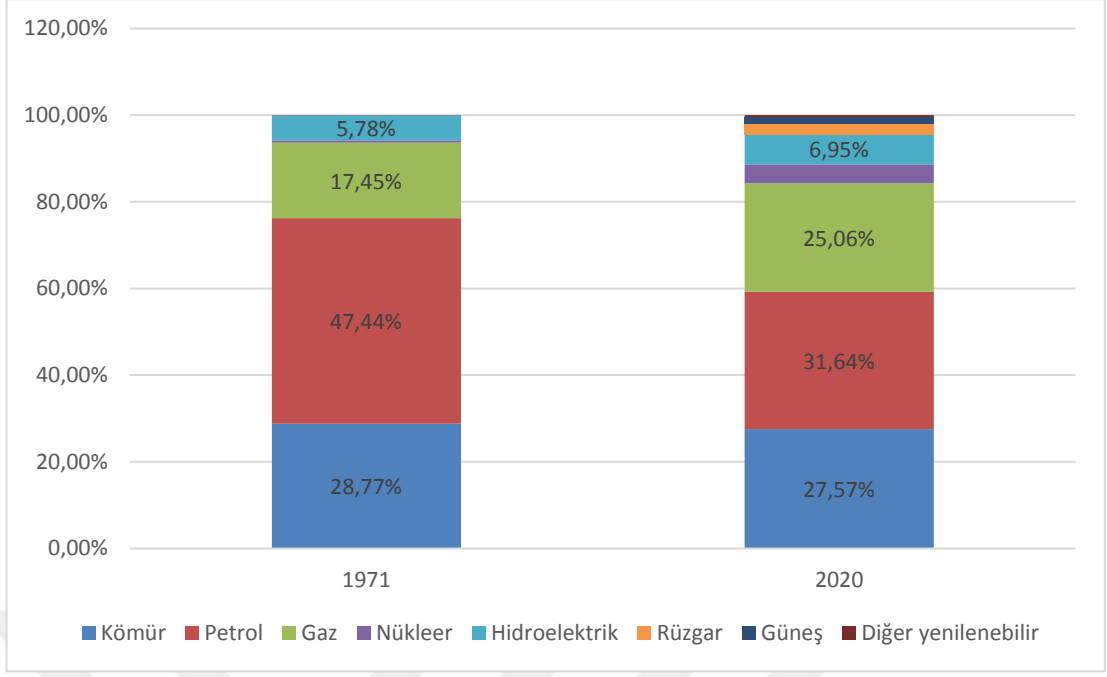
ENERJİ VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ

1.1. ENERJİ KAYNAKLARININ ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Enerji tüketimi, ekonomik büyüme için temel bir girdi olarak görülmektedir (Wang vd., 2021: 1). Bu sebeple enerji tüketimi her geçen gün artmaktadır (Le vd., 2021: 1). Ancak enerji tüketimindeki artış, çevre üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır. İnsanlar tarafından üretilen CO₂ emisyonları, küresel ısınmaya sebep olan en önemli unsurdur (European Commission, 2022). CO₂ emisyonlarındaki artışın büyük bir kısmı enerji tüketiminden kaynaklanmaktadır (Saboori ve Sulaiman: 2013: 892). Roser (2020), enerji üretiminin küresel sera gazı emisyonlarının %87'sini oluşturduğunu ve gelir düzeyi ile emisyonların doğru orantılı olduğunu belirtmiştir. Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevresel bozulma arasında güçlü bir ilişki vardır. Enerji tüketim türlerinin çevresel bozulma üzerindeki etkileri birbirinden farklı olduğu için enerji tüketim türlerini ayrı bir şekilde ele almak hem ekonomik ve hem de çevresel politikalar açısından önem arz etmektedir (Saboori ve Sulaiman: 2013: 892). Şekil 1 ve Şekil 2'de sırasıyla dünya genelinde ve Türkiye için 1971 ve 2020 yılına ait veriler ile hazırlanan kaynağa göre birincil enerji tüketimine yer verilmiştir.

Şekil 1'de dünyada kaynak türüne göre birincil enerji tüketimine yer verilmiştir. 1971 ve 2020 yıllarına ait verilere yer verilerek geçmiş ile günümüz arasındaki değişimin gösterilmesi amaçlanmıştır. 1971 yılı ile 2020 yılı arasında birincil enerji tüketimi içerisinde kömür %1,2 doğal gaz %7,61, hidroelektrik %1,17 artarken petrol %15,8 düşmüştür. 1971 yılı için verilerde rüzgâr ve güneşin payı %0 ile gösterilirken 2020 yılında rüzgârın ve güneşin payı sırasıyla %2,57 ve %1,38 olarak gösterilmiştir. Diğer yenilenebilir enerjinin payı 1971'de %0,05 olurken 2020 yılında %0,46 olmuştur. Şekil 1'e göre 1971 ve 2020 yılında petrol, kömür ve doğal gazın birincil enerji tüketimi içerisinde en yüksek paya sahip olduğu görülmektedir.

Şekil 1: Dünyada Kaynağa Göre Birincil Enerji Tüketimi (TWh)



Kaynak: Our World in Data (2020) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

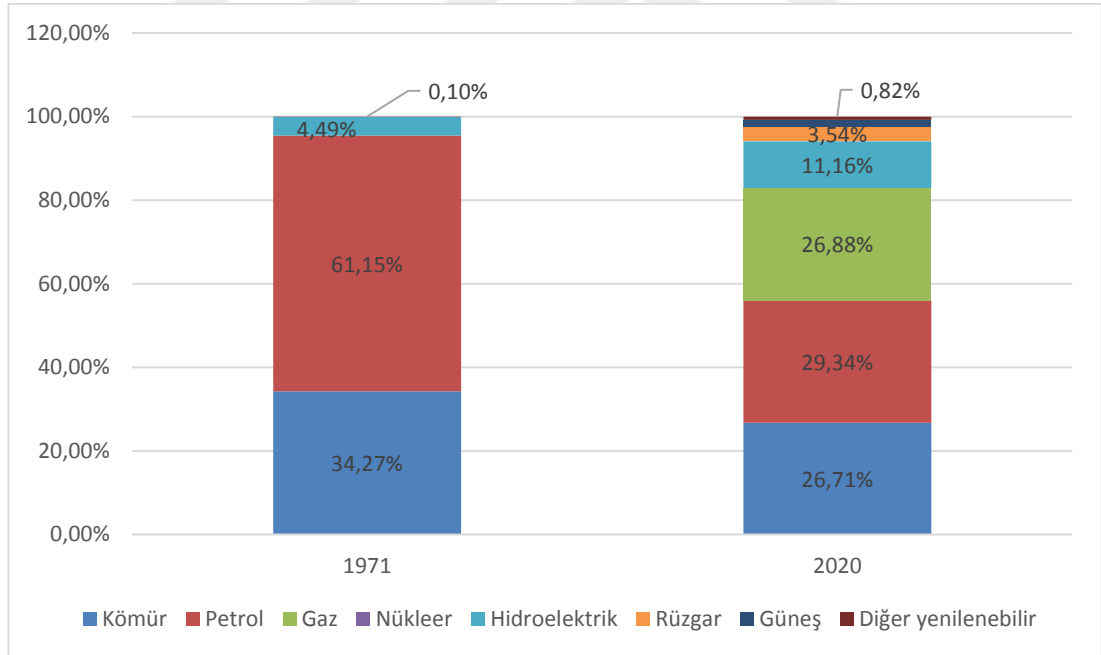
Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) raporuna göre; 2020 yılında küresel enerji talebi yaklaşık %4 düşüş yaşamıştır ve bu düşüş, 2. Dünya Savaşı'ndan bu yana ilk kez bu kadar yüksek olmuştur. Enerji talebindeki düşüşlerden en çok petrol etkilenmiştir. 2020 yılında petrol talebi yaklaşık %9 azalmıştır. 2020 yılında kömür talebi yaklaşık %4 düşmüştür ve bu azalışın sebebi olarak düşük elektrik talebi, yenilenebilir kaynaklardaki artış ve düşük gaz fiyatları görülmüştür. 2020 yılında gaz talebinde yaklaşık %2 düşüş yaşanmıştır. Yenilenebilir enerjideyse 2020 yılında yaklaşık %3 artış yaşanmıştır.

BP 2021 Dünya Enerjisinin İstatistiksel İncelemesi Raporuna göre; 2020 yılında enerji tüketimindeki düşüğe en çok ABD, Hindistan ve Rusya katkıda bulunmuştur. Petrol talebi en çok ABD, AB ve Hindistan'da düşmüştür. Gaz talebindeki düşüşler en çok Rusya ve ABD'de yaşanmıştır. Çin ve İran gaz talebinde artışlara sebep olmuştur. Kömür tüketiminde ABD ve Hindistan'da büyük bir düşüş gözlemlenmiştir. Yenilenebilir enerjiye ise en büyük katkıyı Çin ve ABD yapmıştır. Ayrıca enerji tüketiminden kaynaklanan karbon emisyonları 2020 yılında %6,3 oranında düşmüştür. Karbon emisyonları 2011'den bu yana en düşük seviyeye gerilemiştir ve 2020 yılında 2. Dünya Savaşı'ndan sonraki en büyük düşüş yaşanmıştır.

Karbon emisyonlarındaki bu düşüşün COVID-19 salgınından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 2’de Türkiye’nin kaynak türüne göre birincil enerji tüketimi verilerine yer verilmiştir. 1971 yılı ile 2020 yılı arasında birincil enerji tüketimi içerisinde kömür %7,56, petrol %31,81 azalırken hidroelektrik %6,67, diğer yenilenebilir enerji %0,72 artmıştır. 1971 yılı için verilerde gaz, rüzgâr ve güneşin payı %0 ile gösterilirken 2020 yılında gaz, rüzgâr ve güneşin payı sırasıyla %26,88, %3,54 ve %1,55 olarak gösterilmiştir. 1971 ve 2020 yılı verilerinde nükleer enerjinin birincil enerji tüketimi içerisindeki payı %0 gösterilmiştir. Şekil 2’ye göre 1971 yılında petrol ve kömürün, 2020 yılında petrol, gaz ve kömürün birincil enerji tüketimi içerisinde en yüksek paya sahip olduğu görülmektedir. BP 2021 Dünya Enerjisinin İstatistiksel İncelemesi verilerine göre 2020 yılında Türkiye’de karbon emisyonları 2019 yılına kıyasla %4,4 düşmüştür. Karbon emisyonlarındaki bu düşüşün sebebi COVID-19 salgınından kaynaklanmış olabilir.

Şekil 2: Şekil 2: Türkiye’de Kaynağa Göre Birincil Enerji Tüketimi (TWh)



Kaynak: Our World in Data (2020) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

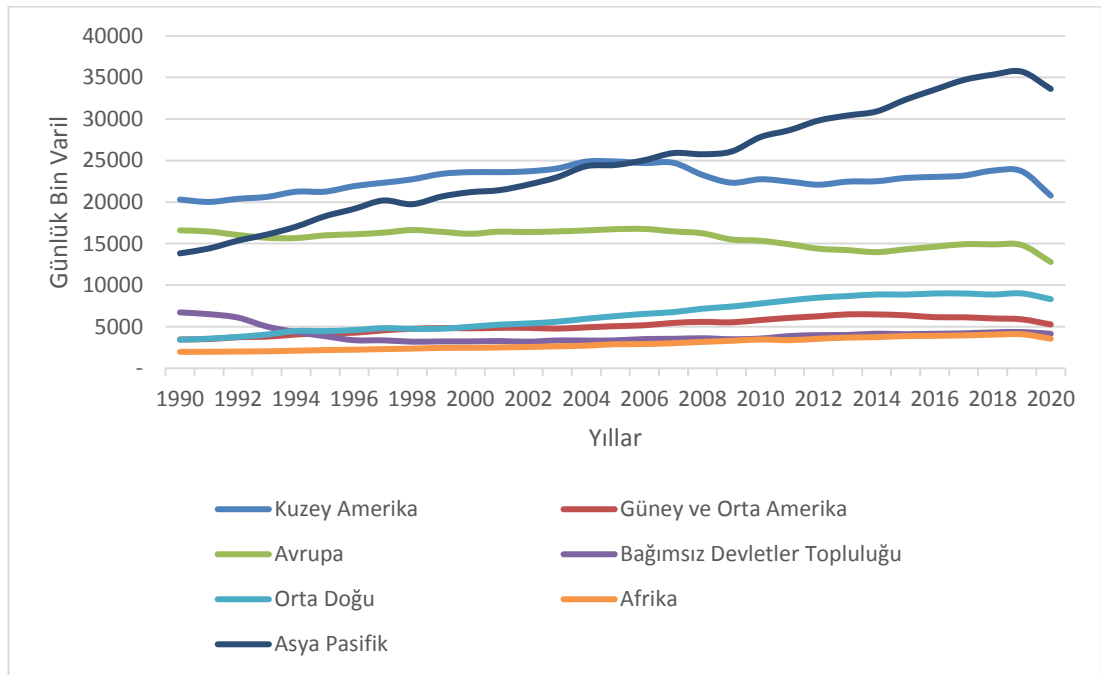
1.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

1.1.1.1. Petrol

En önemli enerji kaynaklarından biri olan petrol, ekonomik büyüme üzerinde temel bir rol oynamaktadır (Dong, Chang ve Chu, 2019: 134). Petrol endüstri, konut ve ulaşım gibi pek çok sektörde kullanılan önemli bir yakıttır (Park ve Yoo, 2014: 218). Ancak petrol hayatı kolaylaştıran bir araç olmasının yanında çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Petrol arama süreçleri ve gemilerde, kamyonlarda ve trenlerde meydana gelen kazalar sonucu oluşan petrol sızıntıları, kara ve deniz ekosistemlerine zarar verebilir (EİA, 2021). Ayrıca petrol yenilenemez bir enerji kaynağıdır ve kullanımı sonucu karbon emisyonları artmaktadır.

Şekil 3'te bölgelere göre petrol tüketimine yer verilmiştir. Petrol tüketimi 2020 yılında günlük 33.615 bin varil ile en çok Asya Pasifik bölgesinde gerçekleşmektedir. Asya Pasifik bölgesinden sonra Kuzey Amerika ve Avrupa 2020 yılında en çok petrol tüketen bölge olarak gelmektedir. BP 2021 Dünya Enerjisinin İstatistiksel İncelemesi verilerine göre; 2020 yılında Asya Pasifik bölgesinde en çok petrol tüketimi yapan ülkenin Çin, Kuzey Amerika bölgesinde Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa bölgesinde Almanya olduğu görülmektedir. 2020 yılında dünya genelinde petrol tüketimi yaklaşık %9,3 düşmüştür.

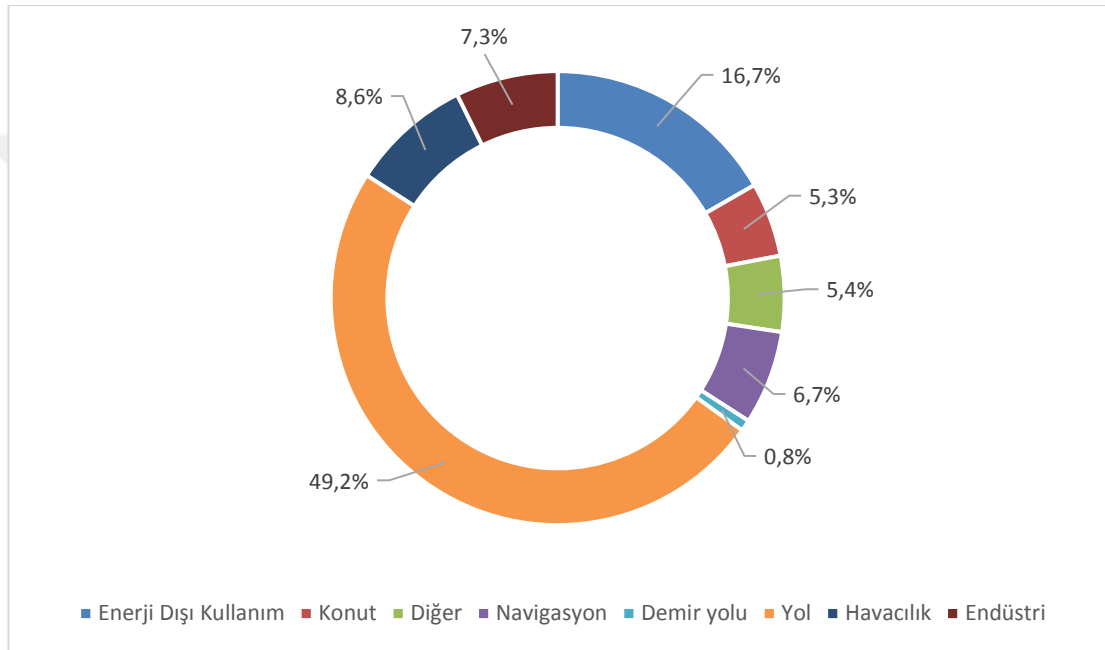
Şekil 3: Bölgelere Göre Petrol Tüketimi (Günlük Bin Varil)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 4'te dünyada sektörlere göre petrol tüketimi yer almaktadır. Şekil 4'te petrolün en çok yol, enerji dışı kullanım ve havacılık sektörlerinde kullanılmakta olduğu görülmektedir. 2019 yılında petrolün yaklaşık %49,2'si yol, %16,7'si enerji dışı kullanım, %8,6'sı havacılık sektöründe tüketilmektedir. Demir yolu sektörü yaklaşık %0,8 ile petrol tüketiminde en az paya sahip olan sektördür.

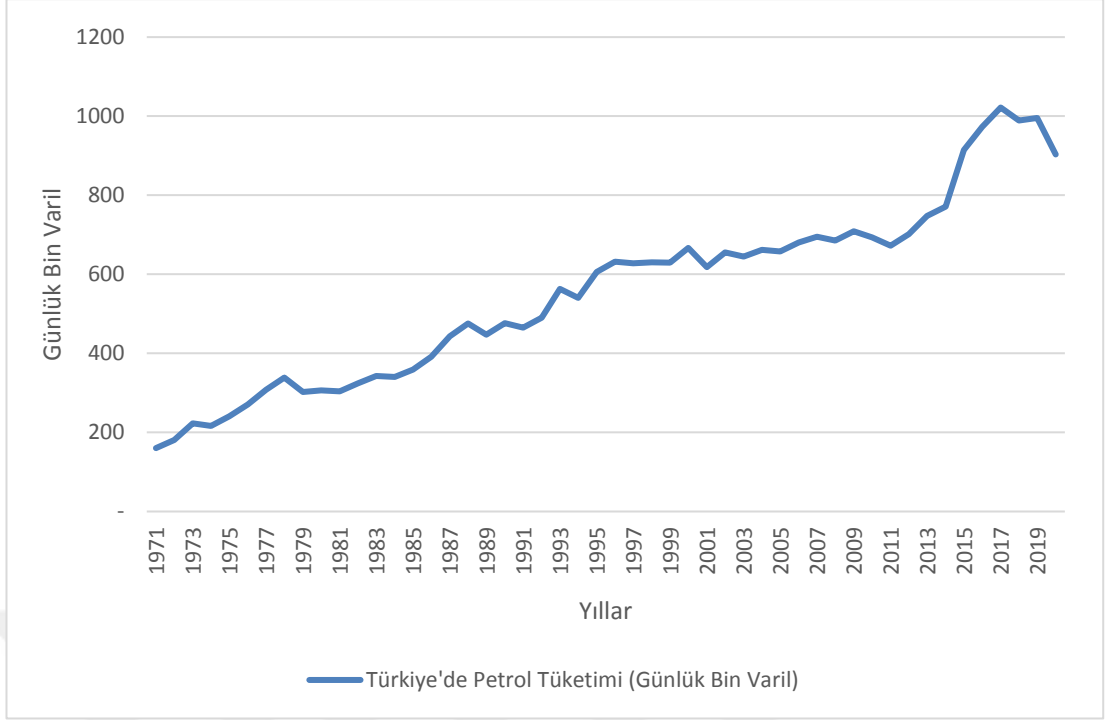
Şekil 4: Dünyada Sektörlere Göre Petrol Tüketiminin Payı, 2019



Kaynak: IEA, Key World Energy Statistics (2021) 'den uyarlanmıştır.

Şekil 2'de de görüldüğü gibi Petrol Türkiye'nin en büyük enerji kaynağıdır ve petrolün büyük bir kısmı ithal edilmektedir. Türkiye'de petrol tüketimi yüksek oranda ithalata bağımlıdır. IEA Türkiye 2021 Enerji Politikası İncelemesi raporuna göre; 2018'de petrol ithalatının büyük bir kısmı Orta Doğu'dan gelmektedir. Şekil 4'te 1971-2020 yılları için Türkiye'nin petrol tüketimine yer verilmiştir. 1971'den 2020 yılına kadar petrol tüketiminde oldukça yüksek bir artış yaşanmıştır. 2011 ve 2019 yılları arasında petrol tüketimi yaklaşık %48 artmıştır. IEA Türkiye 2021 Enerji Politikası İncelemesi raporuna göre 2011-2019 yılları arasındaki bu artışın sebebi ulaşım sektöründe oluşan talep artışıdır. Ancak 2020 yılında petrol tüketimi yaklaşık %9,3 düşmüştür.

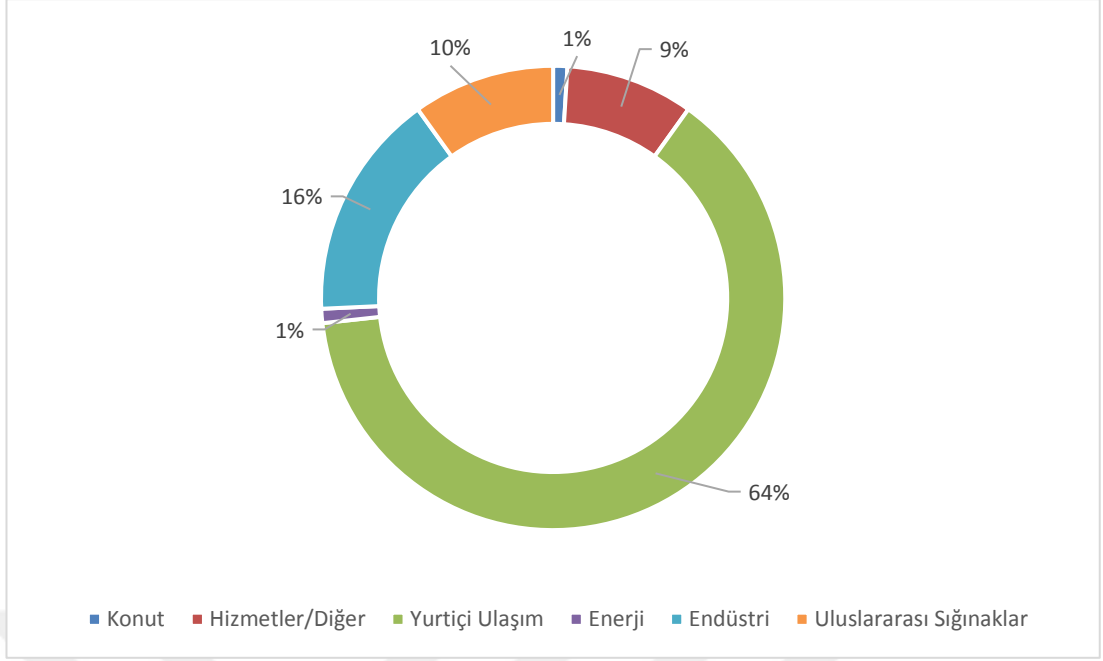
Şekil 5: Türkiye'de Petrol Tüketimi (Günlük Bin Varil)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 6'da Türkiye'de 2018 yılı için sektörlere göre petrol tüketimine yer verilmiştir. Hizmetler/diğer, tarım ve ormancılık, ticari ve kamu hizmetleri ve konutları içermektedir. Enerji, elektrik üretimini, rafineleri ve diğer enerji endüstrisini içermektedir. Uluslararası sığınaklar, uluslararası havacılık ve deniz sığınaklarını içermektedir (IEA, 2021). Şekil 6'ya göre yurtiçi ulaşım sektörü yaklaşık %64 ile en çok petrol tüketen sektördür. Yurtiçi ulaşım sektörünü endüstri sektörü yaklaşık %16 payla ikinci sırada takip etmektedir.

Şekil 6: Türkiye'de Sektörlere Göre Petrol Tüketiminin Payı, 2018



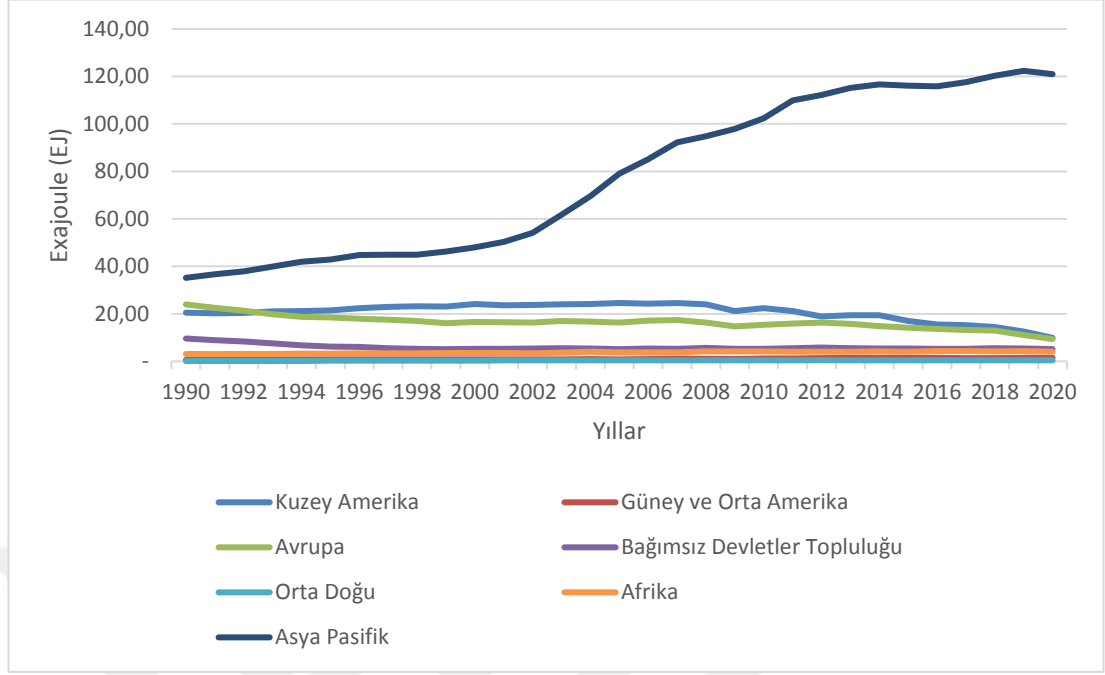
Kaynak: IEA, Turkey Energy Policy Review (2021)'den uyarlanmıştır.

1.1.1.2. Kömür

Sanayi devriminin başlamasının en büyük etkenlerinden biri olan kömür, petrolden sonra en çok tüketilen enerji kaynağıdır. Kömür diğer fosil yakıtlarına göre daha ucuz ve bol miktarda bulunmaktadır. Ancak kömür tüketiminin insanlar ve çevre üzerinde bıraktığı olumsuz etkiler, ekonomi üzerindeki olumlu etkilerini aşmaktadır (Kömür Atlası, 2017: 6). Kömür tüketimi iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi önemli sorunlara sebep olmaktadır. Günümüzde temiz kömür teknolojileri ile kömürün sebep olduğu zararlar minimum düzeye indirilmeye çalışılmaktadır (IEA, 2008). Temiz kömür teknolojileri kömür yıkama, sıvılaştırma ve gazlaştırma, karbon tutma/depolama, santrallerin veriminin artırılması olarak sayılabilir (Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, 2022).

Şekil 7'de bölgelere göre kömür tüketimine yer verilmiştir. 2020 yılında en çok kömür tüketimi 120,97 exajoule (EJ) ile Asya Pasifik bölgesinde gerçekleşmiştir. Asya Pasifik bölgesinden sonra Kuzey Amerika ve Avrupa 2020 yılında en çok kömür tüketen bölge olarak gelmektedir. BP 2021 Dünya Enerjisinin İstatistiksel İncelemesi verilerine göre; 2020 yılında Asya Pasifik bölgesinde en çok kömür tüketimi yapan ülkenin Çin, Kuzey Amerika bölgesinde Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa bölgesinde Almanya olduğu görülmektedir. 2020 yılında dünya genelinde kömür tüketimi yaklaşık %4,2 düşmüştür.

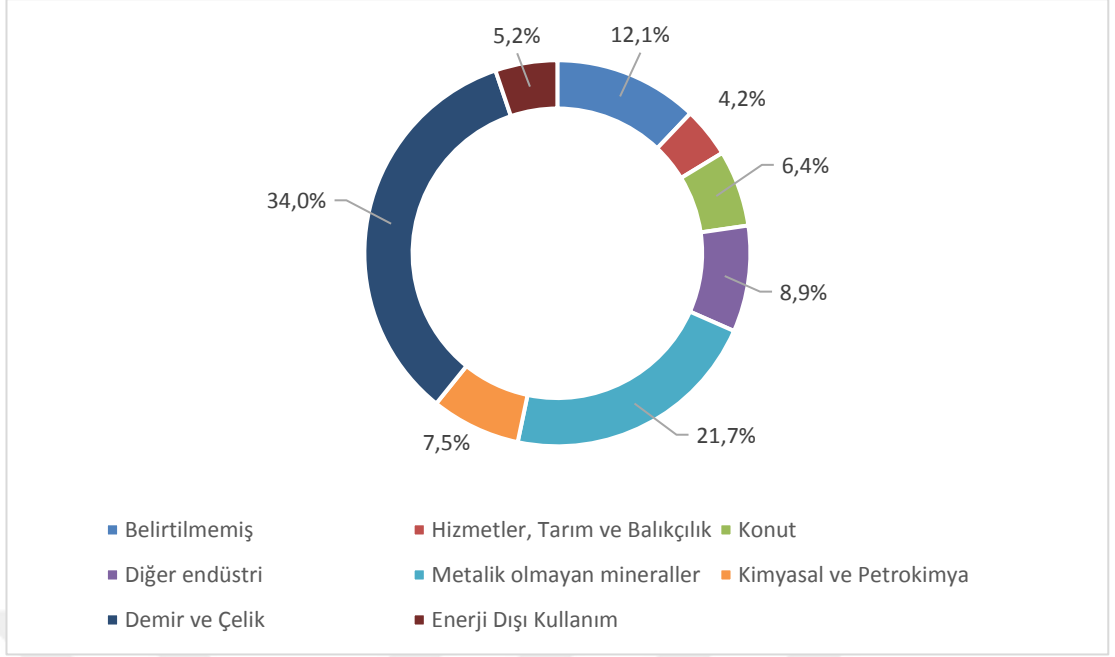
Şekil 7: Bölgelere Göre Kömür Tüketimi (EJ)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 8’de dünyada sektörlere göre kömür tüketimi yer almaktadır. Şekil 8’de kömürün en çok demir ve çelik sektöründe kullanıldığı görülmektedir. 2019 yılında kömür tüketiminin yaklaşık %34’ü demir ve çelik sektöründe tüketilmiştir. Demir ve çelik sektörünü yaklaşık %21,7 payla metalik olmayan mineraller takip etmektedir. Belirtilmemiş olarak adlandırılan sektör endüstri, ulaşım ve diğerlerini içermektedir ve en çok kömür tüketen sektörler arasında yaklaşık %12,1 payla üçüncü sırada yer almaktadır. En az kömür tüketen sektör, yaklaşık %4,2 payla hizmetler, tarım ve balıkçılık sektörüdür.

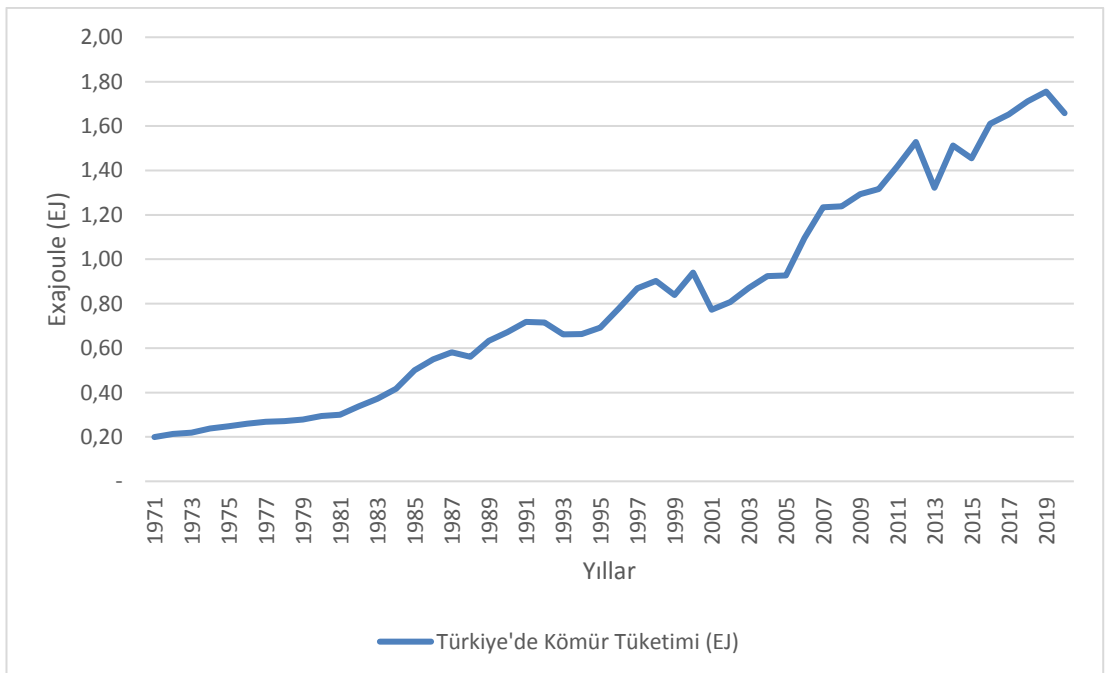
Şekil 8: Dünyada Sektörlere Göre Kömür Tüketiminin Payı, 2019



Kaynak: IEA, Key World Energy Statistics (2021)'den uyarlanmıştır.

Şekil 8'de 1971-2020 yılları için Türkiye'nin kömür tüketimine yer verilmiştir. Şekil 8'de yıllar içerisinde Türkiye'de kömür tüketiminin yüksek oranda arttığı görülmektedir. Son 20 yılda Türkiye'de kömür tüketimi yaklaşık %77 artmıştır. Ancak 2020 yılında kömür tüketiminde yaklaşık %5,8 düşüş yaşanmıştır. BP 2021 Dünya Enerjisinin İstatistiksel İncelemesi verilerine göre Türkiye en çok kömür tüketen 13. ülkedir.

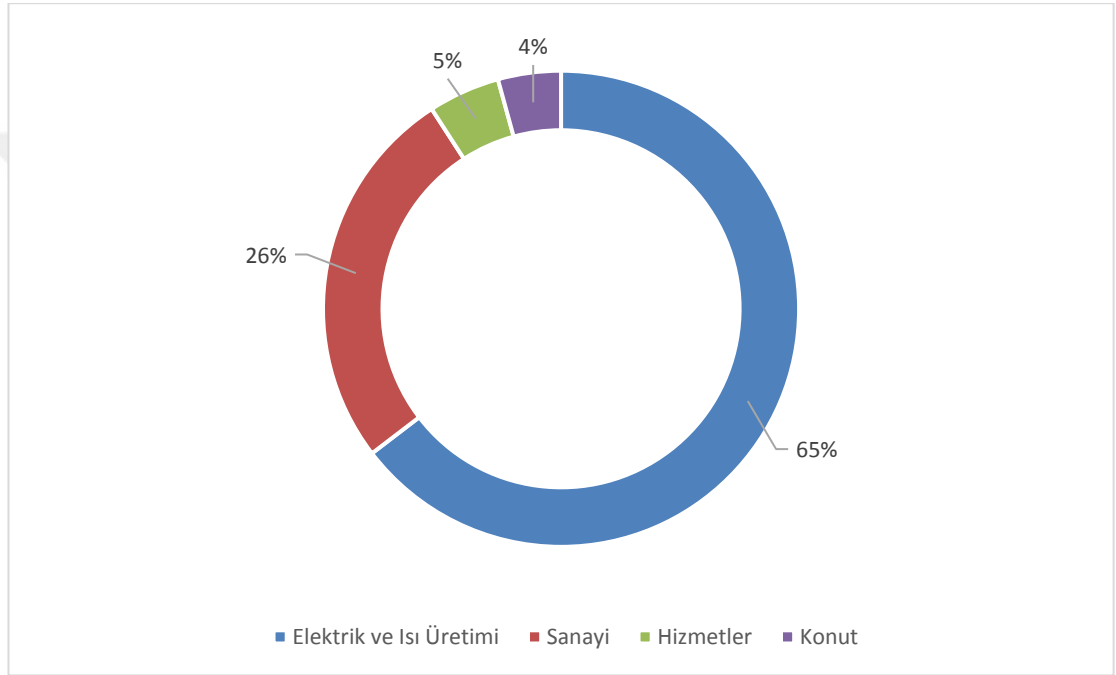
Şekil 9: Türkiye'de Kömür Tüketimi (EJ)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 10'da Türkiye'de 2018 yılı için sektörlere göre kömür tüketimine yer verilmiştir. Şekil 10'a göre Türkiye'de kömür tüketimi, %65 payla en çok elektrik ve ısı üretimi sektöründe tüketilmektedir. Elektrik ve ısı üretimi sektörünü, %26 payla sanayi sektörü, %5 payla hizmetler sektörü ve %4 payla konut sektörü takip etmektedir.

Şekil 10: Türkiye'de Sektörlere Göre Kömür Tüketiminin Payı, 2018



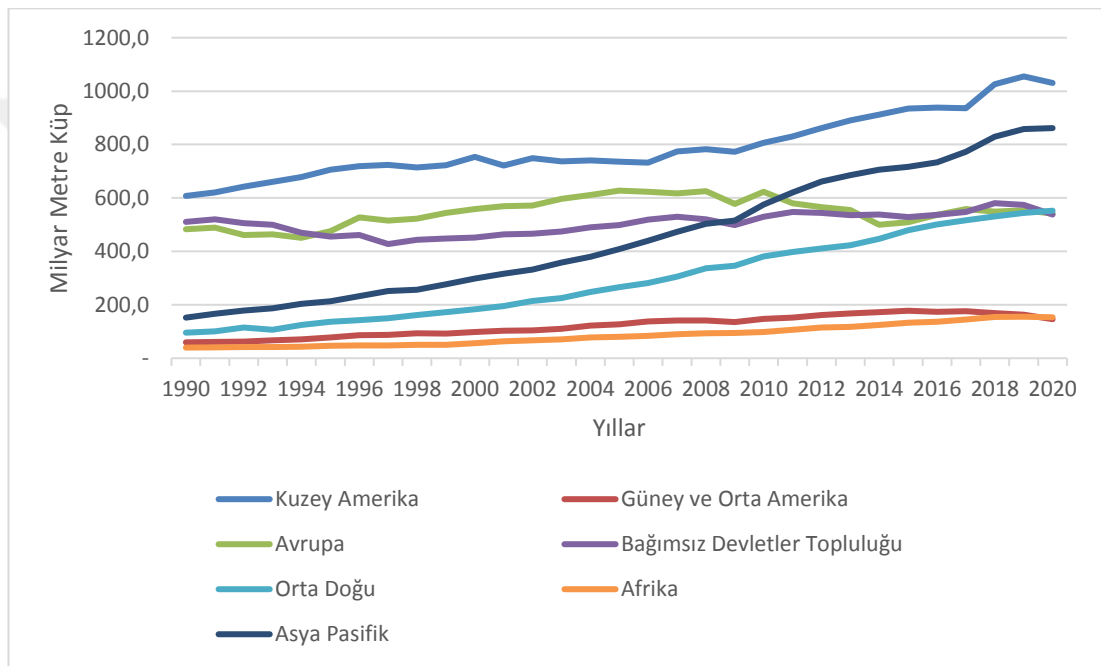
Kaynak: IEA, Turkey Energy Policy Review (2021)'den uyarlanmıştır.

1.1.1.3. Doğal Gaz

Doğal gaz, diğer fosil yakıtlara kıyasla daha temiz ve tüketimi en hızlı artan fosil yakıt kaynağıdır ve küresel elektrik üretiminin dörtte birini oluşturmaktadır (IEA, 2022). Artan sera gazı emisyonları, doğal gaza olan ilginin artmasına sebep olan en önemli unsurdur (Yardımcı, 2011: 158). Ancak doğal gaz, diğer yakıtlara göre daha temiz olsa bile, CO₂ emisyonuna sebep olmaktadır ve bu sebeple karbon yakalama ve depolama yöntemiyle kullanılmadığı sürece küresel ısınmaya önemli derecede katkıda bulunmaktadır (Peters, vd., 2020: 5). Ayrıca bazı durumlarda metan sızıntısına bağlı olarak kömürden daha zararlı bir yakıt türü olabilmektedir (Peters, vd., 2020: 6).

Şekil 11’de bölgelere göre doğal gaz tüketimine yer verilmiştir. 2020 yılında en çok doğal gaz tüketimi Kuzey Amerika bölgesinde gerçekleşmiştir. Kuzey Amerika bölgesinden sonra Asya Pasifik ve Orta Doğu 2020 yılında en çok doğal gaz tüketen bölge olarak gelmektedir. BP 2021 Dünya Enerjisinin İstatistiksel İncelemesi verilerine göre; 2020 yılında Kuzey Amerika bölgesinde en çok doğal gaz tüketimi yapan ülkenin Amerika Birleşik Devletleri, Asya Pasifik bölgesinde Çin, Orta Doğu bölgesinde İran olduğu görülmektedir. 2020 yılında dünya genelinde doğal gaz tüketimi yaklaşık %2,3 düşmüştür.

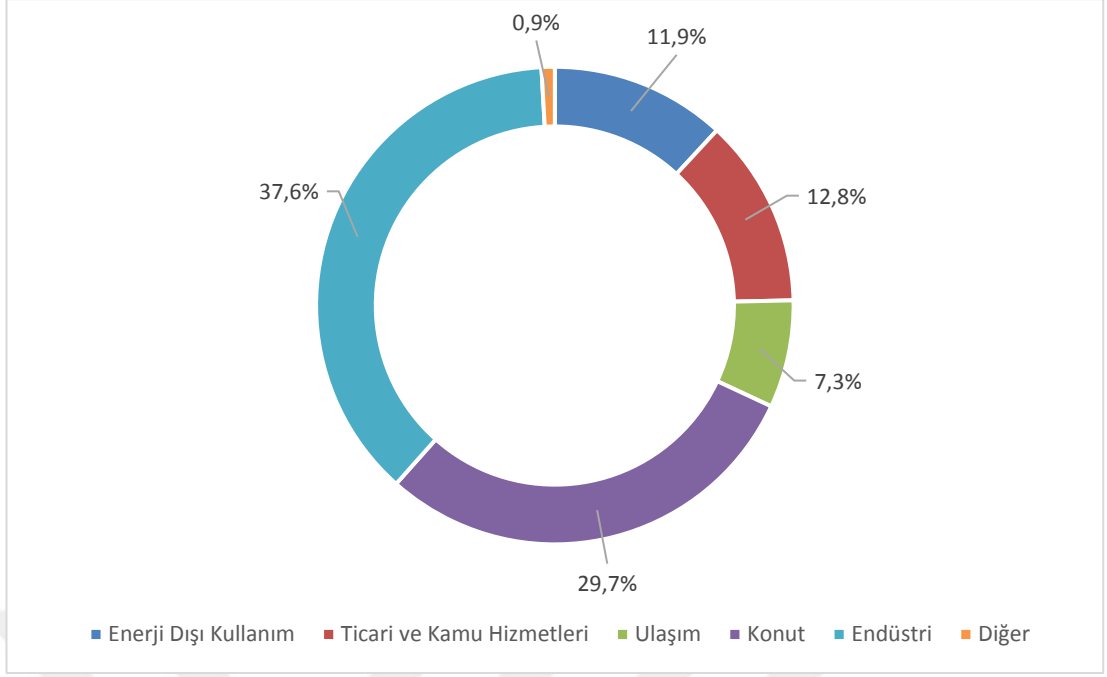
Şekil 11: Bölgelere Göre Doğal Gaz Tüketimi (Milyar Metre Küp)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 12’de dünyada sektörlere göre doğal gaz tüketimi yer almaktadır. Şekil 12’de doğal gazın en çok endüstri sektöründe kullanıldığı görülmektedir. 2019 yılında doğal gaz tüketiminin yaklaşık %37,6’sı endüstri sektöründe tüketilmiştir. Endüstri sektörünü yaklaşık 29,7 payla konut sektörü takip etmektedir. Diğer olarak adlandırılan sektör, tarım, balıkçılık ve diğer belirtilmeyenleri içerir ve en doğal gaz tüketiminde en düşük paya sahiptir.

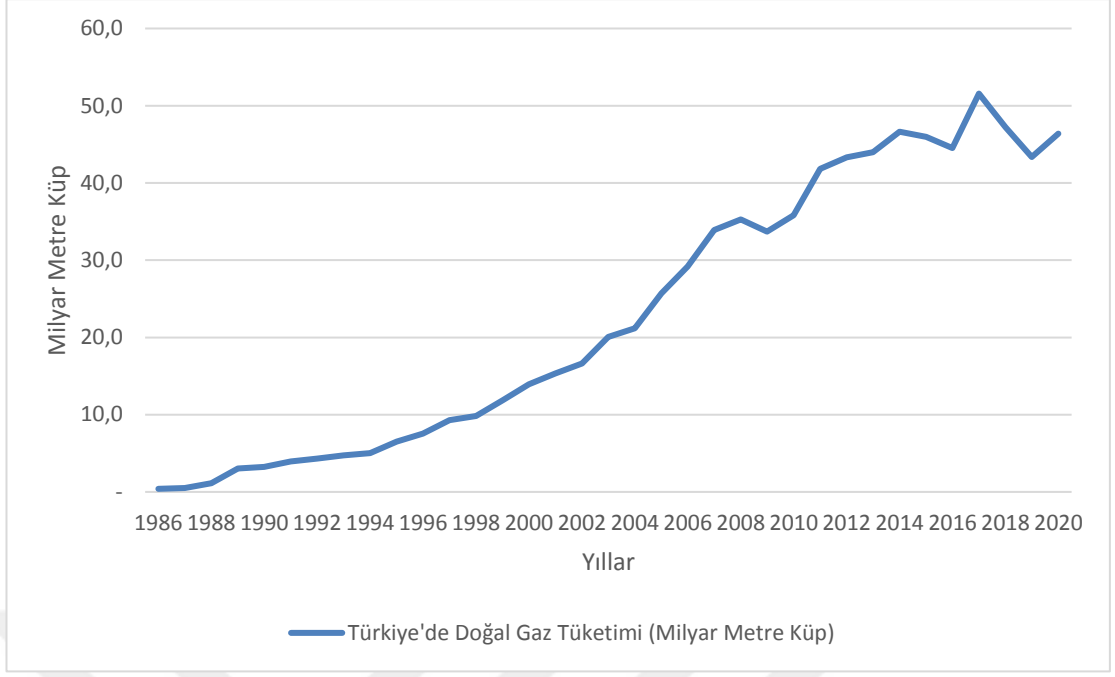
Şekil 12: Dünyada Sektörlere Göre Doğal Gaz Tüketiminin Payı, 2019



Kaynak: IEA, Key World Energy Statistics (2021)'den uyarlanmıştır.

Şekil 13'te 1986-2020 yılları için Türkiye'nin doğal gaz tüketimine yer verilmiştir. 1980'li yılların başından itibaren Türkiye'nin enerji karışımında doğal gaz ana yakıt haline gelmiştir (IEA,2021). Doğal gaz tüketimi, 2017 yılında en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Ancak 2017 ve 2019 yılları arasında doğal gaz tüketiminde yaklaşık %16 düşüş yaşanmıştır. Ayrıca 2020 yılında Türkiye'de diğer fosil yakıtların tüketiminde düşüş yaşanmasına rağmen doğal gaz tüketiminde yaklaşık %6,6 artış yaşanmıştır. Türkiye'de doğal gaz tüketimi yüksek oranda ithalata bağımlıdır. Türkiye'de 2021 yılı ocak ayı verilerine göre doğal gaz üretimi 31,63 milyon Sm³, ithalatı ise 6.093,91 milyon Sm³ olarak gerçekleşmiştir (EPDK, 2021: 3). Türkiye doğal gaz ithalatının %43,90'nını Rusya'dan, %18,37'ini Azerbaycan'dan, %11,72'sini İran'dan, %10,92'sini Cezayir'den, %10,41'ini Amerika Birleşik Devletlerinden ve %4,68'ini Nijerya'dan gerçekleştirmektedir (EPDK, 2021: 11).

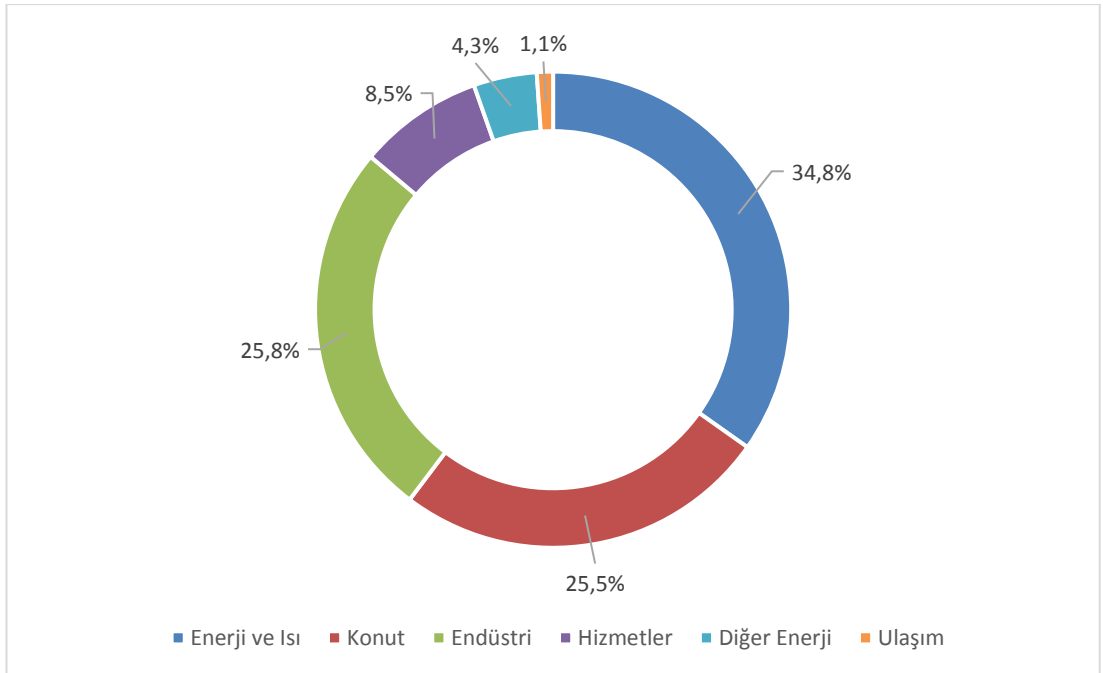
Şekil 13: Türkiye'de Doğal Gaz Tüketimi (Milyar Metre Küp)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 14'te Türkiye'de 2018 yılı için sektörlere göre doğal gaz tüketimine yer verilmiştir. Türkiye'de doğal gaz tüketimi, %34,8 payla en çok enerji ve ısı sektöründe tüketilmektedir. Enerji ve ısı sektörünü %25,8 payla endüstri sektörü, %25,5 payla konut sektörü takip etmektedir.

Şekil 14: Türkiye'de Sektörlere Göre Doğal Gaz Tüketiminin Payı, 2018



Kaynak: IEA, Turkey Energy Policy Review (2021)'den uyarlanmıştır.

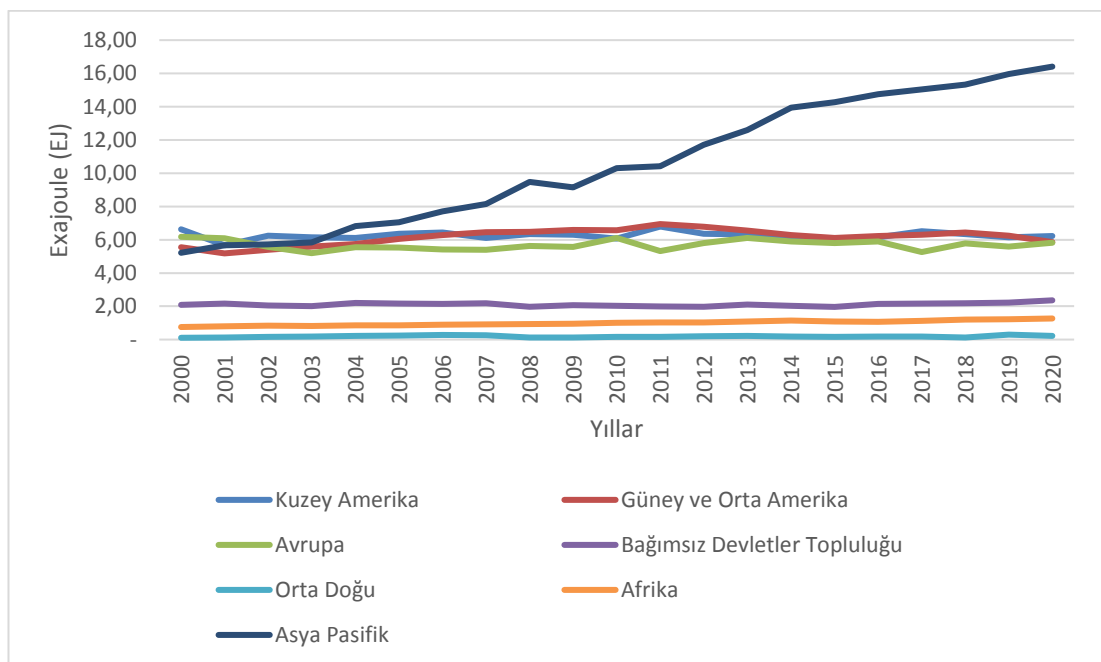
1.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

1.1.2.1. Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla yüksek bir paya sahiptir ve suda bulunan potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle ortaya çıkmaktadır (Bayazıt, 2021: 182). Hidrolik enerjinin yenilenebilir ve temiz olduğu kabul edilmektedir. Ayrıca dışa bağımlılığı azaltması da önemli özelliklerinden biridir (Ürker ve Çobanoğlu, 2012: 69). Ancak hidroelektrik santralleri, yeterli önemler alınmadığı sürece nehir ekosistemini olumsuz etkileyebilir (Frey ve Linke, 2002: 1261). Ayrıca canlıların yerlerinden edilmesi, ormanların yok olması, ekolojik çeşitliliği azaltması ve erozyon oluşumu gibi olumsuz etkilere de sebep olmaktadır.

Şekil 15'te bölgelere göre hidroelektrik tüketimine yer verilmiştir. 2020 yılında en çok hidroelektrik tüketimi Asya Pasifik bölgesinde gerçekleşmiştir. Asya Pasifik bölgesinden sonra Kuzey Amerika ve Güney ve Orta Amerika 2020 yılında en çok hidroelektrik tüketen bölge olarak gelmektedir. BP 2021 Dünya Enerjisinin İstatistiksel İncelemesi verilerine göre; 2020 yılında Asya Pasifik bölgesinde en çok hidroelektrik tüketimi yapan ülkenin Çin, Kuzey Amerika bölgesinde Kanada, Güney ve Orta Amerika bölgesinde Brezilya olduğu görülmektedir. 2020 yılında dünya genelinde hidroelektrik tüketimi yaklaşık %1 artmıştır.

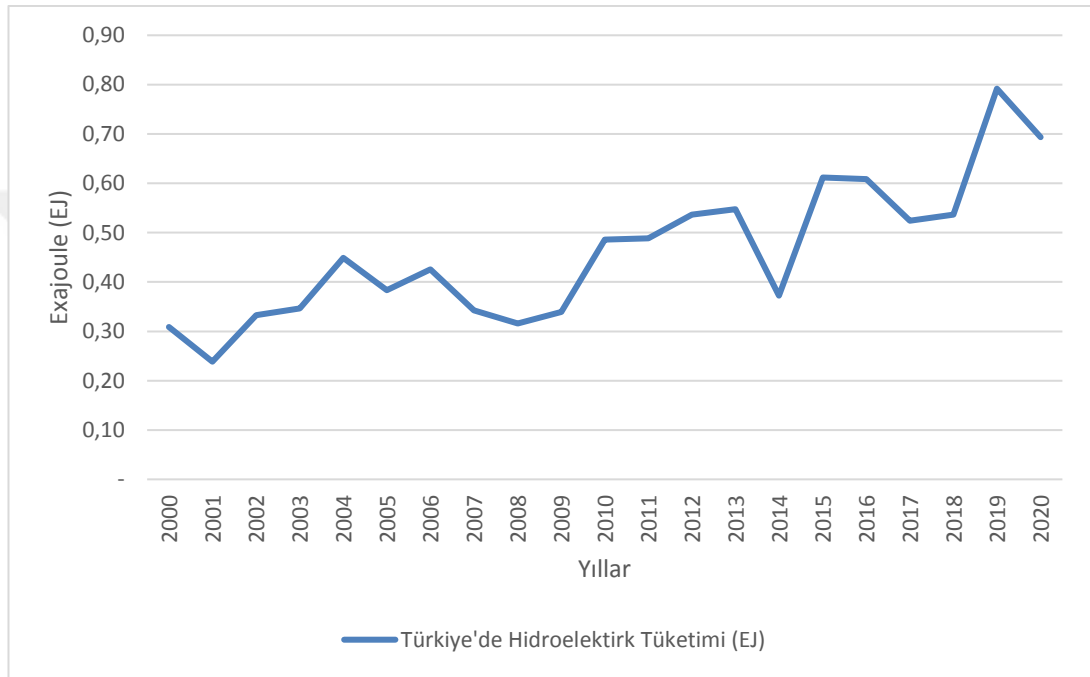
Şekil 15: Bölgelere Göre Hidroelektrik Tüketimi (EJ)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 16'da 2000-2020 yılları için Türkiye'nin hidroelektrik tüketimine yer verilmiştir. Türkiye'de son 20 yılda hidroelektrik tüketimi düzensiz bir artış içindedir. Türkiye'de hidroelektrik tüketimi 2018 ile 2019 yılları arasında %46,29 artarken 2020 yılında %12,7 düşmüştür.

Şekil 16: Türkiye'de Hidroelektrik Tüketimi (EJ)



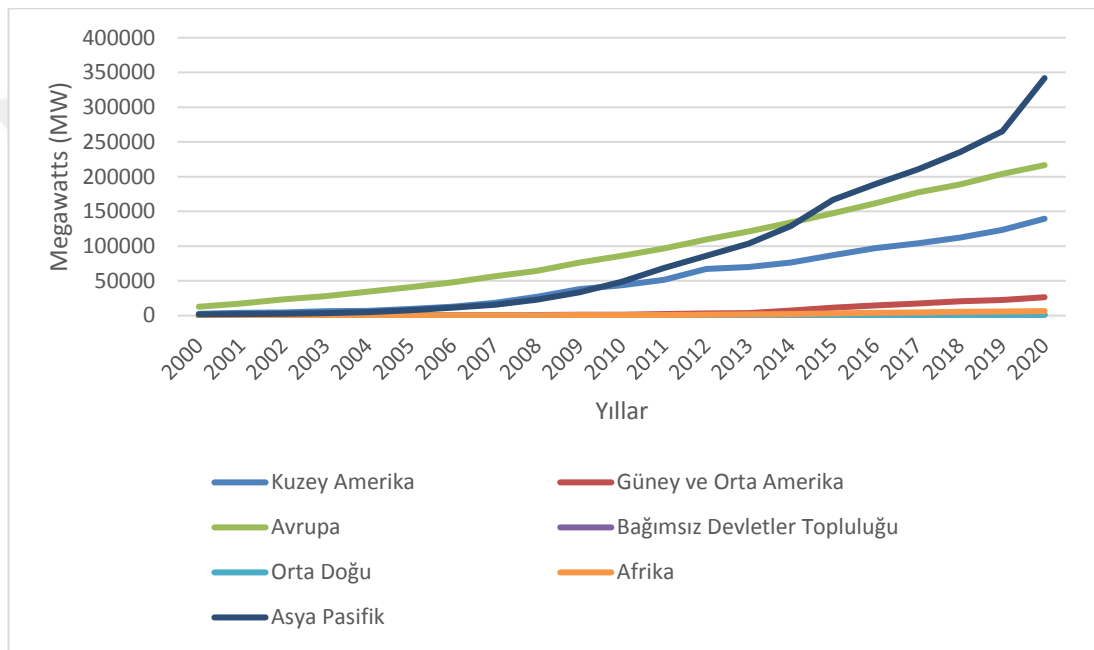
Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

1.1.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisinin yer yüzeyini aynı derecede ısıtmaması sonucu oluşan sıcaklık ve basınç farklarından oluşur. Güneş enerjisinin ortalama %2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir (ETKB, 2022). Rüzgâr enerjisi yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr enerjisi, bol miktarda ve sürekli olması, çevre kirliliğine sebep olmaması, düşük maliyetli olması, dışa bağımlılığı azaltması gibi avantajlara sahiptir (Bayraç, 2011: 40). Ancak olumlu yanlarının yanında rüzgâr türbinlerinin, kuş sürülerine zarar vermesi ve o bölgede yaşayan insan topluluğu için gürültü kirliliğine sebep olması gibi olumsuz yanları da mevcuttur (Bayraç, 2011: 42).

Şekil 17’de 2000-2020 yılları için bölgelere göre kurulu rüzgâr türbini kapasitesine yer verilmiştir. Şekil 17’ye göre 2020 yılında Asya Pasifik bölgesi en çok kurulu kapasiteye sahip olan bölgedir. Asya Pasifik bölgesini Avrupa ve Kuzey Amerika takip etmektedir. BP 2021 Dünya Enerjisinin İstatistiksel İncelemesi verilerine göre; 2020 yılında Asya Pasifik bölgesinde en çok kurulu rüzgâr türbini kapasitesine sahip olan ülke Çin, Avrupa bölgesinde Almanya, Kuzey Amerika bölgesinde Amerika Birleşik Devletleri olduğu görülmektedir. 2020 yılında dünya genelinde %28,6 artış yaşanmıştır.

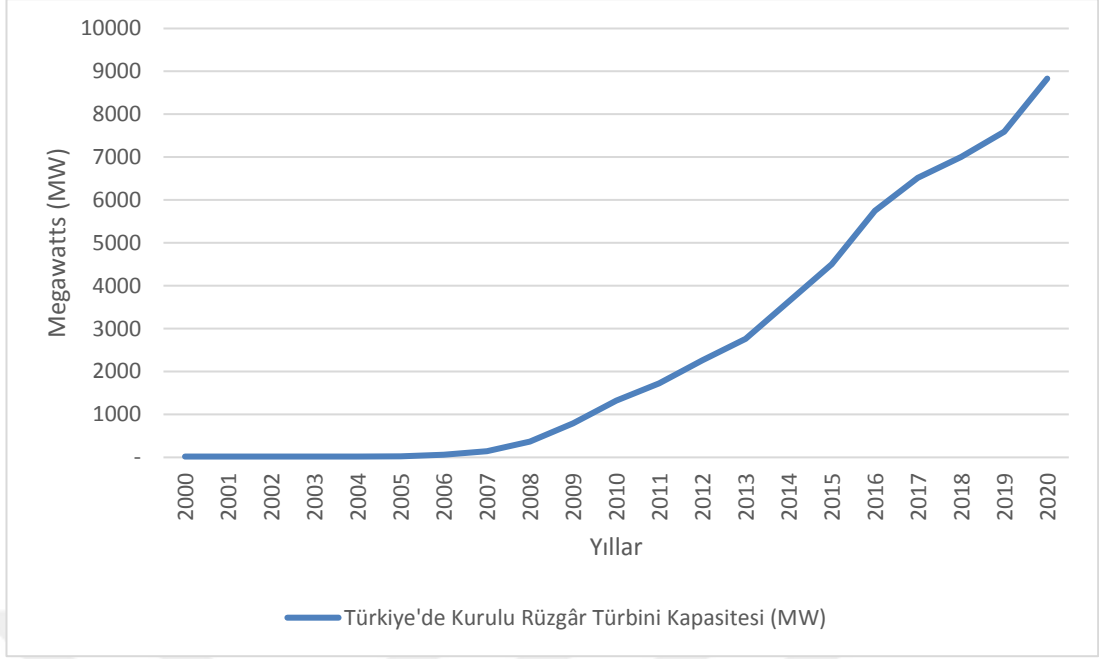
Şekil 17: Bölgelere Göre Kurulu Rüzgâr Türbini Kapasitesi (MW)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 18’de 2000-2020 yılları için Türkiye’de kurulu rüzgâr türbini kapasitesine yer verilmiştir. 2006 yılından itibaren kurulu güç hızla artmaya başlamıştır. 2020 yılında Türkiye’de kurulu rüzgâr türbini kapasitesi %16 artmıştır. 2020 yılında rüzgâr enerjisinin elektrik üretimi içindeki payı %0,94 artarak %8,09 olmuştur (ETKB, 2022). 2021 yılında ise rüzgâr enerjisinin elektrik üretimi içindeki payı %9,84 olmuştur (TÜREB, 2022).

Şekil 18: Türkiye’de Kurulu Rüzgâr Türbini Kapasitesi (MW)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

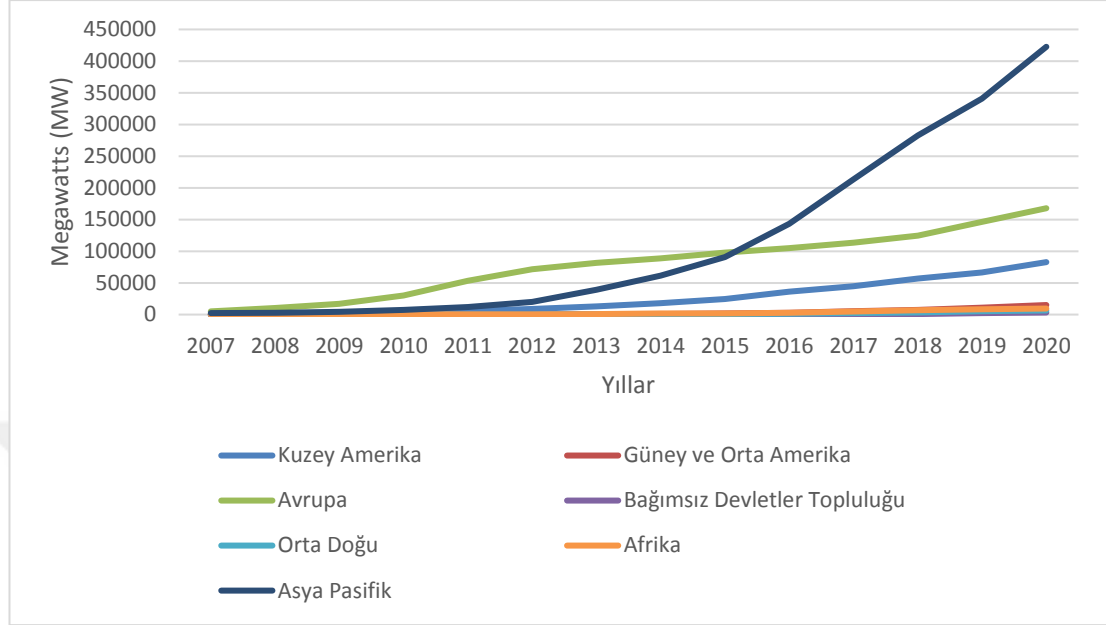
1.1.2.3. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, yenilenebilir olması, kullanımının zor olmaması, çevreye zarar vermemesi ve bol bir enerji kaynağı olması gibi olumlu özelliklere sahiptir (Kılıç, 2015: 29). Kurulum maliyetinin fazla olması, geniş bir alana ihtiyaç duyulması güneş enerjisinin olumsuz yanları arasında yer almaktadır. Ancak kurulum sonrasında kullanım maliyeti düşüktür (ETKB, 2022). Güneş enerjisi, evlerde, iş yerinde, taşıtlarda, sanayide, elektrik enerjisi üretiminde vb. alanlarda kullanılmaktadır (Kumbur vd., 2005: 3). Güneş enerjisinden elektrik üretimi için birçok yöntem vardır. Ancak çoğunlukla fotovoltaik (FV) sistem kullanılmaktadır. Fotovoltaik sistem, güneş enerjisini doğrudan elektriğe çeviren sistemdir (ETKB, 2022).

Şekil 19'da 2007-2020 yılları için bölgelere göre kurulu fotovoltaik enerji kapasitesi verilerine yer verilmiştir. Şekil 19'a göre Asya Pasifik bölgesinde kurulu FV enerji kapasitesi 2012 yılından itibaren oldukça hızlı bir artış yaşamıştır. Ayrıca günümüzde en çok kurulu FV enerji kapasitesine sahip olan bölgenin Asya Pasifik bölgesi olduğu görülmektedir. Asya Pasifik bölgesini Avrupa ve Kuzey Amerika takip etmektedir. BP 2021 Dünya Enerjisinin İstatistiksel İncelemesi verilerine göre; 2020 yılında Asya Pasifik bölgesinde en çok kurulu FV enerji kapasitesine sahip olan ülke Çin, Avrupa bölgesinde Almanya, Kuzey Amerika bölgesinde Amerika Birleşik

Devletleri olduğu görülmektedir. 2020 yılında dünya genelinde %21,5 artış yaşanmıştır.

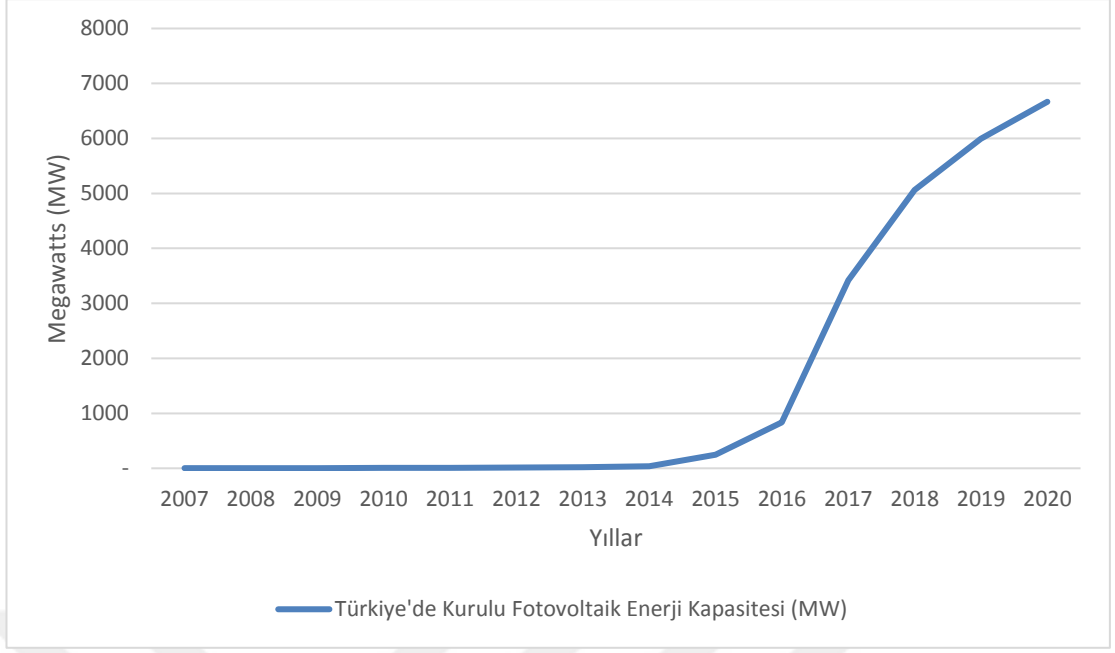
Şekil 19: Bölgelere Göre Kurulu Fotovoltaik Enerji Kapasitesi (MW)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 20’de 2007-2020 yılları için Türkiye’de kurulu FV enerji kapasitesi verilerine yer verilmiştir. Türkiye’de 2014 ve 2016 yıllarından itibaren kurulu FV enerji kapasitesinde hızlı bir artış yaşanmıştır. 2020 yılında kurulu FV enerji kapasitesinde %10,9 artış yaşanmıştır. Türkiye’de 2020 yılında güneş enerjisinden elektrik üretiminin payı %3,66’dır (ETKB, 2022).

Şekil 20: Türkiye’de Kurulu Fotovoltaik Enerji Kapasitesi (MW)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

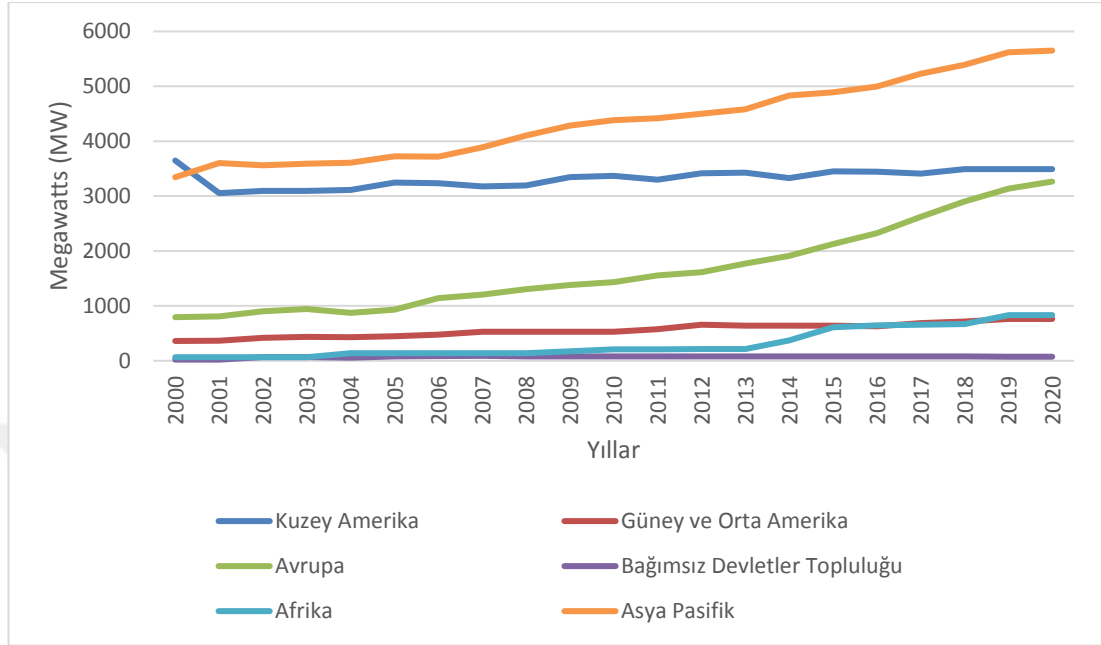
1.1.2.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer kabuğunda depolanan termal enerjidir (Puppala vd., 2022: 128). Jeotermal enerji, sera ve konut ısıtmalarında, endüstriyel kullanımlarda, termal turizm ve termal tedavilerde, elektrik üretiminde vb. alanlarda kullanılabilir. Jeotermal enerji, sürekli ve düzenli enerji sağlaması, sürdürülebilir ve yenilenebilir olması, ucuz ve yerli olması, temiz bir enerji kaynağı olması gibi olumlu özelliklere sahiptir (Akkuş ve Alan, 2016: 21). Jeotermal enerjinin çevre üzerindeki olumsuz etkileri çok azdır. Jeotermal enerji sonucu ortaya çıkan çevresel sorunların engellenmesi amacıyla reenjeksiyon (tekrar basma) uygulaması geliştirilmiştir. Türkiye’de ilk kez jeotermal enerjiden elektrik üretimi 1974 yılında Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından başlatılmış ve ilk elektrik üretimi TEAŞ tarafından 1984 yılında gerçekleştirilmiştir (Akkuş ve Alan, 2016: 35).

Şekil 21’de 2000-2020 yılları için bölgelere göre kurulu jeotermal enerji kapasitesine yer verilmiştir. Şekil 21’e göre 2020 yılında Asya pasifik bölgesi, en çok kurulu jeotermal enerji kapasitesine sahip olan bölgedir. Asya Pasifik bölgesini Kuzey Amerika’nın ve Avrupa’nın takip ettiği görülmektedir. Asya Pasifik bölgesinde en çok kurulu jeotermal enerji kapasitesine sahip olan ülke Endonezya, Avrupa bölgesinde

Türkiye, Kuzey Amerika bölgesinde Amerika Birleşik Devletleri olduğu görülmektedir. 2020 yılında dünya genelinde %0,09 artış yaşanmıştır.

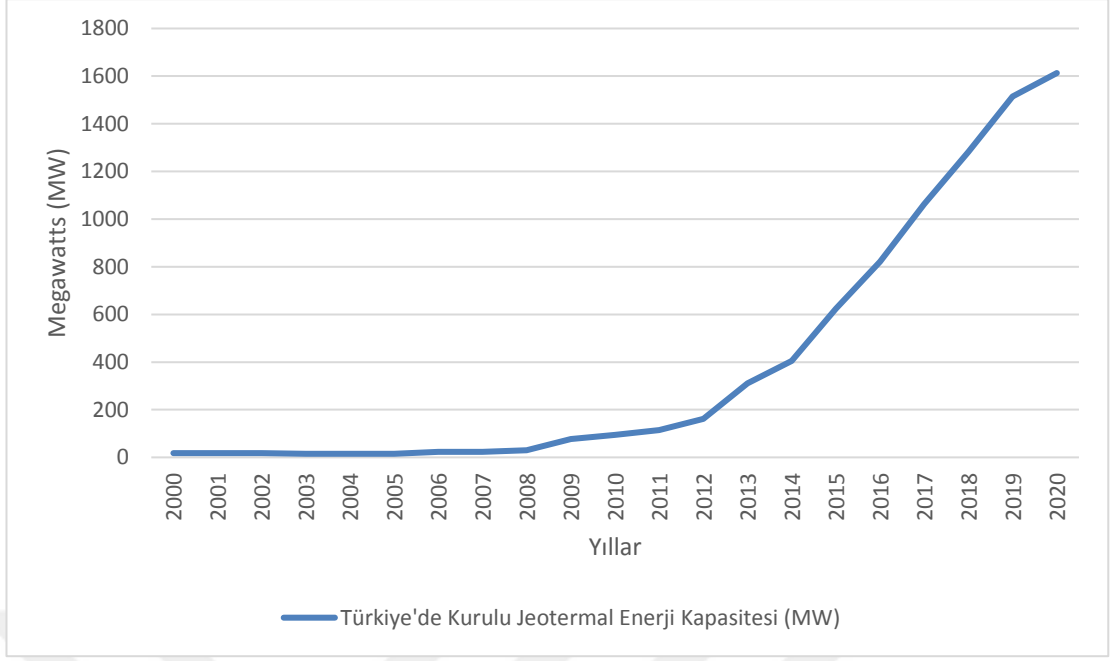
Şekil 21: Bölgelere Göre Kurulu Jeotermal Enerji Kapasitesi (MW)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 22’de 2000-2020 yılları için Türkiye’de kurulu jeotermal enerji kapasitesine yer verilmiştir. Şekil 22’ye göre 2008 yılından itibaren Türkiye’nin jeotermal enerji kapasitesinde hızlı bir artış yaşanmış olduğu görülmektedir. Türkiye’nin 2020 yılında kurulu jeotermal enerji kapasitesi %6,2 artmıştır. Türkiye kurulu jeotermal enerji kapasitesine en çok sahip olan dördüncü ülkedir. 2020 yılında Türkiye’de elektrik üretimi içinde jeotermal enerjinin payı %3,25 olmuştur (ETKB, 2022).

Şekil 22: Türkiye’de Kurulu Jeotermal Enerji Kapasitesi (MW)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

1.2. CO₂ EMİSYONU VE EKOLOJİK AYAK İZİ

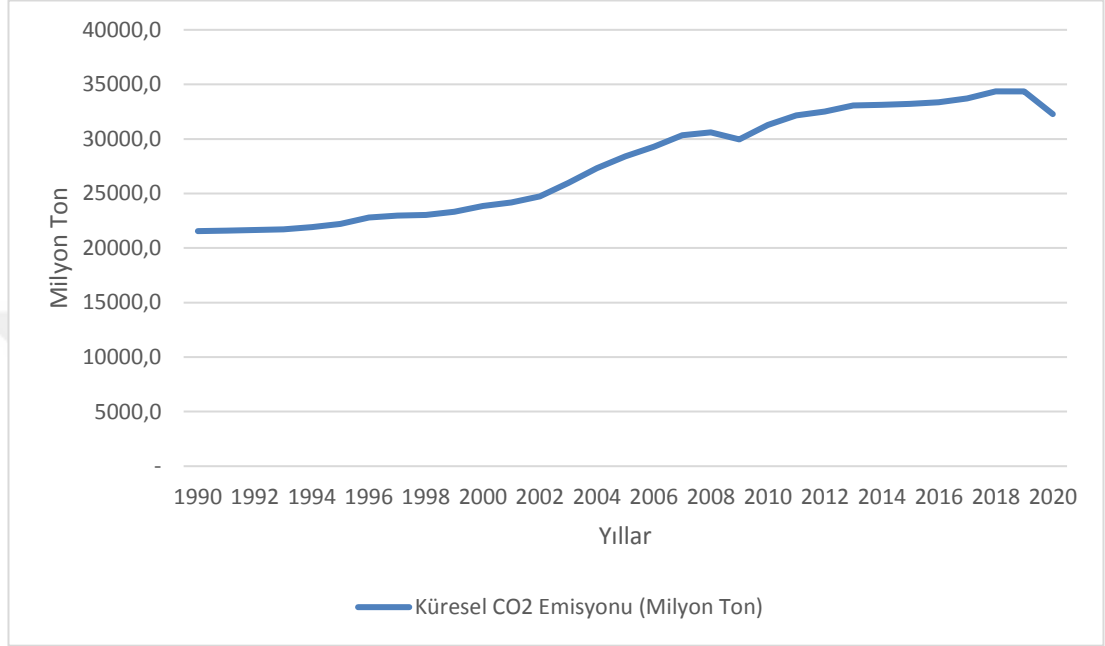
Bu bölümde CO₂ emisyonları ve ekolojik ayak izi ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. CO₂ emisyonunun açıklandığı bölümde CO₂ emisyonlarının çevre üzerindeki etkilerine yer verilmiş ve hem dünyada hem de Türkiye’de CO₂ emisyonlarının zaman içerisindeki gelişimi şekiller ile desteklenerek açıklanmıştır. Ekolojik ayak izinin açıklandığı bölümde ekolojik ayak izinin tanımı ve bileşenleri hakkında bilgilere yer verilmiş ve hem dünyada hem de Türkiye’de ekolojik ayak izinin zaman içerisindeki gelişimi şekiller ile desteklenerek açıklanmıştır.

1.2.1. CO₂ Emisyonu

İklim değişikliğinin temel sebebi sera gazıdır (European Commission, 2022). Sanayileşme ve insan faaliyetleri sonucunda sera gazı emisyonlarında artışlar yaşanmıştır (Ramanchandra vd., 2015: 474). Sera gazları genel olarak ulaşım, enerji santralleri ve enerji yoğun endüstrilerden kaynaklanmaktadır (Khezri, vd., 2022: 1). İnsan faaliyetleri sonucu oluşan CO₂ emisyonu, küresel ısınma üzerinde en fazla etkiye sahip olan unsurdur (European Commission, 2022). CO₂ emisyonları, ekolojik bozulma, küresel ısınma, iklim değişikliği ve çevre kirliliği gibi çevresel bozulmalara sebep olmaktadır (Li ve Haneklaus, 2022: 704).

Şekil 23'te dünyada CO₂ emisyonunun 1990-2020 yılları içindeki değişimine yer verilmiştir. 1990 yılında 21.548,9 milyon ton olan CO₂ emisyonunda 1990-2020 yılları arasında %49,81 artış yaşanmıştır. 2020 yılında CO₂ emisyonlarında %6,3 düşüş yaşanmıştır.

Şekil 23: Dünyada CO₂ Emisyonu (Milyon Ton)



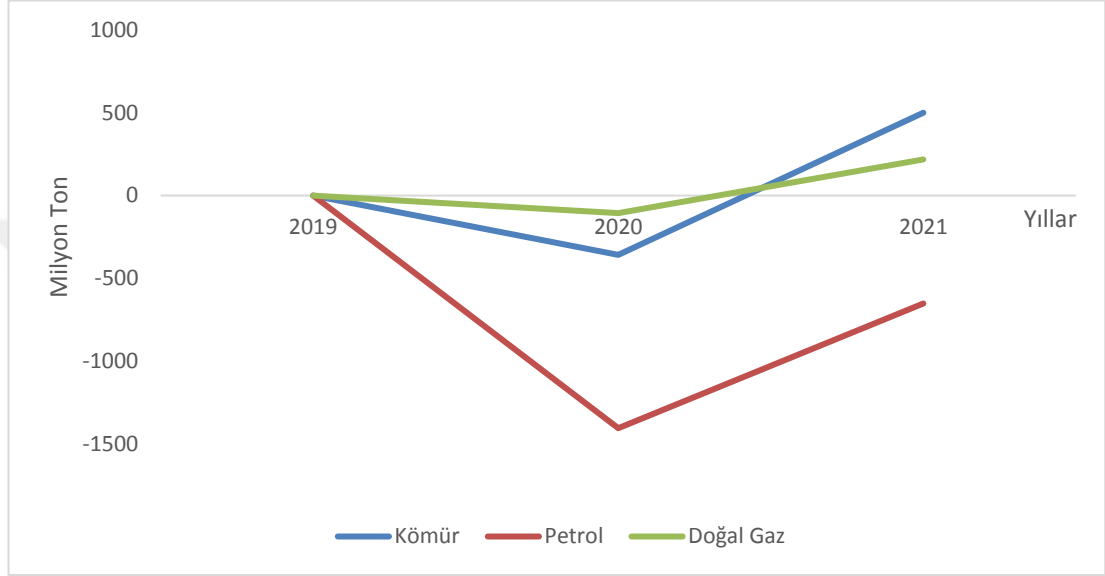
Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

IEA küresel Enerji İncelemesi: 2021'de CO₂ emisyonları (2022) raporuna göre 2021 yılında küresel enerjiyle ilgili CO₂ emisyonları yaklaşık %6 artarak günümüze kadarki en yüksek artış oranına ulaşmıştır. Bu artış 2010 yılındaki artıştan daha yüksek olmuştur ve kömür tüketimindeki artıştan kaynaklanmaktadır. 2021 yılında kömürün CO₂ emisyonu üzerindeki payı %40'tan fazla olmuştur. Ülke olarak ise 2021 yılında CO₂ emisyonlarının artmasına en büyük katkıyı küresel CO₂ emisyonunun %33'üne sahip olan Çin sağlamıştır (IEA, 2022).

Ekonomik kalkınma amacıyla kullanılan fosil yakıtlar, dünyayı ısıtmaktadır ve gelecek nesilleri tehlikeye atan CO₂ emisyonlarının temel sebebidir (Yirong 2022: 1). Şekil 24'te 2019 seviyelerine göre fosil yakıt kaynaklı CO₂ emisyonlarındaki değişime yer verilmiştir. 2019 yılına kıyasla 2020 yılında başta petrol olmak üzere kömür ve doğal gaz kaynaklı CO₂ emisyonlarında önemli ölçüde düşüş yaşanmıştır. 2021 yılında ise kömür kaynaklı CO₂ emisyonlarında hızlı bir artış yaşanmıştır. Kömür emisyonları,

15,3 Gt'de bulunarak bugüne kadarki en yüksek seviyeye ulaşmıştır (IEA, 2022). Doğal gazdan kaynaklanan CO₂ emisyonları 7,5 Gt seviyesine yükselerek 2019 seviyesini aşmıştır (IEA, 2022). Petrolden kaynaklanan CO₂ emisyonları ise 10,7 Gt seviyesinde olmakla birlikte küresel taşımacılıktaki sınırlama sebebiyle 2019 seviyesinin altında kalmıştır (IEA, 2022).

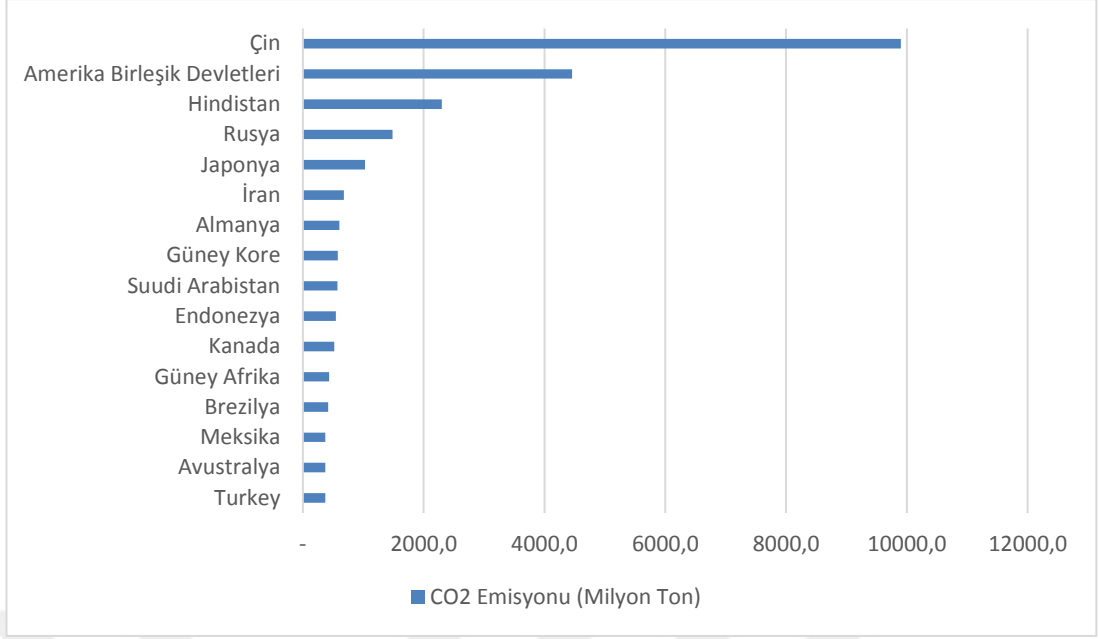
Şekil 24: 2019 Seviyelerine Göre Fosil Yakıt Kaynaklı CO₂ Emisyonlarındaki Değişim 2019-2021 (Milyon Ton)



Kaynak: IEA, Global Energy Review: CO₂ Emissions in 2021'den uyarlanmıştır.

Şekil 25'te 2020 yılında CO₂ emisyonu en yüksek olan ülkelerin sıralamasına yer verilmiştir. Şekil 25'te en fazla CO₂ emisyonuna sahip olan ülkenin Çin olduğu görülmektedir. Çin'i Amerika Birleşik Devletleri, Hindistan ve Rusya takip etmektedir. Türkiye ise en çok CO₂ emisyonuna sahip olan ülkeler arasında 16. sırada yer almaktadır.

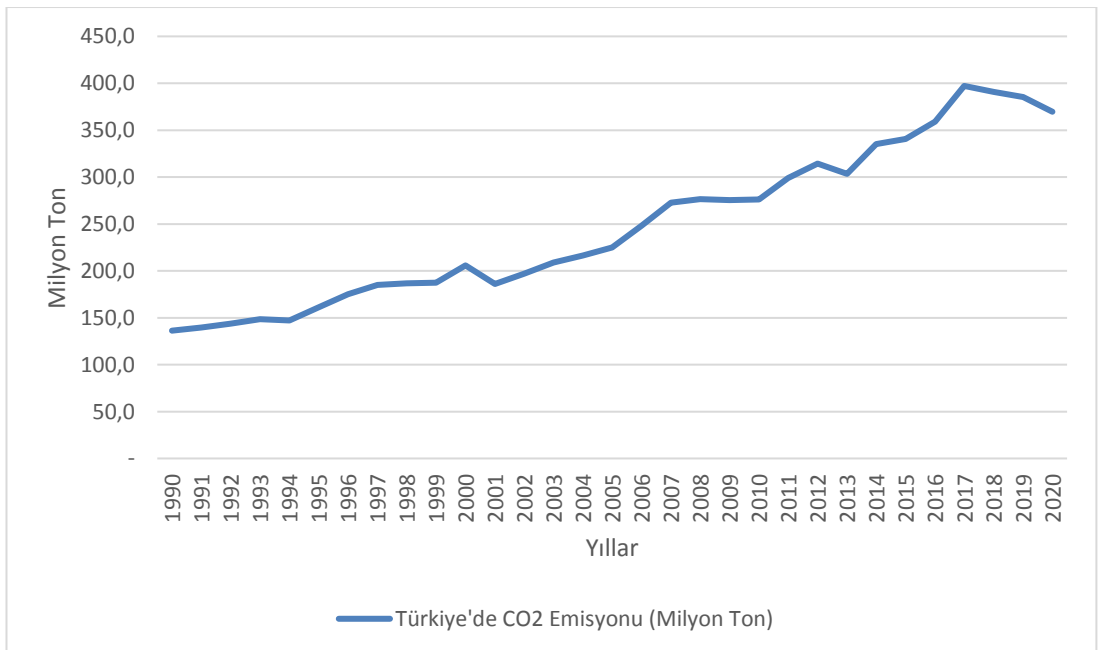
Şekil 25: 2020 Yılında CO₂ Emisyonu En Yüksek Olan Ülkeler (Milyon Ton)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 26'da Türkiye'de CO₂ emisyonunun 1990-2020 yılları içindeki değişimine yer verilmiştir. Türkiye'nin CO₂ emisyonlarında son 10 yılda %3,4 artış yaşanırken 2017'den itibaren yaklaşık %7 düşüş yaşanmıştır. 2020 yılında ise %4,4 azalış görülmüştür. 2020 yılı için Türkiye'de yakıt türüne göre CO₂ emisyonlarının payında en yüksek orana sırasıyla kömür, petrol ve doğal gaz sahiptir (Our World in Data, 2020).

Şekil 26: Türkiye'de CO₂ Emisyonu (Milyon Ton)



Kaynak: BP Statistical Review of World Energy (2021) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

1.2.2. Ekolojik Ayak İzi

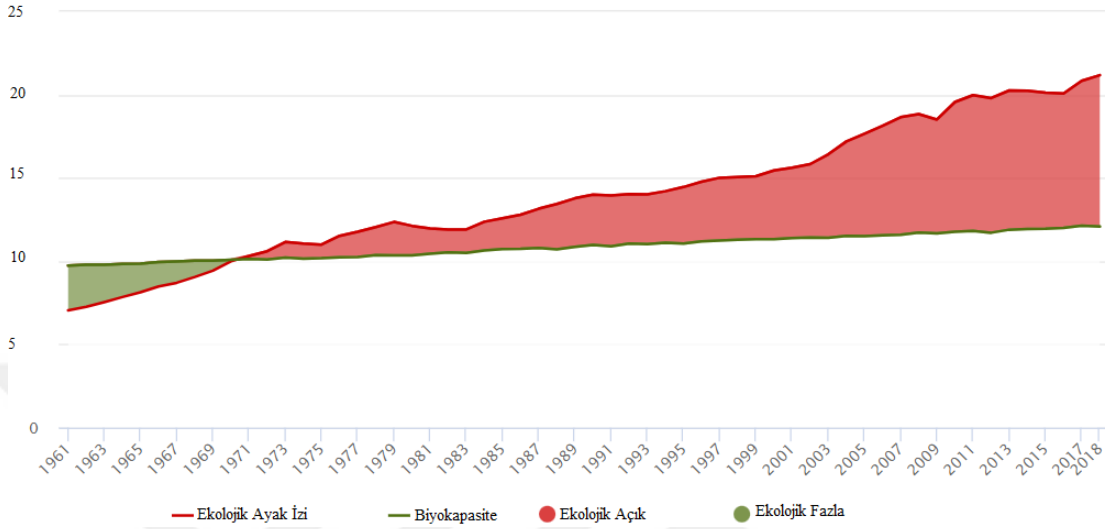
Rees (1992) tarafından önerilen ve Rees ve Wackernagel (1996) tarafından geliştirilen ekolojik ayak izi (EF), topluluk veya faaliyet tarafından tüketilen kaynakların üretilmesi ve sebep oldukları atıkların ortadan kaldırılması için gerek duyulan verimli biyolojik kara ve su alanını ifade etmektedir (Erdogan ve Okumus, 2021: 2). Ekolojik ayak izi, insanların sebep olduğu çevresel bozulmayı biyosfer yenilenme kapasitesiyle karşılaştırmaktadır (Solarin ve Bello, 2018: 35). Ekolojik ayak izi, insan talebinin doğal kaynaklar üzerindeki etkisini ölçen bir göstergedir ve böylece dünyadaki doğal kaynakların tüketiminin sürdürülebilirliği hakkında bilgiler sağlamaktadır (Solarin, 2019: 6168)

Ekolojik ayak izi, orman ayak izi, tarım arazisi ayak izi, otlak alan ayak izi, balıkçılık alanı ayak izi, yapılaşmış alan ayak izi ve karbon ayak izi olmak üzere altı farklı bileşenden oluşmaktadır. Tarım arazisi ayak izi, insanların tüketimi için gıda ve lif, hayvancılık için yem, yağ bitkileri, otlak ve kauçuk gibi tarım ürünlerini yetiştirmek için gerekli olan alanı hesaplamaktadır. Otlak alan ayak izi, hayvancılık için gerekli olan alanı ölçmektedir. Orman arazisi ayak izi, bir ülkenin yıl içinde tükettiği kereste ve yakacak odun miktarını karşılamak için ihtiyaç duyduğu orman alanını ifade etmektedir. Yapılaşmış alan ayak izi, konut, ulaşım, endüstriyel yapılar için gerekli olan alanı ifade etmektedir. Karbon ayak izi, karbon emisyonlarını emmek için gereken orman arazisi miktarını ifade etmektedir. (Ewing vd., 2010: 13). Karbon ayak izi ülkelerin büyük çoğunluğunda baskın bir bileşen olarak karşımıza çıkmaktadır (Solarin ve Bello, 2018: 35). Balıkçılık alanı ayak izi, deniz ürünleri üretimi için gerekli olan alanı ifade etmektedir (Erdogan ve Okumus, 2021: 2).

Şekil 27’de 1961-2018 yılları için dünyanın ekolojik ayak izi ve biyokapasitesindeki değişime yer verilmiştir. Ekolojik açık, ekolojik ayak izinin biyolojik kapasiteyi aşması olarak yorumlanmaktadır (Ulucak ve Bilgili, 2018: 145). Şekil 27’e göre dünyada 1970’e kadar ekolojik açık görülmemişken 1970 yılından itibaren ekolojik açık görülmüş ve hızla artmaya devam etmiştir. 2018 yılı için gerekli olan dünya büyüklüğü mevcut dünya büyüklüğünün yaklaşık 1,5 katı ile 2 katı arasındadır. 2018 yılında toplam biyokapasite yaklaşık 12 milyar küresel hektar (kha),

toplam ekolojik ayak izi ise yaklaşık 21 milyar kha olarak hesaplanmıştır. Aynı yılda kişi başına biyokapasite 1,58 kha, kişi başına ekolojik ayak izi 2,77 kha düzeyindedir. Bu da 1,19 kha'lık ekolojik açık olduğunu göstermektedir.

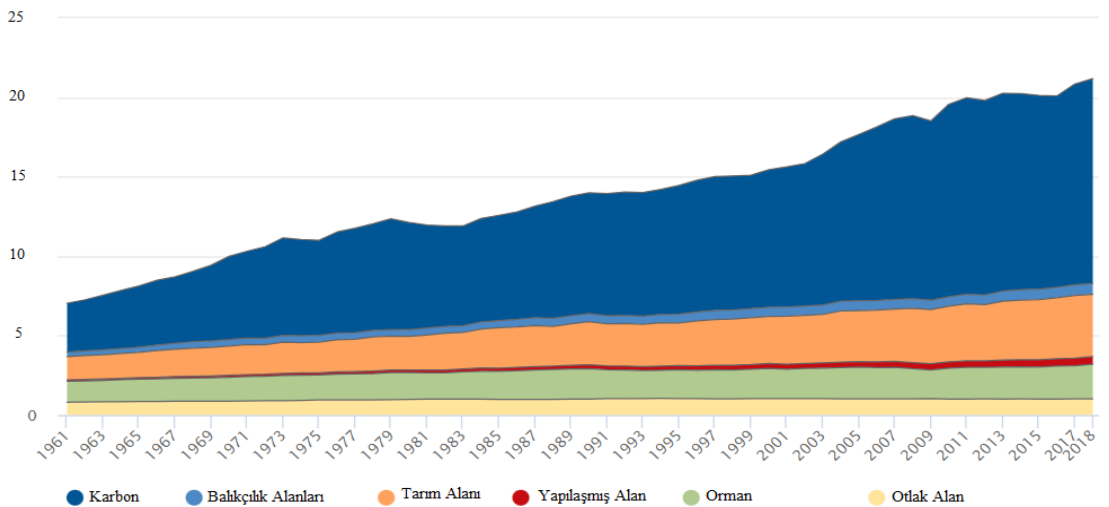
Şekil 27: Dünyada Ekolojik Ayak İzi ve Biyokapasite (Milyar kha)



Kaynak: Global Footprint Network

Şekil 28'de dünyanın ekolojik ayak izi bileşenlerinin 1961-2018 yılları içindeki gelişimine yer verilmiştir. Şekil 28'de ekolojik ayak izi oluşumuna en büyük katkıyı karbon ayak izinin yapmış olduğu görülmektedir. Karbon ayak izini, tarım alanları ve orman alanları takip etmektedir. 2018 yılında dünyanın toplam ekolojik ayak izi yaklaşık 21 milyar kha olarak hesaplanmıştır ve aynı yıl karbon ayak izinden kaynaklanan ekolojik ayak izi yaklaşık 13 milyar kha'dır.

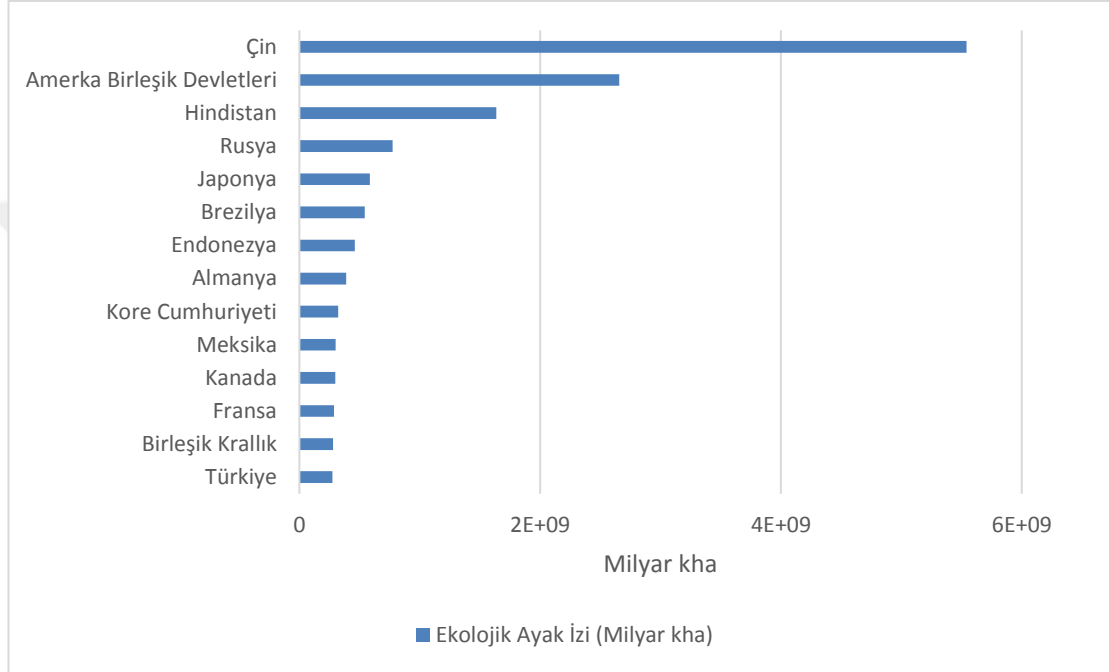
Şekil 28: Dünyada Ekolojik Ayak İzinin Bileşenleri (Milyar kha)



Kaynak: Global Footprint Network

Şekil 29’da 2018 yılı için en çok ekolojik ayak izine sahip olan ülkelerin sıralamasına yer verilmiştir. 2018 yılı için Çin’in ekolojik ayak izi yaklaşık 5,5 milyar kha olarak hesaplanmıştır ve en yüksek ekolojik ayak izine sahip olan ülkedir. Çin’i Amerika Birleşik Devletleri, Hindistan ve Rusya takip etmektedir. 2018 yılı için Türkiye’nin ekolojik ayak izi yaklaşık 275 milyon kha olarak hesaplanmıştır ve en çok ekolojik ayak izine sahip olan ülkeler arasında 14. sırada yer almaktadır.

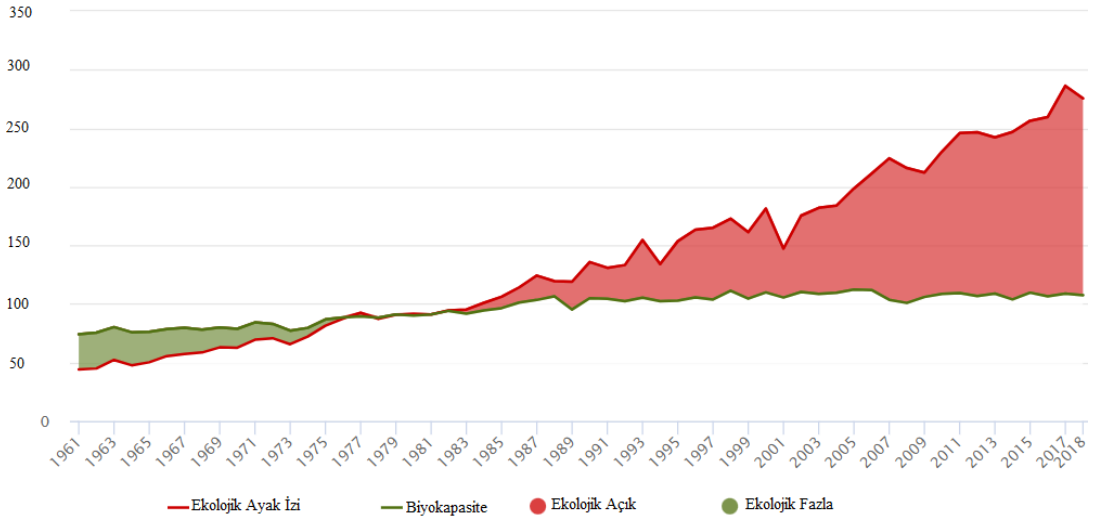
Şekil 29: 2018 Yılında Ekolojik Ayak İzi En Yüksek Olan Ülkeler (Milyar kha)



Kaynak: Global Footprint Network (2022) verileri kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 30’da 1961-2018 yılları için Türkiye’nin ekolojik ayak izi ve biyokapasitesindeki değişime yer verilmiştir. Türkiye 1976 yılına kadar ekolojik fazlaya sahipken 1977 yılında Türkiye’nin toplam biyokapasitesi yaklaşık 89 milyon kha ve toplam ekolojik ayak izi yaklaşık 92 milyon kha olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla 1977 yılında ekolojik açık ortaya çıkmıştır. Türkiye 1978 ve 1979 yılında tekrardan ekolojik fazlaya sahip olmuştur. Ancak ilerleyen yıllarda (1980 ve sonrası) sürekli ekolojik açığa sahip olmuştur. Türkiye’nin 2018 yılında kişi başına biyokapasitesi 1,3 kha, kişi başına ekolojik ayak izi 3,4 kha olarak hesaplanmıştır. Bu da 2,1 kha’lık ekolojik açık olduğunu göstermektedir.

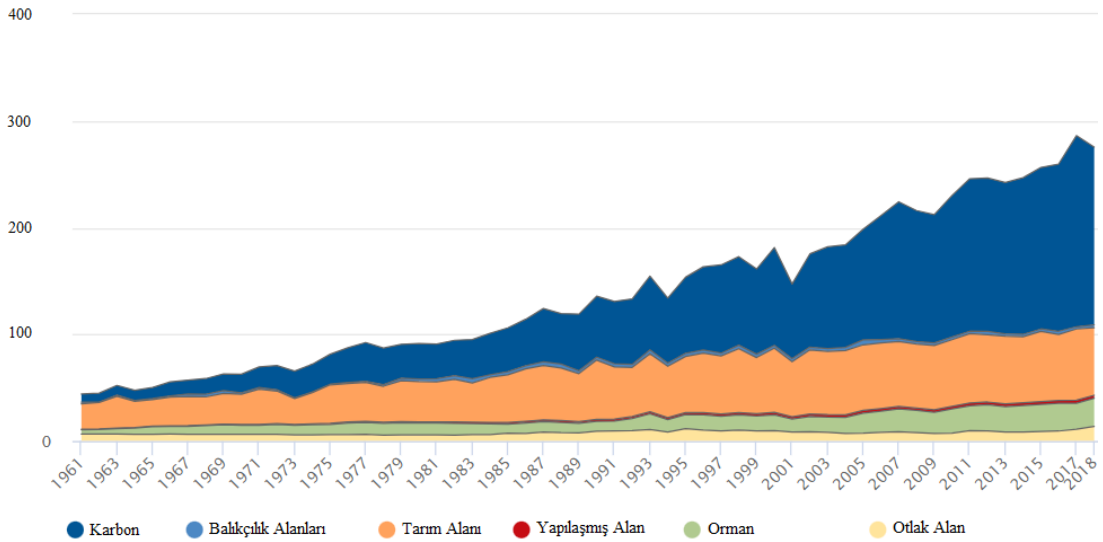
Şekil 30: Türkiye’de Ekolojik Ayak İzi ve Biyokapasite (Milyon kha)



Kaynak: Global Footprint Network

Şekil 31’de Türkiye’nin ekolojik ayak izi bileşenlerinin 1961-2018 yılları içindeki gelişimine yer verilmiştir. Şekil 31’de ekolojik ayak izi oluşumuna en büyük katkıyı karbon ayak izinin yapmış olduğu görülmektedir. Karbon ayak izini, tarım alanları ve orman alanları takip etmektedir. 2018 yılında Türkiye’de toplam ekolojik ayak izi yaklaşık 275 milyon kha olarak hesaplanmıştır ve aynı yıl karbon ayak izinden kaynaklanan ekolojik ayak izi yaklaşık 166 milyon kha’dır.

Şekil 31: Türkiye’de Ekolojik Ayak İzinin Bileşenleri (Milyon kha)



Kaynak: Global Footprint Network

2. BÖLÜM

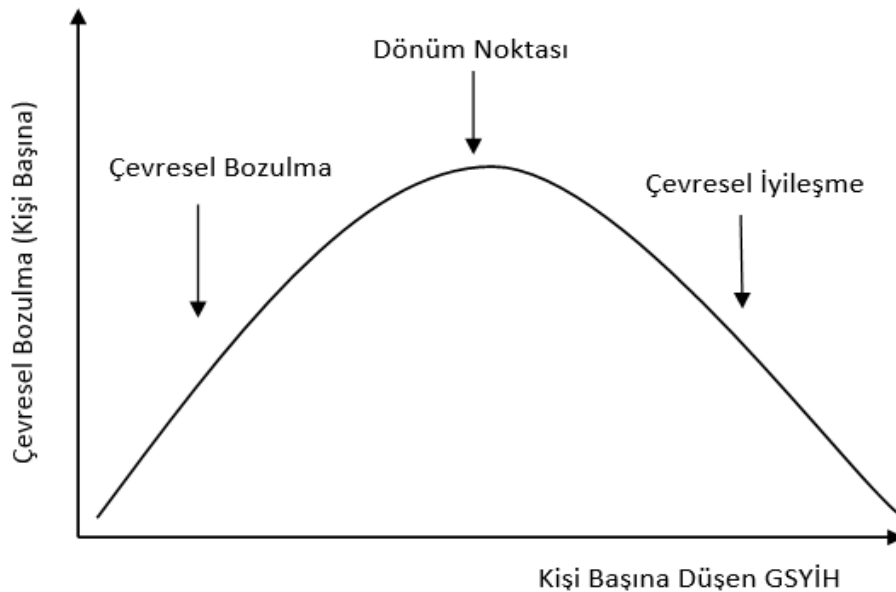
ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİ

2.1. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİ

Ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevresel farkındalıklar düşüktür (Dinda, 2004: 434). Bu sebeple başlangıçta gelir düzeyi artarken çevresel bozulmalar da artmaktadır. Ancak ilerleyen aşamalarda bilgi yoğun endüstriler, çevreye yönelik harcamalar ve çevresel farkındalıklar artmaktadır (Panayotou, 1993: 1). Dolayısıyla ekonomik büyümenin ilerleyen aşamalarında çevre kirliliğinin azaldığı gözlemlenmektedir. Ekonomik kalkınmanın ilk aşamalarında ortaya çıkan çevre kirliliği, ekonomik büyümenin kabul edilebilir bir sonucu olarak görülmektedir (Arrow vd., 1995: 520). İlerleyen süreçlerde, kişi başına gelir belirli bir düzeye ulaştığında ekonomik büyüme, çevresel bozulmaların azalmasına katkıda bulunmaktadır (Panayotou, 1993: 14).

Çevresel bozulmalar ve gelir düzeyi arasındaki önce artan ve sonrasında azalmaya başlayan ters-U biçimli bu eğriyi Panayotou, Kuznets Eğrisine olan benzerliğinden dolayı Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi olarak adlandırmıştır (Dinda, 2004:434). EKC hipotezi, ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasındaki uzun dönemli ilişkiyi temsil etmektedir (Dinda, 2004: 434). Ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasındaki ilişki Şekil 32'de gösterilmiştir.

Şekil 32: Çevresel Kuznets Eğrisi



Kaynak: Yandle B., Vijayaraghavan M. ve Bhattacharai M., 2002: 3.

Şekil 32'de dönüm noktasına kadar olan bölümde ekonomik büyümenin çevresel bozulmaları arttırdığı gözlemlenirken dönüm noktasından sonraki bölümde ekonomik büyümenin çevresel iyileşmelere yol açtığı gözlemlenmektedir.

2.2. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİNİ AÇIKLAMADA KULLANILAN FAKTÖRLER

2.2.1. Ölçek Etkisi, Kompozisyon Etkisi, Teknik Etki

Grossman ve Krueger (1991) ticaret ve dış yatırım politikalarındaki değişikliğin çevresel bozulma üzerindeki etkisini ölçek etkisi, kompozisyon etkisi (yapısal etki) ve teknik etki olmak üzere üç ayrı mekanizma ile incelemişlerdir. Ölçek etkisi EKC'nin yukarı yönlü hareketini gösterirken kompozisyon ve teknik etkinin aşağı yönlü bir eğime sebep olduğu görülmektedir.

Ölçek etkisi: Ticaret ve yatırımdaki serbestleşme sonucunda ekonomik faaliyetler artmaktadır. Ancak ekonomik faaliyetin niteliğinin değişmemesi kirlilik miktarının artmasına sebep olmaktadır (Grossman ve Krueger, 1991: 3). Ölçek etkisi, pazar erişiminin artmasına bağlı olarak artan ekonomik büyümenin sebep olduğu kirlilikteki olası artış olarak açıklanmaktadır (Cole, 2004: 72). Artan çıktı üretim sürecinde daha fazla girdi gerektirmektedir. Ayrıca daha fazla çıktı çevresel bozulmalarda artışa sebep olmaktadır (Borghesi, 1999: 6).

Kompozisyon etkisi (yapısal etki): Kompozisyon etkisi, ekonomik faaliyetin niteliğinin değişmesi sonucu çevresel kalitenin etkilenmesi olarak açıklanmaktadır (Panayotou, 2004: 36). Başlangıçta tarımdan sanayiye geçiş ile kirlilik seviyesi artarken, sanayiden hizmet sektörüne geçişte kirlilik seviyesinde azalma meydana gelmektedir (Panayotou, 2000: 36). Dolayısıyla Panayotou (2000)'ya göre sanayinin GSYİH içindeki payı, yapısal değişimi temsil edebilmektedir ve bu etkinin monoton olmayan (ters U) bir etki oluşturması muhtemeldir.

Teknik etki: Ekonomik büyümenin beraberinde teknolojik ilerlemelerin de gerçekleşmesiyle eski ve kirli teknolojilerin yerine çevresel kaliteyi arttıran temiz ve yeni teknolojilerin aldığı aşama teknik etki ile açıklanmaktadır (Dinda, 2004: 435). Bu aşamada çevrenin kalitesinde iyileşmeler görülmektedir.

2.2.2. Çevre Talebinin Gelir Esnekliği

Panayotou (2000), gelir ve çevre ilişkisindeki değişiklikleri yapısal ve davranışsal faktörler olmak üzere ayırmaktadır. Yapısal faktörleri, ekonominin yapısının düşük kirletici tarımdan yüksek kirletici sanayiye ve sanayiden de düşük kirletici hizmete kaydıran değişim ile ilişkilendirmiştir. Davranışsal faktörleri, gelir artışı ile daha yüksek çevresel hizmet talebinin oluşması yani gelir artışı ile çevresel bozulmaların azalması için daha yüksek miktarda ödeme istekliliği olarak açıklamıştır. Bu etki EKC'nin aşağı doğru eğimli olması ile sonuçlanmaktadır (Panayotou, 2000: 32). Düşük gelir düzeylerinde gerçekleşen gelir artışında, gıda ve barınmaya yönelik ihtiyaçlara öncelik verilir ve çevresel kaliteye olan talep oldukça azdır. Ancak yüksek gelir düzeylerinde çevresel kalite için daha yüksek bir talep oluşmaktadır (Panayotou, 2000: 37). İnsanlar, gelirleri arttıkça çevresel kaliteyi iyileştiren mallara yönelik harcamalar gerçekleştirmektedir (Panayotou, 2000: 32). Ayrıca artan çevre bilinci, üretim sürecinde çevre dostu teknolojilerin kullanılmasına katkıda bulunmaktadır (Borghesi, 1999: 6).

2.2.3. Uluslararası Ticaret

Uluslararası ticaret EKC hipotezinde önemli bir yer kaplamaktadır. Serbest ticaretin çevresel kalite üzerinde hem artırıcı hem azaltıcı etkileri vardır. Artan ticaret hacmi (özellikle ihracat) ekonomik faaliyetleri artırmaktadır ve bu da kirliliği artırdığından, çevresel kalite ölçek etkisiyle düşebilir (Dinda, 2004: 436). Aynı zamanda, ticaret, kompozisyon ve teknik etki ile çevresel kaliteyi artırabilir (Dinda, 2004: 436). Kompozisyon etkisinin kirlilik üzerindeki etkisi, bir ülkenin karşılaştırmalı üstünlük kaynaklarına bağlıdır (Cole, 2004: 72). Uluslararası ticaret bir ülkede çevre kirliliğinin artmasına sebep olurken diğer ülkede azaltmasına sebep olmaktadır. Bu etki, birbiriyle ilişkili olan yer değiştirme hipotezi ve kirlilik cenneti hipotezi ile açıklanmaktadır (Dinda, 2004: 436).

Yer Değiştirme Hipotezi: Kirlilik yoğun endüstrilerin katı çevresel düzenlemelere sahip ülkelerden daha zayıf düzenlemelere sahip ülkelere doğru kayması olarak açıklanmaktadır (Dinda, 2004: 436). EKC hipotezindeki ters U, ülkelerin uluslararası uzmanlaşmasındaki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir. Fakir ülkeler kirlilik yoğun mal üretiminde uzmanlaşırken, zengin ülkeler tüketim kalıplarını değiştirmeden daha temiz ve hizmet yoğun üretimde uzmanlaşmaktadır ve böylece

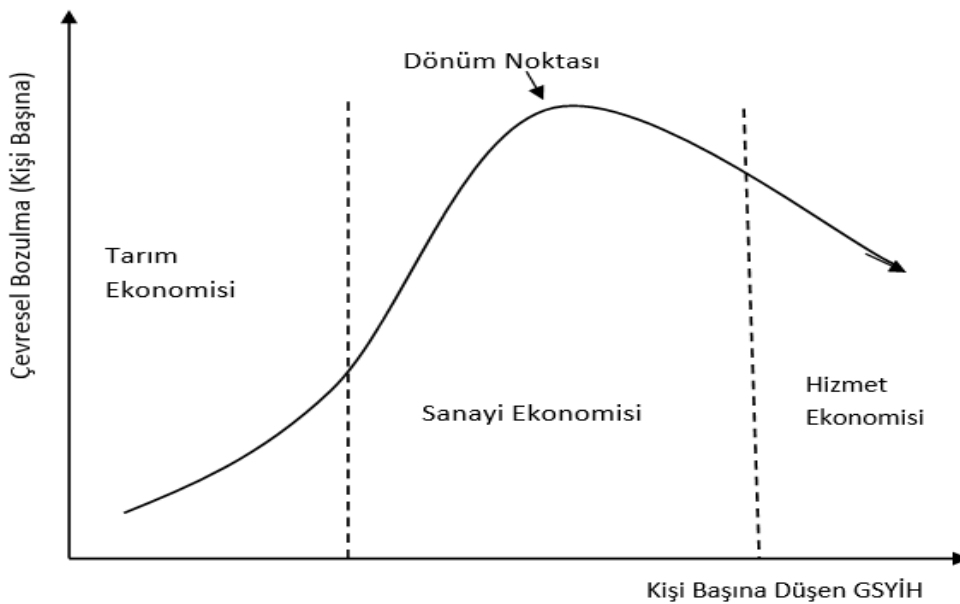
kirlilik yoğun mallarda yoksul ülkeler ihracatçı olurken zengin ülkeler ithalatçı olacaktır (Dinda, 2004: 436).

Kirlilik Cenneti Hipotezi: Serbest ticaret gelişmekte olan ülkelerde gelir düzeyini artırarak daha temiz bir çevre talebi oluşturmaktadır. Ancak kirlilik yoğun üretimin, zayıf düzenlemelere sahip ülkelere taşınması çevreye zarar vermektedir (Dinda, 2004: 437). Bu durum, Kirlilik Cenneti Hipotezi olarak adlandırılmıştır.

2.3. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİNİN SEKTÖRLERE GÖRE İNCELENMESİ

Ekonomideki sektörlerin yapısı da EKC'yi etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Şekil 33'te görüldüğü gibi, tarım ekonomilerinde ekonomik faaliyetlerin çevre üzerindeki etkisi oldukça azdır. Tarım ekonomisinden sanayi ekonomisine geçiş evresinde çevresel bozulmaların hızla arttığı görülmektedir. Sanayi ekonomisinde artan doğal kaynak kullanımı, kirlenici emisyonlardaki artışlar, kirli teknolojiler, çevre bilincinin düşük olması çevresel bozulmaları arttırmıştır (Munasinghe M., 1999: 95). Dolayısıyla sanayi ekonomisinde kirlilik düzeyi oldukça yüksektir. Dönüm noktası ile çevresel bozulmaların azalmaya başladığı görülmektedir. Ülkelerin gelir düzeyindeki artışıyla birlikte hizmet sektörünün payı artmaktadır. Hizmet sektörünün baskın olduğu bu aşamada çevresel bozulmaların azalma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Şekil 33: Sektörlere Göre Çevresel Kuznets Eğrisinin İncelenmesi



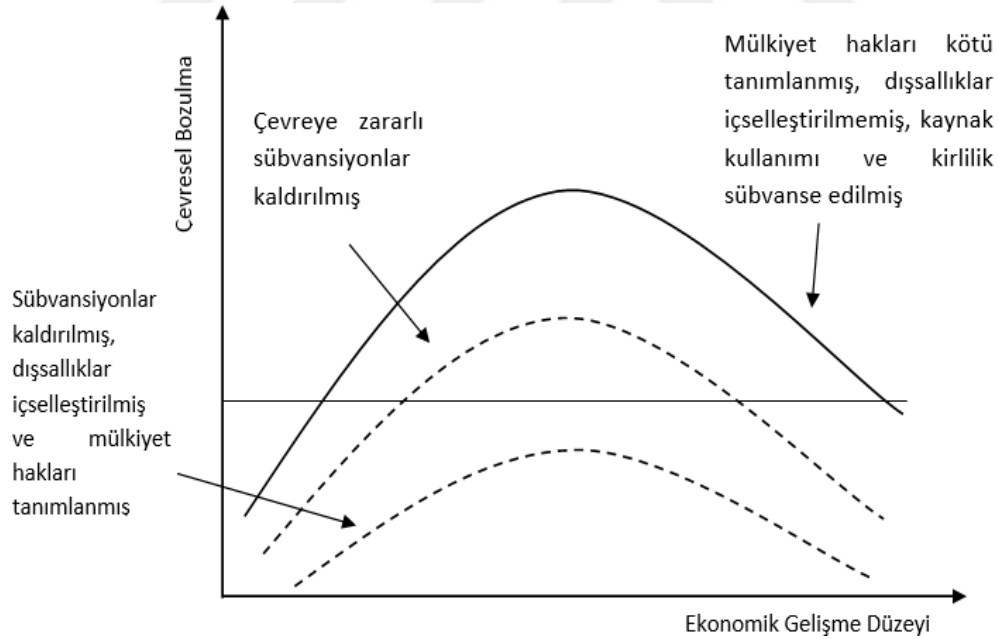
Kaynak: Kaika D. ve Zervas E., 2013: 1394.

2.4. DÜZLEŞTİRİLMİŞ ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ

Ekonomik büyüme oranı kadar ekonomik büyümenin kaynağı da büyük bir öneme sahiptir (Panayotou, 1993: 15). Ekonomik büyüme sürecinde izlenen politikalar çevre üzerinde oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bu politikalar ÇK eğrisinin eğimini etkilemektedir. Panayotou (2000), çevresel iyileşmeyi sadece ekonomik büyümenin sağlamadığını aynı zamanda çevreyi korumak için yeni kurumların geliştirilmesinin ve çevreye duyarlı politikaların uygulanmasının da çevresel iyileşmeye sebep olacağını belirtmiştir. EK eğrisinin eğimi, ekonomik büyümenin çevresel maliyetini yansıtmakta olduğundan dolayı eğim ne kadar yüksek olursa gelirdeki her artış için çevresel zarar da artacaktır (Panayotou, 2000: 50)

Şekil 34'te Panayotou (2000) tarafından farklı politika ve kurumsal senaryolar için oluşturulan ekonomik büyüme-çevresel bozulma ilişkisine yer verilmiştir.

Şekil 34: Farklı Politika ve Kurumsal Senaryolar İçin Oluşturulan Ekonomik Büyüme-Çevresel Bozulmalar İlişkisi



Kaynak: Panayotou, 1993: 19.

Kaynaklar üzerindeki mülkiyet haklarının iyi tanımlanmaması ve çevresel maliyetlerin içselleştirilmemesi durumunda, ekonomik büyümenin çevreye maliyeti çok yüksektir ve bu durum büyümenin sürdürülebilirliğini zayıflatmaktadır (Panayotou, 1993: 15). Mülkiyet haklarının kötü tanımlandığı, dışsallıkların olduğu,

ekonomik büyüme amacıyla çevre kirliliğe sebep olan faaliyetlerin sübvansane edildiği durumlarda ekonomik büyümenin çevreye maliyeti oldukça yüksektir. Çevreye zararlı sübvansiyonların kaldırıldığı durumda ise ekonomik büyümenin çevreye maliyetinde azalmalar görülmekte ve EKC düzleşmektedir. Sübvansiyonlar kaldırıldığı, dışsallıklar içselleştirildiği ve doğal kaynaklar üzerindeki mülkiyet haklarının tanımlandığı durumda ise EKC ekolojik eşiğin altında yer almaktadır.

2.5. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİNİN TEORİK ANALİZİ

Çevre kirliliği ile gelir düzeyi arasındaki çeşitli olası ilişkileri test etmek için aşağıdaki denklem 1 kullanılmaktadır (Dinda, 2004: 440).

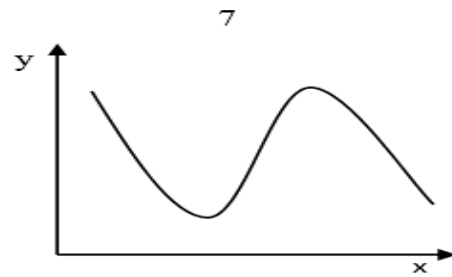
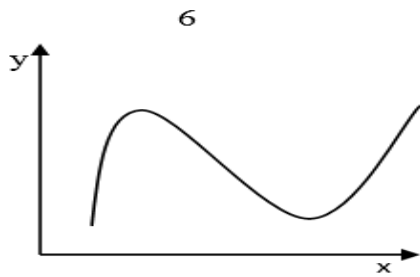
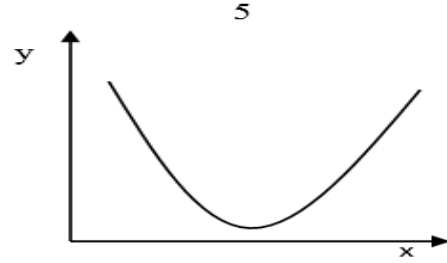
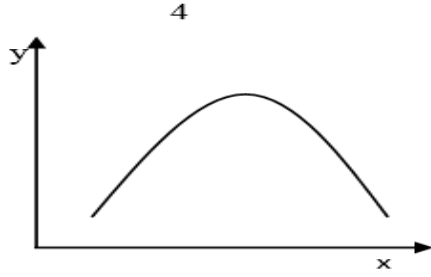
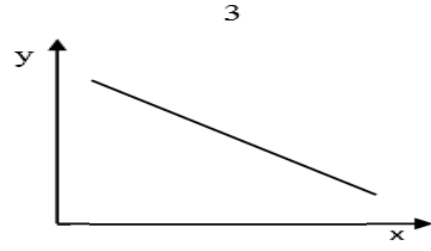
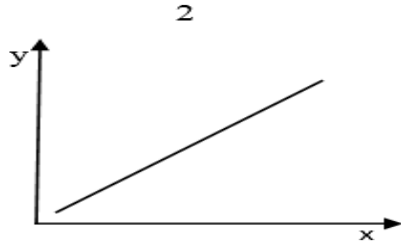
$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{it} + \beta_2 x_{it}^2 + \beta_3 x_{it}^3 + \beta_4 z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Burada y çevresel göstergeler, x gelir ve z çevre kirliliğine etki eden diğer değişkenleri ifade etmektedir. Modeldeki i incelenen ülkeyi, t zamanı, α sabit terimi ifade etmektedir (Dinda, 2004: 440). Gelir düzeyi ile çevre kirliliği arasındaki muhtemel ilişkiler aşağıdaki gibidir:

- 1) $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ olduğu durumda x ile y arasında ilişki yoktur.
- 2) $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 = \beta_3 = 0$ olduğu durumda, x arttıkça y de artmaktadır.
- 3) $\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 = \beta_3 = 0$ olduğu durumda, x arttıkça y azalmaktadır.
- 4) $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 = 0$ olduğu durumda, x arttıkça y önce artmakta sonra azalmaktadır (ters-U şeklindedir).
- 5) $\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$ ve $\beta_3 = 0$ olduğu durumda, x arttıkça y önce azalmakta sonra artmaktadır (U şeklindedir).
- 6) $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 > 0$ olduğu durumda, x arttıkça y sırasıyla artmakta, azalmakta ve tekrar artmaktadır (N şeklindedir).
- 7) $\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$ ve $\beta_3 < 0$ olduğu durumda, x arttıkça y sırasıyla azalmakta, artmakta ve tekrar azalmaktadır (ters N şeklindedir).

Yukarıda verilen muhtemel ilişkiler Şekil 35'te gösterilmektedir.

Şekil 35: Gelir Düzeyi ile Çevresel Bozulma Arasındaki Muhtemel İlişkiler



2.6. LİTERATÜR TARAMASI

EKC hipotezine ait ilk çalışmalar Grossman ve Krueger (1991), Shafik ve Bandyopadhyay (1992), Panayotou (1993) ve Selden ve Song (1994) tarafından gerçekleştirilmiştir. EKC hipotezi, 1990'lı yıllardan itibaren birçok araştırmacı tarafından test edilmiştir. Bu çalışmaların bir kısmı ülke grupları şeklinde gerçekleştirilirken bir kısmı tek ülkeli analizler şeklinde gerçekleştirilmiştir. EKC hipotezi üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar birbirlerinden farklılık göstermektedir. Çalışmaların bir kısmı EKC hipotezini doğrularken (Sapkota ve Bastola, 2017; Sharif vd., 2020; Cheikh vd., 2021; Yerdelen Tatoğlu ve Polat, 2021) bir kısmı doğrulamamıştır (Zoundi, 2017; Pata ve Aydın, 2020; Güzel, 2021). Bu farklılıklar, analize dahil edilen dönemlerden, değişkenlerden, yöntemlerden vb. sebeplerden kaynaklanabilmektedir. EKC hipotezine ait çalışmaların birçoğunda çevresel bozulma göstergesi olarak CO₂ emisyonu kullanılmıştır (Danish vd., 2017; Katircioğlu ve Taşpınar, 2017; Balsalobre-Lorente vd., 2021; Cheikh vd., 2021; Jiang, Khattak ve Rahman, 2021). Ancak son zamanlarda, çevresel gösterge olarak ekolojik

ayak izine de sıklıkla yer verilmektedir (Al-Mulali vd., 2015; Mrabet ve Alsamara, 2017; Destek, 2018; Ulucak ve Bilgili, 2018; Pata ve Aydın, 2020). EKC hipotezinin sınıandığı çalışmalarda, GSYİH'ye ek olarak kentleşme, ticarete açıklık, doğrudan yabancı yatırımı, enerji tüketimi, finansal gelişme vb. değişkenlerin de çevresel bozulma üzerindeki etkisi analiz edilmektedir. Bu bölümde EKC hipotezi üzerine yapılmış çalışmaların bir kısmı özetlenmiş ve tablo 1'de sunulmuştur.

Öztürk ve Acaravcı (2013), CO₂ emisyonu ile finansal gelişme, ekonomik büyüme, dışa açıklık ve enerji tüketimi ilişkisini ARDL sınır testi ve VECM yardımıyla 1960-2007 yılları kapsamında Türkiye için araştırmışlardır. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca enerji tüketimi ve dışa açıklığın CO₂ emisyonunu arttırdığı ve finansal gelişmenin CO₂ emisyonu üzerinde bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Shahbaz vd. (2013), Türkiye'de EKC hipotezinin varlığını 1970-2010 yılları kapsamında araştırmışlardır. Çalışmada CO₂ emisyonu, enerji tüketimi, küreselleşme ve ekonomik büyüme verileri yer almaktadır. Çalışmada ARDL sınır testi, JJ ve GH eşbütünleşme testleri ve VECM yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca uzun dönemde CO₂ emisyonunu, enerji tüketiminin azalttığı ve küreselleşmenin ise arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Shahbaz vd. (2014), Tunus için CO₂ ile enerji tüketimi, ticari açıklık ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1971-2010 dönemi kapsamında incelemişlerdir. Çalışmada ARDL modeli ve VECM yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca çalışmanın sonucuna göre CO₂ emisyonunu enerji tüketimi ve ticari açık arttırmaktadır.

Al-Mulali vd. (2015), düşük, düşük-orta, üst-orta ve yüksek gelirli olmak üzere 93 ülke için 1980-2008 dönemi kapsamında ekolojik ayak izi ile ticari açıklık, ekonomik büyüme, enerji tüketimi, kentleşme ve finansal gelişme arasındaki ilişkiyi GMM ve sabit etkiler veya rastgele etkiler modeli yardımıyla incelemişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre düşük ve düşük-orta gelirli ülkeler için EKC hipotezi yoktur. Ancak üst-orta ve yüksek gelirli ülkeler için EKC hipotezi vardır. Ayrıca enerji tüketimi, kentleşme ve ticari açıklık tüm gelir gruplarında ekolojik ayak izini arttırmaktadır. Finansal gelişme düşük-orta, üst-orta ve yüksek gelirli ülkelerin ekolojik ayak izini azaltırken, düşük gelirli ülkeler üzerinde bir etkisi yoktur.

Bölük ve Mert (2015), Türkiye için CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme ve hidroelektrik hariç yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi yardımıyla 1961-2010 yılları kapsamında araştırmışlardır. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca hidroelektrik hariç yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi değişkeninin CO₂ emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Danish vd. (2017), 1970-2012 dönemi kapsamında Pakistan için CO₂ emisyonu ile yenilenemez enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkileri analiz etmişlerdir. Çalışmada ARDL modeli, JJ testi, FMOLS, DOLS, CCR tahmincileri ve VECM yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca çalışmanın sonucuna göre kişi başına yenilenemez enerji tüketimi CO₂ emisyonunu arttırırken kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi CO₂ emisyonunu azaltmaktadır.

Hanif (2017), 20 Latin Amerika ve Karayip ülkeleri için 1990-2015 dönemi kapsamında CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme, fosil yakıt tüketimi, elektrik tüketimi, enerji ithalatı, kentleşme arasındaki ilişkiyi iki aşamalı GMM yöntemiyle incelemiştir. Çalışmanın sonucu EKC hipotezini desteklemektedir. Ayrıca çalışmanın sonucuna göre fosil yakıt tüketimi, enerji ithalatı ve kentleşme CO₂ emisyonunu arttırmaktadır.

Katırcıoğlu ve Taşpınar (2017), Türkiye için CO₂ emisyonu ile finansal gelişme, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yönünü maki eş bütünleşme testi, DOLS ve ECM yardımıyla 1960-2010 yılları kapsamında araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda EKC hipotezinin geçerli olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca finansal gelişmenin CO₂ emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Mrabet ve Alsamara (2017), Katar için CO₂ ve EF ile ekonomik büyüme, kişi başı enerji tüketimi, ticari açıklık ve finansal gelişme arasındaki ilişkiyi GH, HJ eşbütünleşme testi ve ARDL yöntemiyle 1980-2011 dönemleri için incelemiştir. Çalışmanın sonucuna göre ekolojik ayak izi ile gelir düzeyi ters U biçimli bir ilişkiye sahipken CO₂ emisyonu ile gelir düzeyi U biçiminde bir ilişkiye sahiptir. Ayrıca çalışmanın sonuçlarına göre CO₂ emisyonunu kişi başı enerji tüketimi ve ticari açıklık arttırırken finansal gelişme azaltmaktadır. Sonuçlara göre, ekolojik ayak izi üzerinde

kişi başi enerji tüketimeinin bir etkisi bulunmazken, finansal gelişme ekolojik ayak izini arttırmakta ve ticari açıklık ise azaltmaktadır.

Sapkota ve Bastola (2017), 1980-2010 dönemi kapsamında 14 Latin Amerika ülkesi için CO₂ ile nüfus yoğunluğu, ekonomik büyüme, beşerî sermaye, doğrudan yabancı yatırım, brüt sabit sermaye oluşumu, enerji tüketimi ve işsizlik oranı arasındaki ilişkiyi sabit ve rassal etkili model ile incelemişlerdir. Çalışmanın sonucu EKC hipotezini desteklemektedir. Ayrıca enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırım, sermaye oluşumu, nüfus yoğunluğu CO₂ emisyonunu arttırırken insan sermayesi ülkelerin gelir düzeylerine bağlı olarak değişmektedir.

Solarin vd. (2017), 1965-2013 dönemi kapsamında Hindistan ve Çin için CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme, hidroelektrik tüketimi, kentleşme arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi ve VECM yardımıyla incelemişlerdir. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca çalışmanın sonucuna göre her iki ülke için de hidroelektrik tüketimi CO₂ emisyonunu azaltırken kentleşme CO₂ emisyonunun artmasına sebep olmaktadır.

Zoundi (2017), 1980-2012 yılları kapsamında 25 Afrika ülkesi için CO₂ emisyonu ile birincil enerji tüketimi, ekonomik büyüme, nüfus ve yenilenebilir enerji kullanımı arasındaki ilişkiyi Pedroni, Kao ve Westerlung eşbütünleşme testleri, DOLS, GMM, DFE, MG, PMG tahmin edicileri yardımıyla incelemiştir. Çalışmanın sonucuna göre EKC hipotezinin varlığından söz edilememektedir. Ayrıca CO₂ emisyonunu birincil enerji tüketimi arttırırken yenilenebilir enerji tüketimi azaltmaktadır.

Destek (2018), 1990-2014 dönemi kapsamında Türkiye için ekolojik ayak izi ile ekonomik büyüme, kentleşme düzeyi, enerji yoğunluğu arasındaki ilişkiyi ARDL modeli, VECM Granger nedensellik testi yardımıyla incelemiştir. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca çalışmanın sonucuna göre kentleşme ve enerji yoğunluğu ekolojik ayak izini arttırmaktadır.

Pata (2018a), Türkiye için CO₂ emisyonu ile hidroelektrik tüketimi, kentleşme, finansal gelişme, ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, alternatif enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi, GH ve HJ eşbütünleşme testi, FMOLS, CCR yardımıyla araştırmışlardır. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca kentleşme ve finansal gelişme CO₂ emisyonunun artmasına

sebepler olurken, yenilenebilir enerji tüketimi, hidroelektrik tüketimi ve alternatif enerji tüketimi CO₂ emisyonu üzerinde etkisizdir.

Pata (2018b), Türkiye için CO₂ emisyonu ile ticari açıklık, ekonomik büyüme, sanayileşme, finansal gelişme, alternatif enerji tüketimi, kentleşme ve kömür tüketimi arasındaki ilişkiyi ARDL modeli yardımıyla araştırmıştır. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ek olarak finansal gelişme, kentleşme, kömür tüketimi, endüstrileşmenin CO₂ emisyonunu arttırdığı gözlemlenirken; alternatif enerji tüketimi ve ticari açıklığın CO₂ emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ulucak ve Bilgili (2018), 1961-2013 dönemi kapsamında 3 gelir grubuna ait (yüksek-orta-düşük) ekolojik ayak izinin ekonomik büyüme, ticari açıklık, insan sermayesi ve biyokapasite arasındaki ilişkiyi CUP-FM, CUP-BC tahminleri aracılığıyla incelemişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre tüm ülke gruplarında EKC hipotezinin varlığı doğrulanmıştır. Ayrıca her bir gelir grubu için ekolojik ayak izini ticari açıklık arttırırken beşerî sermaye düşürmektedir. Yüksek gelirli ülkelerde biyokapasite ekolojik ayak izini azaltırken orta ve düşük gelirli ülkelerde ekolojik ayak izini arttırdığı tahmin edilmektedir.

Çetin ve Saygın (2019), 1960-2014 dönemleri kapsamında Türkiye için CO₂ emisyonu ile enerji tüketimi, ticari dışa açıklık, ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri ARDL sınır testi yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca çalışmanın sonucuna göre enerji tüketimi CO₂ emisyonunu arttırmaktadır. Ticari dışa açıklık için anlamlı katsayı tahmini bulunamamıştır.

Uzar ve Eyüboğlu (2019), Türkiye için CO₂ emisyonu ile gelir eşitsizliği, ekonomik büyüme, sanayileşme, kentleşme, finansal gelişmişlik, enerji tüketimi ve ticari açıklık arasındaki ilişkiyi ARDL modeli yardımıyla araştırmışlardır. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca gelir eşitsizliği, enerji tüketimi ve sanayileşmenin CO₂ emisyonunu arttırdığı, ticari açıklığın CO₂ emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, kentleşme ve finansal gelişmenin CO₂ emisyonu üzerinde bir etkisi yoktur.

Pata ve Aydın (2020), 1965-2016 dönemleri kapsamında ekolojik ayak izi ile hidroelektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Çin, Kanada, Brezilya, ABD, Norveç, Hindistan için Fourier-Bootstrap ARDL ve TY ve FTY nedensellik

yöntemleri ile incelemiştir. Çalışmanın sonucunda değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığı ve EKC hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Pütün ve Uğur (2020), 1960-2013 dönemleri kapsamında Türkiye için CO₂ emisyonu ile enerji kullanımı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri ARDL sınır testi yardımıyla incelemiştir. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca çalışmanın sonucuna göre enerji tüketimi CO₂ emisyonunu arttırmaktadır.

Sharif vd. (2020), Türkiye için ekolojik ayak izi ile yenilenebilir elektrik tüketimi, yenilenemez elektrik tüketimi, ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1965Q1-2017Q4 dönemi kapsamında QARDL yaklaşımı ile incelemiştir. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamıştır. Ayrıca sonuçlara göre ekolojik ayak izini yenilenebilir elektrik tüketimi azaltırken yenilenemez elektrik tüketimi arttırmaktadır.

Alola ve Ozturk (2021), Amerika Birleşik Devletleri için 1984-2017 dönemi kapsamında enerji karbon emisyonu ile yenilenebilir enerji üretimi, ekonomik büyüme ve yatırım profili arasındaki ilişkileri ARDL, FMOLS, DOLS yöntemleriyle incelemiştir. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca elde edilen bulgulara göre yenilenebilir enerji üretimi çevre kirliliğini azaltmaktadır. Yatırım riskinin ise enerji karbon emisyonu üzerinde bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Balsalobre-Lorente vd. (2021), AB-5 ülkeleri için 1990-2015 dönemi kapsamında CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırım, yenilenebilir enerji üretimi, enerji inovasyonunda kamu bütçesi ve hava taşımacılığı arasındaki ilişkiyi FMOLS yöntemiyle incelemiştir. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca çalışmanın sonucunda yenilenebilir enerji kullanımı, doğrudan yabancı yatırımının ve enerji yatırım inovasyonunun CO₂ emisyonunu azalttığı ve uluslararası hava taşımacılığı ile CO₂ arasında da ters-U ilişkisi olduğu tahmin edilmiştir.

Cheikh vd. (2021), 1980-2015 dönemi kapsamında 12 MENA ülkesi için EKC hipotezini test ederken CO₂ emisyonu, enerji kullanımı, ekonomik büyüme verilerini

kullanmıştır. Çalışma, PSTR modeli yardımıyla incelenmiştir. Çalışmanın sonucu, EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır.

Danish vd. (2021), 1971-2018 dönemleri kapsamında Hindistan için CO₂ emisyonu ile nüfus yoğunluğu, ekonomik büyüme, nükleer enerji değişkenleri arasındaki ilişkileri Bayer-Hanck eşbütünleşme testi ve dinamik ARDL testi yardımıyla incelemiştir. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca çalışmanın sonucuna göre nükleer enerji CO₂ emisyonunu azaltırken, nüfus yoğunluğu arttırmaktadır.

Güzel (2021), Türkiye için 1960-2015 dönemleri kapsamında EKC hipotezini test etmiştir. ARDL yöntemi ile incelenen bu çalışmada, CO₂ emisyonları, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda EKC hipotezinin geçerli olmadığı ve gelir düzeyi ile CO₂ emisyonları arasında N biçimli bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca enerji tüketiminin CO₂ emisyonunu artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Jiang, Khattak ve Rahman (2021), 1985-2018 ve 1985-2014 dönemi kapsamında Çin için CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme, elektrik tüketimi, elektrik üretimi ve tarım katma değeri arasındaki ilişkiyi ARDL, FMOLS ve CCR yöntemiyle incelemiştir. Çalışmanın sonuçları EKC hipotezini doğrulamaktadır. Ayrıca sonuçlara göre elektrik üretimi ve elektrik tüketimi CO₂ emisyonunu arttırırken tarım katma değeri CO₂ emisyonunu azaltmaktadır.

Özpolat ve Nakıpoğlu Özsoy (2021), Türkiye için 1990-2015 dönemleri kapsamına EKC hipotezini test etmiştir. ARDL yaklaşımının kullanıldığı bu çalışmada, CO₂ emisyonu, yenilenemeyen enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları EKC hipotezini doğrulamaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşılırken yenilenemez enerji tüketiminin CO₂ emisyonunu artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca dışa açıklık için anlamlı tahmin değerleri elde edilmemiştir.

Pata ve Çağlar (2021), 1980-2016 dönemleri kapsamında Çin için ekolojik ayak izi ve CO₂ emisyonu ile gelir düzeyi, beşerî sermaye, kişi başına yenilenebilir enerji kullanımı, ticari açıklık ve küreselleşme arasındaki ilişkileri ARDL, FMOLS, DOLS ve CCR yardımıyla incelemiştir. Çalışmanın sonucunda CO₂ ve EF

değişkenlerinin gelir düzeyi ile U şeklinde bir ilişkisi olduğu görülmektedir. Ticari açıklık CO₂'yi arttırırken ekolojik ayak izi için anlamlı bir sonuç elde edilememiştir. Sonuçlara göre beşerî sermaye çevresel bozulmayı azaltırken, küreselleşme çevre kirliliğini arttırmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları için anlamlı tahmin değerleri elde edilmemiştir.

Tenaw ve Beyene (2021), 1990-2015 yılları kapsamında 20 Sahra Altı Afrika ülkesi için çevresel bozulma endeksi ve ekolojik ayak izi ile insani gelişim endeksi, finansal gelişme, dışa açıklık, hayvancılık üretimi ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi Panel ARDL modeli ve PMG, MG, CCE-PMG, CCE-MG tahmincileri yardımıyla incelemiştir. Çalışmanın sonucu EKC hipotezinin varlığını doğrulamaktadır.

Yerdelen Tatoğlu ve Polat (2021), 2000-2018 dönemi kapsamında farklı gelir düzeylerine sahip 75 ülke için CO₂ emisyonları ile enerji kullanımı, nüfus ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel eşik regresyon modeli, panel yumuşak geçiş regresyon modeli ve eşik değeri yöntemiyle incelemiştir. Çalışmanın sonucunda EKC hipotezinin geçerli olduğu tahmin edilmiştir. Ayrıca elde edilen bulgulara göre enerji tüketimi ve nüfus CO₂ emisyonunu arttırmaktadır.

Shokoohi vd. (2022), 1971-2015 dönemi kapsamında 3 Orta Doğu ülkesi için (İran, Irak, Türkiye) ekolojik ayak izi ve CO₂ emisyonları ile enerji yoğunluğu, ekonomik büyüme, ticari açıklık arasındaki ilişkiyi ARDL yöntemiyle incelemiştir. Ekolojik ayak izini ele alan modellerde üç ülkede de EKC hipotezinin varlığı doğrulanmıştır. Enerji yoğunluğu İran'da ve Irak'ta ekolojik ayak izini arttırmaktadır. Ancak Türkiye'de anlamlı bir tahmin değeri elde edilememiştir. Ticari açıklık İran'da ekolojik ayak izini arttırırken Türkiye'de azaltmaktadır. Irak için anlamlı tahmin değerleri elde edilememiştir. CO₂ emisyonunun ele alındığı modellerde İran ve Irak için U şeklinde bir ilişki tahmin edilirken Türkiye'de ters-U şeklinde bir ilişki tahmin edilmiştir. Enerji yoğunluğu üç ülkede de CO₂ emisyonunu arttırmaktadır. Irak ticari açıklık için CO₂ emisyonunu arttırırken, İran ve Türkiye için anlamlı sonuçlar elde edilememiştir.

Tablo 1: EKC Hipotezine Ait Ampirik Literatür

Yazar	Dönem	Ülke	Yöntem	EKC Eğrisi
-------	-------	------	--------	------------

Öztürk ve Acaravcı (2013)	1960-2007	Türkiye	ARDL sınır testi, VECM	√
Shahbaz (2013)	1970-2010	Türkiye	ARDL sınır testi, JJ ve GH eşbütünleşme testleri, VECM	√
Shahbaz (2014)	1971-2010	Tunus	ARDL sınır testi, VECM	√
Al-Mulali (2015)	1980-2008	Düşük, düşük-orta, üst-orta, yüksek gelirli olmak üzere 93 ülke	GMM ve sabit etkiler veya rastgele etkiler	Düşük ve düşük-orta gelirli: X Üst-orta ve yüksek gelirli: √
Bölük ve Mert (2015)	1961-2010	Türkiye	ARDL sınır testi	√
Danish (2017)	1970-2012	Pakistan	ARDL sınır testi, JJ, FMOLS, DOLS, CCR, VECM	√
Hanif (2017)	1990-2015	20 Latin Amerika ve Karayip ülkeleri	İki aşamalı GMM	√
Katırcıoğlu ve Taşpınar (2017)	1960-2010	Türkiye	Maki eşbütünleşme testi, DOLS, ECM	√
Mrabet ve Alsamara (2017)	1980-2011	Katar	GH ve HJ eşbütünleşme	EF: √ CO ₂ : U

			testi, ARDL sınır testi	
Sapkota ve Bastola (2017)	1980-2010	14 Latin Amerika ülkesi	Sabit ve rassal etkili model	√
Solarin vd. (2017)	1965-2013	Hindistan ve Çin	ARDL sınır testi	√
Zoundi (2017)	1980-2012	25 Afrika ülkesi	DOLS, GMM, DFE, MG, PMG	X
Destek (2018)	1990-2014	Türkiye	ARDL sınır testi, VECM	√
Pata (2018a)	1974-2014	Türkiye	ARDL sınır testi, GH ve HJ eşbütünleşme testi, FMOLS, CCR	√
Pata (2018b)	1971-2014	Türkiye	ARDL sınır testi	√
Ulucak ve Bilgili (2018)	1961-2013	Yüksek gelir grubu, orta gelir grubu, düşük gelir grubu ülkeleri	CUP-FM, CUP-BC	√
Çetin ve Saygın (2019)	1960-2014	Türkiye	ARDL sınır testi	√
Uzar ve Eyüboğlu (2019)	1984-2014	Türkiye	ARDL sınır testi	√
Pata ve Aydın (2020)	1965-2016	Çin, Kanada, Brezilya, ABD, Norveç, Hindistan	Fourier-Bootstrap ARDL sınır testi ve TY ve FTY nedensellik testi	X

Pütün ve Uğur (2020)	1960-2013	Türkiye	ARDL sınır testi	√
Sharif vd. (2020)	1965Q1-2017Q4	Türkiye	QARDL, Granger-nedensellik testi	√
Alola ve Ozturk (2021)	1984-2017	Amerika Birleşik Devletleri	ARDL sınır testi, FMOLS ve DOLS	√
Balsalobre-Lorente vd. (2021)	1990-2015	AB-5 ülkeleri	FMOLS	√
Cheikh vd. (2021)	1980-2015	12 MENA ülkesi	PSTR modeli	√
Danish vd. (2021)	1971-2018	Hindistan	Bayer-Hanck eşbütünleşme testi, dinamik ARDL	√
Güzel (2021)	1960-2015	Türkiye	ARDL sınır testi	N
Jiang, Khattak ve Rahman. (2021)	1985-2018, 1985-2014	Çin	ARDL, FMOLS ve CCR	√
Özpolat ve Nakipoğlu Özsoy (2021)	1990-2015	Türkiye	ARDL sınır testi	√
Pata ve Çağlar (2021)	1980-2016	Çin	ARDL sınır testi, FMOLS, DOLS ve CCR	U
Tenaw ve Beyene (2021)	1990-2015	20 Sahra Altı Afrika ülkesi	Panel ARDL modeli ve PMG, MG, CCE-PMG, CCE-MG tahminçileri	√

Yerdelen Tatoğlu ve Polat (2021)	2000-2018	Farklı gelir düzeylerine sahip 75 ülke	Panel eşik regresyon modeli, panel yumuşak geçiş regresyon modeli ve eşik değeri	√
Shokoohi vd. (2022)	1971-2015	İran, Irak, Türkiye	ARDL sınır testi	EF: √ CO ₂ : Türkiye: √, İran ve Irak: U

Not: Tabloda yer alan √ işareti, EKC hipotezinin geçerli olduğunu; X işareti, EKC hipotezinin geçerli olmadığını ve U işareti, ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasında U şeklinde bir ilişki bulunduğunu ifade etmektedir.

3. BÖLÜM

EKC HİPOTEZİNİN AMPİRİK ANALİZİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

3.1. VERİ SETİ VE MODELLER

Bu çalışmada, 1971-2015 dönemi yıllık verileri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan verilere ilişkin temel bilgiler Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2: Değişkenlere Ait Temel Bilgiler

Değişken	Kısaltma	Ölçü Birimi	Kaynak
Kişi Başına CO ₂ Emisyonu	CO ₂	Kişi Başına Metrik Ton	WDI
Kişi Başına Ekolojik Ayak İzi	EF	Kişi Başına Küresel Hektar	Global Footprint Network
Kişi Başına GSYİH	Y	Sabit 2015 ABD doları Cinsinden	WDI
Kişi Başına GSYİH Karesi	Y ²	Sabit 2015 ABD doları Cinsinden	WDI
Ticari Açıklık	EX	GSYİH'ye Bölünen Mal ve Hizmet İhracatı	WDI
Birincil Enerji Tüketimi	PEC	EJ	BP
Kişi Başına Kömür Tüketimi	CC	EJ	BP
Kişi Başına Alternatif ve Nükleer Enerji Tüketimi	AEC	Toplam Enerji Kullanımının Yüzdesi	WDI
Kişi Başına Hidroelektrik Tüketimi	HEC	EJ	BP

Bu çalışmada, 1971-2015 yılları arasında Türkiye için ekonomik büyüme, ticari açıklık, birincil enerji tüketimi, kömür tüketimi, alternatif ve nükleer enerji

tüketimi ve hidroelektrik tüketimi ile çevresel bozulma arasındaki ilişkinin EKC hipotezi kapsamında test edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 8 ayrı model oluşturulmuştur. Ekonomi büyüme ile çevresel bozulma arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin olup olmadığını test edebilmek için oluşturulan modellerde Y ve Y^2 değerlerine yer verilmiştir. Denklem 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 çalışmada kullanılan ikinci dereceden modelleri göstermektedir. Tüm değişkenler logaritmik formda analize dahil edilmiştir.

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_t + \beta_2 (\ln Y_t)^2 + \beta_3 \ln EX_t + \beta_4 \ln PEC_t + \epsilon_t \quad (2)$$

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_t + \beta_2 (\ln Y_t)^2 + \beta_3 \ln EX_t + \beta_4 \ln CC_t + \epsilon_t \quad (3)$$

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_t + \beta_2 (\ln Y_t)^2 + \beta_3 \ln EX_t + \beta_4 \ln AEC_t + \epsilon_t \quad (4)$$

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_t + \beta_2 (\ln Y_t)^2 + \beta_3 \ln EX_t + \beta_4 \ln HEC_t + \epsilon_t \quad (5)$$

$$\ln EF_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_t + \alpha_2 (\ln Y_t)^2 + \alpha_3 \ln EX_t + \alpha_4 \ln PEC_t + \epsilon_t \quad (6)$$

$$\ln EF_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_t + \alpha_2 (\ln Y_t)^2 + \alpha_3 \ln EX_t + \alpha_4 \ln CC_t + \epsilon_t \quad (7)$$

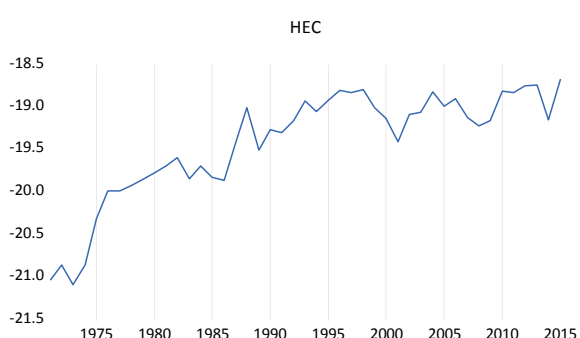
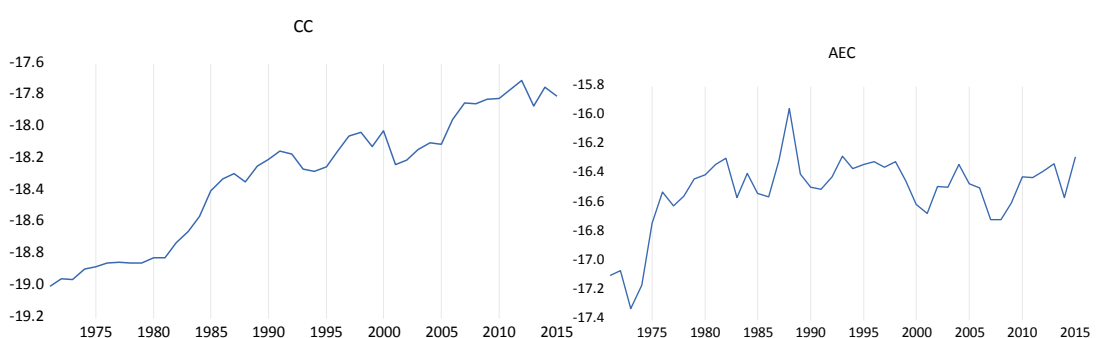
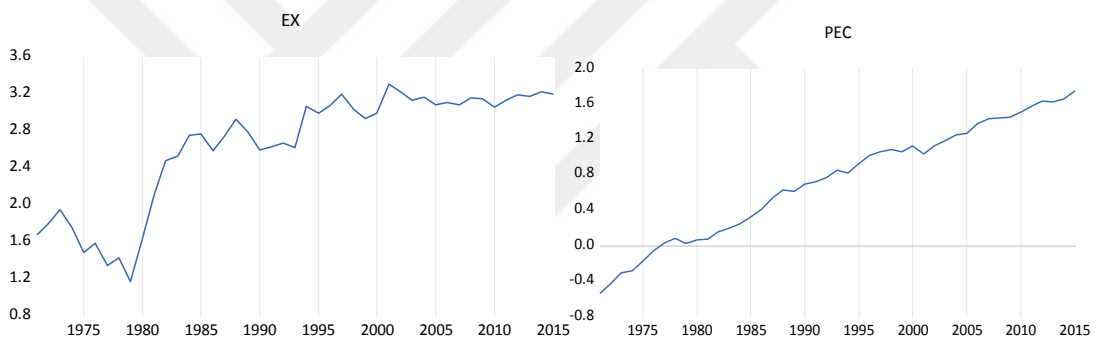
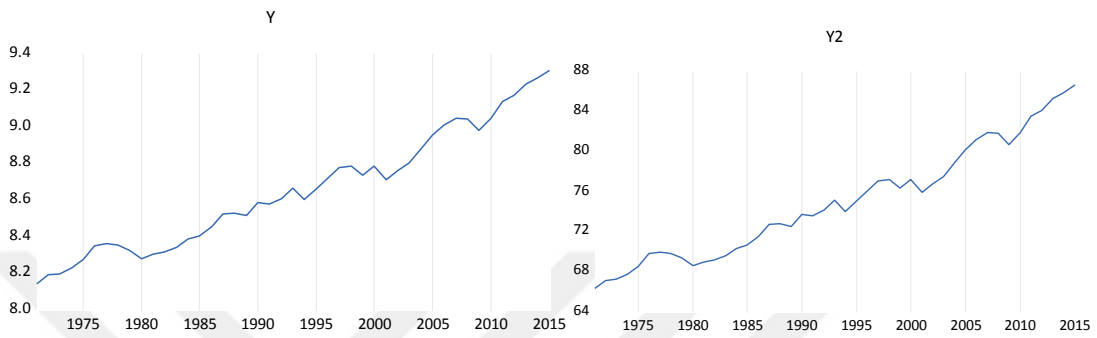
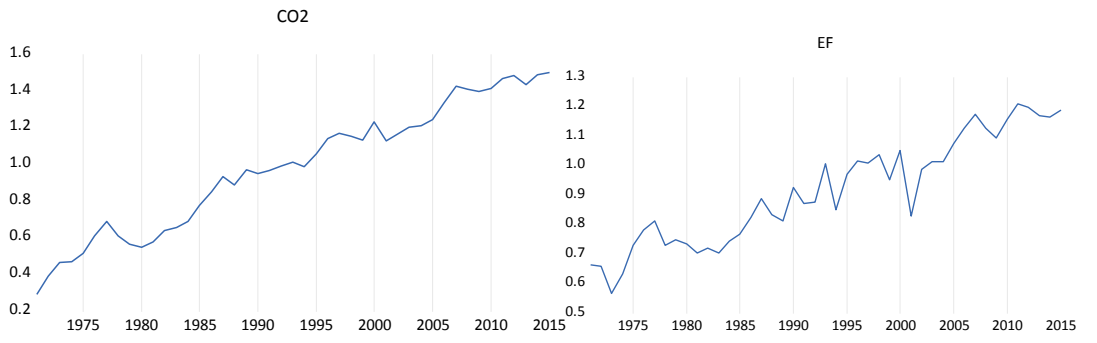
$$\ln EF_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_t + \alpha_2 (\ln Y_t)^2 + \alpha_3 \ln EX_t + \alpha_4 \ln AEC_t + \epsilon_t \quad (8)$$

$$\ln EF_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_t + \alpha_2 (\ln Y_t)^2 + \alpha_3 \ln EX_t + \alpha_4 \ln HEC_t + \epsilon_t \quad (9)$$

Denklem 2-5 için $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 < 0$, denklem 6-9 için $\alpha_1 > 0$ ve $\alpha_2 < 0$ özelliğinin taşınması çalışmanın EKC hipotezini doğruladığı anlamına gelmektedir. Eşik değer ise her iki çevresel bozulma göstergesi için $Y = -\beta_1/2\beta_2$, $Y = -\alpha_1/2\alpha_2$ ve $\exp(Y^*)$ olarak hesaplanmaktadır. Birincil enerji tüketimi ve kömür tüketimi katsayılarının pozitif, AEC ve HEC katsayılarının negatif olması beklenmektedir. Ticari açıklık katsayısı ekonomik gelişmişlik düzeyine bağlı olarak pozitif veya negatif olabilir.

Şekil 36'da, ampirik analizde kullanılan değişkenlerin zaman serisi grafiklerine yer verilmiştir. Şekil 36 incelendiğinde alternatif ve nükleer enerji hariç diğer değişkenlerin düzeyde durağan olmadıkları tahmin edilmektedir.

Şekil 36: Değişkenlerin Zaman Serisi Grafikleri



3.2. ANALİZDE KULLANILAN YÖNTEM

3.2.1. Birim Kök Testleri

Zaman serisi analizlerinde veriler durağan olmalıdır. Bu sebeple zaman serisi analizlerinde ilk adım olarak durağanlığı test etmek amacıyla birim kök testlerine yer verilmektedir. Bir zaman serisinin ortalaması ve varyansı zaman içinde sabitse ve iki dönem periyodu arasındaki kovaryans değeri, iki dönem periyodu arasındaki mesafeye bağlıysa o zaman serisi durağandır (Gujarati, 2012: 216). Bir zaman serisinin durağanlığının test edilmesinin iki önemli sebebi vardır. İlk olarak, eğer bir zaman serisi durağan değilse o serinin davranışı sadece incelenen dönemi için araştırılabilir. İkinci olarak, durağan olmayan bir zaman serilerini içeren regresyon analizinin sonuçları, sahte veya anlamsız olabilir. Bu durum yüksek bir R^2 oluşturabilir ve elde edilen t ve F istatistikleri güvenilir değildir (Gujarati, 2012: 217).

Bu tez çalışmasında serilerin durağanlığını test ederken Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri kullanılmıştır. Dickey ve Fuller (1981), Dickey-Fuller (DF) testinde karşılaşılan otokorelasyon sorununu gidermek amacıyla, bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerini modele dahil ederek ADF birim kök testini geliştirmiştir. Birim kök testinde H_0 hipotezi serinin birim kök içerdiğini yani serinin durağan olmadığını belirtmektedir. ADF birim kök testi için oluşturulan modeller denklem 10, 11 ve 12'deki gibidir (Özgür, 2020: 17).

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta T_{t-i} + \varepsilon_t \quad (10)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta T_{t-i} + \varepsilon_t \quad (11)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta T_{t-i} + \varepsilon_t \quad (12)$$

Burada $\delta = 0$, serinin birim köke sahip olduğunu işaret etmektedir.

Phillips ve Perron (1988) tarafından geliştirilen PP birim kök testinde hata terimlerinin otokorelasyonlu olması durumu üzerine yeni bir yöntem önerilmektedir (Albayrak ve Gökçe, 2015: 293). ADF testinde olduğu gibi PP birim kök testinde de H_0 hipotezi serinin birim kök içerdiğini yani serinin durağan olmadığını belirtmektedir. PP birim kök testi için oluşturulan modeller denklem 13 ve 14'teki gibidir (Topsakal, 2021: 32).

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (13)$$

$$y_t = \alpha_0^* + \alpha_1^* y_{t-1} + \alpha_2^* \left(t - \frac{T}{2} \right) + \varepsilon_t \quad (14)$$

Modelde T gözlem sayısını ifade etmektedir. E $(\varepsilon_t)=0$ olduğu varsayılmaktadır.

3.2.2. ARDL Sınır Testi

Bu tez çalışmasında değişkenlerin uzun dönem ilişkisinin sınanması için ARDL sınır testi kullanılmıştır. Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL (Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Model) sınır testi yaklaşımında, değişkenlerin I(0) veya I(1) olmasına bakılmaksızın değişkenler arasındaki hem uzun hem de kısa dönemli ilişki test edilebilmektedir. Ancak değişkenlerden hiçbiri I(2) entegrasyon derecesine sahip olmamalıdır. ARDL modelinde kısıtsız hata düzeltme modelinin olması, daha güvenilir sonuçlara ulaşmak açısından avantaj sağlamaktadır. ARDL modelinin bir diğer avantajı ise küçük örneklerde diğer eşbütünleşme testlerine göre daha iyi sonuçlar vermesidir. ARDL sınır testi için oluşturulan kısıtsız hata düzeltme modeli denklem 15'te gösterilmektedir.

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k a_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^k a_{2i} \Delta X_{t-i} + a_3 Y_{t-1} + a_4 X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (15)$$

Modeldeki Y bağımlı değişkeni ifade ederken X bağımsız değişkeni ifade etmektedir. $H_0 (a_3 = a_4 = 0)$ hipotezine göre modelde eşbütünleşme ilişkisi yoktur. F istatistiği, üst sınır değerinden büyük ise H_0 reddedilmekte ve eşbütünleşmenin varlığı kabul edilmektedir.

3.3. AMPİRİK BULGULAR

İlk olarak değişkenlerin durağanlık düzeyini belirlemek amacıyla ADF ve PP birim kök testleri yapılmıştır. ADF testi için gecikme uzunlukları Schwarz bilgi kriterine göre hazırlanmıştır. PP birim kök testi için gecikme uzunlukları Newey-West kriterine göre hazırlanmıştır. Tablo 3'te yer verilen ADF birim kök test sonuçlarına göre AEC değişkeninin düzeyde birim kök içermediği görülürken, geriye kalan diğer değişkenlerin düzeyde birim kök içerdikleri ve birinci farkı alındığında birim kök içermedikleri görülmektedir. PP birim kök testine göre AEC ve HEC değişkenlerinin düzeyde birim kök içermediği görülürken, geriye kalan diğer değişkenlerin düzeyde birim kök içerdikleri ve birinci farkı alındığında birim kök içermedikleri görülmektedir. ADF ve PP birim kök testleri sonuçlarına göre değişkenlerin hiçbiri

I(2) değildir. Dolayısıyla ARDL modelinin çalışma için uygun bir yaklaşım olduğu söylenebilir.

Tablo 3: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	ADF		PP	
	Düzeyde	Birinci Farklarında	Düzeyde	Birinci Farklarında
CO ₂	-1.4403	-6.7687***	-1.5825	-7.5309***
EF	-0.8035	-10.2840***	-0.9680	-13.9432***
Y	0.5807	-6.3189***	0.6325	-6.3198***
Y ²	0.7657	-6.2600***	0.8330	-6.2617***
EX	-1.3773	-5.8942***	-1.4030	-5.8942***
PEC	-1.7899	-6.7635***	-1.9757	-6.7650***
CC	-1.2094	-7.0461***	-1.2094	-7.0461***
AEC	-2.9760**	-6.6292***	-2.8294*	-7.2075***
HEC	-2.3856	-7.3816***	-3.0572**	-7.6926***

Not: *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 4'te değişkenlerin uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisini tespit etmek amacıyla ARDL sınır testi sonuçlarına yer verilmiştir. Sınır testi sonucuna göre bütün modellerde F istatistik değeri üst kritik değerden yüksektir. Elde edilen bulgulara göre değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu görülmektedir.

Tablo 4: Sınır Testi Sonuçları

Modeller	ARDL Gecikme Uzunluğu	F-istatistiği	Alt Sınır (%5)	Üst Sınır (%5)
Model 1	(1,0,3,1,3)	6.04117	2.893	4
Model 2	(2,0,3,0,2)	6.4292	2.893	4
Model 3	(1,0,0,0,2,0)	18.4452	2.39	3.38
Model 4	(1,0,0,0,0)	18.6621	2.85	3.905

Model 5	(1,1,0,0,1)	20.6835	2.85	3.905
Model 6	(2,1,0,3,0)	9.5424	2.893	4
Model 7	(3,1,0,0,0,2)	6.5311	2.734	9.92
Model 8	(1,1,0,0,0)	16.1058	2.85	3.905

Tablo 5'te modellere ait diagnostik test sonuçlarına yer verilmektedir. Tablo 5'te elde edilen bulgulara göre BPG testiyle değişen varyans sorunu olmadığı, LM testiyle otokorelasyon sorunu olmadığı, JB testiyle hata terimlerinin normal dağılıma sahip olduğu, Ramsey Reset testiyle spesifikasyon sorunu olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. CUSUM ve CUSUMSQ testleri sonucunda model 3'te 2003-2006 yılları arasında ve model 7'de 1999-2001 yılları arasında uzun dönem katsayılarında istikrarsızlık söz konusu olmuştur. Bu sebeple her iki modele de kukla değişken eklenerek sorun giderilmiştir.

Tablo 5: Diagnostik Test Sonuçları

Modeller	BPG	LM	JB	RAMSEY	R²
Model 1	0.1479	0.7873	0.8368	0.9676	0.9940
Model 2	0.4885	0.3574	0.2183	0.6612	0.9959
Model 3	0.4893	0.7565	0.4479	0.9684	0.9942
Model 4	0.7190	0.8328	0.8411	0.5273	0.9925
Model 5	0.7402	0.6192	0.0667	0.2488	0.9801
Model 6	0.3047	0.4838	0.1347	0.3214	0.9836
Model 7	0.3339	0.3496	0.5455	0.7994	0.9806
Model 8	0.3840	0.8142	0.4949	0.4394	0.9755

Tablo 6'da CO₂ emisyonunun bağımlı değişken olduğu modeller için elde edilen ARDL uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına yer verilmiştir. Tablo 6'da tahmin edilen uzun dönem katsayılarına göre CO₂ emisyonunu GSYİH, ticari açıklık ve kömür tüketimi artırırken, GSYİH'nin karesi, alternatif ve nükleer enerji tüketimi

ve hidroelektrik tüketimi azaltmaktadır. GSYİH'nin pozitif, GSYİH'nin karesinin negatif olması uzun vadede EKC hipotezinin Türkiye'de geçerli olduğunu göstermektedir. CO₂ emisyonunun bağımlı değişken olduğu modellerde dönüm noktaları 18.704\$, 16.361\$, 14.021\$ ve 13.571\$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6'da yer alan sonuçlara göre ticari açıklıktaki %1'lik bir artış uzun vadede CO₂ emisyonlarını %0.0497, %0.0475 ve %0.0525 artırmaktadır. Kömür tüketimindeki %1'lik bir artış CO₂ emisyonlarının %0.1896 artmasına sebep olmaktadır. Alternatif ve nükleer enerji tüketimindeki ve hidroelektrik tüketimindeki %1'lik artış CO₂ emisyonlarını sırasıyla %0.0581 ve %0.0498 azaltmaktadır. Birincil enerji tüketiminin uzun dönemde CO₂ emisyonu üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Model 3'e dahil edilen kukla değişkenin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 7'de CO₂ emisyonunun bağımlı değişken olduğu ARDL modeline dayalı hata düzeltme modelinin sonuçları yer almaktadır. Tüm modellerde hata düzeltme teriminin katsayılarının beklendiği gibi negatif ve anlamlı olması, kısa dönemde oluşabilecek sapmaların uzun dönemde tekrar dengeye ulaşacağını göstermektedir. Tablo 7'de yer alan kısa dönem sonuçlarına göre GSYİH'nin karesindeki %1'lik artış CO₂ emisyonunu %0.4736 ve %0.4850 azaltmaktadır. Uzun vadenin aksine kısa vadede birincil enerji tüketimindeki %1'lik artış CO₂ emisyonunu %0.5394 artırmaktadır. CO₂ emisyonunu, kömür tüketimindeki %1'lik artış %0.3379 artırırken alternatif ve nükleer enerji tüketimindeki %1'lik artış %0.0915 oranında azaltmaktadır.

Tablo 6: CO₂ Emisyonları için ARDL Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
	Katsayı	t-ist	Katsayı	t-ist	Katsayı	t-ist	Katsayı	t-ist
Y	7.9066***	2.9425	8.3152***	7.8309	11.2537***	9.7847	12.1554***	6.9834
Y ²	-0.4019***	-2.8562	-0.4285***	-7.2898	-0.5893***	-9.0568	-0.6387***	-6.5316
EX	0.0497**	2.0952	0.0014	0.1126	0.0475***	3.0575	0.0525***	2.7877
PEC	0.0650	0.4503						
CC			0.1896***	3.9278				
AEC					-0.0581**	-2.1526		
HEC							-0.0498**	-2.0265
Kukla					-0.0540***	-3.2143		
Dönüm noktası		18.704\$		16.361\$		14.021\$		13.571\$

Not: *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 7: CO₂ Emisyonları için Hata Düzeltme Modeli Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
	Katsayı	t-ist	Katsayı	t-ist	Katsayı	t-ist	Katsayı	t-ist
CO ₂ (-1)			0.3500***	2.8915				
Y ²	-0.4736***	-6.3524	-0.4850***	-6.3408				
Y ² (-1)	-0.0306***	-3.4728	-0.0201***	-3.1486				
Y ² (-2)	-0.0236***	-2.8490	-0.0100**	-2.2266				
EX	0.0113	0.4633						
PEC	0.5394***	4.7975						
PEC (-1)	0.4450***	3.7760						
PEC (-2)	0.2173*	1.8984						
CC			0.3379***	6.9402				
CC (-1)			-0.1023	-1.5755				
AEC					-0.0915***	-3.9928		
AEC (-1)					0.0448*	0.0640		
ECT (-1)	-1.0762***	-6.5192	-1.0824***	-6.7085	-0.9269***	-12.3248	-0.8045***	-11.2563

Not: *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 8’de EF’nin bağımlı değişken olduğu modeller için elde edilen ARDL uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına yer verilmiştir. Tablo 8’de tahmin edilen uzun dönem katsayılarına göre ekolojik ayak izini GSYİH, birincil enerji tüketimi ve kömür tüketimi artırırken GSYİH’nin karesi ve ticari açıklık azaltmaktadır. Alternatif ve nükleer enerji tüketiminin ve hidroelektrik tüketiminin uzun dönemde ekolojik ayak izi üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. GSYİH’nin pozitif, GSYİH’nin karesinin negatif olması uzun vadede EKC hipotezinin Türkiye’de geçerli olduğunu göstermektedir. Ekolojik ayak izinin bağımlı değişken olduğu modellerde dönüm noktaları 11.824\$, 11.821\$, 11.397\$ ve 15.476\$ olarak hesaplanmıştır

Tablo 8’de yer alan sonuçlara göre uzun dönemde ticari açıklıktaki %1’lik artış ekolojik ayak izini %0.0916, %0.1407, %0.0703 ve %0.0629 azaltmaktadır. Birincil enerji tüketimindeki ve kömür tüketimindeki %1’lik artış ekolojik ayak izini sırasıyla %0.1983 ve %0.1784 artırmaktadır. Model 7’ye dahil edilen kukla değişkenin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 9’da ekolojik ayak izinin bağımlı değişken olduğu ARDL modeline dayalı hata düzeltme modelinin sonuçları yer almaktadır. Tüm modellerde hata düzeltme terimi katsayılarının beklendiği gibi negatif ve anlamlı olması, kısa dönemde oluşabilecek sapmaların uzun dönemde tekrar dengeye ulaşacağını göstermektedir. Tablo 9’daki kısa dönem sonuçlarına göre GSYİH’daki %1’lik artış EF’yi sırasıyla %4.2735, %10.7425, %8.4180 ve %6.3134 artırmaktadır. Birincil enerji tüketimindeki %1’lik artış ekolojik ayak izinin %0.4905 artmasına sebep olurken ticari açıklıktaki %1’lik artış EF’nin %0.0777 azalmasına sebep olmaktadır.

Tablo 8: Ekolojik Ayak İzi İçin ARDL Uzun Dönem Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Model 5		Model 6		Model 7		Model 8	
	Katsayı	t-ist	Katsayı	t-ist	Katsayı	t-ist	Katsayı	t-ist
Y	4.2876*	1.9191	8.0704***	7.4392	9.7092***	4.3347	6.0545***	4.0562
Y ²	-0.2286*	-1.9345	-0.4303***	-7.0711	-0.5197***	-4.0933	-0.3138***	-3.7385
EX	-0.0916***	-3.9779	-0.1407***	-6.3897	-0.0703***	-3.0581	-0.0629***	-3.8407
PEC	0.1983*	1.7334						
CC			0.1784***	4.2624				
AEC					0.0045	0.1346		
Kukla					-0.0945**	-2.1820		
HEC							0.0276	1.4052
Dönüm Noktası		11.824\$		11.821\$		11.397\$		15.476\$

Not: *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 9: Ekolojik Ayak İzi için Hata Düzeltme Modeli Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Model 5		Model 6		Model 7		Model 8	
	Katsayı	t-ist	Katsayı	t-ist	Katsayı	t-ist	Katsayı	t-ist
EF (-1)			0.1430	1.6002	-0.1464*	-1.8811		
EF (-2)					-0.2269***	-3.7762		
Y	4.2735***	14.3907	10.7425***	8.9807	8.4180***	8.5008	6.3134***	12.3416
EX			-0.0777***	-3.6293				
EX (-1)			0.1034***	3.5405				
EX (-2)			0.0731***	3.6359				
PEC	0.4905***	5.1399						
Kukla					-0.0474**	-2.3469		
Kukla (-1)					0.0692***	3.1854		
ECT (-1)	-0.9008***	-11.8885	-1.2900***	-8.1541	-0.8180***	-7.4068	-0.9616***	-10.4734

Not: *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 10’da değişkenlerin uzun dönemde CO₂ emisyonu ve ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerine ait elde edilen bulgular özetlenmiştir. Tablo 10’da yer verilen bilgilere göre hem CO₂ emisyonu hem de ekolojik ayak izi için GSYİH’nin katsayısı pozitif, GSYİH’nin karesinin katsayısı ise negatiftir. Ticari açıklık CO₂ emisyonunu artırırken ekolojik ayak izini azaltmaktadır. CO₂ emisyonunun bağımlı değişken olduğu modelde birincil enerji tüketimi için anlamlı bir katsayı değeri tahmin edilememiştir. Ancak birincil enerji tüketimi ekolojik ayak izini artırmaktadır. Kömür tüketimi hem CO₂ emisyonunu hem de ekolojik ayak izini artırmaktadır. Alternatif ve nükleer enerji tüketimi ve hidroelektrik tüketimi CO₂ emisyonunu azaltırken, ekolojik ayak izi üzerinde bir etkisi yoktur.

Tablo 10: Değişkenlerin CO₂ Emisyonu ve Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkileri

Değişkenler	CO ₂	EF
Y	+	+
Y ²	-	-
EX	+	-
PEC	X	+
CC	+	+
AEC	-	X
HEC	-	X

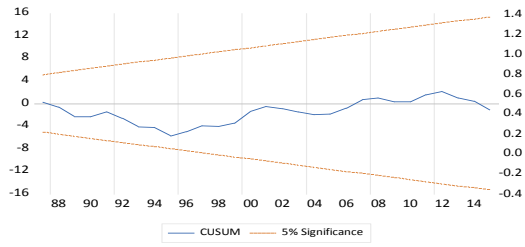
Not: Tabloda yer verilen +, - ve X işaretleri sırasıyla elde edilen katsayıların pozitif, negatif ve anlamsız olduğunu ifade etmektedir.

Analize dahil edilen bütün modellerden elde edilen katsayıların, istikrarlı olup olmadığını belirlemek amacıyla CUSUM ve CUSUMSQ testleri kullanılmıştır. Şekil 37’ye göre analize dahil olan tüm modellerin katsayılarının istikrarlı olduğu söylenebilmektedir.

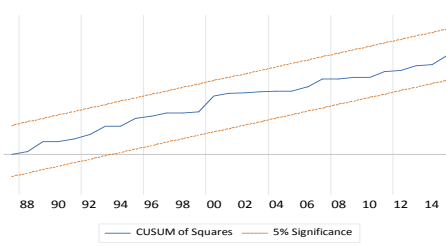
Şekil 37: CUSUM VE CUSUMSQ testleri.

Model 1: CUSUM Testi

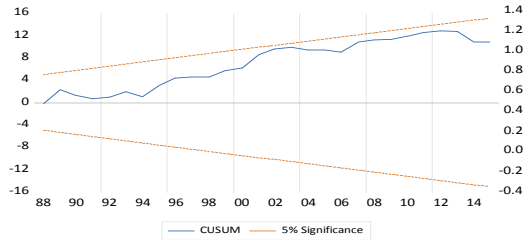
Model 1: CUSUMSQ Testi



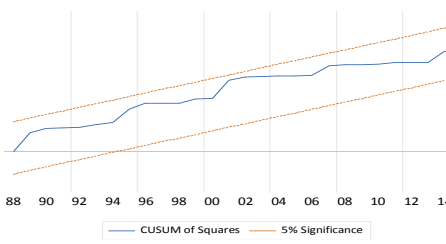
Model 2: CUSUM Testi



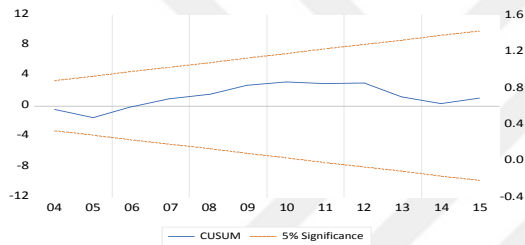
Model 2: CUSUMSQ Testi



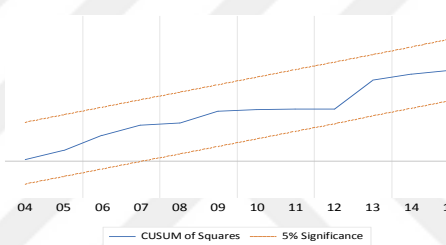
Model 3: CUSUM Testi



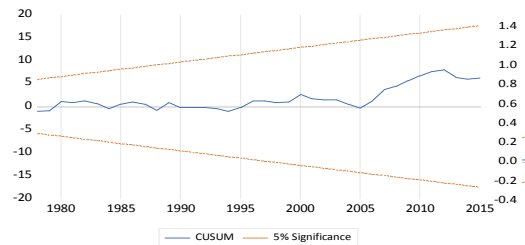
Model 3: CUSUMSQ Testi



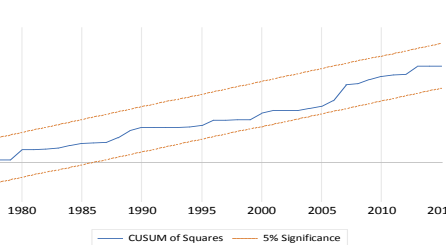
Model 4: CUSUM Testi



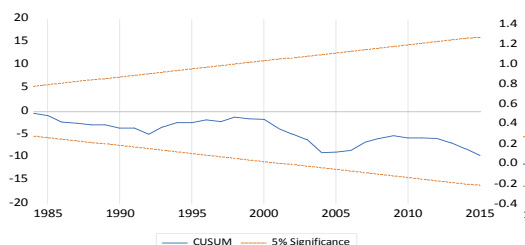
Model 4: CUSUMSQ Testi



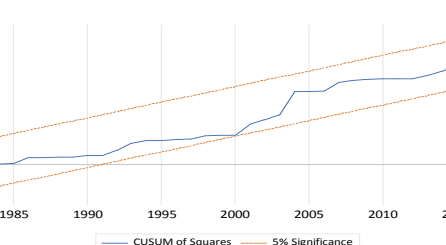
Model 5: CUSUM Testi



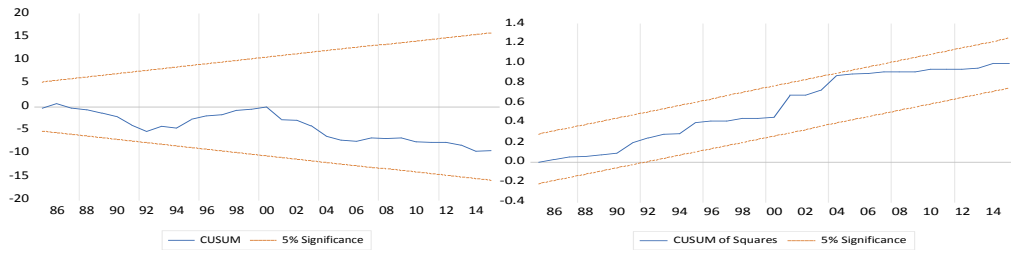
Model 5: CUSUMSQ Testi



Model 6: CUSUM Testi

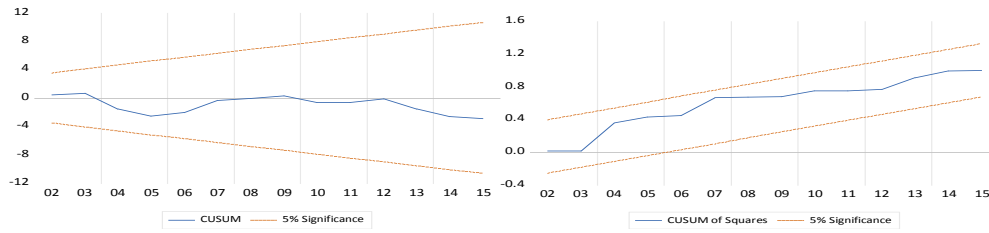


Model 6: CUSUMSQ Testi



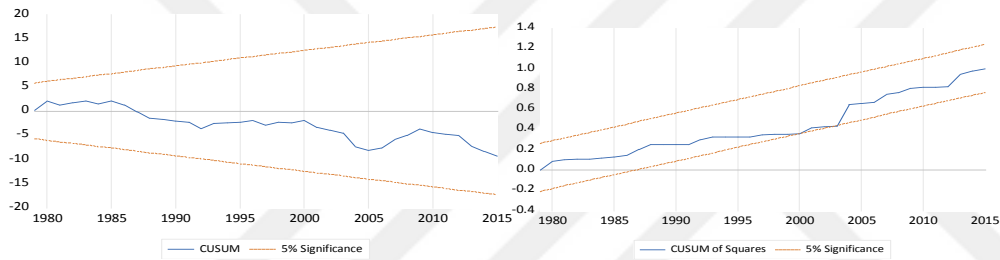
Model 7: CUSUM Testi

Model 7: CUSUMSQT Testi



Model 8: CUSUM Testi

Model 8: CUSUMSQT Testi



3.4. TARTIŞMALAR

Bu çalışmada, Türkiye’de ekonomik büyüme, ticari açıklık ve enerji tüketim çeşitlerinin (birincil enerji tüketimi, kömür tüketimi, alternatif ve nükleer enerji tüketimi, hidroelektrik tüketimi) çevresel bozulma (CO₂ emisyonu ve ekolojik ayak izi) üzerindeki etkisi EKC hipotezi kapsamında ARDL yöntemiyle incelenmiştir. Tez çalışmasında uygulanan ampirik analiz 1971-2015 yıllarını kapsamaktadır. Çalışmanın daha güncel bir tarihi kapsamamasının sebebi alternatif ve nükleer enerji tüketimine ait verilerin 2015 yılı ile sınırlı olmasıdır.

Hem CO₂ emisyonu hem de ekolojik ayak izi için elde edilen bulgulara göre, GSYİH’nin katsayısı pozitif, GSYİH’nin karesinin katsayısı ise negatif gelmiştir. Bu bulgu Türkiye’de EKC hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Ancak analiz sonucunda elde edilen dönüm noktaları, analize dahil edilen dönemlerdeki kişi başına GSYİH değerlerinden daha yüksektir. Bu bulgu Bölük ve Mert (2015), Pata (2018a), Pata (2018b) ve Yurtkuran (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Elde edilen bu bulgu, Türkiye’nin dönüm noktasına ulaşana kadar ekonomik büyümesiyle birlikte CO₂ emisyonlarında ve ekolojik ayak izinde artış yaşayacağını göstermektedir. Türkiye gelişmekte olan bir ülkedir ve Dinda (2004), gelişmekte olan ülkelerin gelir düzeylerinin, henüz onları dönüm noktalarına ulaştırabilecek seviyede olmadığını belirtmiştir. Çalışmada elde edilen bulgu, Dinda (2004)’nın görüşü ile örtüşmektedir.

Ticari açıklığın çevresel bozulma üzerindeki etkisi, ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre değişkenlik göstermektedir. Çalışmanın ampirik analizi sonucunda ticari açıklığın CO₂ emisyonu ve ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi için elde edilen bulgular birbirinden farklıdır. Bulgulara göre ticari açıklık CO₂ emisyonunu artırırken ekolojik ayak izini azaltmaktadır. Ekolojik ayak izinin bağımlı değişken olduğu modeller için elde edilen bulgular Öcal vd. (2020) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. CO₂ emisyonunun bağımlı değişken olduğu modeller için elde edilen sonuçlar ise Halicioglu (2009) ve Ozturk ve Acaravcı (2013) tarafından yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

CO₂ emisyonunun bağımlı değişken olduğu modellerden elde edilen bulgulara göre kısa dönemde birincil enerji tüketimi CO₂ emisyonunu artırırken uzun dönemde herhangi bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Dolayısıyla birincil enerji tüketiminin

CO₂ emisyonu üzerindeki etkisinin azalarak yok olduğunu söylenebilmektedir. Ancak birincil enerji tüketiminin CO₂ emisyonu ve ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi için elde edilen bulgular birbirinden farklıdır. Birincil enerji tüketimi ekolojik ayak izini artırmaktadır. Elde edilen bulgulara göre kömür tüketimi hem CO₂ emisyonunu hem de ekolojik ayak izini artırmaktadır. Bu bulgu, fosil yakıt tüketiminin çevre üzerindeki olumsuz etkisini ortaya koymaktadır. Fosil enerji tüketiminin çevresel bozulmaları (CO₂ emisyonu ve ekolojik ayak izi) arttırdığına dair elde edilen bu bulgu, Sharif vd. (2020), Xu vd. (2022) tarafından yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Alternatif ve nükleer enerji tüketiminin ve hidroelektrik tüketiminin CO₂ emisyonu ve ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi için elde edilen bulgular birbirinden farklıdır. Elde edilen bulgulara göre alternatif ve nükleer enerji tüketimi ve hidroelektrik tüketimi CO₂ emisyonunun azalmasına sebep olmaktadır. Bu bulgu Bölük ve Mert (2015), Pata (2018b), Karaaslan ve Çamkaya (2022) tarafından yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Ancak analiz sonuçlarına göre alternatif ve nükleer enerji tüketimi ve hidroelektrik tüketimi ekolojik ayak izi üzerinde etkisizdir. Bu bulgu, Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içerisinde düşük bir paya sahip olmasından kaynaklanıyor olabilir. CO₂ emisyonu, hava kirliliğini temsil ederken ekolojik ayak izi daha kapsamlı bir çevresel bozulmayı temsil etmektedir. Dolayısıyla CO₂ emisyonu ve ekolojik ayak izi için bazı farklı sonuçlar elde edilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada, 1971-2015 yılları arasında Türkiye için ekonomik büyüme, ticari açıklık, birincil enerji tüketimi, kömür tüketimi, alternatif ve nükleer enerji tüketimi ve hidroelektrik tüketimi ile çevresel bozulma arasındaki ilişki EKC hipotezi kapsamında ARDL yöntemiyle incelemiştir. Çevresel bozulma göstergesi olarak hem CO₂ emisyonu hem de ekolojik ayak izi kullanılmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda 8 model oluşturulmuştur.

Elde edilen bulgulara göre analize dahil edilen tüm modellerde kişi başına GSYİH ile hem kişi başına CO₂ emisyonu hem de kişi başına ekolojik ayak izi arasında ters U biçimli bir ilişki bulunmuştur. Elde edilen bulgulara göre EKC hipotezinin Türkiye’de geçerli olduğu tespit edilmiştir. CO₂ emisyonunun bağımlı değişken olduğu modellerde dönüm noktaları 18.704\$, 16.361\$, 14.021\$ ve 13.571\$ olarak hesaplanmıştır. Ekolojik ayak izinin bağımlı değişken olduğu modellerde ise dönüm noktaları 11.824\$, 11.821\$, 11.397\$ ve 15.476\$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu dönüm noktaları analize dahil edilen dönemlerdeki kişi başına GSYİH değerlerinden daha yüksektir (Analize dahil edilen dönemlerde kişi başına GSYİH’nin maksimum değeri 11.006\$’dır). Dönüm noktasına ulaşılan kadar, gelir düzeyindeki artışla çevresel bozulmaların artmaya devam edeceği düşünülmektedir.

Analiz sonuçlarına göre uzun dönemde ticari açıklık CO₂ emisyonunu artırırken ekolojik ayak izini azaltmaktadır. Kömür tüketimi hem CO₂ emisyonunu hem de ekolojik ayak izini artırmaktadır. Alternatif ve nükleer enerji tüketimi ve hidroelektrik tüketimi CO₂ emisyonunu azaltırken, ekolojik ayak izi üzerinde bir etkisi yoktur. Kısa dönem analiz sonuçlarına göre birincil enerji tüketimi ve kömür tüketimi CO₂ emisyonunu artırırken alternatif ve nükleer enerji tüketimi CO₂ emisyonunu azaltmaktadır. Ticari açıklık ekolojik ayak izini azaltırken birincil enerji tüketimi ekolojik ayak izini artırmaktadır.

Elde edilen bulgular doğrultusunda, hidroelektrik tüketiminin ve alternatif ve nükleer enerji tüketiminin CO₂ emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşılmaktadır. Ancak alternatif ve nükleer enerji tüketimi ve hidroelektrik tüketimi ekolojik ayak izi üzerinde etkisizdir. Bu bulgunun Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içerisinde düşük bir paya sahip olmasından kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Gelir düzeyi arttıkça çevresel bozulmaların artmasının temel

sebeplerinden biri Türkiye'nin enerji yapısının fosil yakıtlara bağımlı olmasıdır. Ayrıca Türkiye'de enerji ihtiyacının büyük bir kısmı ithal edilmektedir. Bu durum hem maliyetlerin hem de çevresel sorunların artmasına sebep olmaktadır. Yenilenebilir enerji tüketiminin artırılması, enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasına yardımcı olacaktır. Türkiye'nin temiz enerji tüketimine yönelmesi, sürdürülebilir kalkınmayı sağlaması ve çevresel sorunların minimum düzeye indirilmesi açısından önemlidir.



KAYNAKÇA

Akkuş, İ. ve Alan, H. (2016). “Türkiye’nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneriler Raporu”, *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları*, Yayın No: 123, Ankara.

Albayrak, E. N. ve Gökçe, A. (2015). “Ekonomik Büyüme ve Çevresel Kirlilik İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye Örneği”, *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 4(2), 279-301.

Al-Mulali, U., Weng-Wai, C., Sheau-Ting, L. ve Mohammed, A. H. (2015). “Investigating the Environmental Kuznets Curve (EKC) Hypothesis by Utilizing The Ecological Footprint As an Indicator of Environmental Degradation”, *Ecological Indicators*, C: 48, ss. 315-323.

Alola, A. A. ve Ozturk, I. (2021). “Mirroring risk to investment within the EKC hypothesis in the United States”, *Journal of Environmental Management*, C: 293, ss. 1-9.

Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C.S., Jansson, B. O., Levin, S., Maler, K. G., Perrings, C ve Pimentel, D. (1995). "Economic Growth, Carrying Capacity, And The Environment", *Ecological Economics*, C: 15, No: 2, ss. 91-95.

Balsalobre-Lorente, D., Driha, O. M., Leitão, N. C. ve Murshed, M. (2021). “The Carbon Dioxide Neutralizing Effect of Energy Innovation on International Tourism in EU-5 Countries Under the Prism of the EKC Hypothesis”, *Journal of Environmental Management*, C: 298, ss. 1-9.

Bayazit, Y. (2021). “The Effect of Hydroelectric Power Plants on The Carbon Emission: An Example of Gokcekaya Dam, Turkey”, *Renewable Energy*, C: 170, ss. 181-187.

Bayraç, N. (2011). “Küresel Rüzgâr Enerjisi Politikaları ve Uygulamaları”, *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C: 30, No: 1, ss. 37-57.

Borghesi, S. (1999). "The Environmental Kuznets Curve: a Survey of the Literature", *Working Papers*, ss. 1-29.

Bölük, G. ve Mert, M. (2015). “The Renewable Energy, Growth and Environmental Kuznets Curve in Turkey: An ARDL Approach”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C: 52, ss. 587-595.

BP Statistical Review of World Energy, (Çevrimiçi), <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>, 15 Nisan 2022.

Bui, Q. ve Wang, Z. ve Zhang, B. ve Le, P. ve Vu, K.D. (2021). “Revisiting The Biomass Energy-Economic Growth Linkage of BRICS Countries: A Panel Quantile Regression with Fixed Effects Approach”, *Journal of Cleaner Production*, C: 316, s. 1-13.

Cheikh, N. B., Zaied, Y. B. ve Chevallier, J. (2021). “On the Nonlinear Relationship Between Energy Use and CO₂ Emissions within an EKC Framework: Evidence From Panel Smooth Transition Regression in the MENA Region”, *Research in International Business and Finance*, C: 55, ss. 1-13.

Cole, M. A. (2004). "Trade, The Pollution Haven Hypothesis And The Environmental Kuznets Curve: Examining The Linkages", *Ecological Economics*, C: 48, No: 1, ss. 71-81.

Çetin, M. ve Saygın, S. (2019). “Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin Ampirik Analizi: Türkiye Ekonomisi Örneği”, *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C: 26, No: 2, ss. 529-546.

Danish, Ozcan, B. ve Ulucak, R. (2021). “An Empirical Investigation of Nuclear Energy Consumption And Carbon Dioxide (CO₂) Emission in India: Bridging IPAT and EKC Hypotheses”, *Nuclear Engineering and Technology*, C: 53, ss. 2056-2065.

Danish, Zhang, B., Wang, B. ve Wang, Z. (2017). “Role of Renewable Energy and Non-Renewable Energy Consumption on EKC: Evidence from Pakistan”, *Journal of Cleaner Production*, C: 156, ss. 855-864.

Destek, M. A. (2018). “Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye için İncelenmesi: STIRPAT Modelinden Bulgular”, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, C: 19, No: 2, ss. 268-283.

Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1981). "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, C: 49, No: 4, ss.1057-1072.

Dinda, S. (2004). "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey", *Ecological Economics*, C: 49, ss. 431-455.

Dong, M., Chang, C. P., Gong, Q. ve Chu, Y. (2019). "Revisiting Global Economic Activity and Crude Oil Prices: A Wavelet Analysis", *Economic Modelling*, C: 78, ss. 134-149.

Energy Information Administration, *Oil and the Environment*, (Çevrimiçi), <https://www.eia.gov/>, 14 Mayıs 2022.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2021), *Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu*, Ankara, (Çevrimiçi), <http://epdk.gov.tr/Anasayfa/Anasayfa>, 3 Mayıs 2022.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (Çevrimiçi), <https://enerji.gov.tr/>, 6 Mayıs 2022.

Erdogan, S. ve Okumus, I. (2021). "Stochastic and Club Convergence of Ecological Footprint: An Empirical Analysis For Different Income Group of Countries", *Ecological Indicators*, C: 121, ss. 1-13.

European Comission, *Causes of Climate Change*, (Çevrimiçi), https://ec.europa.eu/info/index_en, 25 Mart 2022.

Ewing, B., Moore, D., Goldfinger, S., Oursler, A., Reed, A. ve Wackernagel, M. (2010). "The Ecological Footprint Atlas 2010", Global Footprint Network, Oakland.

Frey, G. W. ve Linke, D. M. (2002). "Hydropower as a Renewable and Sustainable Energy Resource Meeting Global Energy Challenges in a Reasonable Way", *Energy Policy*, C: 30, No: 14, ss. 1261-1265.

Global Footprint Network, (Çevrimiçi), <https://www.footprintnetwork.org/>, 3 Mayıs 2022.

Grossman, G. M. ve Krueger, A. B. (1991). "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement", *National Bureau of Economic Research*, No: 3914, 1-39.

Gujarati, D. N. (2011). *Econometrics By Example*, Palgrave Macmillan, New York, 2011.

Güzel F. (2021). “Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye Ekonomisinde Geçerliliğinin Ampirik Analizi”, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, No: 30, ss. 59-75.

Halicioğlu, F. (2009). “An Econometric Study of CO₂ Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey”, *Energy Policy*, C: 37, No: 3, ss. 1156-1164.

Hanif, I. (2017). “Economics-Energy-Environment Nexus in Latin America and the Caribbean”, *Energy*, C: 141, ss. 170-178.

International Energy Agency, (Çevrimiçi), <https://www.iea.org/>, 2 Mayıs 2022.

International Energy Agency, (2008). *Clean Coal Technologies Accelerating Commercial and Policy Drivers for Deployment*, Paris, (Çevrimiçi), <https://www.iea.org/>, 9 Mayıs 2022.

International Energy Agency, (2022), *Global Energy Review: CO₂ Emissions in 2021*, (Çevrimiçi), <https://www.iea.org/>, 9 Mayıs 2022.

Jiang, Q., Khattak, S. I. ve Rahman, Z. U. (2021). “Measuring the Simultaneous Effects of Electricity Consumption and Production on Carbon Dioxide Emissions (CO₂e) in China: New Evidence from an EKC-Based Assessment”, *Energy*, C: 229, ss. 1-10.

Kaika, D. ve Zervas, E. (2013). "The Environmental Kuznets Curve (EKC) Theory—Part A: Concept, Causes And The CO₂ Emissions Case", *Energy Policy*, C: 62, ss. 1392-1402.

Karaaslan, A. ve Çamkaya, S. (2022). “The Relationship Between CO₂ Emissions, Economic Growth, Health Expenditure, and Renewable and Non-Renewable Energy Consumption: Empirical Evidence From Turkey”, *Renewable Energy*, C: 190, ss. 457-466.

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*, C: 68, ss. 572,586.

Khezri, M., Heshmati, A. ve Khodaei, M. (2022). “Environmental Implications of Economic Complexity and Its Role in Determining How Renewable Energies Affect CO₂ Emissions”, *Applied Energy*, C: 306, s. 1-12.

Kılıç, F. Ç. (2015). “Güneş Enerjisi, Türkiye’deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri” *Mühendis ve Makine*, C: 56, No: 671, ss. 28-40.

Kömür Atlası (2017), *Fosil Yakıtlar Hakkındaki Olgular ve Rakamlar*, (Çevrimiçi), https://tr.boell.org/sites/default/files/komur_atlasi.pdf, 5 Nisan 2022.

Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, H. D. ve Avcı E. D. (2005). “Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması”, *Yeksem 2005, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, ss. 19-21.

Langnel, Z. ve Amegavi, G. B. (2020). “Globalization, Electricity Consumption and Ecological Footprint: An Autoregressive Distributive Lag (ARDL) Approach”, *Sustainable Cities and Society*, C: 63, ss. 1-12.

Li, B. ve Haneklaus, N. (2022). “The role of clean energy, fossil fuel consumption and trade openness for carbon neutrality in China”, *Energy Reports*, 8(4), 1090-1098.

Mrabet, Z. ve Alsamara, M. (2017). “Testing the Kuznets Curve Hypothesis For Qatar: A Comparison Between Carbon Dioxide and Ecological Footprint”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C: 70, ss. 1366-1375.

Munasingle, M. (1999). "Is Environmental Degradation An İnevitabile Consequence Of Economic Growth: Tunneling Through The Environmental Kuznets Curve", *Ecological Economics*, C: 29, No: 1, ss. 89-109.

Our World in Data, (Çevrimiçi), <https://ourworldindata.org/>, 10 Mayıs 2020.

Ozturk, I. ve Acaravcı, A. (2013). “The Long-Run and Causal Analysis of Energy, Growth, Openness and Financial Development on Carbon Emissions in Turkey”, *Energy Economics*, C: 36, ss. 262-267.

Öcal, O. (2020). “Ekonomik Büyümenin ve Enerji Tüketiminin Ekolojik Ayak İzleri ve Karbon Emisyonlarına Etkileri: Türkiye’den Kanıtlar”, *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, C: 5, No: 3, ss. 667-681.

Özgür, Ö. (2020). “Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Birim Kök Testlerinin Gecikme Uzunluğuna Olan Duyarlılığı”, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.

Özpolat, A. ve Nakıpoğlu Özsoy, F. (2021). “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Çevresel Bozulmayı Azaltıyor mu? Türkiye Örneği”, *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, C: 13, No: 24, ss. 49-60.

Panayotou, T. (1993). "Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development," International Labour Office.

Panayotou, T. (2000). “Economic Growth and the Environment”, CID Working Paper 56, Center for International Development at Harvard University.

Park, S. Y. ve Yoo, S. H. (2014). “The Dynamics of Oil Consumption and Economic Growth in Malaysia”, *Energy Policy*, C: 66, ss. 218-223.

Pata, U. K. (2018a). “Renewable Energy Consumption, Urbanization, Financial Development, Income and CO₂ Emissions in Turkey: Testing EKC hypothesis with structural breaks”, *Journal of Cleaner Production*, C: 187, ss. 770-779.

Pata, U. K. (2018b). “The Influence of Coal and Noncarbohydrate Energy Consumption on CO₂ Emissions: Revisiting the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Turkey”, *Energy*, C: 160, ss. 1115-1123.

Pata, U. K. ve Aydin, M. (2020). “Testing the EKC Hypothesis For the Top Six Hydropower Energy-Consuming Countries: Evidence from Fourier Bootstrap ARDL Procedure”, *Journal of Cleaner Production*, C: 264, ss. 1-10.

Pata, U. P. ve Caglar, A. E. (2021). “Investigating the EKC Hypothesis with Renewable Energy Consumption, Human Capital, Globalization and Trade Openness For China: Evidence From Augmented ARDL Approach with a Structural Break”, *Energy*, C: 216, ss. 1-16.

Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. J. (2001). “Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships”, *Journal of Applied Econometrics*, C: 16, No: 3, ss. 289-326.

Peters, G. P., Andrew R. M., Canadell, J. G., Friendlingstein, P., Jackson, R. B., Korsbakken, J. I., Le Quéré, C. ve Pregon, A. (2020). “Carbon Dioxide Emissions Continue to Grow Amidst Slowly Emerging Climate Policies”, *Nature Climate Change*, C: 10, ss. 2-10.

Phillips, P. C. ve Perron, P. (1988). "Testing For a Unit Root in Time Series Regression", *Biometrika*, C: 75, No: 2, ss. 335-346.

Puppala, H., Jha, S. K., Singh, A. P., Elavarasan, R. M. ve Campana, P. E. (2022). "Identification and Analysis of Barriers For Harnessing Geothermal Energy in India", *Renewable Energy*, C: 186, ss. 327-340.

Pütün, M. ve Uğur, M. S. (2020). "Ekonomik Büyüme ile CO2 Emisyonu Oluşturma Kapasitesi Arasındaki İlişki: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türkiye için Geçerlilik Testi", *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, C: 16, No: 4, ss. 840-853.

Ramanchandra, T. V. ve Aithal, B. H. ve Sreejith, K. (2015). "GHG footprint of major cities in India", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C: 44, ss. 473-495.

Rees, W. E. (1992). "Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out", *Environment and urbanization*, C: 4, No: 2, ss. 121-130.

Roser, M. (2020). *The World's Energy Problem*, (Çevrimiçi), <https://ourworldindata.org/>, 11 Mayıs 2022.

Saboori, B. ve Sulaiman, J. (2013). "Environmental Degradation, Economic Growth And Energy Consumption: Evidence of The Environmental Kuznets Curve in Malaysia", *Energy Policy*, C: 60, ss. 892-905.

Sapkota, P. ve Bastola, U. (2017). "Foreign Direct Investment, Income, and Environmental Pollution in Developing Countries: Panel Data Analysis of Latin America", *Energy Economics*, C: 64, ss. 206-212.

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*, C: 27, No: 2, ss. 147-162.

Shahbaz, M., Ozturk, I., Afza, T. ve Ali, A. (2013). "Revisiting the Environmental Kuznets Curve in a Global Economy", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C: 25, ss. 494-502.

Shahbaz, M., Khraief, N., Uddin, G. S. ve Ozturk, I. (2014). "Environmental Kuznets Curve in an Open Economy: A Bounds Testing and Causality Analysis For Tunisia", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C: 34, ss. 325-336.

Shafik N. ve Bandyopadhyay, S. (1992). “Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence”, *World Bank Publications*, C: 904, ss. 1-50.

Sharif, A., Baris-Tuzemen, O., Uzuner, G., Ozturk, I. ve Sinha, A. (2020). “Revisiting the Role of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption on Turkey’s Ecological Footprint: Evidence from Quantile ARDL Approach”, *Sustainable Cities and Society*, C: 57, ss. 1-12.

Shokoohi, Z., Dehbidi, N. K. ve Tarazkar, M. H. (2022). “Energy İntensity, Economic Growth and Environmental Quality in Populous Middle East Countries”, *Energy*, C: 239, ss. 1-12.

Solarin, S. A. (2019). “Convergence in CO₂ Emissions, Carbon Footprint and Ecological Footprint: Evidence From OECD Countries”, *Environmental Science and Pollution Research*, C: 26, ss. 6167-6181.

Solarin, S. A., Al-Mulali, U. ve Ozturk, I. (2017). “Validating the environmental Kuznets curve hypothesis in India and China: The role of hydroelectricity consumption”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C: 80, ss. 1578-1587.

Solarin, S. A. ve Bello, M. O. (2018). “Persistence of Policy Shocks to an Environmental Degradation İndex: The Case of Ecological Footprint in 128 Developed And Developing Countries”, *Ecological Indicators*, C: 89, ss. 35-44.

Tenaw, D. ve Beyene, A. D. (2021). “Environmental Sustainability and Economic Development in Sub-Saharan Africa: A Modified EKC Hypothesis”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C: 143, ss. 1-10.

Topsakal, H. (2021). “Makro Ekonometrik Değişkenlerdeki Değişimin Birim Kök Testi ile Analizi ve Uygulaması”, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.

Türkiye İstatistik Kurumu (2022), *Sera Gazı Emisyon İstatistikleri*, (Çevrimiçi), <https://www.tuik.gov.tr/>, 26 Nisan 2022.

Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, *Temiz Kömür Teknolojileri*, (Çevrimiçi), <https://www.tki.gov.tr/>, 9 Mayıs 2022.

Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (2022), *Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu*, (Çevrimiçi), <https://tureb.com.tr/anasayfa>, 14 Mayıs 2022.

- Ulucak, R. ve Bilgili, F. (2018). “A Reinvestigation of EKC Model by Ecological Footprint Measurement For High, Middle and Low Income Countries”, *Journal of Cleaner Production*, C: 188, ss. 144-157.
- Uzar, U. ve Eyuboglu, K. (2019). “The Nexus Between Income İnequality and CO₂ Emissions in Turkey”, *Journal of Cleaner Production*, C: 227, ss. 149-157.
- Ürker, O. ve Çobanoğlu, N. (2012). “Türkiye’de Hidroelektrik Santrallerinin Durumu (HES’LER) ve Çevre Politikaları Bağlamında Değerlendirilmesi”, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C: 3, No: 2, ss. 65-88.
- Wackernagel, M., ve Rees, W. (1996). Our Ecological Footprint: Reducing Human İmpact on The Earth, *New Society Publishers*, C: 9, ss. 1-29.
- Wang, Y., Hu, H. ve Chen, T. (2021). “Non-Linear Analysis of Effects of Energy Consumption on Economic Growth in China: Role of Real Exchange Rate”, *Economic Modelling*, C: 104, ss. 1-15.
- Xu, Y., Umar, M., Kirikkaleli, D., Adebayo, T. S. ve Altuntaş, M. (2022). “Carbon Neutrality Target in Turkey: Measuring the Impact of Technological Innovation and Structural Change”, *Gondwana Researc*.
- Yandle, Bruce., Vijayaraghavan, M. ve Bhattarai, M. (2002), “The Environmental Kuznets Curve A Primer”, PERC Research Study, C: 2, No: 1, ss. 1-24.
- Yardımcı, O. (2011). “Türkiye Doğal Gaz Piyasası: Geçmiş 25 Yıl, Gelecek 25 Yıl”, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, C: 3, No: 2, ss. 157-166.
- Yerdelen Tatoğlu, F. ve Polat, B. (2021). “Occurrence of Turnig Points on Environmental Kuznets Curve: Sharp Breaks or Smooth Shifts?”, *Journal of Cleaner Production*, C: 317, ss. 1-10
- Yirong, Q. (2022). “Does environmental Policy Stringency Reduce CO₂ Emissions? Evidence From High-Polluted Economies”, *Journal of Cleaner Production*, C: 341, ss. 1-8.
- Yurtkuran, S. (2020). “Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi’nin Testi: Temiz Enerji Tüketimi’nin Rolü”, *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C: 22, No: 2, ss. 570-589.

Yurtkuran, S. (2021). “The Effect of Agriculture, Renewable Energy Production, and Globalization on CO₂ Emissions in Turkey: A Bootstrap ARDL Approach”, *Renewable Energy*, C: 171, ss. 1236-1245.

Zoundi, Z. (2017). “CO₂ Emissions, Renewable Energy And The Environmental Kuznets Curve, a Panel Cointegration Approach”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C: 72, ss. 1067-1075.



