

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT TEORİSİ BİLİM DALI

**TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ÇEVRE KİRLİLİĞİ
ÜZERİNDEKİ ROLÜ: ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ BAĞLAMINDA
AMPİRİK BİR ANALİZ**

Yüksek Lisans Tezi

SERKAN ÖZCAN

İSTANBUL, 2020

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT TEORİSİ BİLİM DALI

**TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ÇEVRE KİRLİLİĞİ
ÜZERİNDEKİ ROLÜ: ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ BAĞLAMINDA
AMPİRİK BİR ANALİZ**

Yüksek Lisans Tezi

SERKAN ÖZCAN

Danışman: PROF. DR. MURAT ÇOKGEZEN

İSTANBUL, 2020

ÖZET

TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ÇEVRE KİRLİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ROLÜ: ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ BAĞLAMINDA AMPİRİK BİR ANALİZ

Dünya genelinde hızla artan nüfus, kentleşme ile birlikte teknoloji, sanayi ve ulaşımın gelişmesi sonucu enerji gereksiniminde ki artış enerji tüketiminin hızla artmasına neden olmuştur. Artan enerji tüketimi küresel düzeyde birçok çevre sorununu meydana getirmiştir. Bu yüzden başta gelişmiş ülkeler olmak üzere Türkiye’de dâhil birçok ülke tarafından yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim başlamıştır. Bu tez çalışmasının temel amacı Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre kirliliği üzerindeki etkisini analiz etmektir. Ayrıca bu çalışma ÇKE hipotezinin Türkiye’de geçerliliğinin sınanmasına da imkan tanımaktadır. Çalışmada karbondioksit emisyonu, kişi başına düşen gelir, kişi başına düşen gelirin karesi, yenilenebilir enerji tüketimi, petrol fiyatları ve yenilenemeyen enerji kaynakların göstergesi olarak kömür tüketimi kullanılarak iki farklı ekonometrik model geliştirilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında değişkenlerin durağanlık derecelerinin belirlenmesi amacıyla ADF birim kök testi ve Ng-Perron birim kök testi uygulanmıştır. Uygulanan birim kök testi sonuçlarına göre çalışmada kullanılan tüm serilerin birinci farkları alındığında durağan hale geldiği ortaya konulmuştur. Yapılan birim kök testi sonucunda çalışmada değişkenler arasında ki uzun dönem ilişkinin belirlenmesi amacıyla ARDL yaklaşımının kullanılması uygun görülmüş ve eş bütünleşme ilişkisi ARDL yaklaşımı ile belirlenmiştir. Bir sonraki aşamada ARDL yöntemi kullanılarak uzun dönem katsayılar tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın çevre kirliliği üzerinde azaltıcı bir etkiye neden olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca ÇKE hipotezinin Türkiye’de geçerliliği kanıtlanmıştır. Yapılan bu tez çalışmasıyla literatüre önemli bir katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: ÇKE, Yenilenebilir Enerji, Yenilenemeyen Enerji, ARDL, Türkiye

ABSTRACT

THE ROLE OF RENEWABLE ENERGY ON ENVIRONMENTAL POLLUTION IN TURKEY: AN EMPIRICAL ANALYSIS IN CONTEXT OF ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE

As a result of the rapidly growing population, urbanization and the development of technology, industry and transportation throughout the world, the increase in energy requirements has led to a rapid increase in energy consumption. Increasing energy consumption has caused many environmental problems at the global level. For this reason, many countries, including Turkey, especially developed countries, have started to focus on renewable energy sources. The main aim of this thesis is to analyze the impact of renewable energy sources on environmental pollution in Turkey. In addition, this study also allows the validity of the ÇKE hypothesis in Turkey to be tested. In the study, two different econometric models were developed using carbon dioxide emissions, per capita income, square per capita income, renewable energy consumption, oil prices and coal consumption as indicators of non-renewable energy sources. In the first phase of the study, ADF unit root test and Ng-Perron unit root test were applied to determine the degree of stasis of variables. According to the results of the unit root test applied, it was found that all series used in the study became stationary when the first differences were received. As a result of the unit root test, it was considered appropriate to use the ARDL approach to determine the long-term relationship between variables in the study, and the co-integration relationship was determined by the ARDL approach. At the next stage, long-term coefficients were estimated using the ARDL method. As a result of the results obtained, it was found that the increase in renewable energy consumption in Turkey causes a reducing effect on environmental pollution. Furthermore, the validity of the ÇKE hypothesis has been proven in Turkey. It is aimed to make an important contribution to the literature with this thesis work.

Keywords: EKC, Renewable Energy, Non-renewable Energy, ARDL, Turkey.

ÖNSÖZ

Tez çalışmasına başladığım andan itibaren teknik analizlerde bilgisi ve yönlendirmesi doğrultusunda hareket ettiğim, çalışmanın her aşamasında benden yardımlarını ve desteğini esirgemeyen ayrıca tecrübeleriyle bana yol gösteren danışmanım sayın Prof. Dr. Murat Çokgezen' e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez jürisinde bulunan değerli bilgileriyle çalışmama katkıda bulunan Doç. Dr. Esra Yüksel Acı ve Doç. Dr. Hüseyin Kaya hocama teşekkür ederim. Son olarak bu süreçte başta ailem ve arkadaşlarım olmak üzere çalışma süresi boyunca sağladıkları destek ve motivasyon ile bu çalışmayı bitirmemde emeği geçen herkese teşekkürlerimi borç bilirim.

İstanbul, 2020

Serkan ÖZCAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
KISALTMALAR	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN NEDENLERİ, TÜRLERİ VE ÇKE YAKLAŞIMI.....	3
2.1. Çevre Kirliliği Kavramı.....	4
2.2. Çevre Kirliliği Türleri	6
2.2.1. Hava Kirliliği	6
2.2.2. Toprak Kirliliği	8
2.2.3. Su Kirliliği	8
2.2.4. Gürültü Kirliliği	9
2.2.5. Radyoaktif Kirlilik	10
2.3. Çevre Kirliliğinin Nedenleri.....	10
2.3.1. Sanayileşme ve Ekonomik Büyüme	11
2.3.2. Enerji Tüketimi	13
2.3.3. Dış Ticaret.....	14
2.3.4. Nüfus Artışı ve Kentleşme.....	15
2.3.5. Turizm ve Ulaşım	17
2.4. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi.....	18
3. TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ÖNEMİ VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ ÖZELİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ	22

3.1. Enerji Kavramı ve Önemi.....	22
3.2. Enerji Kaynakları	23
3.2.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	26
3.2.1.1. Kömür.....	27
3.2.1.2. Petrol.....	29
3.2.1.3. Doğalgaz.....	33
3.2.1.4. Nükleer Enerji	35
3.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	36
3.2.2.1. Güneş Enerjisi	38
3.2.2.2. Rüzgâr Enerjisi	41
3.2.2.3. Hidroelektrik Enerji.....	43
3.2.2.4. Biyokütle Enerjisi.....	44
3.2.2.5. Jeotermal Enerji.....	47
3.3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Çevre Kirliliği Açısından Önemi.....	47
4. TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ İLİŞKİSİ	
ÜZERİNE AMPİRİK BİR ANALİZ	49
4.1. ÇKE Hipotezi Bağlamında Yenilenebilir Enerji Tüketimini İnceleyen Literatür Araştırması	49
4.2. Model ve Veri Seti	57
4.3. Ampirik Yöntem.....	60
4.3.1. Birim Kök Testi	61
4.3.2. Eşbütünleşme Testi	62
4.4. Ampirik Bulgular	64
5. SONUÇ	74
KAYNAKÇA.....	77

KISALTMALAR

ADF	Augmented Dickey-Fuller
ARDL	Autoregressive Distributed Lag Model
BP	British Petroleum
C	Çevre Kirliliği (Karbon dioksit salınımı)
CO	Karbonmonoksit
CO₂	Karbon dioksit salınımı
ÇKE	Çevresel Kuznets Eğrisi
DF	Dickey-Fuller
DF-GLS	Modified Dickey-Fuller
DOLS	Dynamic Ordinary Least Squares
ECM	Hata Düzeltme Modeli
FMOLS	Fully Modified Ordinary Least Squares
GSYH	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
KPSS	Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin
NO_x	Nitrojenoksit
NR	Yenilenemeyen Enerji Tüketimi
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OP	Petrol İthalat Fiyatları
R	Yenilenebilir Enerji Tüketimi

SO₂	Sülfürdioksit
TMMOB	Türkiye Makine Mühendisleri Odası Birliği
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UECM	Sınırsız Hata Düzeltme Modeli
VAR	Vector Autoregression
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
Y	Kişi Başına Düşen Reel Gelir
Y²	Kişi Başına Düşen Reel Gelirin Karesi

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo 1 : ÇKE Hipotezi Bağlamında Yenilenebilir Enerji Tüketimini İnceleyen Ampirik Çalışmalar.....	55
Tablo 2 : Değişkenlere İlişkin Açıklama.....	58
Tablo 3 : Tanımlayıcı İstatistikler.....	59
Tablo 4 : Birim Kök Test Sonuçları.....	64
Tablo 5 : ARDL Sınır Testi Sonuçları.....	66
Tablo 6 : Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları.....	69
Tablo 7 : Tanısal Test Sonuçları.....	70

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 1 : Türkiye Karbon Emisyonu.....	6
Şekil 2 : Çevresel Kuznets Eğrisi.....	19
Şekil 3 : Türkiye Birincil Enerji Arzı Kaynaklara Göre Dağılımı.	25
Şekil 4 : Türkiye' nin Kişi Başına Birincil Enerji Tüketimi.....	26
Şekil 5 : Türkiye Kömür Arzının Sektörlere Göre Dağılımı.....	28
Şekil 6 : Türkiye Kömür Tüketimi.....	29
Şekil 7 : Türkiye Ham Petrol Üretimi.....	31
Şekil 8 : Türkiye Ham Petrol Tüketimi.....	32
Şekil 9 : Türkiye Ham Petrol İthalatı.....	33
Şekil 10 : Türkiye'de Doğalgaz Tüketiminin Sektörel Dağılımı....	34
Şekil 11 : Yenilenebilir Enerji Tüketimi (girdi eşdeğeri Exajoules)	38
Şekil 12 : Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası.....	40
Şekil 13 : Türkiye'de Kullanılan Güneş Enerjisinin Yıllara Göre Değişimi.....	41
Şekil 14 : Türkiye Rüzgâr Enerjisi Gelişimi.....	43
Şekil 15 : Türkiye Biyokütle Enerji Kullanımı.....	45
Şekil 16 : Değişkenlerin 1983-2018 Dönemindeki Seyri.....	60

Şekil 17	: Model (1) CUSUM Sonuçları.....	71
Şekil 18	: Model (1) CUSUM ² Sonuçları.....	71
Şekil 19	: Model (2) CUSUM Sonuçları.....	72
Şekil 20	: Model (2) CUSUM ² Sonuçları.....	72



1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze dünya genelinde tüm ülkeler sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınmayı sağlayarak toplumun refah seviyesinin yükseltilmesini hedeflemektedirler. Küresel dünyada yaşanan sanayileşme, artan nüfus, hızla gelişen teknoloji ve kentleşme ile birlikte üretim ve tüketimde yüksek miktarlarda artışlar görülmektedir. Özellikle endüstrileşmiş toplumlarda sanayileşme ile birlikte ortaya çıkan yüksek tüketim seviyeleri endüstriyel üretimin önemli miktarda artmasına neden olmaktadır. Üretim ve tüketimde ki bu kayda değer artışlar enerjiye olan gereksinimin hızla artmasına neden olmuştur. Toplumlar artan enerji ihtiyacının karşılanması konusunda duyarsızlaşmış ve kaynakları bilinçsizce tüketme eğilimine girmişlerdir. 2000’li yıllara kadar artan enerji ihtiyacı fosil kaynaklı yakıtlardan karşılanmaktayken günümüzde hala fosil kaynaklı enerji kaynaklarının kullanımı önemli seviyelerde olduğu görülmektedir.

Geçmişten günümüzde kadar enerji ihtiyacının fosil kaynaklar tarafından karşılanması ve hala karşılanmaya devam etmesi küresel düzeyde birçok çevre sorunun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Artan fosil yakıt kullanımı ile beraber atmosferdeki karbondioksit salınımının artması çevre kirliliğinin artmasına neden olarak iklim değişikliği, küresel ısınma gibi önemli çevre sorunlarının doğmasına yol açmaktadır. Çevre kirliliğinin önemli derecede artması sonucunda çevre konusu dünyadaki tüm ülkelerin ilgi odağı haline gelmiştir. Dünya genelinde artan küresel çevre sorunları tüm ülkelerin çevre dostu, temiz, sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesini sağlamaktadır. Özellikle de Türkiye gibi enerjide dışa bağımlı, uzun yıllar boyunca cari açık problemi yaşayan ve jeopolitik açıdan alternatif enerji kaynakları konusunda yüksek potansiyele sahip ülkeler için bu durum büyük önem arz etmektedir. Bu yüzden başta Avrupa ülkeleri olmak üzere birçok gelişmiş ülke yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanmaya başlamışlardır. Bu doğrultuda bu tez çalışmasında yenilenebilir enerjinin çevre kirliliği üzerindeki etkisinin araştırılması hedeflenmiştir. Yapılan bu tez çalışması ilave olarak ÇKE hipotezinin Türkiye açısından geçerliliğinin sınanmasına da imkan tanımaktadır.

Bu bağlamda tez çalışmasının birinci bölümünde çevre, çevre kirliliğinin türleri, nedenleri açıklanarak Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. İkinci bölümde enerji ve enerji kaynaklarının tanımları ve açıklamaları üzerinde durulmaktadır. Ayrıca ikinci bölümde başlıca yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları sayısal verilerden yararlanılarak açıklanmakta ve yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre kirliliği ile olan ilişkisi üzerinde durulmaktadır. Tez çalışmasının son bölümünde ise yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerindeki etkisi üzerine ekonometrik analiz yapılmaktadır. Yapılan analizde yenilenebilir enerji tüketiminin göstergesi olarak hidroelektrik tüketimi, çevre kirliliği olarak da karbon salınımı ölçütü olarak kabul edilmektedir. Çalışmanın analiz kısmında iki farklı ekonometrik model oluşturulmuş ve bu modeller E-views 10 ekonometri paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Modellerde değişken olarak karbon salınımı, kişi başına düşen gelir, kişi başına düşen gelirin karesi, yenilenebilir enerji tüketimi, petrol fiyatları ve yenilenemeyen enerjinin göstergelerinden kömür tüketimi kullanılmıştır. Analizde ilk olarak değişkenlerin durağanlıklarının belirlenmesi amacıyla ADF birim kök testi ve Ng-Perron birim kök testi kullanılarak durağanlıklar belirlenmiştir. Daha sonra değişkenler arasında ki uzun dönem ilişkinin tespiti için eş bütünleşme ilişkisi araştırılmış ve son olarak da değişkenlerin uzun dönem katsayı tahminleri yapılmıştır.

Son olarak, bu tez çalışmasının literatüre çeşitli katkıları bulunmaktadır. İlk olarak analizde kullanılan veri setleri güncel zaman aralığı kullanılarak analiz edilmesi ve literatürde zaman serisi analizi bağlamında çevresel Kuznets eğrisi ve yenilenebilir enerji tüketimini Türkiye açısından birlikte inceleyen çok az sayıda çalışma olması literatüre önemli bir katkı sunmaktadır. İkinci olarak, söz konusu ilişkiye ilaveten yenilenemeyen enerji ve enerji fiyatları değişkenleri de ampirik modellere dahil edilerek incelenmiştir. Ayrıca modellerde kullanılan yenilenebilir enerji değişkeninin göstergesi olarak hidroelektrik tüketiminin kullanılması literatüre ek bir katkı sunmaktadır. Bu açılarından enerjinin farklı türleri ÇKE bağlamında Türkiye için analiz edilerek literatüre bir katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN NEDENLERİ, TÜRLERİ VE ÇKE YAKLAŞIMI

Çevre, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere küresel ölçekte tüm ülkelerin sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınması için önemli bir kavram haline gelmiştir. Özellikle de sanayi devrimiyle birlikte dünya ekseninde çok büyük değişim yaşanmıştır. Sanayi devriminin yaşanmasıyla birlikte daha çok şehirlerde yaşayan endüstrileşmiş toplumlarda artan tüketim talebi endüstriyel üretimin çok fazla artmasına neden olmakla birlikte doğal kaynakların da bilinçsiz bir şekilde kullanılmasına neden olmuştur. Toplumların refahını daha üst noktalara çıkarmak amacıyla arzulanan ekonomik büyüme ve kalkınmayı gerçekleştirmek için doğal kaynakların sınırsızlık şeklinde kullanılması doğal kaynakların tükenmesine neden olmaktadır.

Doğal kaynakların bilinçsiz bir şekilde tahrip edilmesi kaynakların kendilerini yenileyebilme yeteneklerini kaybetmesine neden olmaktadır. Özellikle enerji talebindeki artış ile birlikte nüfus artışı ve teknolojide yaşanan gelişmeler çevre konusunu daha da önemli bir noktaya taşımıştır. Günümüzde en çok tartışılan konulardan biri olan küresel ısınmanın başlıca nedeni atmosferde ki sera etkisine neden olan gazların oranlarında ki artış olduğu görülmektedir. Bu artışın nedeni de gerekli olan bu enerjinin daha çok petrol, kömür, doğalgaz gibi fosil yakıtların kullanılmasıyla elde edilmesi atmosferdeki karbon salınımını (CO₂) arttırmış ve ortaya çevre kirliliği sorununun çıkmasına neden olmuştur. Günümüzde CO₂'nin çevreye verdiği zararlar önemli boyutlara ulaşmaktadır. 20 yy' ın sonlarına doğru ekonomik büyüme ile orantılı olarak artan karbon emisyonun hızlı bir şekilde artış göstermesi sonucu küresel dünyada çevre kirliliğine karşı çeşitli önlemler alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Tez çalışmasının bu bölümünde, çevre kirliliği kavramı ve nedenleri açıklanmaktadır. Ayrıca çevre kirliliğine ilişkin literatürde yer alan teorik yaklaşımlar incelenmektedir.

2.1. Çevre Kirliliği Kavramı

Sanayileşme, nüfus artışı, şehirleşme ve teknolojik gelişmelerin insanlara yeni olanaklar sağlamasının yanında insanların yeni sorunlarla karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Bu sorunların başında da çevre sorunları gelmektedir. Özellikle sanayileşme ile birlikte aşırı artan üretim ve tüketim sonucu doğal kaynakların bilinçsiz bir şekilde tüketilmesi, çevre üzerinde birçok sosyo-ekonomik sorunlar meydana getirebilmektedir. Çevre sorunlarında yaşanan bu artışlar pek çok ülkenin çevreye karşı duyarlılığının artmasına neden olmaktadır.

Çevre kavramı konusunda ortaya birçok kavram atılmakla birlikte kavramların hepsi aynı anlama gelmese de kavramlar birbirleri yerine kullanılmaktadır. Çevrebilim (Ekoloji) Yunanca ev (oikos) ve anlama (logos) sözcüklerinden türetilmiştir. Üzerinde yaşanılan yer, alan olarak tanımlanabilir (Karabıçak ve Armağan, 2004, s.207). İnsanoğlu yaşamının her evresinde çevreyle etkileşim içerisinde olmuştur. Çevre, insanların sadece yaşamını devam ettirdikleri bir alan değil milyonlarca canlının yaşamını sürdürdüğü bir ekosistem olarak tanımlanmaktadır. Çevre, dar anlamda baktığımızda canlıların bulundukları ve yaşadıkları ortam olarak ifade edilebilir. Genel olarak ise çevre kavramı, insanların ve diğer canlıların yaşamları boyunca var oldukları, ilişkilerini devam ettirdikleri ve etkileşim içinde bulundukları fizyolojik, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortam olarak tanımlanmaktadır (Kaypak, 2013, s.18).

Ekonomi ve çevrenin birbiriyle olan ilişkisi günümüzde çevre ekonomisi alanının literatürde geniş bir yer edinmesine neden olmuştur. Bu alan çevre sorunlarını ekonomi biliminin analitik yöntemleriyle incelemektedir. Ekonomi bilimi toplumun kıt kaynakları en uygun şekilde nasıl kullanacağı konusunu ele almaktadır. Çevre ve ekonomi ilişkisi hem makro hem de mikro ekonominin kapsam alanını oluşturmaktadır. Mikro iktisat, daha çok çevresel sorunları doğuran kararları bireylerin nasıl ve ne amaçla aldığı konusu ile ilgilenirken, makro iktisat ekonomik büyüme sonucunda ortaya çıkan çevresel sorunlar ile ilgilenmektedir (Deniz, 2009, s.97).

Toplumun refahını arttırmak amacıyla ekonomik büyüme ve kalkınma hedefleri doğrultusunda hızla gerçekleşen sanayileşme, şehirleşme, küreselleşme olgusu, teknoloji

ve nüfus artışı gibi sebepler doğal kaynakların hızla kullanılmasına ve çevre sorunlarının artmasına neden olmuştur. Yaşanan bu süreç çevre tahribatının daha fazla artmasına ve çevre kirliliği kavramını ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Çevre kirliliği, 2872 sayılı Çevre Kanun'una göre "çevrede meydana gelen ve canlıların sağlığını, çevresel değerleri ve ekolojik dengeyi bozabilecek her türlü olumsuz etki olarak ifade edilmektedir (Didinmez, 2018, s.105). İnsanoğlu, günümüze kadar geldiği dönem boyunca çevre sorunlarıyla sürekli karşı karşıya kalmaktadır. Ortaya çıkan bu çevre sorunlarının bazıları insanoğlunun direkt olarak etkisi sonucu gerçekleşirken bazıları kendiliğinden meydana gelmektedir. Dünyada artan tüketim ile birlikte üretimdeki artış üretim sürecinde ki en büyük girdi olan enerji ihtiyacını arttırmaktadır. Bu nedenle enerji ihtiyacının artması daha fazla fosil yakıt kullanılması sonucunda atmosferdeki sera gazının artması çevre kirliliğinin önemini daha belirgin hale getirmektedir. Özellikle 1990'lı yıllar itibariyle ortaya çıkan küresel ısınma, iklim değişikliği gibi küresel çevre sorunları çevre kirliliği kavramını daha önemli bir noktaya taşımaktadır (Kızılkaya vd., 2016, s.256).

Birçok çevre kirliliği enerjinin üretim, tüketim ve değişiminden ortaya çıkmaktadır. Çevre kirliliğinin ortaya çıkardığı maliyetin içerisine genellikle enerji kaynaklarının fiyatları dâhil edilmemektedir. Bu durum enerji kullanımının aşırı şekilde artmasına ve çevrenin tahribine yol açmaktadır. Çevre kirliliğine yol açan en önemli etkenlerden birisi birincil fosil yakıtların yakılmasından kaynaklanan ve atmosfere salınan sera gazı salımı ile ilişkilidir. Birincil fosil yakıtlar (kömür, doğal gaz ve petrol) yoğun şekilde karbon içermektedir. Birincil fosil yakıtların yanması sonrasında atmosferde oksijenle birleşen karbon birincil sera gazı olan CO₂'nin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Atmosferde biriken karbon miktarındaki artış, biyolojik çeşitlilik kayıpları, tropikal fırtına yoğunluğunda artış, okyanus seviyesinin yükselmesi ve küresel ısınma gibi birçok çevre sorununun ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Saatçi ve Dumrul, 2012, s.65-66).

Türkiye'nin karbon emisyon salınımı grafiği Şekil 1'de görülmektedir. Grafiğe bakıldığında 2009-2019 arasında günümüze kadar genel olarak karbon salınımının artış gösterdiği görülmektedir. Özellikle 2009-2010 yıllarında diğer yıllara göre daha düşük seviyelerde olduğu göze çarpmaktadır. Bunun temel nedeni olarak 2008 yılında yaşanan

küresel kriz sonrasında ekonomik büyümede görülen yavaşlama ile beraber azalan üretimin dolaylı olarak karbon salınımının azalmasına yol açtığı gözlemlenmektedir. Daha sonraki yıllarda artış görülmekteyken 2017 yılında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Son iki yıla bakıldığında ise karbon emisyonunun azaldığı görülmektedir. Bunun temel nedeni yenilenebilir enerji kullanımının son yıllarda daha fazla artması olarak görülmektedir. Ayrıca üretim girdisi olarak fosil yakıt kullanımının azalmasıyla beraber daha fazla yerli yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması karbon emisyonunun son yıllarda azalış göstermesinin temel nedenleri arasında gösterilebilir.

Şekil 1: Türkiye Karbon Emisyonu, 2009-2019 (Milyon ton)



Kaynak: BP, 2020.

2.2. Çevre Kirliliği Türleri

2.2.1. Hava Kirliliği

İnsan sağlığını ve doğayı tehdit eden çevre kirliliği günümüzde çeşitlenerek artış göstermektedir. Bu tehdidin başında gelen hava kirliliği, atmosferde gaz, parçacık, su buharı, koku şeklinde bulunan, başta insan olmak üzere çeşitli kaynaklar tarafından belirli bir kent veya bölgenin doğal yapısının bozulması olarak tanımlanmaktadır. Yaşam için gerekli olan havanın insanlar için önemi çok fazladır. Sanayi devrimi sonrası artan fosil

yakıt tüketimi ile birlikte hava kirliliğinde görülen ciddi artışlar küresel ölçekte önemli bir çevre sorunu haline gelmiştir (Alkan, 2018, s.643). Hava kirliliğinin daha fazla sanayileşmiş bölgelerde ortaya çıkması sanayileşmenin hava kirliliği üzerinde önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle, yaşam kalitesinin iyileşmesi amacıyla gerekli olan enerji ihtiyacının karşılanması atmosfere katılan zararlı maddelerin artmasına neden olmaktadır (Menteşe, 2017, s.387).

Hava kirliliğinin artmasında başta nüfus artışı, artan şehirleşme, ısınma, ulaşım, sanayileşme ve enerji üretimi gibi faktörler etkili olduğu görülmekle birlikte orman yangınları, depremler, volkanik patlamalar ve bataklıklar gibi doğal faktörlerde büyük bir etki yaratmaktadır. Hava kirliliğinin bileşenlerini atmosferdeki gazlar ve partikül maddeler oluşturmaktadır (Hava kirliliği raporu 2019: 9). Hava kirliliğine neden olan kirleticiler olarak CO (karbonmonoksit), SO₂ (Sülfürdioksit), NO_x (Nitrojen oksitler), şüpheli partiküller (Total Suspended Particulates) ve uçucu organik bileşenler (volatile organic compounds) gösterilmektedir (Deniz, 2009, s. 98).

20.yy itibariyle dünya genelinde ciddi oranda artan karbondioksit (CO₂) miktarı, ozon tabakasının incilmesi, birçok kentin yoğun hava kirliliği ile birlikte yoğun sis bulutu ve asit yağmuru altında kalması hava kirliliğinin yüksek seviyelere ulaşmasına neden olmaktadır. Belçika’da görülen Meuse vadisi sisi, ABD’de meydana gelen Donora pusu ve Londra’da binlerce insanı etkileyen büyük sis felaketi gibi olaylar hava kirliliğinin insan sağlığı ve çevre üzerine etkilerinin tartışılmaya başlanmasına neden olmuştur. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) raporuna (2019) göre, hava kirliliği solunum yolu enfeksiyonları, akciğer kanseri, kalp rahatsızlıkları gibi insan sağlığını ciddi şekilde etkileyecek sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. WHO’ya göre, dünyada 8 milyon insan hava kirliliğinin yol açtığı rahatsızlıklar sonucu erkenden hayatını kaybetmektedir (Koçlu, 2020, s.65).

Türkiye’de 1980’li yıllarla başlayan dışa dönük sanayileşme ve liberal ekonomi anlayışı sonrasında hızla gerçekleşen sanayileşme, hızlı nüfus artışı, artan şehirleşmenin yanında ekonomik büyüme ve bireylerin refah seviyelerinde meydana gelen artışlar enerji tüketiminin ciddi bir şekilde artmasına neden olmaktadır. Artan enerji tüketiminin daha çok fosil yakıtlar ile sağlanması karbondioksit emisyonlarının (CO₂) artmasına neden

olmakla birlikte ortaya çıkan hava kirliliği çevre kirliliğinin yükselmesini de tetiklemektedir. (Yıldız ve Göktürk, 2018, s.219).

2.2.2. Toprak Kirliliği

Dünya nüfusundaki hızlı artış ve yoğun endüstrileşme sonucu artan hammadde ihtiyacının tedarik edilmesi için tarımsal üretim ve maden faaliyetlerinde önemli derecede artışlar görülmektedir. Bu artışla birlikte toprak kirliliği ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Toprak kirliliği, toprağın verimini bozacak ve ekosistemin dengesini olumsuz yönde etkileyecek kadar yüksek oranda kirletici faktörlere maruz kalması olarak tanımlanmaktadır. Toprak kirliliğinin ana kaynağını, insan faaliyetlerinin yanında, modern tarım uygulamaları, içerdiği çeşitli toksin maddelerle toprağın kirlenmesine neden olan kentsel veya endüstriyel atıklar veya radyoaktif emisyonlar oluşturmaktadır (Koçlu, 2020, s.66). Toprakta yaşanan kirlilikten dolayı tarımsal üretimde verim ve ürün kalitesi olumsuz etkilenmekle birlikte besin zinciri kanalıyla tüm canlıları yaşamını ciddi boyutta tehdit edici unsurlar meydana gelmektedir (Baştıbak ve Koçar, 2020, s.1).

2.2.3. Su Kirliliği

Günümüz dünyasının bir diğer çevre sorununu çevre kirliliğinden en fazla etkilenen su kirliliği oluşturmaktadır. Hayatımızın temel maddelerinden biri olan su, hem besin maddesi olarak hem de hayatımızın devamı olarak düşünüldüğünde yaşam için vazgeçilmez olarak görülmektedir. Çünkü sudan çok farklı alanlarda yarar sağlanmaktadır. Sanayi devrimiyle birlikte hızlı bir şekilde artan nüfus ile birlikte teknolojinin ilerlemesi ve tarımsal faaliyetlerdeki artışlar sonucu artan çevre kirliliği dünya üzerinde içilebilir su miktarının önemli derecede azalmasına yol açmıştır (Akın ve Akın, 2007, s.107). Bu yüzden hayatımızın her dönemi için gerekli ve hayatımızın vazgeçilmezi olan suyun kirlenmesi önemli bir noktaya gelmiş ve gelecekte de önemini koruması beklenmektedir. Su kaynakları daha çok insanların evsel atıklarını su kaynaklarına atmaları ile birlikte bunların gerekli arıtma sistemine tabi tutulmadan tekrar işleme alınması, erezyon, çürümüş bitkiler, kimyasal, hayvansal, sanayi vb. atıklar ve

tarımsal ilaçlar gibi çevresel faktörler su kirliliğine neden olmaktadır (Yılmaz ve Yanarateş, 2020, s.1503).

Su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliğini sağlamak önem arz etmektedir. Ancak artan nüfus ile birlikte suya olan talebin daha fazla artması endüstriyel alanlar ile yerleşim alanlarının su kaynaklarına yakın olması su ve kaynaklarının kalitesinin ve miktarının artmasına neden olmaktadır. Su kirliliği konusunda su kaynaklarının kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi, suyun yararlı ve tasarruflu kullanılması su kaynaklarının amaç dışı ve gereksiz kullanılmasının engellenmesi gibi önlemler su kirliliğinin azaltılmasında önemli bir role sahip olacağı göz önünde bulundurulmaktadır (Menteşe, 2017, s.385-386).

2.2.4. Gürültü Kirliliği

İnsanlar ve diğer canlılar üzerinde olumsuz etkilere yol açan gürültü kirliliği bir diğer çevre kirliliği olarak görülmektedir. Özellikle kentleşme, endüstrileşme gelişen teknoloji ile birlikte gürültü kirliliği önemli bir çevre sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Gürültü kirliliği, insanlar üzerinde istenmeyen ve arzu edilmeyen derecede fizyolojik ve psikolojik etkiler bırakan kirlilik türü olarak tanımlanabilmektedir. Kısaca istenmeyen arzu edilmeyen ses olarak tanımlanmaktadır (Cansaran, 2019, s.90). Gürültü, tam olarak çevre üzerinde bir kirlitici olmamasına rağmen insanlar üzerinde fizyolojik, fiziksel ve psikolojik etkiler bırakmaktadır. Gürültü kirliliği, işitme sağlığını olumsuz yönde etkilemekte, psikolojik olarak stres altına girmesine, anlayış ve sakinliğin kaybolmasına neden olmaktadır. Ayrıca insanların davranış ve problem çözme gibi yeteneklerinde olumsuz durumlar ortaya çıkarabilmektedir (Dalkılıç ve Dursun, 2019, s.39).

Diğer çevre kirliliklerine göre etkilerinin daha zor belirlendiği gürültü kirliliği, insanların sağlıklı yaşamalarını zorlaştırmakla beraber insanlar üzerinde fiziksel ve fizyolojik etkiler meydana getirmektedir. Bu etkilere ek olarak aynı zamanda psikolojik ve performans konusunda da insanlar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Fiziksel etkiler daha çok vücut organları üzerinde kulak çınlaması ve işitme kayıpları olmak üzere kendini göstermektedir. Fizyolojik olarak ise, kan basıncı artışı, dolaşım sisteminde

rahatsızlıklar, baş dönmesi gibi sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Aynı şekilde davranış bozuklukları, sinirlilik, iş veriminin düşmesi, konsantrasyon bozukluğu vb. sağlık sorunları meydana gelmektedir. Gürültü kirliliğinin önlenmesinde kentlerde toplu taşımaların gürültüsüz bir şekilde hizmet vermesi geliştirilmeli, yeni inşa edilen konutlara gürültü izolasyonu konulmalı, apartman yaşantısında çevre kirliliğini önleyecek gerekli tedbirler alınmalıdır (Hayta, 2006, s.371-372).

2.2.5. Radyoaktif Kirlilik

Çevre kirliliğinin diğer bir türü, nükleer silah üreten fabrikalar ve nükleer enerji santrallerinin ortaya çıkardığı radyoaktif madde atıklarının oluşturduğu radyoaktif kirliliktir. Nükleer silahlarla birlikte röntgen araçları, televizyonlar telefonlar bile radyoaktif madde yaymaktadır. Radyoaktif maddeler ortaya çıkardıkları elektronla su, hava ve toprağa zarar vermektedirler. Ortaya çıkan bu radyoaktif maddeler hayvansal yiyecekler ve bitkiler vasıtasıyla insanların vücuduna enjekte olmaktadır. Bu durum normal olmayan doğumlar başta olmak üzere insanlar üzerinde ciddi sağlık sorunlarını ortaya çıkarmaktadır (Açma, 2005, s.314).

Radyoaktif kirliliği ortaya çıkaran başlıca faktör nükleer enerji tüketimi olarak gösterilmektedir. Özellikle de gelişen teknoloji ile birlikte artan enerji ihtiyacının karşılanamaması nükleer enerji tüketiminin artmasına neden olmuştur. Dünyada en etkili nükleer kirlenme 1986 yılında Ukrayna'nın Çernobil şehrinde Çernobil nükleer reaktöründe meydana gelen kaza sonucu bir şehir kullanılmaz hale gelmiş ve milyonlarca canlı hayatını kaybetmiştir. Ayrıca bu kaza hava yoluyla bizim ülkemizde olmak üzere diğer ülkelerde yaşayan insanların sağlığını da olumsuz yönde etkilemiştir. Bu bölgelerde kanser oranının ciddi bir boyutta artmasına neden olmuştur (Tutumlu, 2018). Radyoaktif kirliliğin sadece uygulanan bölgelerden ziyade diğer bölgelerde de etkili olması bu maddelerin çevre ve insan sağlığı üzerinde ne kadar zararlı olduğunu ortaya koymaktadır.

2.3. Çevre Kirliliğinin Nedenleri

Çevre kirliliği sorunu günümüzde daha fazla büyük bir öneme sahipmiş gibi görünse de aslında çok eski yıllardan beri dünyanın önemli sorunları arasında yer aldığı

bilinmektedir. Geçmişte çok sayıda şehir ve halkları çevre kirliliklerinin ortaya çıkardığı sorunlar sonucunda çevre tahribatı ve ekolojik dengenin bozulmasından dolayı çöküş yaşamış ve ortadan kaybolmuştur (Deniz, 2009, s.97). Bundan dolayı günümüzde de çevre sorunları arasında çevre kirliliği büyük öneme sahiptir. Çevre kirliliğinin yanında özellikle son yıllarda küresel ısınma, iklim değişikliği, doğal çevrenin tahrip edilmesi ve bazı hayvan nesillerinin yok olması gibi çevre sorunları da dünya genelinde önemli çevre sorunları arasında yer almaktadır. Çevre sorunları, ansızın değil belirli bir birikim sonucu bazı nedenler sonucunda, belirli bir zaman içerisinde ortaya çıkmışlardır (Aydoğdu, 2014, s.135). Bakıldığında çevre sorunları geçmiş yıllardan günümüze kadar gelindiğinde öncelikle ekonomik büyümenin önemli bir hedef olması sonucu ekonomik faaliyetlerdeki değişiklikler, hızlı nüfus artışı, nüfusun daha çok şehirlerde yoğunlaşması, enerji talebindeki artış, dış ticaret ve ulaşım olanaklarının gelişmesi gibi faktörler çevre kirliliğinin artmasında ki en önemli nedenler olarak görülmektedir.

2.3.1. Sanayileşme ve Ekonomik Büyüme

Ekonomi ve çevre arasındaki ilişki asırlar öncesi gerçekleşen tarım devrimine kadar dayanmaktadır. 18. yy' da sanayi devrimiyle birlikte nüfus yoğunluğundaki artış sonrası artan ihtiyaçlar, üretimin artmasını sağlamıştır. Üretimdeki artış ile birlikte ekonomik büyüme her ülkenin başlıca hedefi haline gelmiştir. Sanayileşme sonrası üretim artışının sağlanmasında ve hammadde temininde daha çok fosil yakıt olarak ifade edilen enerji kaynaklarının kullanılması çevre kirliliğini arttırmış ve çevre konusunu önemli bir noktaya taşımıştır (Işık vd., 2018, s.108). Çevre üzerinde görülen olumsuz durumlara sebep olarak havadaki CO₂ miktarı gösterilirken birçok ülke CO₂ miktarındaki artışın gelire olan ilişkisini göz önünde bulundurmaya başlamıştır. Bunun sonucu olarak özellikle 90'lı yıllar itibariyle çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki birçok çalışmanın konusu olmaya başlamaktadır (Arı ve Zeren, 2011, s.38).

Sanayileşme süreci ile birlikte ekonomik büyüme hedefi doğrultusunda çevresel sorunlar ilk olarak göz ardı edilmişse de teknolojinin gelişmesi ile çevreye daha fazla önem vermeye başlanmıştır. Özellikle 1960'lı yıllar itibariyle küresel ısınma, iklim değişikliği gibi küresel çevre sorunlarının ortaya çıkması başta gelişmiş ülkeler olmak üzere birçok ülkenin ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında ki ilişkinin

sorgulanmasını sağlamıştır. 1990'lı yıllar itibariyle gelişmiş ülkeler daha çok çevreyi koruyucu temiz teknoloji ile üretim anlayışına geçerken gelişmekte olan ülkeler büyüme uğruna çevrenin kirlenmesini göz ardı etmeye devam etmişlerdir (Artan vd., 2015, s.309). Aynı zamanda sanayileşme ile birlikte kurulan fabrikalar daha çok verimli tarım arazileri üzerine kurulmakta bu da o bölgede işsizliği azaltmakta birçok iş imkanı sağlamaktadır. Bu durum o bölgede yaşayan insanlar için olumlu bir durum olarak görülmektedir. Sanayileşme devam ettikçe ekonomik büyüme sağlanmakta insanların gelirleri artmaktadır. Artan bu sanayileşme ve üretim sonunda insanlar üretim tesislerinden çıkan gaz ve etrafa bırakılan atıkları çok fazla umursamamaktadırlar. Ancak artan gelir seviyesi ve refah sonucu yükselen bilinç ile birlikte çevrenin tahrip edildiği ve çevrenin kirlendiği anlaşılmaya başlanmaktadır (Deniz, 2009, s.99-100).

Ekonomik büyüme için teknolojik gelişmenin yanında doğal kaynakların yeterliliği ve sürdürülebilirliği de önem arz etmektedir. Ülkelerin ve insanların ekonomik ve toplumsal faaliyetleri kontrol altında olmadan sınırsız bir şekilde artarken, doğal kaynakların arz miktarı görece azalmaya devam etmiş ve hala azalmaya devam etmektedir. Bu durum belirli bir süre sonunda sürdürülemez bir noktaya gelmektedir. Buradan hareketle sürdürülebilir bir ekonomik büyümenin en temel kaynağı çevredir. Çevre kirlenmeye ve tahrip edilmeye devam edildiği sürece ekonomik büyümenin sürdürülebilir bir şekilde devam etmesi zor görünmektedir. Bu yüzden tüm bunların kontrol edilmesi için çevrenin ve doğal kaynakların tasarruflu bir şekilde israf edilmeden ve zarar verilmeden kullanılması gerekmektedir (Albayrak vd., 2015, s.283-284).

1955 yılında Kuznets tarafından yapılan çalışmada ekonomik büyümenin ilk aşamalarında gelir eşitsizliğinin bozulduğu daha sonraki aşamalarda ekonomik büyüme arttıkça gelir eşitsizliğinin azalmaya başladığı ortaya konulmaktadır. 1990'lı yıllar itibariyle çevre ekonomisi literatüründe Kuznets ilişkisine benzer bir ilişkinin çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasında olduğuna ait görüşler ortaya çıkmıştır. Bu görüşe göre ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevre kirliliği artmaktayken daha sonraki aşamalarda artan ekonomik büyüme çevre kirliliğini azaltmaktadır. Yani bu ortaya atılan Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezine göre ekonomik büyümenin sonraki safhalarında çevresel iyileşmeler ortaya çıkmaktadır (Aydın vd., 2019, s.192). Özet olarak, daha çok

tarıma dayalı üretimin yaygın olduğu az gelişmiş ekonomilerde çevre kirliliği daha düşük oranda karşımıza çıkmaktadır. Tarım ekonomisinden sanayileşmeye geçiş ile birlikte üretim ve geliri artırmak öncelikli hedef olması ve bu hedef doğrultusunda doğal kaynakların hızla tüketilmesi ve temiz olmayan teknolojilerin kullanılması ve artan üretim ile birlikte çevre kirliliğinin de arttığı görülmektedir. Ancak belli bir gelir seviyesine ulaşıldıktan sonra insanların bilinçlenmesi, çevresel kuruluşların faaliyetleri ve temiz bir çevreye duyulan ihtiyaç çevre kirliliğinin önemini ortaya koymaktadır. Yani ekonomik büyümeyle birlikte ilk etapta çevre kirliliğinde artış görülürken belli bir gelir seviyesinden sonra ekonomik büyüme arttıkça çevre kirliliğinde azalmalar görülmektedir (Yardımcıoğlu ve Savaşan, 2016, s.1163-1164).

2.3.2. Enerji Tüketimi

İnsanoğlunun varoluşu itibarıyla gereksinim duyduğu ve o günden bugüne vazgeçilmez gereksinimi olarak karşımıza çıkan enerji tüketimi toplumların gelişmesi ve artan ihtiyaçlarının elde edilmesi için çok önemli bir yere sahiptir. Enerji tüketimi geçmişten günümüze kadar ülkelerin ekonomik büyümelerinde önemli bir rol oynamaktadır. Sanayi devrimiyle birlikte enerjinin endüstride yoğun olarak kullanılmaya başlanması, küresel ölçekte hızlı bir enerji tüketimine neden olmuştur. Enerji tüketimi inşaat sektörü, bilişim sektörü, ulaşım sektörü, savaş sektörü, sanayi sektörü ve tarım sektörü olmak üzere çok geniş bir skalaya sahip olmakla birlikte enerjiye sahip olmak ülkelerin ekonomik gücü ve gelişmişlik düzeyleri bakımından belirleyici bir konuma gelmiştir (Uysal ve Yapraklı 2016, s.188).

Fosil yakıtlardan yarar sağlamaya 1850'li yıllardan sonra başlamıştır. Gelişmiş ülkelerin birçoğu ekonomik büyümelerini, siyasi nüfuzlarını, teknoloji düzeylerini, sanayilerini ve ulaşımalarını fosil yakıt kullanımı sayesinde geliştirmişlerdir. Dünya genelinde üretim arttıkça üretimin girdi faktörleri arasında önemli bir yere sahip olan enerji ihtiyacı da artış göstermiştir. Artan enerji tüketimi sonucunda daha fosil yakıt kullanımı atmosferdeki sera gazının artmasına ve çeşitli çevre sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Kızılkaya vd., 2016, s.256). Fosil yakıtlar özellikle üretim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ve ucuz olmaları nedeniyle daha fazla kullanım alanına sahip olmuşlardır. 1973 yılına kadar petrol ve kömür daha yaygın kullanılırken

1973 yılında yaşanan petrol krizi ile birlikte kömür ve petrole karşı oluşan güvensizlik farklı enerji kaynakları aramaya itmiştir. Yapılan araştırmalar, fosil yakıtların kendini yavaş yenilemesinden ve belirli yıl sonunda tükenme olanaklarının bulunmasından dolayı artan enerji ihtiyacını karşılamada yetersiz kalacağını ortaya koymaktadır (Çukurçayır ve Sağır, 2008, s.258).

Toplumların refahının ve yaşam kalitelerinin artmasında düşük maliyetli ve çevreye daha az zarar veren enerji tercih edilmelidir. Enerjinin topluma kesintisiz, güvenilir, çevreye minimum zarar veren ve düşük maliyetli olarak sunulması gerekmektedir. Atmosferdeki karbondioksit seviyesi sanayileşme ile birlikte sürekli olarak artış göstermektedir. Dünya ekonomisi büyüdükçe bunun daha fazla artış sağlaması beklenmektedir. Türkiye’de sera gazı emisyonları arasında CO₂ salınımı büyük bir paya sahiptir. Bu sera etkisine neden olan CO₂ emisyonlarının büyük bir kısmını enerji üretimi ve tüketiminin sağlandığı fosil yakıtlar oluşturmaktadır. Bu sebeple fosil yakıt tüketimini azaltılmalı ve fosil kaynakların yerine çevreye daha az zarar veren yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik edecek vergi ve teşvik edici politikalar uygulanmalıdır (Çoban ve Kılınç, 2016, s.593-594).

2.3.3. Dış Ticaret

Gelişmekte olan ülke ekonomileri başta olmak üzere birçok ülke uygulanan serbest dış ticaret politikalarından dolayı cari açık problemi ile daha sık karşılaşmaktadırlar. Özellikle cari açık problemi ile daha çok karşılaşan gelişmekte olan ülke ekonomileri için bu durum önemli sorun teşkil etmektedir. Bu durum birçok ülkenin çevresel konulara gereken ilgiyi vermesinin önüne geçmektedir. Hatta çevresel bozulmaları arttırıcı iktisadi politikalara yönelmeleri mümkün olabilmektedir (Orman vd., 2019, s.1483). Uygulanan dış ticaret politikası çevre üzerindeki olumlu veya olumsuz etkisi ülkeye, sektöre, piyasa yapısı ve uygulanan politikalara göre değişkenlik gösterebilmektedir.

Dış ticarete ticareti yapılan ürün ve kullanılan teknolojiye çevre üzerinde etki yaratmaktadır. Dış ticaretin serbestleşmesi ekonomik faaliyetlerde artışa neden olmaktadır. Dış ticaret karşılaştırmalı üstünlükler teorisine göre her ülke uzmanlaştığı

ticari ürün üzerine ticarete katılırsa çevre konusunda olumlu etkiler görülebilir. Ancak burada üretime dâhil edilen bu ürünün nasıl bir ürün olduğu büyük önem arz etmektedir (Seymen, 2005, s.100-105). Ekonomik büyümenin sağlanması için dış ticaret vasıtasıyla özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ihtiyaç duydukları hammadde, makine ve teknoloji gibi girdilerin yurt dışından ithal edilmesi gerekmektedir. Dış ticaret vasıtasıyla ortaya çıkan bu büyümenin ise çevre kirliliği üzerinde bir takım sonuçlar ortaya çıkarması kaçınılmazdır (Değer ve Pata, 2017, s.31-35).

II. Dünya Savaşı sonrasında, serbest ticaret ile birlikte artan küresel iktisadi büyüme sonrası küresel çevre sorunları gündeme gelmiştir. Ormansızlaşma, sera gazlarının artışı, biyoçeşitlilik kaybı, iklim değişimi, hava ve su kirliliği vb. çevre sorunları daha sağlam bir iktisadi yapı için önlem alınması gereken sorunlardır. Nitekim çevre ve dış ticaret arasındaki ilişki hem küresel anlamda hem de ülke bazında uluslararası kurumlara yönelik olarak dünya refahının ekonomik yönü dışında daha sağlıklı bir çevre yaratılmasını gündeme getirmektedir (Bayraktutan ve İnmez, 2017, s.306).

2.3.4. Nüfus Artışı ve Kentleşme

1980’li yıllar itibariyle hem Dünyada hem de Türkiye’de nüfus ve çevre sosyo-ekonomik perspektifte en çok tartışma alanı olan konulardan biri olarak görülmektedir. Özellikle 1950’li yıllardan sonra ekonomideki gelişmeler ve nüfus değişiminin çevre üzerindeki etkisi ciddi bir şekilde görülmeye başlamaktadır. Daha çok gelişmekte olan ülkelerde görülen plansız nüfus artışı nüfusun tamamını etkileyen çevre sorunlarının doğmasına neden olmaktadır (Yaylı, 2012, s.156-157).

Nüfus ile çevre arasındaki ilişkinin temelini ilk defa kapsamlı bir şekilde ortaya koyan Malthus (1798) çalışmasında gıda üretiminin aritmetik olarak artmasına karşın nüfusun geometrik olarak arttığını öne sürmektedir. Bu durumun ilerleyen yıllarda gıda üretiminin nüfus artışına ayak uyduramayacağını savunmaktadırlar. Yakın zamanda ortaya çıkan yeni Malthusçular insanların yaşam standartlarının yükseltilebilmesi için nüfus artışının kontrol altında tutulması ve nüfus artışının planlı bir şekilde gerçekleşmesi gerektiğini öne sürmektedirler. Yani malthusun ortaya attığı nüfus ve gıda üretimi arasındaki ilişkinin genişletilmiş hali bağlamında hızlı, plansız ve kontrolsüz nüfus

artışının yeryüzünün taşıma kapasitesini azaltacağı, kalitesinin bozulacağı ve birçok çevre sorununa neden olacağı öne sürülmektedir (Özgür, 2017, s.2). Dünya üzerinde nüfus artışının hızlı bir seyir izlemesi daha fazla gıda ve hammaddeye ihtiyaç duyulmasını gerektirmektedir. Fazla gıda ve hammadde ihtiyacı da daha fazla enerji ihtiyacına yol açmakta ve çevre üzerinde daha fazla olumsuz etkilerin görülmesine neden olmaktadır. Aynı zamanda daha fazla nüfus daha fazla üretim ve tüketim anlamına gelmektedir. Buda daha fazla çevre kirliliği daha fazla atık vb. çevre sorunlarına neden olmaktadır. Sonuç olarak hızlı nüfus artışı çevre kirliliği üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmekte ve ekolojik düzeni bozmaktadır (Hayta, 2006, s.362-363).

Dünya genelinde hızla artan kentleşme günümüzde çevre kirliliğini etkileyen faktörlerden biri olarak görülmektedir. Kentleşme, genel anlamda kent yoğunluğunun arttığı ancak bu süreçte sadece fiziksel mekân olarak artışla birlikte toplumun davranış ve demografik özelliklerinin de değişime uğraması olarak ifade edilmektedir. Sanayi devrimiyle birlikte hem dünya genelinde hem de Türkiye özelinde tarımsal ve kırsal ekonomi arka planda kalmaktayken kentleşmeye daha fazla öncelik verilmektedir. Yaşanan hızlı kentleşme ortaya çok boyutlu, geri dönüşümü olmayan ve çözülmesi zor sorunlar ortaya çıkarmaktadır (Şahin ve Gökdemir, 2019, s.187-188).

Dünya da kentleşme olgusunun ortaya çıkma süreci Sanayi Devrimi öncesine dayanmaktadır. Ancak Sanayi Devrimi'ne kadar kentleşme işlevsel ve yapısal anlamda daha dar bir alanda etkindir. Sanayileşme ile birlikte modern anlamda kentleşme olgusu ortaya çıkmış ve günümüze kadar gelişimini sürdürmüştür. Türkiye'de ise sanayileşmenin tam olarak görülmediği 1950 öncesinde kentleşme olgusu zayıf kalmaktadır. 1950 sonrasında gerçekleşen göçler, makineleşme ve dolayısıyla ortaya çıkan sanayileşmenin etkisiyle hızlı bir kentleşme görülmektedir (Kılıç vd., 2020, s.183-184). Kırdan kente göçün hızlandığı ve kentleşmenin arttığı Türkiye'de 1950'li yıllar itibarıyla kentleşmenin çevre üzerindeki etkisi ortaya çıkmaya başlamaktadır. Bundan dolayı kentleşme çevre sorunlarının yaşandığı ilk günden itibaren üzerinde durulan ve çevre sorunlarının temelini oluşturan en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Hayta, 2006, s.363).

Kentleşme sanayileşmenin bir neticesi olarak görülmektedir. Kentleşme ve sanayileşme sonucu ortaya çıkan çevre sorunları bazı ortak sorunlar yaratmaktadır. Sanayileşme sürecinde geçmişte ortaya çıkan çevre sorunları belirli nedenlerden dolayı belirli bir süreç sonucunda ortaya çıkarken, kentleşmede de kentlerin belirli bir büyüklüğe ulaşmalarından sonra ve çok kısa bir zaman süresi içerisinde ortaya çıktığı görülmektedir (Deniz, 2009, s.96). Sanayileşmiş ve sanayileşmeye devam eden ülkelerde gerçekleşen ekonomik büyüme kentleşmenin çevre üzerindeki etkilerini de ortaya çıkarmaktadır. Artan kentleşme sonucu ortaya çıkan konut ve istihdam talebi sağlam ekonomik altyapıya sahip olmayan Türkiye gibi ülkelerde birçok çevresel sorunun doğmasına neden olmaktadır (Özüpekçe, 2019, s.205).

Sonuç olarak kentleşme bir ülkede sosyo-kültürel ve ekonomik anlamda birçok olumlu ve olumsuz etkilere de neden olmaktadır. Bu olumsuz etkilerin en önemlilerinden birisi kentleşmenin çevre ve temiz hava üzerinde yaratmış olduğu etkidir. Bu etki bir ülkenin sürdürülebilir bir ekonomik büyüme çabalarına engel teşkil ettiğinden bu sorunların tespit edilmesi ve bu etkinin azaltılması için politikalar üretilmesi ve sağlıklı bir yapıya dönüştürülmesi son derece önem arz etmektedir.

2.3.5. Turizm ve Ulaşım

Neo-liberal politikaların uygulanmaya başlandığı dönemde artan küreselleşme olgusu ile birlikte nüfus artışı, ulaşımdaki gelişmeler ve bilgi çağının hızla gelişmesi gibi durumlar turizm üzerinde de etkili olmuştur. Turizm sektöründe yaşanan bu gelişmeler turizm gelirleri ve turist sayısının hızlı bir şekilde artmasını sağlamıştır. Turizm sektörünün bu kadar gelişme göstermesi iktisadi faaliyetlerin hızla artmasına neden olmaktadır. Artan iktisadi faaliyetlerde çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Özcan vd. 2016: 125). Turist sayısındaki artış ve turizm gelirlerindeki artış ile birlikte gelişen turizm sektörü ülke ekonomisine katkı sağlamakla birlikte çevresel sorunlarda ortaya çıkarabilmektedir. Turizm sektörünün çevre üzerindeki etkisi iki noktada karşımıza çıkmaktadır. İlk olarak turizmin yapıldığı yerde gerçekleşen enerji tüketimi bir diğeri de turizmin yapıldığı yere seyahat ederken gerçekleşen enerji tüketimidir. Özellikle turizm seyahatlerinin daha çok havayolu ile gerçekleşmesi turizmin çevre üzerindeki etkisini daha önemli bir noktaya getirmektedir. Atmosfere salınan CO₂

emisyonu içinde turizm ve ulaşım önemli bir yere sahiptir (Tandoğan ve Genç, 2016, s.795-796).

Turizm endüstrisinin çevre üzerinde yarattığı sorunlar göz önünde bulundurulmadan yapılan planlamalar ve aynı doğrultuda gerçekleşen endüstrileşme çok büyük çevre sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu çevre sorunları genel kapsamda su, toprak, hava, gürültü kirliliği, atık sorunları, çevresel bozulmalar, arkeolojik ve tarihsel yerlerin tahrip edilmesi şeklinde özetlenmektedir. Bu yüzden hızla büyüyen turizm sektörünün etkilediği çevresel unsurlar göz ardı edilmemelidir. Turizm endüstrisinin üzerinde olumsuz etkiler ortaya çıkartan faaliyetler yerine ekolojik turizm gibi çevreyi korumayı hedefleyen çevre üzerindeki olumsuz etkileri sınırlandıran ve hatta bunları olumlu bir etkiye dönüştürebilen faaliyetler tercih edilmelidir (Solmaz, 2019, s.1176-1178).

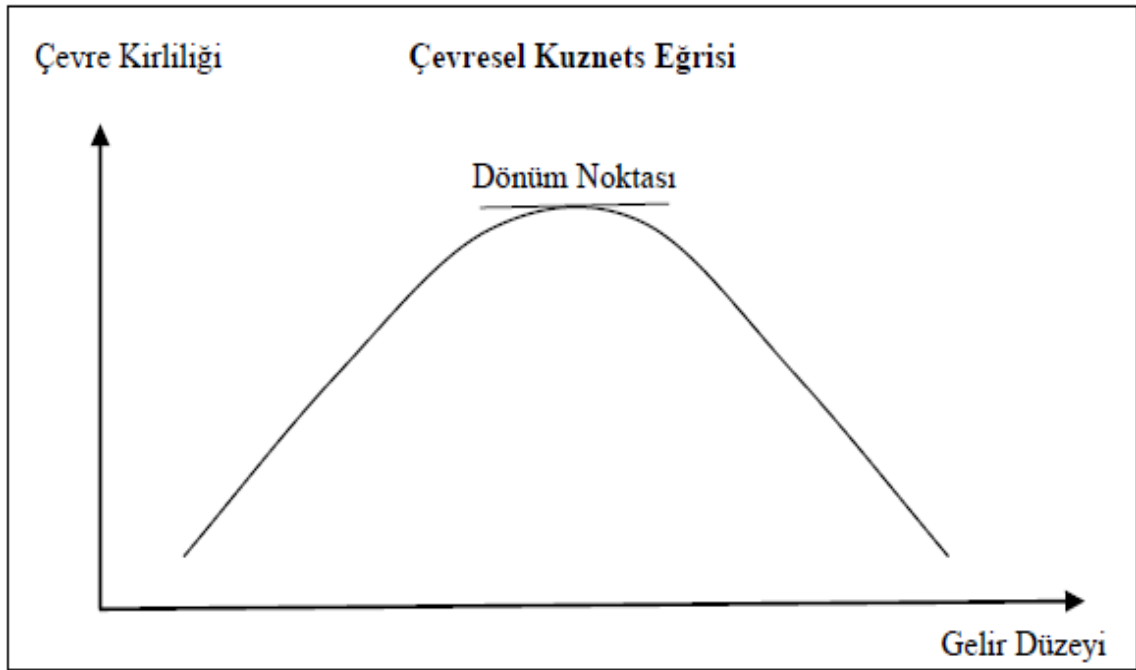
Nüfus artışı ve kentleşmenin artması sonucunda gelişen teknoloji ile birlikte ulaşım da büyük gelişme kazanmıştır. Ulaşımın gelişmesi beraberinde birçok çevresel sorunu da meydana getirmektedir. Artan ulaşım ile beraber artan enerji tüketimi ve araçların atmosfere saldıkları karbon salınımı yüksek miktarlara ulaşmaktadır. Aynı zaman karbon salınımının yanında gürültü kirliliği gibi farklı çevresel sorunların da ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu yüzden bu durumun önüne geçebilmek için daha az ve temiz enerji, akıllı teknolojiler, çevreyle uyumlu taşımacılık sistemi, hava kirliliğinin azaltılması için alternatif yakıt teknolojilerin geliştirilmesi ve gürültü kirliliğinin önlenmesi için uygun her türlü teknolojinin geliştirilmesi ve kullanılması gerekmektedir (Akı, 2015, s.577-581).

2.4. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

Geçmişten günümüze ülkelerin gelişmişlik düzeyi fark etmeksizin tüm ülkelerin temel hedefi toplumun refahını ve yaşam kalitesini yükseltmek olmuştur. Bu yüzden birçok ülke toplumun refahını arttırmak ve ekonomik kalkınmayı sağlamak için üretim artışıyla birlikte kişi başına düşen gelirin arttırılmasını temel hedef olarak belirlemiştir. Bu durum özellikle sanayi devrimi ile birlikte üretimin kaynaklarının hızla ve kontrolsüz bir şekilde kullanılması sonucunda çeşitli çevresel sorunlarının çıkmasına neden

olmaktadır (Öztürk, Gülen, 2019, s.219). Özellikle nüfus artışı ve teknolojinin hızla gelişmeye başladığı 20. yy' ın sonlarından itibaren hızla artan sanayileşme sonrasında ortaya çıkan enerji ihtiyacı daha çok fosil yakıtlar ile karşılanmaya çalışılmıştır. Fosil yakıt tüketiminin artması gelecek nesiller için tehdit oluşturabilecek birçok çevre sorununu gündeme getirmiştir (Örnek ve Türkmen, 2019, s.110).

Şekil 2: Çevresel Kuznets Eğrisi



Kaynak: Türkmen, 2019.

Yaşanan bu süreç ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişkinin tartışılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. 1955 yılında ekonomik büyüme ile gelir adaletsizliği arasındaki ilişki üzerine çalışma yapan Kuznets, kişi başına düşen gelirdeki artışın belirli bir gelir noktasına kadar gelir eşitsizliğini arttırdığını o gelir noktasından sonra artan gelirin gelir eşitsizliğini azalttığını ortaya koymaktadır (Yurtkuran ve Terzi, 2018, s.269). Kuznets'in ortaya koyduğu bu çalışmaya göre gelir eşitsizliğinin ters etki yaratmaya döndüğü noktalar her ülke için farklılık içerse de genel olarak kişi başına düşen gelir ile gelir adaletsizliği arasında Ters U şeklinde bir ilişki olduğu söz konusu olmaktadır (Çetin ve Seyidova, 2019, s.60). Buradan hareketle Kuznets'in bu çalışması geliştirilerek ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiye yönelik ilk çalışmalar ortaya konulmaya başlanmıştır. Grossman ve Krueger (1995) ve Shafik -

Bandyopandhyay (1992) ortaya koydukları çalışmalarda ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında ters U şeklinde bir ilişkinin varlığını kanıtlamaktadırlar. Yani yapılan bu çalışmalara göre Şekil 2’de de görüldüğü üzere ekonomik büyüme belirli bir safhaya kadar çevre kirliliğini arttırmakta iken belirli bir gelir seviyesinden sonra çevre kirliliğini azaltmaya başlamaktadır (Çetin ve Saygın, 2019, s.531). Panayotou (1993) ortaya attığı çalışmada kişi başına düşen gelirin ilk olarak çevre kirliliği üzerinde pozitif etki yarattığını daha sonraki gelir artışında çevre kirliliğinin azalmaya başladığını gözlemleyerek ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki bu ilişkiyi Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi olarak ifade etmiştir. Bu hipoteze göre hızlanan ekonomik faaliyetler ile birlikte hızlı büyüme doğal kaynakların kontrolsüz bir şekilde kullanılmasıyla birlikte enerji girdisi olarak daha çok fosil yakıt kullanılması daha fazla CO₂ salınımına neden olurken birçok çevresel sorununda ortaya çıkmasına neden olmuştur. ÇKE hipotezine göre ekonomik büyümenin ileriki aşamalarında gelir arttıkça insanlar çevre konusunda daha bilinçli bir hale gelecek, düzenleyici kurumlar daha etkin rol oynayacak ve kirlilik seviyesi düşme eğilimine girecektir (Beşer vd., 2018, s.191).

Ekonomik büyümenin çevre kirliliği üzerinde yarattığı etkinin Ters-U şeklinde açıklanmasının teorik altyapısı Grossman ve Krueger (1991) tarafından 3 farklı teorik etki şeklinde açıklanmaktadır. Bu etkilerden ilki ölçek etkisi olarak açıklanmaktadır. Ölçek etkisine göre ekonomik büyümenin ilk aşamalarında üretim arttıkça üretim aşamasına daha fazla girdinin kullanılmasına neden olacaktır. Daha fazla girdinin kullanılması da çevre kirliliği üzerinde pozitif bir etki meydana getirecektir. Bu etki büyümenin ilk aşamalarında ortaya çıkmakta ve ekonomik büyümeyle birlikte gelir arttıkça daha fazla girdi kullanımı daha fazla enerji kullanımına dolayısıyla da daha çok CO₂ emisyonuna neden olmaktadır (Koçak, 2014, s.63).

Açıklanan diğer bir etki ise kompozisyon etkisi olarak ifade edilmektedir. Bu etki gelirdeki artışın pozitif eğimini açıklamaktadır. Ekonomik büyüme sonrası yapısal değişime uğrayan ülkelerde devam eden ekonomik büyüme çevre üzerinde olumlu etki yaratmaya başlamaktadır. Yaşanan bu değişim ile birlikte üretimde büyümekte gelişmekte ve değişmektedir. Yani çevreyi daha çok kirleten üretim sürecinden daha az kirleten üretim sürecine doğru bir yönelme başlamaktadır (Çağlar ve Mert, 2014, s.23).

Ülke ekonomisi tarım toplumundan sanayi toplumuna sanayi toplumundan da bilgi ve teknoloji toplumuna geçişi ile birlikte kirlilik düzeyinde azalmalar meydana gelmektedir. Bu süreç sonunda üretim aşamasında yer verilen fiziksel sermaye kullanımındaki azalmalar çevre kirliliğini azaltıcı etkiler meydana getirecektir (Erdoğan vd., 2015, s.114).



3. TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ÖNEMİ VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ ÖZELİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. Enerji Kavramı ve Önemi

İnsanoğlu geçmişten günümüze kadar hayatını kolaylaştırmak ve idame ettirmek amacıyla enerjiden sürekli bir şekilde yararlanmıştır. Bu yüzden enerjinin insanın yaşamında vazgeçilmez bir yere sahip olduğu görülmektedir. Günlük yaşamımızla birlikte, ekonomik anlamda toplumların refahını arttırmak için gerekli olan önemli bir üretim girdisi olarak tanımlanmaktadır. Bu yüzden hem ülkelerin gelişmişlik düzeyi hem de dış ticaret bakımından ülkelerin temel yapı taşlarından biridir (Boz vd., 2017, s.37). Özellikle Sanayi devrimiyle birlikte ülkelerin hızlı bir şekilde büyüme ve kalkınma sürecine girmeleri, artan nüfus, hızlı kentleşme ve ileri teknolojilerin kullanılması geçmişten günümüze enerjinin önemini ortaya koymaktadır (Uysal vd., 2015, s.64).

Enerji kavramı hem geçmişte hem de içinde bulunduğumuz yüzyılda sahip olduğu önemini kaybetmemiştir. Enerji kavramı genel anlamda herhangi bir hareketi yapan ya da yapmaya hazır olan yeteneğe verilen bir isimdir. Canlı veya cansız herhangi bir maddenin bir noktadan başka bir noktaya hareketi veya fiziksel, kimyasal başka bir maddeye dönüşmesi için enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır (Tutar ve Eren, 2011, s.2). Aynı zamanda enerji kelime olarak Yunanca “energeia” kelimesinden türetilmiş ve “etki eden güç, kuvvet” anlamına gelmektedir. TDK’ya göre ise “maddede var olan ısı, ışık vb. olarak ortaya çıkan güç” olarak tanımlanmaktadır (Aydın, 2016, s.411).

Dünya genelinde enerji kavramının toplum ve ülke ekonomiler üzerinde yarattığı etki yaşanan bazı olaylar sonucunda ortaya çıkmıştır. Özellikle sanayi devriminin yaşanması sonucu üretimde buharlı makinelerin kullanılmaya başlanması, kitlesel üretime geçilmesi ve nüfusun daha fazla kentlerde toplanması enerji ihtiyacının önemli derecede artmasına neden olmuştur. 2. Dünya savaşı sonrası ülkelerin hızlı büyüme hedefleri de enerji ihtiyacını arttıran bir başka olay olarak açıklanabilmektedir (Usta, 2016, s.182).

Dünyada ve Türkiye’de enerji ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği en çok tartışılan konular arasındadır. Özellikle son iki yüzyıllık dönemde üretimde yer alan enerji ihtiyacı daha çok fosil yakıtlar ile karşılanmış ancak 1973 yılında yaşanan Petrol krizi ile birlikte artan fiyatları enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesini gündeme getirmiştir. Ayrıca daha çok petrol, kömür ve doğalgaz gibi yenilenemeyen kaynakların kontrolsüz ve plansız bir şekilde tüketilmesi sonucu çevreye verilen zarar nedeniyle daha sürdürülebilir enerji tüketimi tartışmasına neden olmuştur (Çağlar ve Kubar, 2017, s.97).

1980 yılı itibariyle sanayileşmenin hız kazanması ve artan nüfus ile birlikte Türkiye’nin dışa karşı serbestleşmesi sonucu sanayi ve hizmet sektörünün önem kazanması enerji kaynaklarının daha fazla kullanılmasına neden olmuştur (Yanar ve Kerimoğlu, 2011, s.193). Bu yüzden gelişmekte olan birçok ülke gibi Türkiye’nin de sahip olduğu enerji ihtiyacı enerji kaynakları bakımından sınırlı ve enerji talebi yüksek olan bir ülke olmasından dolayı bu talep daha çok ithal enerji girdisiyle karşılanmaktadır. Türkiye gibi daha çok gelişmekte olan, enerji kaynakları sınırlı ve enerji talebi yüksek ülkeler enerji kaynakları bakımında dışarı bağımlı bir hale gelmektedir. Bu yüzden özellikle de Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için enerji çok büyük önem teşkil etmektedir (Uysal vd., 2015, s.64).

Bu yüzden yaşanabilir bir dünya için artan bu enerji ihtiyacının çevre sorunlarının en az düzeyde olduğu, daha az enerji kaynağıyla daha fazla verim alabileceğimiz alternatif enerji kaynak kullanımının daha yoğun olduğu bir üretim ve tüketim modeline geçiş yapılmalıdır. Aksi takdirde çevre sorunları önüne geçilemez bir hal almaya devam edecek, gelir adaletsizliği daha fazla artacak, enerji ihtiyacının büyük bir kısmının karşılandığı fosil yakıtlar her gün daha fazla azalacaktır.

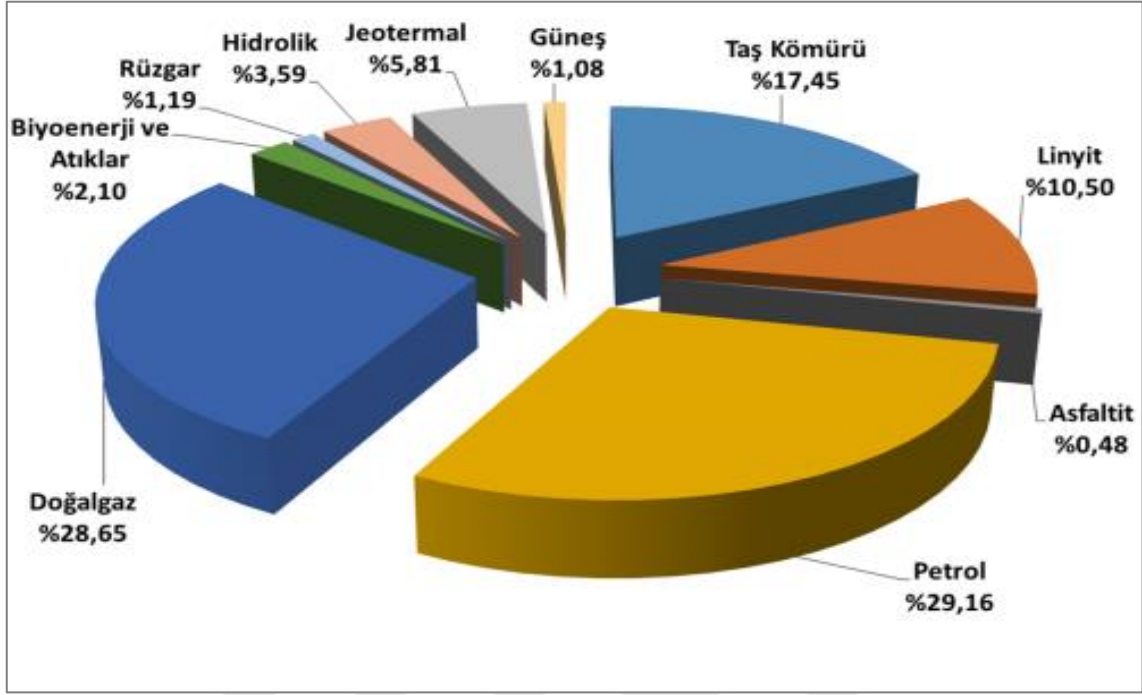
3.2. Enerji Kaynakları

Üretim ve tüketim başta olmak üzere hayatımızın her alanında kullanım alanı bulan enerji, kimyasal, nükleer, mekanik, termal güneş vb. şekillerde bulunmakta ve birbirlerine dönüşümleri yapılabilmektedir. Bu kaynaklardan ekonomik anlamda farklı yöntemler kullanılarak enerji ortaya çıkartılan kaynaklar enerji kaynakları olarak ifade edilmektedir (Koç ve Şenel, 2013, s.33). Enerji kaynakları hem sosyal ve ekonomik hayat

hem de ekonomik coğrafya için büyük önem taşımaktadır. İlk zamanlarda insan gücü ve hayvan gücü kullanılarak yapılan işlerin daha sonraki süreçte makine ile yapılmaya başlanması ve makinelerin çalışmasının da enerjiye bağlı olması enerji kaynaklarının önemini ortaya koymaktadır. Günümüz ekonomilerinde özellikle daha çok sermaye yoğun üretim aşaması kullanılmasından dolayı uluslararası ticarete ve ülkelerin refah ve kalkınmalarında enerji kaynakları büyük rol oynamaktadır (Bulut, 2018, s.70).

Doğada bulunan ve doğrudan kullanılabilen enerji kaynakları birincil enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Bu enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarını kapsamaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynakları kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer enerji yenilenebilir enerji kaynakları ise güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve biyokütle başlıca enerji kaynakları olarak ifade edilmektedir. Şekil 3'te görüldüğü üzere Türkiye'de toplam enerji arzının yaklaşık olarak % 90'lık kısmını yenilenemeyen enerji kaynakları oluştururken geri kalan kısmını yenilenebilir enerji kaynakları oluşturmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarından petrol yaklaşık olarak %29,6 ile birinci sırada yer alırken hemen arkasında %28'lik bir oranla doğalgaz gelmektedir. %17'lik bir kısmını da kömür oluştururken %10'luk kısmını linyit kapsamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının arz durumuna bakıldığında %5.8 ile en fazla paya sahip olan Jeotermal enerjiden sonra %3.59 bir oranla hidroelektrik yer almaktadır. Geri kalan kısmını da rüzgâr, güneş ve biyokütle enerjisi oluşturmaktadır.

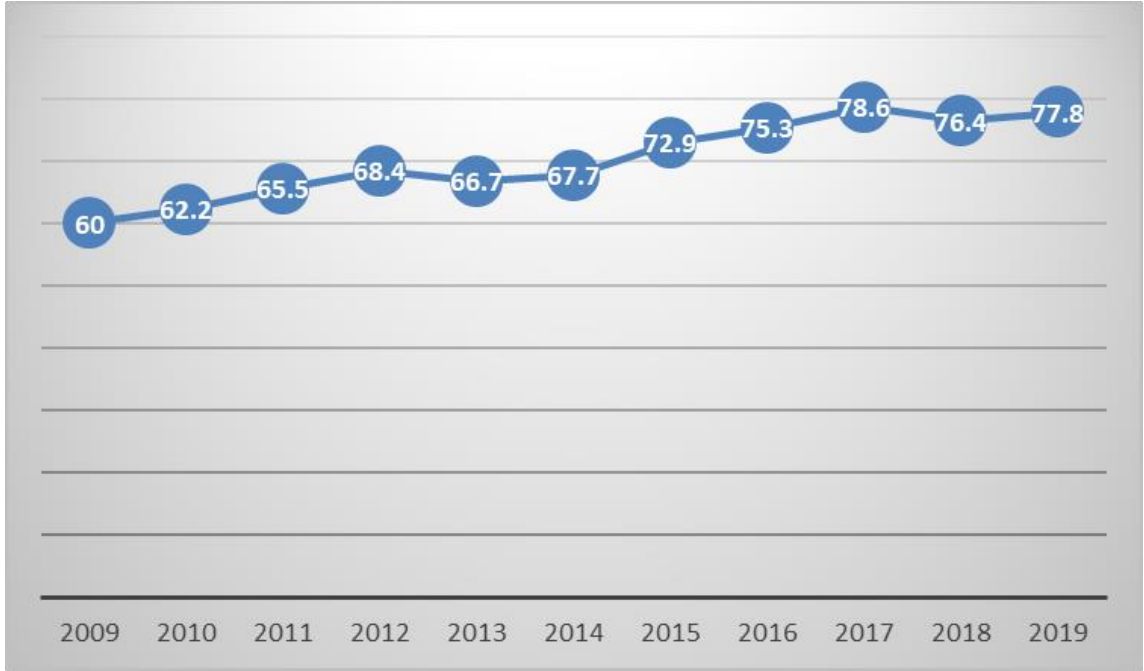
Şekil 3: Türkiye Birincil Enerji Arzı Kaynaklara Göre Dağılımı, 2018



Kaynak: TMMOB Enerji Görünümü Raporu, 2020.

Şekil 4'te Türkiye'nin kişi başına düşen birincil enerji tüketiminin 2009-2019 yıllarını kapsayan grafik verilmektedir. Bu grafiğe göre Türkiye'nin birincil enerji tüketimi yıllar itibariyle genel olarak bir artış sergilese de bazı dönemler düşüşler görülmektedir. Özellikle 2008 yılında yaşanan küresel kriz sonrası azalan enerji tüketimi daha sonraki dönemlerde genel olarak yükselme seviyesindedir.

Şekil 4: Türkiye’ nin Kişi Başına Birincil Enerji Tüketimi, 2009-2019



Kaynak: BP, 2020.

3.2.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Doğada sınırlı miktarda bulunan, belirli bir süreç içerisinde kendini yenileyemeyen veya çok yavaş yenileyen fosil kaynaklı enerji kaynakları yenilenemeyen enerji kaynakları olarak ifade edilmektedir. Kısaca belirli seviyede rezerve sahip ancak gelecek yıllarda tükeneceği tahmin edilen enerji kaynaklarıdır (Esen ve Akça 2019, s.319). Yenilenemeyen enerji kaynakları fosil yakıtlar ve nükleer enerjiden oluşmaktadır. Fosil yakıtlar kömür, petrol ve doğalgazdır. Temel enerji kaynakları olarak ifade edilen bu fosil kaynaklar yaşamı sona eren ve daha sonra fiziksel hava koşulları etkisi altında kalarak zamanla toprak kum veya çamur gibi çeşitli etkenlerin altında ilerleyen canlıların katılaşması sonucunda meydana gelmektedir (İnan, 2018, s.14).

Dünya genelinde artan çevre sorunlarının başında sera gazı emisyonlarının çevreye verdikleri zararlar gelmektedir. Sera gazı salınımının çok büyük etkisi sonucu dünyada iklim değişikliği, küresel ısınma gibi gelecek nesiller bakımından tehdit oluşturacak küresel çevre sorunları gündemde yer almaktadır. Türkiye’de özellikle 1980 sonrası ekonomik serbestleşme ile birlikte sanayi ve hizmet sektörlerinde yaşanan büyük

gelişmeler enerji tüketimini önemli ölçüde arttırmıştır. Dolayısıyla artan enerji tüketimine bağlı olarak petrol, kömür ve doğalgaz gibi fosil kaynaklı enerji tüketiminde önemli derecede artışlar yaşanmıştır. Türkiye iç kaynaklar bakımından sınırlı yenilenemeyen enerji kaynaklarına sahip olmasından dolayı artan enerji ihtiyacını karşılamak için daha çok ithal enerjiye yönelmiştir. Bu durum Türkiye'nin enerji bakımından dışarı bağımlı bir ülke haline gelmesine neden olmuştur (Öztürk ve Saygın, 2020, s.105). Ayrıca fosil yakıt kullanımının artması sonucu sera gazı emisyonunda büyük bir artış görülmüştür. Türkiye dünya ülkeleri arasında yüksek karbon salınımına sahip ülkeler arasında yer almaktadır. 2009 yılında Kyoto Protokolüne taraf olunması sonucunda 2020 yılına kadar sera gazı salınımının düşürülmesi konusunda teşvik edici planlar yapılmıştır (Özsoy ve Dinç, 2016, s.5).

3.2.1.1. Kömür

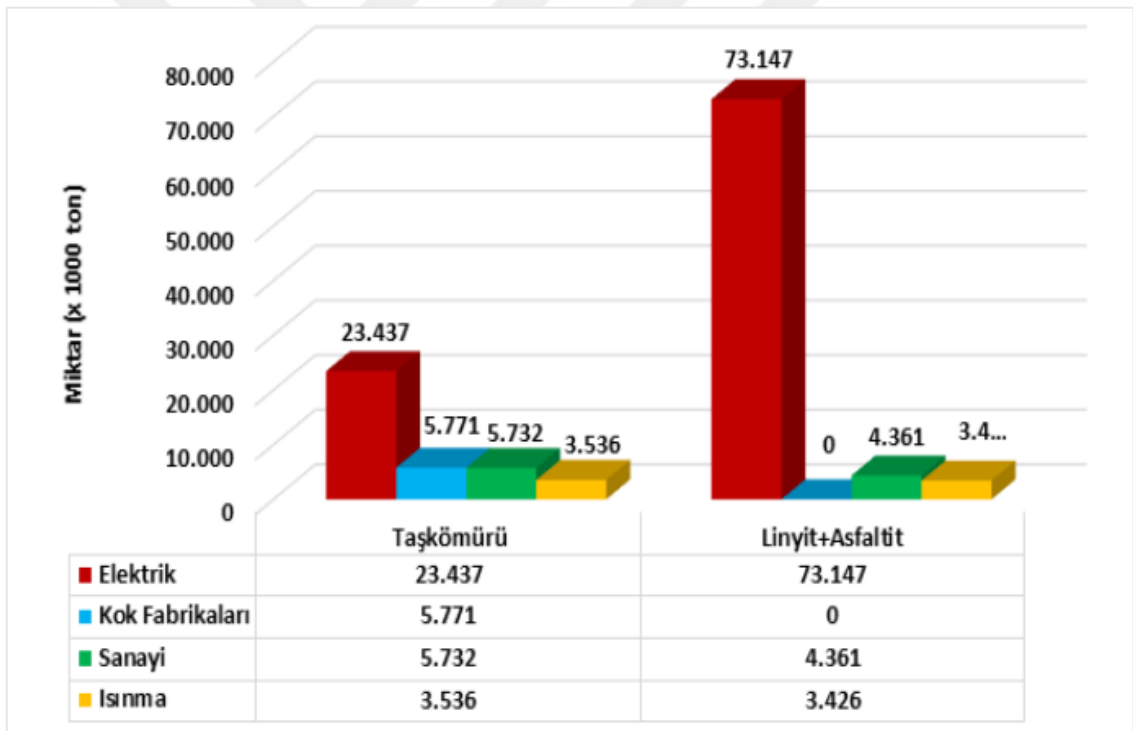
Ekonomik büyüme ve sanayileşmenin en önemli girdisi olan enerjiye küresel dünyada talep sürekli olarak artmaktadır. Yeterli enerjiye veya ucuz maliyetli enerjiye sahip olan ülkeler uluslararası rekabette önemli bir avantaja sahip olmaktadır. Dünya enerji ihtiyacının büyük bir kısmı petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır. Bu kaynaklardan kömür dünya genelinde daha yaygın olması ve diğer fosil yakıtlara göre daha fazla rezerve sahip olması kömürün önemini ortaya koymaktadır (Kavaz, 2019, s.7).

Kömür, karbon, oksijen, hidrojen ve az miktarda da kükürt ile nitrojen bileşimlerinden oluşmaktadır. Kömür fiziksel ve kimyasal olarak farklı yapıya sahip bir madendir. Kömür içerisinde inorganik bileşik ve mineral maddeler içeren kül bulundurmaktadır. Nebatların bataklık alanlarda birikmesi sonucu oluşan tabakaların değişime uğraması neticesinde meydana gelen kömür, bu tabakalar üzerine çeşitli çökeltilerin birikmesi ve hareketleri sonucu derinliklere gömülmektedir. Gömülen bu nebatlar; artan ısı ve basınca maruz kaldıklarında bünyelerinde fiziksel ve kimyasal değişikliğe uğrayarak kömüre dönüşürler. Bu durum milyonlarca yıl içinde tekrar ederek çeşitli kömür tiplerine dönüşmektedirler. Bunlar organik olgunluklarına göre Linyit, Albitümlü kömür, Bitümlü kömür ve Antrasit şeklinde dipten yüze doğru dönüşmektedirler. Kömürleşme süresi 400 milyon yıl ile 15 milyon yıl arasında değişmektedir. Yapılan

alışmalar kömür konusunda herhangi bir kaynak sıkıntısı yaşanmayacağını ortaya koymaktadır. Kömür enerjisi genellikle termik santraller, imento sektörü, demir elik sektörü ve konut ısıtma olarak kullanılmaktadır (Ertürk, 2020, s.153).

Şekil 5’te Türkiye kömür arzının sektörlere göre dağılımı verilmektedir. 2018 yılı verilerine göre kömür arzının yaklaşık olarak 39 milyon tonluk arz kısmını taşkömürü oluşturmakta iken geri kalan kısmını linyit ve asfaltit içermektedir. Türkiye’de kömür arzının 96,584 milyon tonluk kısmı elektrik üretiminde kullanılmaktadır. 5 milyon tonluk kısmı kok kömürü üretiminde yaklaşık 10 milyon tonluk kömür arzı da sanayi sektöründe kullanılmaktadır. Geri kalan kısım ise ısınma amacıyla tüketilmektedir.

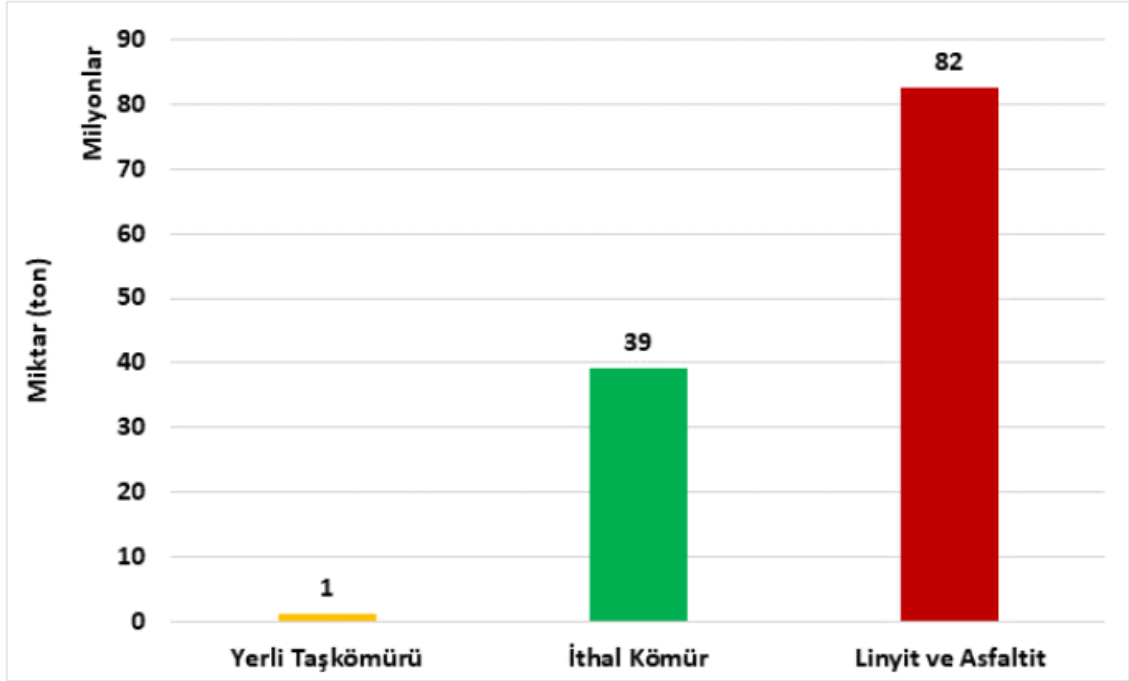
Şekil 5: Türkiye Kömür Arzının Sektörlere Göre Dağılımı



Kaynak: T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.

Türkiye kömür tüketimi verilerinin yer aldığı Şekil 6’ya bakıldığında toplam kömür tüketimi yaklaşık olarak 122 milyon ton civarındadır. Tüketilen kömürün yaklaşık olarak 1.10 milyon tonu yerli taşkömürü, 39 milyon tonu ithal kömür ve yaklaşık olarak 82 milyon tonu ise linyit ve asfaltit olduğu görülmektedir.

Şekil 6: Türkiye Kömür Tüketimi



Kaynak: T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.

Bakıldığında ülkemizde kömür üretimi kömür tüketimimizi karşılamamaktadır ve bu yüzden kömür ithal edilmektedir. Resmi verilere göre ülkemizin taşkömürü üretimi yıllar itibariyle düşmektedir. Bu durum daha fazla kömür ithal edilmesine neden olmaktadır. Ülkemizde enerji sektöründe yerli enerji üretiminin teşvik edilmesine rağmen artan enerji tüketimi ithal enerjiyi artırmaktadır. Kömür tüketimi önceki yıllara göre artış göstermektedir. Bu durumun temel nedeni kömür üretiminde gelişmiş teknoloji kullanılmasından dolayı çevreye daha az zarar vermektedir. Ayrıca kömür diğer fosil yakıtlara göre daha az politik çekişmenin yaşandığı ve daha az riskli bölgelerde üretilmesi kömür tüketimini teşvik etmektedir.

3.2.1.2. Petrol

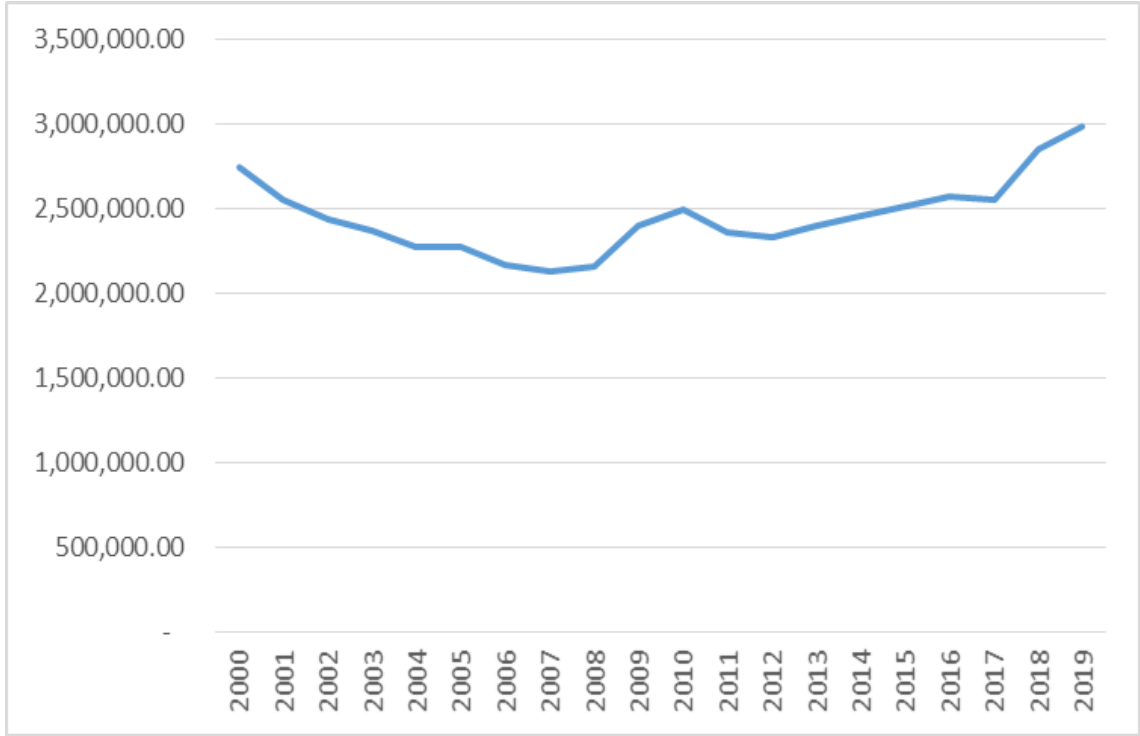
Enerji günlük yaşamda insanların yaşamını sürdürme konusunda zaruri bir ihtiyaç olarak görülmektedir. Üretim, tüketim ve ulaşım gibi temel aktivitelerin gerçekleşmesi için enerjinin gerekliliği vazgeçilmez bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu süreçte kullanılan çeşitli enerji kaynakları bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi de petroldür (Bağcı, 2020 s.598). Petrol, yapısında karbon, hidrojen ve az miktarda da

nitrojen, oksijen, kükürt kimyasal bileşenlerini bulunduran karmaşık bir bileşimdir. Petrol yer altında katı, sıvı ve gaz olmak üzere 3 şekilde bulunmaktadır (Bulut, 2018, s.71).

Yaşanan sanayileşme süreciyle birlikte üretim, tüketim ve ulaşımın gerçekleşmesinde enerji çok büyük önem kazanmıştır. Bu enerji gereksinimi daha çok fosil kaynaklar tarafından karşılanmaktadır. Özellikle petrol bu fosil kaynaklar arasında en fazla talep gören ve iktisadi büyüme için vazgeçilmez enerji kaynağıdır. Petrol kaynakları kıt ve belirli bölgelerde yer alması ülke ekonomileri için uluslararası rekabet edebilirlik konusunda birçok dezavantajı ortaya koymaktadır (Canbay, 2020, s.468-469). Türkiye petrol kaynakları bakımından zengin ülkelerle coğrafi konum olarak yakın konumda yer almaktadır. Türkiye petrol kaynakları bakımından fakir bir ülke olmasından dolayı enerji ihtiyacının büyük çoğunluğunu ithal petrol ile karşılamaktadır. Bu yüzden petrol fiyatlarında ki en ufak bir hareketlenme Türkiye ekonomisinin dengesini bozabilmektedir (Sofracı ve Güney,2019, s.138-139). Petrol daha fazla iniş çıkışın yaşanabileceği bir enerji kaynağı olarak sektörde yer almaktadır. Özellikle de petrol fiyatlarında yaşanan oynaklıklar Türkiye olmak üzere birçok ülke için önem taşımaktadır. Özellikle Türkiye gibi büyük değişkenlik gösteren döviz ile yaşayan ülkelerde petrol fiyatları çok hızlı bir şekilde etkilenmektedir.

Şekil 7’de Türkiye ham petrol üretimine yer verilmektedir. Bu şekle göre Türkiye’nin ham petrol üretimi 2000 yılından 2008 yılına kadar genel bir azalma eğilimine girmişse de daha sonra artış eğilimi görülmektedir. 2010 yılı itibariyle de artış devam etmektedir. 2019 yılı resmi verilere göre petrol üretim miktarı 2.98 milyon ton civarındadır. 2000’li yıllar itibariyle en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Türkiye’nin artan enerji ihtiyacını karşılamak için ülkemizde gerekli yerlerde petrol arama işlemleri yapılmaktadır. 2007 yılından itibaren yeni bulunan petrol sahaları ve yeni üretim tekniklerinin geliştirilmesi sonucunda 2000-2007 yılları arasında yaşanan üretim düşüşünün hızı yavaşlatılmış ve tekrar artış trendinin yakalanması sağlanmıştır.

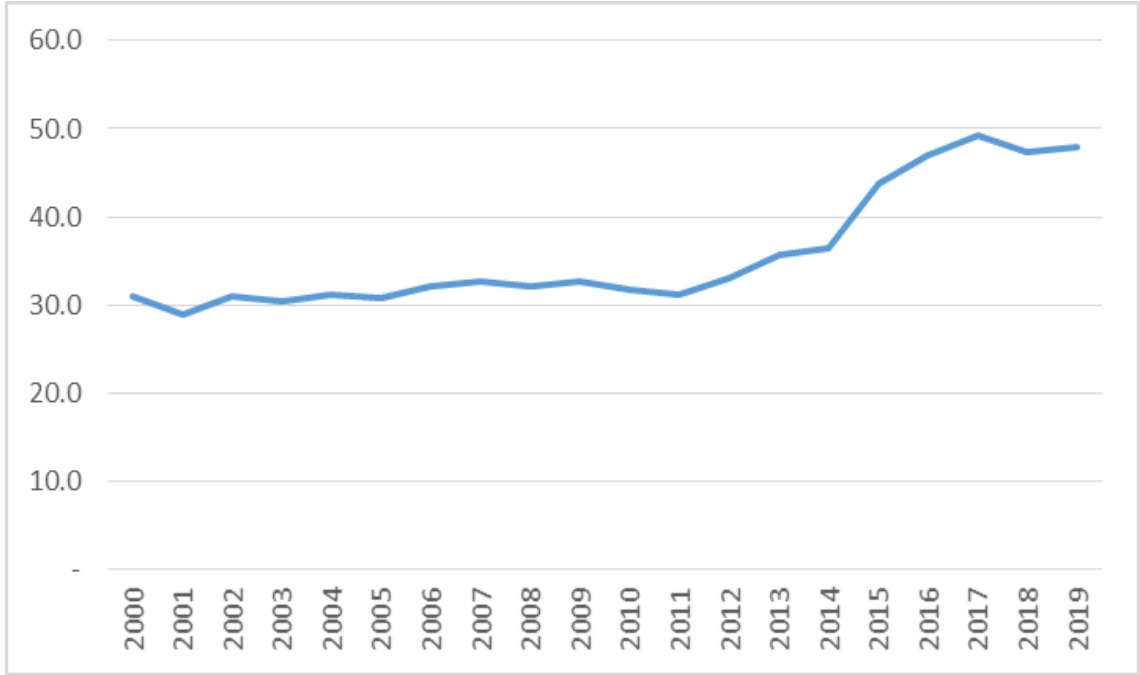
Şekil 7: Türkiye Ham Petrol Üretimi



Kaynak: Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Petrol İstatistikleri, 2020.

Türkiye ekonomisinde petrol üretimi petrol tüketimini karşılamada yetersiz kalmaktadır. Şekil 8’de görüldüğü üzere petrol tüketimi 2011 yılına kadar normal seyir izlemekteyken sonraki yıllarda artış eğiliminde olduğu görülmektedir. 2018 yılında 47.4 milyon ton petrol tüketilirken 2019 yılında bu 47.9 milyon tona yükselmiştir.

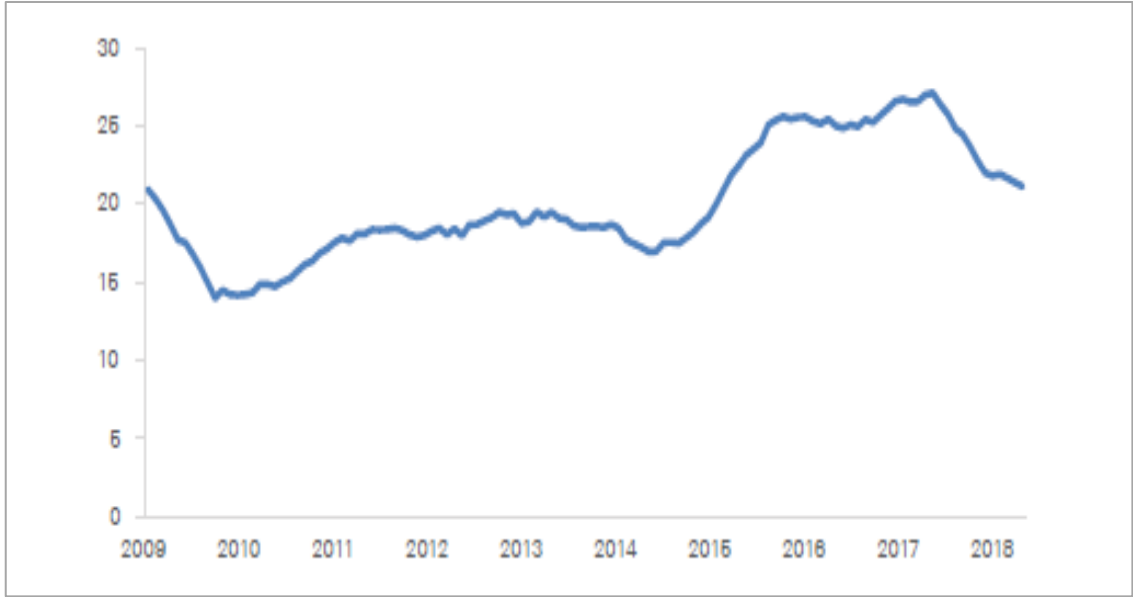
Şekil 8: Türkiye Ham Petrol Tüketimi (Milyon ton)



Kaynak: Bp Dünya Enerji İstatistikleri, 2020.

Türkiye ekonomisinde toplam enerji tüketiminde önemli bir paya sahip olan petrol tüketiminin ülkemizde üretilen miktarı gerekli ihtiyacı karşılamamaktadır. Bu durum petrol ithalatının artmasına neden olmaktadır. Petrole karşı yüksek derecede bir dışa bağımlılık mevcuttur. Şekil 9’de petrol ithalatı yıllar itibariyle değişkenlik göstermektedir. 2010-2015 yılları arasında normal bir seyir izleyen petrol ithalatı 2015 yılı itibariyle yüksek miktarda arttığı görülmektedir. Son yıllarda 2017-2018 yıllarında bir azalış görülmektedir.

Şekil 9: Türkiye Ham Petrol İthalatı (Milyon ton)



Kaynak: KPMG Enerji Sektörü Raporu (2019).

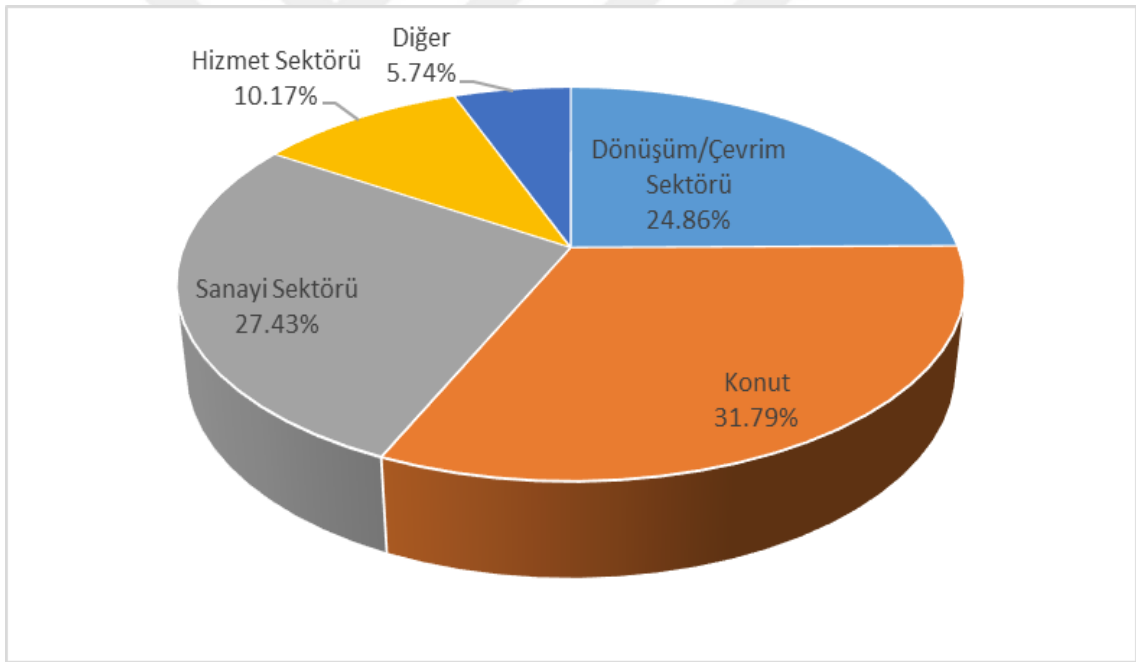
Enerji sektörü kapsamında izlenen politikalar dahilinde yurtiçinde petrol arama üretim faaliyetlerinin artırılması, yerli şirketlerin yurtdışı faaliyetlerini artırarak yurtdışı kaynakların daha fazla ülke kullanımına sunulması, ikincil üretim yöntemlerinin kullanılması, ilave üretim kuyularının açılması ve yeni sahaların keşfedilmesi ile petrol arzında yurtiçi kaynakların payının daha fazla artırılması hedeflenmektedir.

3.2.1.3. Doğalgaz

Doğalgaz, diğer fosil yakıtlar gibi uzun yıllar boyunca yerin alt katmanlarında bitki ve hayvan atıklarının yüksek basınç ve ısı altında kimyasal değişime uğraması sonucunda oluşmaktadır. Ana yapısı hidrokarbondan oluşan doğalgaz enerjisi hem verim hem de yanma hızından dolayı diğer enerji kaynaklarına göre daha fazla tercih edilmektedir. Doğalgaz renksiz, kokusuz hafif bir gaz olmasıyla beraber katı ve sıvı halde olmak üzere doğada iki halde bulunmaktadır. Doğalgaz petrol gibi yer altından çıkartılırken ayrıca kömür yatağı gazı, kaya gazı ve deniz altından metan hidrat şeklinde çıkartılabilmektedir (Oran, 2020, s.204).

Doğalgaz birincil enerji kaynakları arasında tüketim bakımından petrol ve kömürden sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Bu yüzden doğalgaz büyük bir öneme sahiptir. Doğalgazın kullanım alanları Şekil 10'da görülmektedir. Görüldüğü üzere doğalgaz daha çok ısınma ve gaz ihtiyacını karşılamak amacıyla daha çok konutlarda kullanılmaktadır. Doğal gaz evsel tüketicilerinin önemli oranda artmasına karşın son iki yılda genel tüketimin düşmesinin ana nedeni; elektrik üretiminde doğal gaz payının azalması ve görece yumuşak yaşanan kış mevsimleri olarak görülmektedir. Doğalgaz tüketiminin %31.79'luk bir kısmını konut sektörü, %27.43'lük kısmını sanayi sektörü, %24.86'lık kısmı dönüştürme çevirme sektörü oluştururken kalan kısmını da petrol rafineri, ulaşım ve diğer sektörler oluşturmaktadır.

Şekil 10: Türkiye’de Doğalgaz Tüketiminin Sektörel Dağılımı



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.

Ülkemizde 2019 yılında toplam tüketilen doğalgaz miktarı 44,794 milyar m³ olarak gerçekleşmiş olup, 2018 yılında 49,3 milyar m³ olarak gerçekleşen tüketim yaklaşık % 10 oranında azalmıştır. 2017 yılında 53,8 milyar m³ olarak kaydedilen tüm zamanların en yüksek doğal gaz tüketimi, 2018 yılında azalma eğilimine girmiş sonra 2019 yılında da bu azalış devam etmiştir (Bektaş vd., 2019, s.19) .

3.2.1.4. Nükleer Enerji

Ağır atom çekirdeklerinin nötronlarla bombardımanı ile parçalanması ve hafif atom çekirdeklerinin birleşmesi sonucunda büyük bir enerji ortaya çıkmaktadır. Oluşan bu tepkimeler sırasıyla fisyon ve füzyon olarak adlandırılmaktadır. Fisyon ve füzyon tepkimeleri sonucunda oluşan bu enerjiye nükleer enerji denilmektedir. Nükleer enerji 1789 yılında uranyumun keşfi ve 1934 yılında atomun parçalanması ile birlikte önem kazanmaya başlamıştır. Nükleer enerji ilk ortaya çıktığında askeri ve savunma amacıyla kullanılırken daha sonra atomların parçalanması sonucunda ortaya çıkan ısı enerjisini elektrik enerjisi olarak kullanılmaya başlanmıştır (Eti Menkul Kıymetler Enerji Sektörü Raporu, 2007, s.42). Nükleer santraller herhangi bir meteorolojik durumlardan etkilenmemekle birlikte üretimde kullanılan yakıtın maliyeti çok düşük olması, yakıt fiyatlarında ki dalgalanmalardan etkilenilmemesi ve işletme sırasında sera gazı salımı yapmamaları nükleer santrallerin en büyük avantajları arasında yer almaktadır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2020).

1970’li yıllarda yaşanan petrol kriziyle birlikte petrol gibi diğer enerji kaynaklarında rezerv bakımından yetersiz bu kaynaklarda dışarı bağımlı olan ülkeler o dönemde yeni enerji arayışlarına girmiştir. Bu dönemde önem kazanan nükleer enerji bu ülkeler için önemli bir hale gelmiştir. Ancak yıllar içerisinde ABD, Japonya ve Rusya’da meydana gelen nükleer santral kazaları nükleer enerjiye olan ilginin birazda olsa azalmasına neden olmuştur. Aynı zamanda nükleer enerjiye olan talebin azalmasının bir başka nedeni de nükleer enerjinin pahalı bir yatırım olmasıyla birlikte ABD, Japonya ve birçok Avrupa ülkesinin elektriğe olan ihtiyaçlarının azalmasıdır (KPMG Sektörel Bakış Raporu 2020). Yaşanan nükleer kazalardan sonra dünya genelinde daha güvenli nükleer santrallerin kurulması ve işletilmesi için gerekli önlemler alınarak denetleyici ve düzenleyici kurumlar geliştirilmiştir. Şuanda dünyada 31 ülkede 440 nükleer enerji reaktörü işlemekteyken, 19 ülkede 31 nükleer reaktör inşa halindedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2020).

Türkiye’de ise nükleer enerji çalışmaları uzun yıllardır sürmektedir. Rusya ile 2010 yılında imzalanan Akkuyu anlaşması 2017 yılında alınan izinlerle birlikte Nükleer Güç Santralinin inşasına başlanmıştır. Akkuyu Nükleer Güç Santrali Projesinin 2023

yılında hizmete girmesi planlanmaktadır. 2013 yılında Japonya ile imzalanan Sinop Nükleer Santrali için ise çalışmalar devam etmektedir. Türkiye nükleer enerji konusunda şuanda devam eden çalışmalar neticesinde gelecekte nükleer enerji ile enerji ihtiyacının yaklaşık olarak %10'luk kısmının karşılanması beklenmektedir (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, 2017).

Sonuç olarak ülkemizin enerji ihtiyacı göz önüne alındığında nükleer enerji santralleri önemli bir hal almaktadır. Daha önce diğer ülkelerden alınan dersler sonucunda ülke olarak nükleer enerji planlamasının daha doğru yapılması nükleer enerji ve kullanılan teknolojiler konusunda gerekli bilgi birikiminin arttırılması hedeflenmelidir. Ancak ve ancak nükleer enerjinin ortaya koyduğu risklerin tamamıyla yok edilmesi, gelişen yeni teknolojiler ile birlikte, ortaya çıkabilecek atık ve çevre sorunlarının giderilmesi durumunda enerji gereksiniminin karşılanmasında nükleer enerjiden de yararlanılması öngörülebilmektedir (Türkyılmaz, 2020, s.264).

3.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Sanayi devriminin gerçekleşmesi, artan nüfus, ulaşım ve teknolojinin gelişmesi ile birlikte enerjiye olan ihtiyacın ivme ve önem kazanması ülkelerin enerji kaynaklarına olan ilgisinin artmasına neden olmuştur. Enerjinin sosyo-ekonomik anlamda ülkelerin büyüme ve kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde enerji en önemli faktörler arasında yer almaktadır (Ünüvar ve Keskinlik, 2020, s.252).

Geçmiş yıllardan itibaren enerji ihtiyacı daha çok fosil kaynaklar (kömür, petrol, doğalgaz) tarafından karşılanmaktadır. Ancak yenilenemeyen fosil kaynaklı enerjilerin kullanıldıkça tükenmeye başlandığı ve gerekli enerji ihtiyacının fosil yakıtlar tarafından giderilmesinin zorlaştığı görülmektedir. Günümüze kadar geline nokta fosil kaynaklı enerjiler ülkelerin kalkınma ve büyümelerinde etkin rol oynamaktadırlar (Batmaz vd., 2019, s.646). Fosil kaynakların hem daha ucuz olması hem de daha az maliyetle üretilmesinden dolayı daha fazla kullanılmıştır. Ancak geçmişte yaşanan petrol krizi ile birlikte daha fazla fosil yakıt tüketimi fosil yakıtların gelecekte enerji ihtiyacını karşılaması konusunda belirsizlik ve şüpheye itmiştir. Ayrıca bu enerji kaynaklarının çevre üzerinde birçok soruna neden olması daha önce bilinen fakat fosil kaynaklara göre

arka planda kalan yenilenebilir enerji kaynaklarının birçok ülke için tekrardan önem kazanmasına neden olmuştur (Ertürk, 2020, s.151).

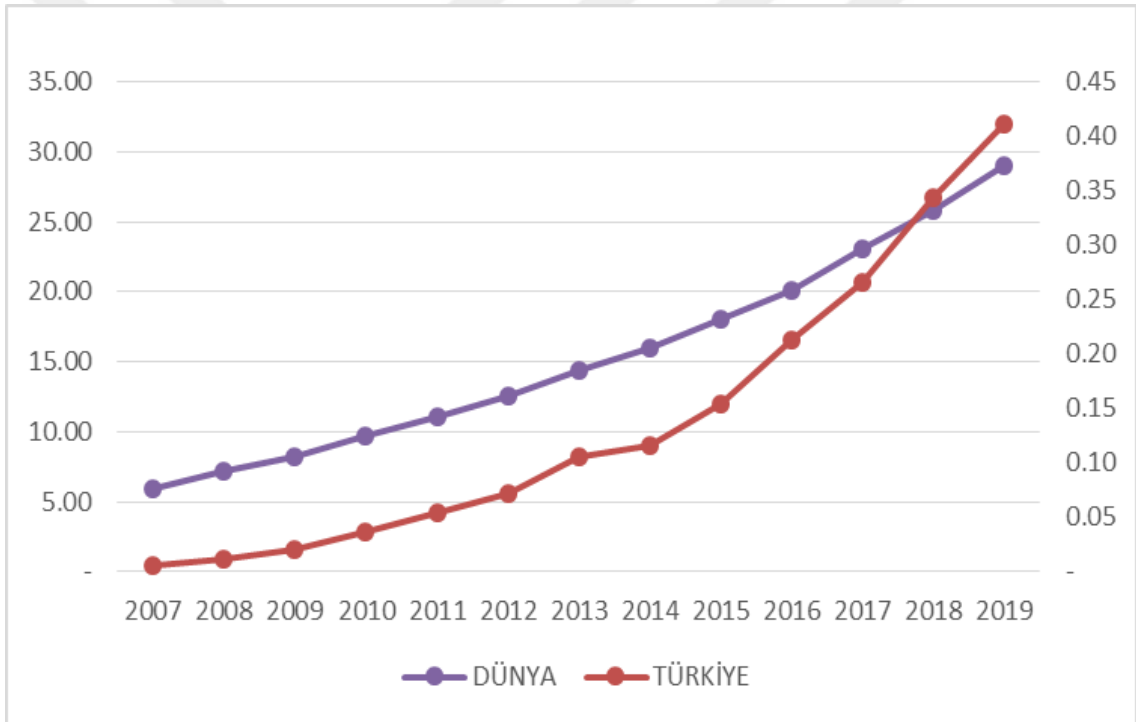
Günümüzde özellikle uluslararası rekabet, siyasi ve ekonomik g   bakımından enerjinin bu kadar önemli olduğu bir arenada enerjinin nasıl, hangi kaynaklardan ve ne kadar düşük maliyetle elde edildiği büyük öneme sahiptir. Ayrıca Türkiye gibi enerjide yüksek derecede dışa bağımlı, diğer girdilerinin de birçoğunu ithal eden gelişmekte olan ülkeler için yenilenebilir enerji kaynakları büyük önem taşımaktadır (Arslan ve Solak 2019, s.1384). Ülkemizde petrol ve doğalgaz kaynakları yetersiz seviyede daha çok ithal edilmekteyken kömür kaynakları bakımından ise zengindir. Türkiye coğrafı konumundan dolayı yenilenebilir enerji kaynakları bakımından yüksek bir potansiyele sahip olmasına rağmen tam olarak etkin kullanılmamaktadır (Erdoğan, 2020, s.281). Yenilenebilir enerji kaynakları, sürekliliği nedeni ile sürdürülebilir olmasının yanında dünyanın her ülkesinde bulunabilmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Ayrıca  evre üzerinde ortaya çıkardıkları sorunlar bakımından yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre daha az zarar vermektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının teknik ve ekonomik anlamda yarattığı problemlerin giderilmesi durumunda 21. yüzyılın en önemli enerji kaynağı olacağı kabul edilmektedir (Topçu ve Y nsel, 2012, s.4).

Yenilenebilir enerji, doğal kaynaklar tarafından elde edilen ve kendi kendine yenilenebilme özelliğine sahip enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının en temel özelliklerinden biri doğal olarak yenilenmesi ve t kenmemesidir. Ayrıca yenilenebilir enerji doğal olarak ülkelerin bulundukları coğrafı konumdan dolayı elde edildiğinden enerji konusunda dışarı bağımlılığın daha düşük seviyeye gelmesine imkan tanımaktadır (Karag l ve Kavaz, 2017, s.8). Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması fosil yakıtlara göre daha maliyetli olmasına karşın çevreye daha az zarar vermektedirler (Bekar, 2020, s.41).

Türkiye ve dünya geneline ilişkin yenilenebilir enerji tüketimi  ekil 11’de gösterilmektedir. Şekil 11’de birincil ekseninde yer alan değerler dünya geneline ilişkin verileri ifade etmekte iken ikincil eksenindeki değerler Türkiye’ye ait değerleri işaret etmektedir. Dünya genelinde 2007-2019 döneminde yenilenebilir enerji tüketimi sürekli olarak hızlı bir artış göstermektedir. Özellikle  retim girdisi olarak sürdürülebilirliğinin

en fazla tartışıldığı günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının ne kadar büyük öneme sahip olduğu grafikten anlaşılmaktadır. Dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konusunda yoğun bir artış gözlemlenmektedir. Türkiye'ye bakıldığında ise dünya genelinde ki payının çok düşük olmasına rağmen yine de yıllar itibariyle 2019 yılına kadar artış eğilimindedir. Fakat Türkiye gibi yüksek potansiyele sahip bir ülke için yenilenebilir enerji tüketimine ilişkin bu değerler düşük olarak yorumlanabilmektedir. Bu nedenle Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarına ilginin artırılması için gerekli düzenlemeler ve teşviklerin yapılması önem arz etmektedir.

Şekil 11: Yenilenebilir Enerji Tüketimi (girdi eşdeğeri Exajoules)



Kaynak: BP, 2020.

3.2.2.1. Güneş Enerjisi

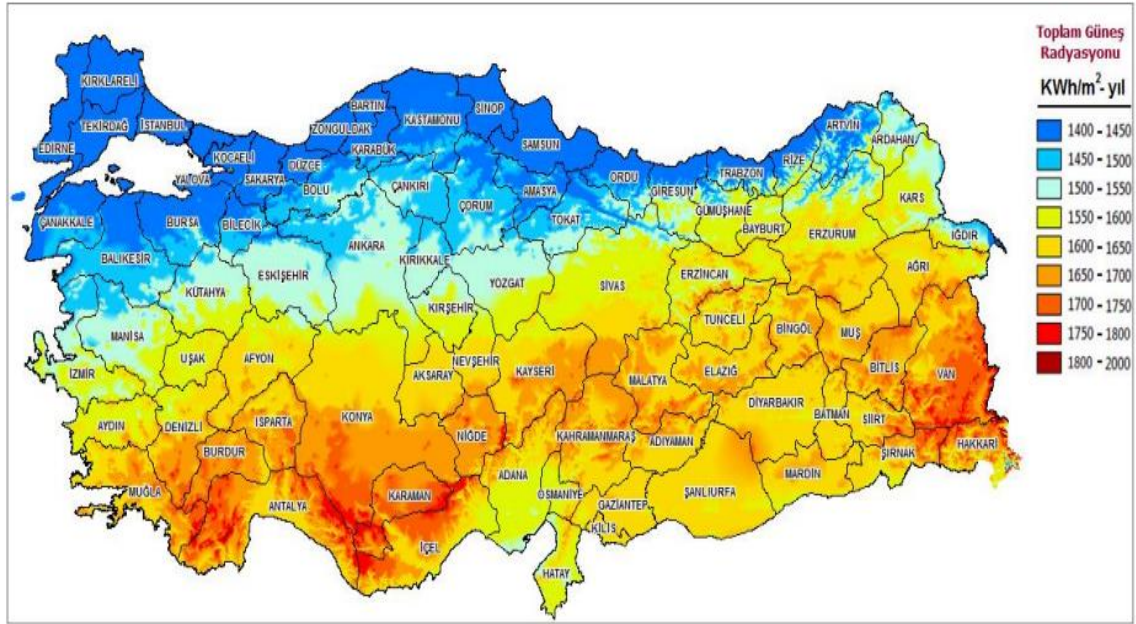
Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan hidrojen gazının helyuma dönüşmesinin sonucunda ortaya çıkan ısıma enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Dünyanın en önemli doğal enerji kaynaklarından biri olan güneş dünya üzerine yansıyan en az miktarı bile tüm insanlığın tükettiği enerjiden daha fazladır. Bu yüzden güneş ışınlarının içerisinde bulunan enerji çok büyük bir önem arz etmektedir (Kavcıoğlu, 2019, s.216).

Özellikle 1970’li yıllar itibariyle kurulan güneş enerjisi sitemlerinde ileri teknoloji kullanılmaya başlanmasıyla maliyetlerdeki düşüş sonucunda güneş enerjisinden faydalanma oranı daha fazla artmaya başlamıştır. Güneş enerjisinden bitkilerde doğrudan yarar sağlanırken sanayi, konut ve bireysel alanlarda kullanılması durumunda doğrudan değil güneş enerjisinin dönüştürülerek kullanılması gerekmektedir (T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı). Geliştirilen teknolojiler sayesinde güneş enerjisinden ışık veya ısı şeklinde direkt olarak fayda sağlamanın yanında elektrik elde etmek amacıyla da fayda sağlanmaktadır. Güneş enerjisinin kullanım alanları temel olarak doğrudan veya dolaylı olarak elektrik üretimi, ısınma, sıcak su sağlanması, sanayi sektörü için proses ısıtma enerjisi ve sera ısıtmasının sağlanması olarak ifade edilebilmektedir (Eti Menkul Kıymetler Enerji Sektörü Raporu, 2007).

Güneş enerjisi uygulamaları Türkiye’de 1990’lı yıllarda güneş kolektörleri aracılığıyla sıcak su elde etmek amacıyla yaygınlaşma göstermiştir. Türkiye’nin yer aldığı mevcut coğrafi konum nedeniyle ülkemiz üst düzey güneş enerjisi potansiyeline sahip olmasına rağmen coğrafi bölgelere göre güneşlenme süresi farklılık göstermektedir (Bağcı, 2019, s.108).

Şekil 12’de yer verilen GEPA atlasında görüldüğü üzere Güney ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin yüksek miktarda güneşlenme süresi ve enerji potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Güney bölgelerden kuzeye doğru daha az güneş ışını almasından dolayı güneşlenme süresi ve enerji potansiyelinde azalma görülmektedir. Türkiye’nin güneş enerjisinden yararlanma potansiyeli yüksek miktarda olmasına rağmen çok düşük seviyede fayda sağlanmaktadır. Güneş enerjisi kullanımında dünyanın önde gelen ülkelerinden Almanya’nın yıllık sahip olduğu güneş ışınları Türkiye’nin Karadeniz bölgesi ile aynı seviyededir (Özgür, 2020, s.297-298).

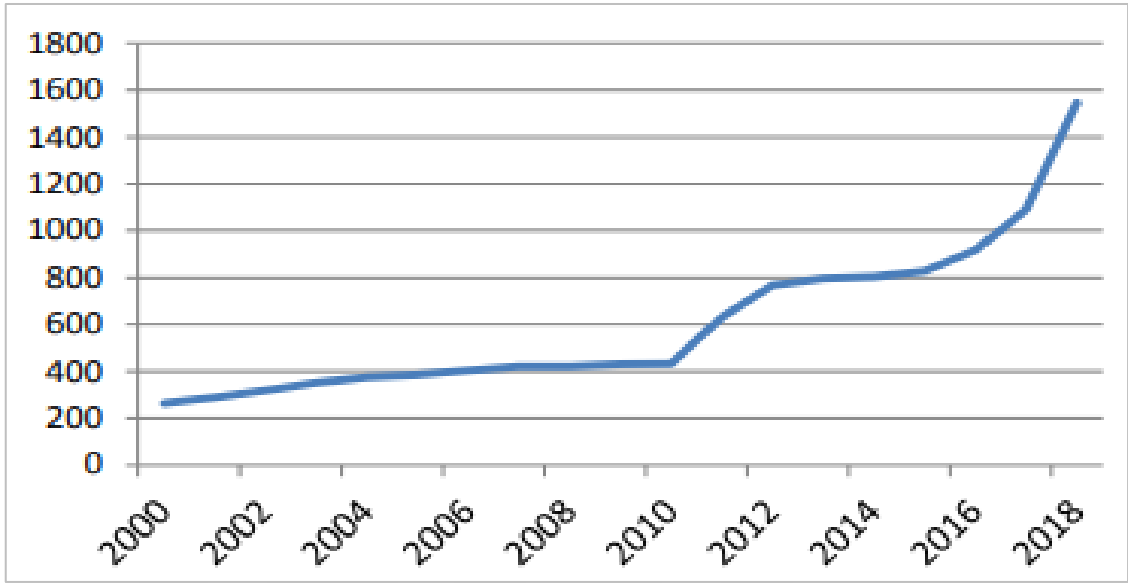
Şekil 12: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası



Kaynak: TMMOB Oda Raporu, 2020.

Birincil Enerji Kaynakları arasında 2018 verilerine göre %1.08 arz oranına sahip olan güneş enerjisinden faydalanma grafiğine Şekil 13'te yer verilmektedir. Grafiğe göre Türkiye'nin güneş enerjisi kullanımı 2000'li yıllardan 2010 yıllara kadar hafif artış eğilimi göstererek durağan bir düzeyde devam etmektedir. 2010 yılından itibaren hızlı bir şekilde yükseliş eğilimine girmiş ve 2015 yılında güneş enerjisinin elektrik üretiminde kullanılmaya başlanması sonrasında artış daha da hızlanmış ve önümüzdeki yıllar itibariyle de daha fazla artış göstermesi beklenmektedir.

Şekil 13: Türkiye’de Kullanılan Güneş Enerjisinin Yıllara Göre Değişimi (Bin TEP)



Kaynak: TMMOB Oda Raporu, 2020.

Türkiye’nin güneşlenme süresinin uzun olması güneş enerjisinden elde edilecek enerji potansiyelinin ne kadar önem arz ettiğini göstermektedir. Ancak güneş enerjisi konusunda en önemli sorun olarak enerjinin ortaya çıkarılması aşamasında kullanılacak teknolojinin yetersizliği göze çarpmaktadır. Güneş enerjisinin sahip olduğu potansiyelin ortaya çıkartılabilmesi için yerli ve milli imkânlarla gerekli teknoloji temin edilerek kaynakların kullanılması gerekmektedir. Ulusal enerji politikaları çerçevesinde özel sektörün devlet tarafından gerekli yasal düzenlemeler yapılarak yeterli yatırım ve teknolojinin teşvik edilmesiyle elektrik üretiminde ve diğer alanlarda güneş enerjisinden gerekli fayda sağlanmış olacaktır (Oral, 2020, s.489-492).

3.2.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, kaynağını güneşten alan temiz, yenilenebilir, tükenmeyen gelecek için önemli bir enerji kaynağıdır. Güneşin yeryüzüne gönderdiği enerjinin yaklaşık olarak %1-2’lik kısmı rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. Yani rüzgâr enerjisi dolaylı olarak güneş enerjisinin bir parçasıdır (Kavcıoğlu 2019: 219). Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisinin yeryüzünde farklı ısınmasına ve dolaylı olarak farklı sıcaklık, basınç ve

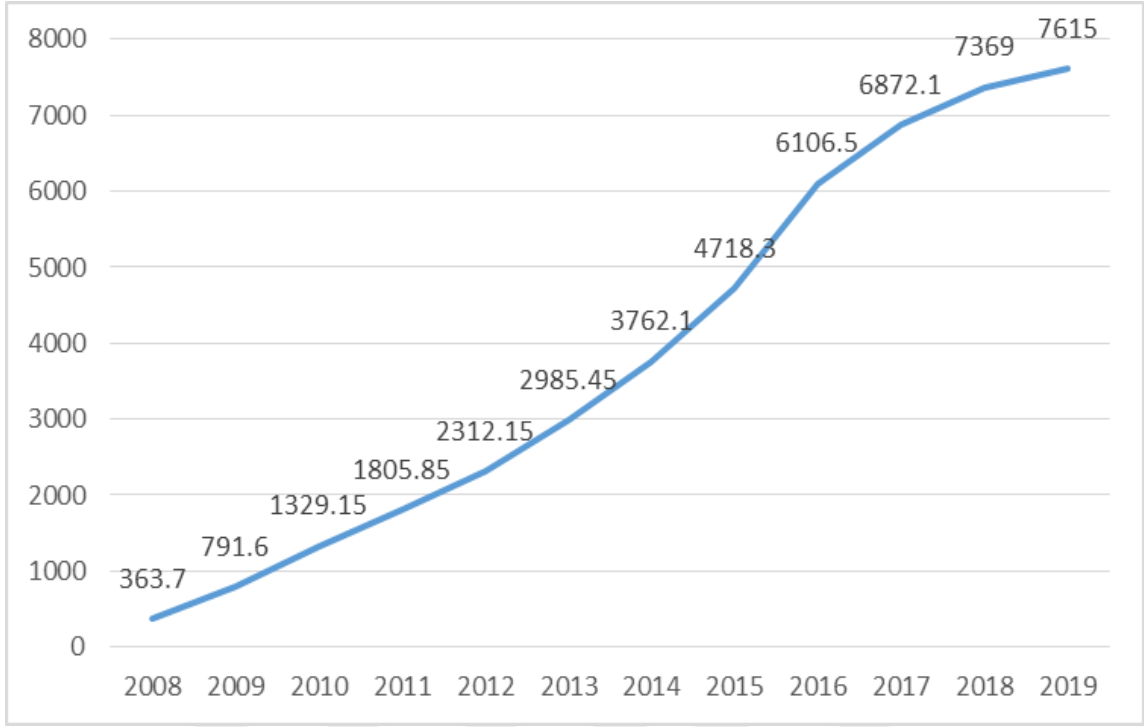
neme neden olmasıyla hareket eden hava sonucunda ortaya çıkarken bir de dünyanın hareketi sayesinde ortaya çıkmaktadır (Terzioğlu vd., 2019, s.227).

Rüzgâr enerjisinin potansiyeli coğrafi konum, yeryüzünün farklı ısınması ve zamana göre farklılık gösterebilmektedir. Rüzgâr enerjisi yenilenebilir, temiz, çevre dostu, bakım ve işletme maliyetleri düşük kısa sürede kurulabilecek basit bir teknolojiye sahip olması ve kolay işletilebilmesi gibi önemli avantajlara sahiptir. Rüzgâr enerjisi sahip olduğu avantajların yanında ilk yatırım maliyetlerinin yüksek, kapasitelerinin daha düşük olması ve üretim konusunda değişken verime sahip olması gibi dezavantajlar taşımaktadır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2020).

Dünya genelinde rüzgâr enerjisi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha gelişmiş ve ticari anlamda daha elverişli bir enerji kaynağı olarak bilinmektedir. Özellikle enerji üretiminde yenilenebilir enerjinin payı artmasıyla rüzgar enerjisine daha fazla yatırım yapılmaya başlanmıştır. Bu ülkelerin başında %34'lik bir pay ile Çin gelmektedir. Rüzgar enerjisi daha çok elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Türkiye yüzölçümü olarak geniş bir alana sahip olması ve iklim özelliklerinden dolayı rüzgar enerji potansiyeli yüksek olarak belirlenmiştir. Rüzgâr Potansiyeli Atlasının yaptığı çalışmaya göre Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyeli kara ve deniz olmak üzere yaklaşık olarak toplam 48.000 MW olarak belirlenmiştir. Bu rakamlara göre Türkiye'nin tüm Avrupa ülkelerine göre daha yüksek bir rüzgâr enerjisi potansiyeline sahip olduğu söylenmektedir (Teneler, 2020, s.280-283).

Dünyada özellikle 2000 yılından itibaren rüzgâr enerjisine bağlı kapasite çok hızlı bir gelişme seyri izlerken Türkiye'de 2006 yılına kadar rüzgâr enerjisi ile ilgili pek bir gelişme olmamıştır. Ülkede rüzgâr enerjisinin gelişmeye başlaması bu yıldan sonra gerçekleşmiştir. Türkiye'nin yıllar itibariyle rüzgâr enerjisi gelişiminin gösterildiği Şekil 14'e göre 2008 yılından itibaren hızlı bir şekilde artış yakalayan rüzgâr kurulum gücü 2019 yılında 7615 MWm olarak belirlenmiştir. Türkiye'de rüzgar enerjisinden elde edilen elektrik üretimi toplam elektrik ihtiyacımızın %7.40'mı karşılamaktadır (TRE Birliği, 2019).

Şekil 14: Türkiye Rüzgâr Enerjisi Gelişimi (MWm)



Kaynak: Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği, 2020.

3.2.2.3. Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik enerji, suyun üst seviyeden alt seviyeye düşmesi sonucunda suyun sahip olduğu potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi sonucunda ortaya çıkan enerji kaynağıdır. Bu elektrik üretimi hidroelektrik santraller tarafından gerçekleştirilmektedir (Kavcıoğlu, 2019, s.222). Enerji kaynakları arasında enerji ortaya çıkarma konusunda önemli bir potansiyele sahip olan hidroelektrik enerji çevre üzerinde herhangi bir olumsuz etki yaratmamasından dolayı büyük öneme sahiptir. Kurulan hidroelektrik santraller diğer enerji santrallerine göre daha az işletme maliyeti, daha uzun işletme ömrü, daha yüksek verim ve daha temiz olması kullanım açısından büyük avantaj sağlamaktadır (Yılmaz ve Öziç, 2018, s.531).

Dünya genelinde kullanım kolaylığı ve yaygınlığının yanında diğer enerji türlerine dönüştürülme imkânı yüksek olan elektrik enerjisinin elde edilmesinde rol oynayan temel enerji kaynaklarından biriside hidroelektrik enerjisidir. İşte bu hidroelektrik enerjisinin üretilmesi aşamasında doğal veya yapay olarak belirli bir

yükseklik kazanmış suyun akmasından türbin, türbin mili ve jeneratör aracılığıyla elektrik üretimini gerçekleştiren tesislere Hidroelektrik Santral adı verilmektedir (Oral vd., 2017, s.30-31). Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli içinde önemli bir yere sahip olan hidroelektrik enerji kaynaklarının hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel 216 milyar kWh ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel ise 160 milyar kWh/yıl olarak analiz edilmiştir. 2018 yılında hidroelektrik kaynaklı 59,9 milyar kWh elektrik üretilirken 2019 Ağustos sonu itibariyle hidrolik kaynaklı elektrik üretimi 68.452 GWh değerine ulaşmıştır (T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2020). Bu rakamlar Türkiye'nin dünya teknik hidroelektrik potansiyelinin %1'ine, Avrupa ekonomik potansiyelinin %16'lık kısmına sahiptir ve Norveç'ten sonra Avrupa'da ikinci sırada gelmektedir (Ertürk, 2020, s.154-155).

3.2.2.4. Biyokütle Enerjisi

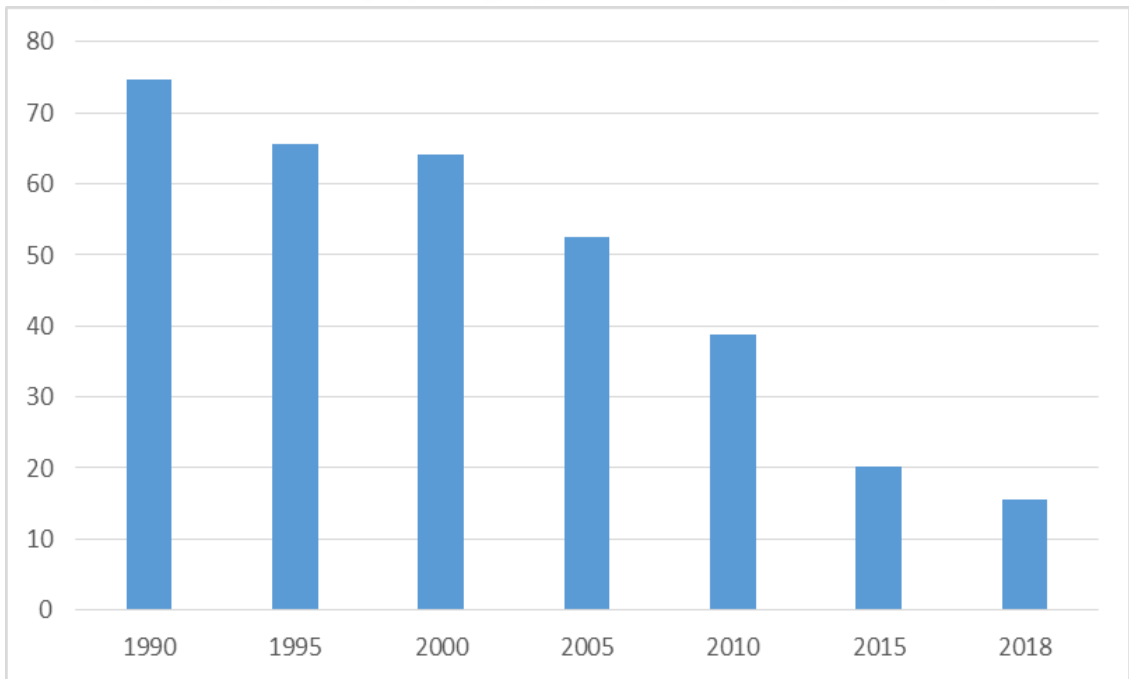
Biyokütle, kimyasal içeriğinde karbonun yanı sıra hidrojen, oksijen, azot ve daha küçük alkali, alkali toprak ve metal atomların yer aldığı, biyolojik, fosil olmayan yenilenme özelliğine sahip organik madde olarak tanımlanmaktadır. Biyokütle 100 yıllık bir süreçten daha kısa süre içerisinde yenilenebilen organik maddelere verilen genel bir isim olarak ifade edilmektedir. Temel bileşeni karbonhidrat olan biyokütle, çeşitli kimyasal, fiziksel ve biyolojik metotların kullanımı sayesinde ticarete kullanımı mümkün olan belirli niteliklere sahip katı, sıvı ve gaz halinde bulunabilen biyoenerjiye dönüştürülebilmektedir (Korkmaz ve Deniz, 2019, s.142-143).

Biyokütleden üretilen enerjiye biyokütle enerjisi adı verilmektedir. Biyokütle enerjisi odun, bitki ve hayvan atıklarının (tezek) yakılması gibi geleneksel yöntemler sonucunda elde edilirken aynı zamanda orman atıkları, tarım kesimi ve tarıma dayalı endüstri atıkları, kentsel atıklar gibi modern yöntemler tarafından da elde edilebilmektedir (Karayılmazlar vd., 2011, s.64). Biyokütle enerjisinin kapsamını ağaçlar, mısır, buğday, özel olarak üretilen bitkiler, meyve ve sebze atıkları, yosunlar, hayvan dışkıları, gübre ve sanayi atıkları gibi maddeler oluşturmaktadır (Topal ve Arslan, 2008, s.242). Biyokütle enerjisi fosil yakıtlardan sonra en önemli enerji kaynağı olması bir yana dünyadaki en büyük yenilenebilir enerji kaynağı olma potansiyeline sahip olduğu söylenebilmektedir. Biyokütle enerjisi diğer enerji kaynakları ile koordineli bir şekilde

kullanılabilirken aynı zamanda farklı enerji kaynaklarına dönüştürülmesine imkân tanınmaktadır. Ayrıca depolanma imkânına sahip olması, her uygun ortamda yetiştirilebilmesi, atmosfere hiçbir şekilde karbondioksit gazı salmaması ve çevre dostu enerji olması diğer özellikleri arasında yer almaktadır (Korkmaz ve Deniz, 2019, s.143).

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde önemli bir yeri olan biyokütle enerjisi Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının azaltılması konusunda büyük önem sahiptir. İnsanoğlunun en başından beri biyokütle tanımını içerisinde yer alan odunu yemek pişirme ısınma, sanayide güç kaynağı olarak kullanmaktadır. Ancak daha sonra petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtların daha fazla kullanılmaya başlanmasıyla biyokütle enerji kaynaklarına talep azalmaya başlamıştır. Günümüze gelindiğinde artan fosil yakıt tüketimi sonrası atmosferdeki sera gazı miktarının yüksek seviyelere ulaşması ve bu durumun artık devam ettirilmesinin güç olduğunun fark edilmesiyle geçmişte önem kaybeden biyokütle enerji kaynakları tekrar büyük önem kazanmıştır (Sözen vd., 2017, s.149).

Şekil 15: Türkiye Biyokütle Enerji Kullanımı (Biyokütle/Yenilenebilir, %)



Kaynak: TMMOB Enerji Görünümü Raporu, 2020.

Türkiye sahip olduğu verimli tarım arazileri, su kaynakları ve zengin iklim koşulları nedeniyle biyokütle enerjisi bakımından yüksek potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Bu potansiyel göz önünde bulundurulduğunda biyokütle enerjisinin kullanımının günümüze gelindiğinde düşme eğiliminde olduğu görülmektedir. Şekil 15'te görüldüğü üzere 1990'lı yıllardan 2000'li yıllara kadar biyokütle enerji kullanımının yenilenebilir enerji kaynakları içerisindeki yüzdelik payı hafif düşme görülse de %65 ve üzerinde olduğu görülmektedir. 2000'li yıllardan sonra biyokütle enerjisi kullanımında gözle görülür bir düşüş görülmektedir. 2000 yılında %64.2 olan bu değer 2018 yılına gelindiğinde %15.5 gibi düşük bir değere yaklaşmıştır.

Türkiye'de biyokütle enerji kullanımının günümüzde bu kadar ciddi düşüş göstermesinin temel nedenleri arasında biyokütle enerji kullanımında daha geleneksel yöntem olarak adlandırılan odun, bitki ve hayvan atıklarının yakılmasının önemli derecede azalması gösterilirken. Ayrıca diğer bir yöntem olan orman, tarım ve sanayi atıklarının yakılması sonucunda enerji elde edilmesi yöntemine geçişin çok yavaş olması da biyokütle enerji kullanım oranının azalmasının bir nedeni olarak gösterilmektedir. Türkiye'nin 2018 yılında biyokütle enerji potansiyeli yaklaşık olarak 14.6-32.5 milyon TEP olarak gösterilirken biyokütle enerji arzı yaklaşık olarak 3.1 milyon TEP civarında gerçekleşmiştir. Sonuç olarak önümüzdeki bu tabloya göre Türkiye sahip olduğu yüksek biyokütle potansiyelini yeterli şekilde değerlendirememektedir. Türkiye mevcut teknoloji, kullanım sahası ve atık potansiyeline göre bakıldığında mevcut potansiyelinin yaklaşık olarak %78 ve %90'lık bir kısmından yararlanamamaktadır (İlleez, 2020, s.320-325).

Türkiye öncelikle yüksek potansiyele sahip biyokütle enerji kullanımı konusunda gerçekleştirdiği stratejik eylem planlarını aksatmadan planlı bir şekilde yerine getirmelidir. Bu enerji kaynaklarından yüksek derecede yarar sağlamak için gerekli teknolojik alt yapının oluşturulması ve bu teknolojinin yerli teknoloji ile sağlanması, yatırımcılara gerekli destek sağlanarak atık probleminin planlı bir şekilde ayrıştırmaya sunulması ithal çöp uygulamasından vazgeçilmesi ve yerli atıkların kontrol altında tutularak enerji dönüşümünde kullanılması sağlanmalıdır (İlleez, 2020, s.342-343).

3.2.2.5. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yerkabuğunun en alt kısımlarında birikmiş halde bulunan ısı ve basıncın oluşturduğu sıcaklıkların, ortalama sıcaklıkların üzerinde bulunan ve çevresindeki yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla çözölen mineraller, çeşitli tuz ve gazlar içeren sıcak su, buhar ve gazlar ile yüzeye taşınan ısı enerjisi olarak tanımlanmaktadır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı). Türkiye jeotermal enerji bakımından yüksek potansiyele sahiptir. Jeotermal enerji kaynakları birincil enerji kaynakları arasında yüksek bir orana sahiptir. Jeotermal enerji kaynakların %90'lık kısmı ısıtma, termal turizm, çeşitli sanayi sektörleri gibi doğrudan kullanım alanı bulabilen alanlarda kullanılırken %10'luk kısmı ise dolaylı olarak elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır (Esen ve Akça, 2019, s.590).

Yapılan çalışmalar neticesinde Türkiye'de 1000 kadar doğal sıcak su kaynağına sahip olmakla beraber 198 adet jeotermal alan bulunmaktadır. Türkiye'nin Batı Anadolu bölgesi en fazla jeotermal enerji potansiyeline sahip bölgelerden biridir. Jeotermal enerji sahip olduğu 31.500 doğrudan kullanım kapasitesinin sadece %6.6'sını kullanabildiği gözlemlenmektedir. Türkiye gibi özellikle konut ısıtma amaçlı doğalgaz enerjisi kullanılması jeotermal enerjinin bu alan için potansiyelinin kullanılması konusunda büyük avantaj sağlayacaktır (Ertürk, 2020, s.155).

3.3. Türkiye'de Yenilenebilir Enerjinin Çevre Kirliliği Açısından Önemi

Geçmişten günümüze kadar dünya genelinde önemli bir sorun teşkil eden enerji sorunu tüm ülke ekonomileri için büyük önem arz etmektedir. Özellikle 1970'li yıllar itibarıyla artan nüfus, kentleşme, ulaşımın gelişmesi ve hızlı sanayileşme süreciyle birlikte enerjinin önemi daha çok ön plana çıkmaktadır. Dünyada ve Türkiye'de genel olarak bakıldığında 2000'li yıllara kadar birçok ülke daha çok yenilenemeyen enerji kaynakları olarak adlandırılan kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtlar sayesinde enerji ihtiyaçlarını gidermektedirler. Uzun yıllar boyunca bu enerji kaynaklarına olan talep daha fazla olmuştur. Ancak 2000'li yıllar ile birlikte fosil yakıtların sürdürülebilir olmadığı uzun yıllar faydalanma imkânının düşük olduğu ve çevreye verdikleri zararlardan dolayı

birçok ülkeyi alternatif enerji kaynakları arayışına itmektedir (Demir ve Emeksiz, 2016, s.337).

Dünya genelinde uzun yıllar boyunca enerji gereksiniminin fosil yakıtlar ile giderilmesi hem ülke ekonomilerini hem de toplum sağlığını etkileyebilecek, günümüz ve gelecek nesiller için tehdit oluşturabilecek birçok çevre sorunun doğmasına neden olmuştur. Bu çevresel sorunların başında küresel ısınma, iklim değişikliği ve atmosferde yoğun olarak bulunan karbon salınımıdır. Yapılan birçok bilimsel araştırma artan nüfus, kentleşme, ulaşımın gelişmesi ve sanayileşme ile birlikte atmosferdeki karbondioksit salınımının çok üst seviyelere ulaştığını ortaya koymaktadır (Kuşkaya ve Bilgili, 2019, s.41-42).

Çevresel sorunların bu kadar ciddi boyutlara ulaştığı günümüzde başta gelişmiş ülkeler olmak üzere birçok ülke enerji ihtiyacını yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaya başladığı görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sürekli olarak yenilenmesi ve çevre dostu enerji kaynakları olması bu enerji kaynaklarına yönelimin artmasını sağlamaktadır. Yapılan araştırmalar yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının atmosferdeki karbon salınımını azalttığını öne çıkarmaktadır. Bu doğrultuda dünyada ve Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımının payı artış göstermekte ve ilerleyen yıllarda daha fazla artması öngörülmektedir. Özellikle de jeopolitik konumu ve iklimsel özelliklerinden dolayı yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli yüksek miktarda olan Türkiye’de bu kaynaklara yapılan yatırımların daha fazla artış göstermesi beklenmektedir. Sonuç olarak Türkiye’de birçok gelişmiş ülke gibi potansiyelinin farkına vararak çevre üzerinde düşük seviyede olumsuz etkiye yol açan bu kaynaklara yatırımlarını arttırmıştır (Koçaslan, 2020, s.213-226).

Tezin bir sonraki kısmında yenilenebilir enerji kaynaklarındaki artışların çevre kirliliği üzerinde nasıl bir etki yarattığı konusunda analiz gerçekleştirilmektedir.

4. TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ İLİŞKİSİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ANALİZ

4.1. ÇKE Hipotezi Bağlamında Yenilenebilir Enerji Tüketimini İnceleyen Literatür Araştırması

Küresel düzeyde artan nüfus, hızla gelişen sanayi ve teknoloji ile birlikte artan enerji gereksinimi sonucunda ortaya çıkan çevre kirliliği birçok ülke ekonomisinde olduğu gibi Türkiye ekonomisinde de yenilenebilir enerjinin önemini ortaya koymaktadır. Söz konusu çevre kirliliğinin oluşumunda ki önemli bir etken olan karbon emisyonun kontrol altına alınması konusunda yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi akademik olarak araştırılması gereken bir konu olarak ortaya çıkmaktadır. Özellikle Türkiye özelinde akademik alanda yenilenebilir enerjinin ülke ekonomisi üzerinde ki önemi konusunda literatür eksikliği görülmektedir. Yapılan literatür araştırması sonucunda ÇKE hipotezi bağlamında yenilenebilir enerji tüketimini inceleyen birçok çalışma bulunmakla birlikte, Türkiye özelinde sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Çalışmanın bu bölümünde hem Türkiye hem de diğer ülkeler için ÇKE bağlamında yenilenebilir enerji tüketimini inceleyen bazı ampirik çalışmalara yer verilmiştir. Genel olarak literatürde ki bu çalışmalarda, yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerindeki etkisinin negatif olarak tespit edildiği görülmektedir (bkz. Tablo 1). Özetle, yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerinde negatif etkisi olduğunu belirleyen Dogan ve Seker (2016), Sugiawan ve Managi (2016), Danish vd. (2017), Çağlar ve Mert (2017), Liu vd. (2017), Sinha ve Shahbaz (2018), Dong vd. (2018), Doğan ve Karay (2019) ve Özdemir ve Koç (2020) gibi çalışmalar bulunmaktadır. Fakat literatürde yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerindeki etkisinin uzun dönemde anlamsız olduğunu tespit eden Pata (2018) ve Okumuş (2020) gibi çalışmalarda bulunmaktadır.

Jebli ve Youssef (2015), 1980-2009 dönemi kapsamında Tunus için kişi başına CO₂ emisyonları ile GSYİH, uluslararası ticaret, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi arasında ki ilişkileri araştırmaktadır. Çalışmanın analiz kısmında ARDL yaklaşımı ve Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde kişi başına CO₂ den yenilenebilir enerji kaynaklarına tek taraflı bir nedensellik ilişkisi

tespit edilmiştir. Uzun dönemde elde edilen katsayılar sonucunda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile kişi başına CO₂ emisyonları arasında negatif bir ilişki söz konusudur. Ek olarak da uzun vadede ters U şeklindeki ÇKE hipotezinin geçerliliğini desteklemeyen sonuçlara ulaşılmıştır.

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının sera gazı emisyonlarının etkisini azaltma potansiyeli üzerine çalışma yapan Bölük ve Mert (2015), çalışmasında 1961-2010 dönemine ait verileri ele almıştır. Çalışmada yenilenebilir enerji kullanımıyla GDP ve CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi ARDL yaklaşımını kullanarak analiz etmiştir. Ayrıca analiz edilen modelde Çevresel Kuznets Eğrisinin Geçerliliği de araştırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile CO₂ emisyonları arasında uzun dönemde negatif, kısa dönemde ise pozitif bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca ÇKE hipotezinin Türkiye ekonomisi için geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Jebli vd. (2016), 1980-2010 dönemi kapsamında 25 OECD ülkesi için kişi başına düşen CO₂ emisyonu ile GSYİH, dış ticaret, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları arasında ki ilişki incelenmiştir. Çalışmada araştırma teknikleri olarak FMOLS, DOLS panel eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde yenilenebilir enerji ile CO₂ emisyonu arasında kısa dönemde herhangi bir ilişkinin varlığından söz edilemezken uzun dönemde negatif bir ilişkinin varlığı kanıtlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları ile CO₂ emisyonu arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisinden söz edilmektedir. Ayrıca ÇKE hipotezinin ters U şeklinde olduğu kanıtlanmıştır.

Bilgili, Koçak ve Bulut (2016), 17 OECD ülkesi için 1977-2010 dönemini kapsayacak şekilde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini araştırmıştır. Ek olarak da Çevresel Kuznets Eğrisinin geçerliliğini analiz etmiştir. Modelde CO₂ emisyonu bağımlı değişken olarak ele alınmış, bağımsız değişken olarak ise; GDP, GDP² ve RNW (yenilenebilir enerji tüketimi) serileri kullanılmıştır. Söz konusu çalışma Panel veri kullanılarak analiz edilmiştir. FMOLS ve DOLS tahminleri yapılmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda uzun dönemde RNW ile CO₂ emisyonu arasında uzun dönemde negatif bir ilişki tespit edilmiş ve ÇKE hipotezinin

geçerliliği doğrulanmıştır. Ayrıca RNW ile CO₂ emisyonu arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisinin varlığı ortaya koyulmuştur.

Sugiawan ve Managi (2016), çalışmasında Endonezya için 1971-2010 dönemi verilerini ele alarak elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının rolünü ÇKE hipotezi bağlamında ele almıştır. Çalışmanın analiz kısmında ARDL yaklaşımı kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda RNW ile CO₂ emisyonu arasında hem kısa dönemde hem de uzun dönemde negatif bir ilişkinin olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca Endonezya için ÇKE hipotezini geçerliliği kanıtlanmıştır.

Doğan ve Seker (2016), 1980-2012 dönemini kapsayacak şekilde AB ülkeleri için yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının CO₂ emisyonuna etkisi üzerine analiz gerçekleştirmişlerdir. Oluşturdukları modellerde ekonomik büyüme, ekonomik büyümenin karesi, yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerji ve dış ticaret gibi serilere modelde yer vermişlerdir. Analizde LM bootstrap panel eşbütünleşme, DOLS, Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik yöntemleri kullanmışlardır. Yenilenebilir enerjinin CO₂ emisyonu üzerindeki uzun dönem etkisini negatif olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca ÇKE hipotezini kanıtlar nitelikte bulgulara ulaşmışlardır. Nedensellik analizi sonucunda ise, söz konusu değişkenler arasında karşılıklı bir ilişkinin varlığını ortaya koymuşlardır.

Danish vd. (2017) çalışmalarında Pakistan için 1970-2012 dönemini kapsayan veri setleri ile yenilenebilir enerji ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ÇKE hipotezi bağlamında geçerliliğini test etmişlerdir. Çalışmada ARDL, FMOLS, DOLS, CCR, VECM Granger Nedensellik analiz teknikleri kullanılmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda yenilenebilir enerji ile CO₂ emisyonu arasında hem uzun hem de kısa dönemde negatif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ek olarak, ÇKE hipotezinin Pakistan için geçerli olduğu sonucuna varılmıştır. VECM Granger nedensellik sonuçlarına göre ise, yenilenebilir enerji ile CO₂ emisyonu arasında karşılıklı bir ilişkinin var olduğu ortaya koyulmuştur.

Çağlar ve Mert (2017), Türkiye’de 1960-2013 dönemi için yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Ayrıca bu çalışmada ÇKE hipotezinin Türkiye’de geçerliliği test edilmiştir. Kurulan modelde karbondioksit

emisyonu, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji kaynaklı enerji tüketimi gibi değişkenler kullanılmıştır. Çalışmanın analiz kısmında Gregory Hansen Eşbütünleşme, Hatemi-J Eşbütünleşme, DOLS tahmin teknikleri kullanılarak seriler arasındaki uzun dönem ilişkiye bakılmıştır. Yapılan analizler sonucunda uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonu üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Yani yenilenebilir enerji tüketimi çevre kirliliğini azalttığı yönde bulgulara ulaşılmıştır. Ayrıca Türkiye ekonomisi için ÇKE hipotezinin geçerli olduğu kanıtlanmıştır.

Liu vd. (2017), 1970-2013 dönemi kapsamında yenilenebilir enerji tüketiminin ve tarımın CO₂ salınımı üzerindeki etkilerini seçilmiş 4 ASEAN (Endonezya, Malezya, Filipinler ve Tayland) ülkesi için analiz etmiş ve çevresel kuznets eğrisinin geçerliliğini test etmişlerdir. Çalışmanın analiz kısmında Pedroni Eşbütünleşme, Kao Eşbütünleşme, OLS, DOLS, FMOLS gibi test tekniklerinden yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimi ile karbon salınımı arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Yani yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kirliliğini azalttığı yönünde kanıtlara ulaşılmıştır. Aynı zamanda 4 ülke için ÇKE hipotezinin geçersiz olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ile CO₂ emisyonu arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir.

Zoundi (2017) çalışmasında 1980-2012 dönemini için seçilmiş 25 Afrika ülkesi özelinde yenilenebilir enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi Çevresel Kuznets Eğrisi bağlamında incelemiştir. Çalışmada kullanılan analiz panel eşbütünleşme testiyle bir dizi sağlamlık testini birleştirerek gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda yenilenebilir enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu arasında hem kısa hem de uzun dönemde negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ÇKE hipotezinin geçersiz olduğunu tespit etmiştir.

Shahbaz vd. (2017), ABD için önemli bir yenilenebilir enerji kaynağı olan biyokütle enerji tüketimi ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi 1960-2016 dönemi veri setleriyle ÇKE hipotezi bağlamında analiz etmiştir. Çalışmanın analizi ARDL sınır testi ve VECM Granger nedensellik testi kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre uzun dönemde ÇKE hipotezinin geçerliliği kanıtlanmasının yanısıra yenilenebilir enerji

tüketimi ile CO₂ emisyonu arasında negatif ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca nedensellik testi sonuçlarında, yenilenebilir enerji tüketimi ile CO₂ emisyonu arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Sinha ve Shahbaz (2018), 1971-2015 dönemi kapsamında Hindistan için ÇKE hipotezi bağlamında yenilenebilir enerjinin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada ARDL sınır testi kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda hem uzun hem de kısa dönemde yenilenebilir enerjinin CO₂ emisyonu üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmada ÇKE hipotezinin Hindistan için geçerli olduğu kanıtlanmıştır.

Dong vd. (2018), 1993-2016 dönemi için nükleer enerji ve yenilenebilir enerjinin Çin ekonomisi ve CO₂ emisyonu üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmanın analiz kısmında Bayer-Hanck Eşbütünleşme, ARDL ve VECM Granger Nedensellik testlerinden yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda Çin ekonomisi için ÇKE hipotezinin geçerliliği kanıtlanmıştır. Model katsayı tahminlerine göre yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonu üzerinde azaltıcı bir etkiye sahip olduğu ortaya koyulmuştur. Yani, Çin’de hem uzun hem de kısa dönemde yenilenebilir enerjinin çevre kirliliğini azalttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca yapılan nedensellik testi sonucu yenilenebilir enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Pata (2018), 1974-2014 dönemi için Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi, kentleşme, finansal gelişme, ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi ÇKE hipotezi bağlamında yapısal kırılmaları da dikkate alarak test etmiştir. Çalışmada ARDL, Gregory-Hansen ve Hatemi-J eşbütünleşme testleri kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda hem kısa hem de uzun dönemdeki yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini gösteren katsayı tahminleri anlamsız bulunmuştur.

Pata ve Yurtkuran (2018), Türkiye’de 1980-2014 döneminde nüfus yoğunluğu, finansal gelişme, CO₂ emisyonu, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişkiyi ÇKE hipotezi bağlamında analiz etmiştir. Çalışmanın analiz kısmında ARDL sınır

testi kullanılmıştır. Analiz sonucunda katsayı tahminlerine göre, hem kısa hem de uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisi negatif olarak tahmin edilmiştir. Yani yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kirliliğini azaltıcı bir etkiye sahip olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca yapılan analiz sonucunda ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerli olduğu kanıtlanmıştır.

Chen vd. (2019), 1980-2014 döneminde ekonomik büyüme, CO₂ emisyonu, dış ticaret, yenilenebilir enerji ve yenilenemeyen enerji üretimi arasındaki ilişkiyi Çin için araştırmıştır. Çalışmanın analiz kısmında ARDL sınır testinden ve VECM Granger nedensellik testinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular neticesinde yenilenebilir enerji üretimi ile CO₂ arasında hem kısa hem de uzun dönemde negatif bir ilişkinin varlığı kanıtlanmıştır. Ayrıca ekonomik büyüme, ekonomik büyümenin karesi ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişki yenilenebilir enerji eklenen modelde ters-U şeklinde tespit edilmiş ve dolayısıyla ÇKE hipotezinin geçerli olduğu ortaya konulmuştur. Yapılan nedensellik test bulgularına göre ise yenilenebilir enerji ile CO₂ emisyonu arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilememiştir.

Karasoy ve Akçay (2019) çalışmalarında 1965-2016 döneminde yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerji, ticari açıklık ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Ampirik analizde ARDL ve VECM Granger nedensellik testi uygulamışlardır. Ulaştıkları sonuçlar; Türkiye’de uzun dönemde ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu doğrularken aynı zamanda yenilenebilir enerji tüketiminin etkisi negatif olarak saptanmıştır. Nedensellik sonuçları ise, yenilenebilir enerjiden CO₂ emisyonuna doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğunu ortaya koymaktadır.

Doğan ve Karay (2019), 1971-2015 döneminde Türkiye için yenilenebilir enerji ve enerji yoğunluğunun CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini eşbütünleşme analizi ile incelemiştir. Çalışmanın analiz kısmında ARDL sınır testi, FMOLS, DOLS ve CCR gibi testlerden yararlanılmıştır. Tahmin edilen kısa ve uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre hem kısa hem de uzun dönemde yenilenebilir enerji ve CO₂ emisyonu arasında negatif bir ilişkinin var olduğu görülmüştür. Çalışmada ayrıca ÇKE hipotezinin Türkiye ekonomisi açısından geçerli olduğu kanıtlanmıştır.

Okumuş (2020), 1968-2014 dönemi için Türkiye’de tarımsal katma değer, ekonomik büyüme, dışa açıklık, kentleşme, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji arasındaki ilişkiyi ÇKE hipotezi bağlamında analiz etmiştir. Çalışmanın analiz kısmında ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, kısa dönemde yenilenebilir enerji ve CO₂ emisyonu arasında negatif, uzun dönemde ise negatif ancak anlamsız bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerli olduğu kanıtlanmıştır.

Özdemir ve Göç (2020), Türkiye’de 1960-2017 dönemi için kişi başı CO₂ emisyonu, kişi başına gelir, ticari dışa açıklık ve yenilenebilir enerji kullanımı arasındaki ilişkiyi kübük bir modelle ÇKE hipotezi bağlamında araştırmıştır. Çalışmada ARDL sınır testi kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, uzun dönem araştırmasında yenilenebilir enerji ve CO₂ emisyonu arasında negatif ve anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen analiz bulgularına göre, Türkiye’de ters-U şeklinde bir ilişki tespit edilememiş ve ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı kanıtlanmıştır.

Tablo 1: ÇKE Hipotezi Bağlamında Yenilenebilir Enerji Tüketimini İnceleyen Ampirik Çalışmalar

Yazar	Ülke	Dönem	Yöntem	Eşbütünleşme	ÇKE Hipotezi	Uzun dönem etkisi R→C	Nedensellik
Jebli ve Youssef (2015)	Tunus	1980-2009	ARDL ve VECM Granger Nedensellik Testi	Evet	Geçersiz	Negatif	R→C
Bölük ve Mert (2015)	Türkiye	1961-2010	ARDL	Evet	Geçerli	Negatif	Araştırılmadı
Jebli vd.	25 OECD Ülkesi	1980-2010	FMOLS, DOLS ve Granger Nedensellik Testi	Evet	Geçerli	Negatif	R↔C
Bilgili vd. (2016)	17 OECD Ülkesi	1977-2010	Panel eşbütünleşme, Panel FMOLS ve DOLS	Evet	Geçerli	Negatif	Araştırılmadı

Sugiawa n ve Managi (2016)	Endenozy a	1971- 2010	ARDL	Evet	Geçerli	Negatif	Araştırılmad 1
Dogan ve Seker (2016)	AB Ülkeleri	1980- 2012	LM bootstrap panel eşbütünleş me, DOLS, Dumitrescu -Hurlin Panel Nedensellik	Evet	Geçerli	Negatif	R↔C
Danish vd. (2017)	Pakistan	1970- 2012	ARDL, FMOLS, DOLS, CCR, VECM Granger Nedensellik	Evet	Geçerli	Negatif	R↔C
Çağlar ve Mert (2017)	Türkiye	1960- 2013	Gregory Hansen Eşbütünleş me, Hatemi- J Eşbütünleş me, DOLS	Evet	Geçerli	Negatif	Araştırılmadı
Liu vd. (2017)	ASEAN-4	1970- 2013	Pedroni Eşbütünleş me, Kao Eşbütünleş me, OLS, DOLS, FMOLS, VECM Granger nedensellik	Evet	Geçersiz	Negatif	R↔C
Zoundi (2017)	25 Afrika Ülkesi	1980- 2012	Panel eşbütünleş me, Robustness	Evet	Geçersiz	Negatif	Araştırılmadı
Shahbaz vd. (2017)	ABD	1960- 2016	ARDL, VECM Granger Nedensellik	Evet	Geçerli	Negatif	R↔C
Sinha ve Shahbaz (2018)	Hindistan	1971- 2015	ARDL	Evet	Geçerli	Negatif	Araştırılmadı
Dong vd. (2018)	Çin	1993- 2016	Bayer- Hanck Eşbütünleş	Evet	Geçerli	Negatif	R↔C

			me, ARDL, DOLS, FMOLS, CCR ve VECM Granger Nedensellik				
Pata (2018)	Türkiye	1974- 2014	ARDL, Gregory- Hansen ve Hatemi-J eşbütünleş me	Evet	Geçerli	Anlams ız	Araştırılmadı
Pata ve Yurtkura n (2018)	Türkiye	1981- 2014	ARDL	Evet	Geçerli	Negatif	Araştırılmadı
Chen vd. (2019)	Çin	1980- 2014	ARDL, VECM Granger nedensellik	Evet	Geçerli	Negatif	R→C
Karasoy ve Akçay (2019)	Türkiye	1965- 2016	ARDL, VECM Granger nedensellik	Evet	Geçerli	Negatif	R→C
Doğan ve Karay (2019)	Türkiye	1971- 2015	ARDL, FMOLS, DOLS ve CCR	Evet	Geçerli	Negatif	Araştırılmadı
Okumuş (2020)	Türkiye	1968- 2014	ARDL	Evet	Geçerli	Anlams ız	Araştırılmadı
Özdemir ve Koç (2020)	Türkiye	1960- 2017	ARDL	Evet	Geçersiz	Negatif	Araştırılmadı

Not: R ve C sırasıyla yenilenebilir enerji karbon emisyonunu simgelemektedir. → ve ↔ nedensellik yönlerini ifade etmektedir.

4.2. Model ve Veri Seti

Bu tez çalışmasında çevre kirliliği ile yenilenebilir enerji arasındaki ilişki Türkiye açısından 1983-2018 dönemi için incelenmektedir. Bu amaçla çevre kirliliğinin ölçütü olarak bağımlı değişken karbon emisyonu değişkeni modellerde kullanılmaktadır. Açıklayıcı değişkenler olarak kişi başına reel gelir, kişi başına reel gelirin karesi, yenilenebilir enerji tüketimi, petrol fiyatları ve kömür tüketimi değişkenlerine yer verilmektedir. Bu tezde analiz edilen modeller Danish vd. (2017), Pata (2018), Sinha ve Shahbaz (2018) ve Erdogan vd. (2020) gibi literatürde yer alan çalışmalardan ilham

alınarak oluşturulmuştur. Tezin ampirik analizinde kullanılan söz konusu modeller aşağıdaki gibidir:

$$\ln C_t = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_t + \beta_2 \ln Y_t^2 + \beta_3 \ln R_t + \beta_4 \ln OP_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\ln C_t = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_t + \beta_2 \ln Y_t^2 + \beta_3 \ln R_t + \beta_4 \ln OP_t + \beta_5 \ln NR_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

Burada; β_0 kesme (sabit) terimi, ε_t hata terimini ifade etmekten, C çevre kirliliğini temsilen karbon emisyonunu, Y kişi başına reel geliri, Y^2 kişi başına reel gelirin karesini, R yenilenebilir enerji tüketiminin bir göstergesi olarak hidroelektrik tüketimini, OP petrol ithalat fiyatlarını ve NR yenilenemeyen enerji tüketiminin göstergelerinden biri olan kömür tüketimini göstermektedir.

ÇKE hipotezi bağlamında kişi başına düşen reel gelirdeki (Y) artışın karbon emisyonunu (C) arttırması beklendiğinden dolayı Y değişkeninin katsayısının pozitif olması ($\beta_1 > 0$) beklenirken, kişi başına reel gelirin karesini ifade eden Y^2 değişkeninin belirli bir gelir seviyesinden sonra karbon emisyonunu (C) azaltacağı beklenmektedir. Dolayısıyla Y^2 değişkeninin katsayısının negatif ($\beta_2 < 0$) olması beklenmektedir. Genel literatür doğrultusunda yenilenebilir enerji tüketiminin (R) karbon emisyonunu (C) azaltacağından dolayı R değişkeninin katsayısı negatif ($\beta_3 < 0$) beklenmektedir. Aynı zamanda ham petrol ithalat fiyatlarının (OP) artması yenilenemeyen enerji tüketimini ve dolayısıyla karbon emisyonunu (C) azaltacağından OP değişkeninin katsayısı negatif ($\beta_4 < 0$) beklenmektedir. Yenilenemeyen enerji tüketiminin önemli göstergelerinden biri olan kömür tüketimindeki (NR) artışın karbon salınımını (C) arttırması beklenmekle birlikte NR değişkeninin katsayısının pozitif ($\beta_5 > 0$) olması öngörülmektedir. Ayrıca denklem (1) ve (2)'de ele alınan değişkenlerin veri kaynakları ve ölçüm düzeylerine ilişkin ayrıntılı bilgiler Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2: Değişkenlere İlişkin Açıklama

Değişken	Açıklama	Gösterge (ölçüm düzeyi)	Kaynak
C	Çevre kirliliği	Karbon emisyonları (kişi başına/ton)	OECD (2020a)

Y	Ekonomik büyüme	Kişi başına reel gelir (Sabit 2010 US\$)	Dünya Bankası (2020)
Y ²	Ekonomik büyümenin karesi	Kişi başına reel gelirin karesi (Sabit 2010 US\$)	Dünya Bankası (2020)
R	Yenilenebilir enerji tüketimi	Hidroelektrik tüketimi (milyon ton/petrol eşdeğeri)	BP (2019)
OP	Petrol fiyatları	Ham petrol ithalat fiyatları (US\$/varil)	OECD (2020b)
NR	Yenilenemeyen enerji tüketimi	Kömür tüketimi (milyon ton/petrol eşdeğeri)	BP (2019)

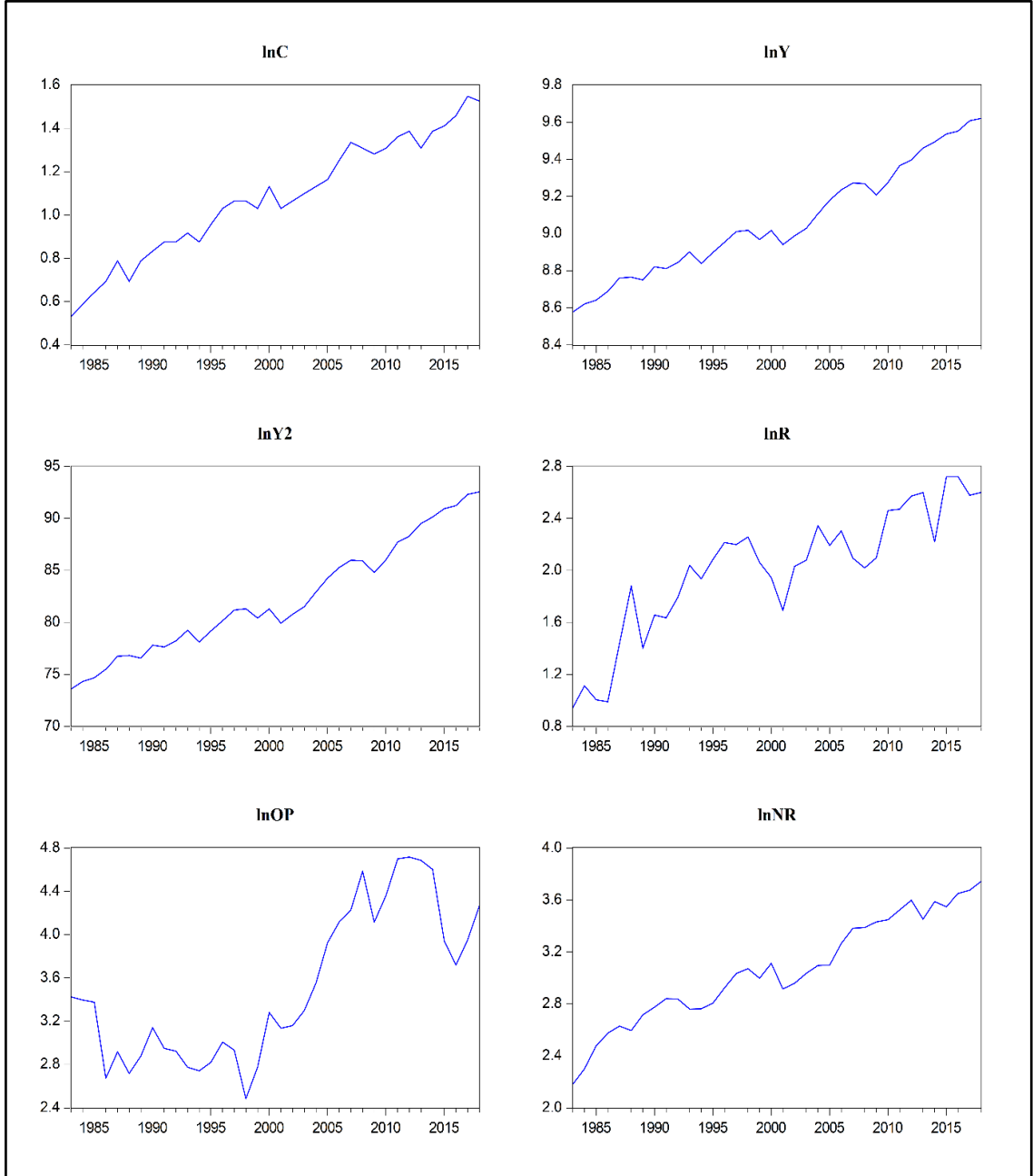
Model (1) ve (2)'de yer verilen değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 3'de verilmektedir. Burada 36 gözlem sayısına sahip seriler için ortalama, medyan, maksimum, minimum, çarpıklık ve basıklık gibi değerler ele alınmaktadır. Ayrıca serilerin normal dağıldığını işaret eden Jarque-Bera sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 3: Tanımlayıcı İstatistikler

	lnC	lnY	lnY ²	lnR	lnOP	lnNR
Ortalama	1.075	9.066	82.298	2.010	3.507	3.060
Medyan	1.064	9.013	81.240	2.081	3.336	3.034
Maksimum	1.547	9.620	92.551	2.721	4.715	3.745
Minimum	0.530	8.577	73.571	0.943	2.484	2.182
Std. sapma	0.276	0.300	5.480	0.488	0.692	0.408
Çarpıklık	-0.165	0.302	0.347	-0.695	0.415	-0.109
Basıklık	2.061	2.010	2.030	2.807	1.812	2.180
Jarque-Bera	1.485	2.020	2.135	2.962	3.154	1.079
Olasılık	0.475	0.364	0.343	0.227	0.206	0.582
Gözlem sayısı	36	36	36	36	36	36

Ampirik analizde yer verilen değişkenlerin 1983-2018 dönemi içindeki eğilimleri Şekil 16'da gösterilmektedir. Çevre kirliliğinin göstergesi olarak ele alınan Türkiye'nin karbondioksit emisyonları serisi kullanılan dönemde artış trendindedir. Kişi başına reel gelir değişkeninde Türkiye'de etkisi görülen çeşitli kriz dönemlerinde (1994, 2001 ve 2008-2009 yılları gibi) bir önceki yıla göre azalışların meydana geldiği göze çarpmaktadır. Ayrıca ampirik analizde kullanılan seriler genel olarak artış eğiliminde olsa da yenilenebilir enerji tüketimi ve petrol fiyatları değişkenlerinin söz konusu dönem içinde çeşitli azalışlar ve artışlar gösterdiği görülmektedir.

Şekil 16: Değişkenlerin 1983-2018 Dönemindeki Seyri



4.3. Ampirik Yöntem

Bu tez çalışmasının ampirik yöntemi üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada ADF birim kök testi ve Ng-Perron birim kök testi kullanılarak serilerin durağanlık dereceleri belirlenmektedir. İkinci aşamada ARDL eşbütünleşme testiyle değişkenler

arasındaki uzun dönemli ilişkiler araştırılmaktadır. Sonraki aşamada ise, ARDL modeli çerçevesinde serilerin uzun dönem katsayı tahminleri yapılmaktadır.

4.3.1. Birim Kök Testi

Zaman serisi analizlerinde ilk olarak serilerin durağanlıklarının incelenmesi gerekmektedir. Başka bir ifadeyle eşbütünleşme ve nedensellik gibi analizlerden önce serilere ilişkin durağanlıkların doğru belirlenmesi önem arz etmektedir. Granger ve Newbold (1974), durağan olmayan seriler kullanılarak yapılan tahminlerde ortaya sahte regresyonun çıkacağını ifade edilmektedirler. Bu yüzden değişkenler arasında anlamlı ilişkiler tespit edebilmek için analizi yapılan serilerin durağan olması çoğu tahmin tekniğinde arzu edilmektedir. Literatürde serilerin durağanlıklarını araştıran Dickey ve Fuller (1981) tarafından geliştirilen Augmented Dickey-Fuller (ADF), Phillips ve Perron (1988)'un önerdiği Phillips-Perron (PP), Kwiatkowski vd. (1992)'nin ortaya attığı KPSS, Elliott vd. (1996) tarafından ortaya atılan DF-GLS, Ng-Perron tarafından geliştirilen Ng-Perron birim kök testi gibi çeşitli birim kök testleri bulunmaktadır.

Bu tez çalışmasında durağanlığın tespiti için ADF ve Ng-Perron birim kök testleri kullanılmaktadır. Dickey Fuller (1981), tarafından geliştirilen ADF (Augmented Dickey Fuller) testi serilerin durağan olup olmadıklarını ölçen DF (Dickey Fuller) birim kök testinin geliştirilmiş halidir. ADF birim kök testinde H_0 hipotezi serinin durağan olmadığını işaret etmekten alternatif hipotez serinin durağan olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada kullanılan ADF testinin yanı sıra Ng ve Perron (2001) tarafından geliştirilen ve daha kapsamlı olan Ng-Perron birim kök testi kullanılmaktadır. Ng-Perron (2001) birim kök testi Phillips ve Perron (1998) birim kök testindeki boyut bozulmalarını gidermek amacıyla geliştirilmiştir. Ng-Perron (2001) birim kök testi, ADF, DF-GLS ve PP birim kök testlerine göre daha tutarlı ve etkin sonuçlar ortaya koymaktadır. Ng-Perron birim kök testi 4 farklı test istatistiği içermektedir. Bu istatistiklerden MZa ve MZt istatistikleri Phillips-Perron birim kök testindeki Za ve Zt istatistiklerinin, MSB istatistiği Bhargava testinin, MPT istatistiği ise ADF-GLS testinin düzenlenmesiyle elde edilmiştir. MZa ve MZt testlerinde sıfır hipotezi durağan değildir şeklinde ifade edilirken MSB ve MPT testleri sıfır hipotezi seri durağandır şeklinde kurulmaktadır. MZa ve MZt testleri

için hesaplanan t istatistik değeri kritik değerden küçük olduğunda, MSB ve MPT testleri içinde büyük olduğunda serinin düzeyde durağan olmadığı sonucuna varılmaktadır.

4.3.2. Eşbütünleşme Testi

Eşbütünleşme testleri, uzun dönemde değişkenler arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Literatürde yaygın olarak uzun dönemli ilişkileri belirlemede Engle ve Granger (1987), Johansen (1988), Johansen ve Juselius (1990) tarafından geliştirilen çeşitli eşbütünleşme testleri bulunmaktadır. Engle-Granger yöntemi iki değişken arasındaki ilişkiye odaklandığı için daha az tercih edilen bir testtir. Johansen (1988) ve Johansen ve Juselius (1990) tekniklerinin uygulanma şartları arasında birinci farkında durağan olma koşulu aranmaktadır. Bu eşbütünleşme teknikleriyle ilgili kısıtlamalar ve/veya dezavantajlar Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Modeller (ARDL) yaklaşımının gelişmesi ile giderilmiştir.

Pesaran vd. (2001) ARDL yaklaşımının diğer eşbütünleşme yaklaşımlarına karşın daha fazla avantaja sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım bütünleşme dereceleri fark etmeksizin değişkenler arasında eşbütünleşme olup olmadığını araştırabilmektedir (Çetin, 2018). Pesaran vd. (2001) değişkenler birim kök içermesin veya içersin, yani durağan olsun ya da olmasın, uzun dönemli ilişkileri analiz etmek için ARDL yaklaşımının kullanılmasının daha avantajlı olduğunu belirtmektedirler (Okumuş, 2020). ARDL testinin bir diğer avantajı küçük örneklemde daha iyi sonuçlar vermesidir. Ayrıca otokorelasyon ve içsellik sorununu gidererek daha tutarlı sonuçlar ortaya koyabilmektedir. Aynı zamanda ARDL tekniği hem kısa hem de uzun dönem katsayıları tahmin edebilmeye imkan tanımaktadır (Shahbaz vd., 2014).

Değişkenlerin eşit düzeyde entegre edilmesine gerek olmadan uygulanabilen ARDL yönteminde seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığı F-istatistik değeri ile belirlenmektedir. Elde edilen F-istatistik değeri Pesaran vd. (2001)'nin ortaya attığı kritik tablo değerleriyle karşılaştırılmaktadır. Burada ulaşılan F-istatistik değeri Pesaran vd. (2001)'nin alt ($I(0)$) ve üst ($I(1)$) kritik tablo değerlerini aştığı durumlarda eşbütünleşmenin varlığından bahsedilmektedir. Fakat ulaşılan F-istatistik değeri alt ve üst

kritik değerlerinin altında kaldığında eşbütünleşme ilişkisi yoktur olarak yorumlanmaktadır (Çetin ve Saygın, 2019).

Eşbütünleşme ilişkisinin varlığının tespit edildiği modellere ilişkin uzun dönem katsayı tahminleri ARDL sınır testinden elde edilen Sınırsız Hata Düzeltme Modeli (UECM) vasıtasıyla belirlenebilmektedir. Bu tez çalışmasında değişkenlere ilişkin uzun dönem katsayıların belirlenmesinde kullanılan ARDL denklemleri aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\begin{aligned}\Delta \ln C_t = & \gamma_0 + \sum_{i=1}^p \gamma_{1i} \Delta \ln C_{t-i} + \sum_{i=0}^q \gamma_{2i} \Delta \ln Y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \gamma_{3i} \Delta \ln Y^2_{t-i} + \sum_{i=0}^q \gamma_{4i} \Delta \ln R_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^q \gamma_{5i} \Delta \ln OP_{t-i} + \delta_1 \ln C_{t-1} + \delta_2 \ln Y_{t-1} + \delta_3 \ln Y^2_{t-1} + \delta_4 \ln R_{t-1} \\ & + \delta_5 \ln OP_{t-1} + \varepsilon_t\end{aligned}\quad (3)$$

$$\begin{aligned}\Delta \ln C_t = & \gamma_0 + \sum_{i=1}^p \gamma_{1i} \Delta \ln C_{t-i} + \sum_{i=0}^q \gamma_{2i} \Delta \ln Y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \gamma_{3i} \Delta \ln Y^2_{t-i} + \sum_{i=0}^q \gamma_{4i} \Delta \ln R_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^q \gamma_{5i} \Delta \ln OP_{t-i} + \sum_{i=0}^q \gamma_{6i} \Delta \ln NR_{t-i} + \delta_1 \ln C_{t-1} + \delta_2 \ln Y_{t-1} \\ & + \delta_3 \ln Y^2_{t-1} + \delta_4 \ln R_{t-1} + \delta_5 \ln OP_{t-1} + \delta_6 \ln NR_{t-1} + \varepsilon_t\end{aligned}\quad (4)$$

Denklem (3) ve (4)'te yer verilen γ_0 , Δ ve ε_t sırasıyla sabit terimi, fark alma operatörünü ve hata terimlerini simgelemektedir. Ayrıca yukarıda verilen söz konusu denklemlerden tahmin edilen uzun dönem katsayılarının istikrarlılığı ise Brown vd. (1975)'nin ortaya attığı CUSUM ve CUSUM² testleriyle tahmin edilmektedir.

ARDL testinden elde edilen Hata Düzeltme Modeli (ECM) vasıtasıyla ulaşılan hata düzeltme terimi (ECT_{t-1}) eşbütünleşme ilişkisine ek bir kanıt sunmaktadır. ECT_{t-1} katsayısının negatif ve istatistiki olarak anlamlı bulunması, değişkenler arasındaki tespit edilen uzun dönemli ilişkiye ilave bir kanıt sağlamaktadır.

4.4. Ampirik Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde tahmin edilen modeller kapsamında elde edilen ampirik bulgular ortaya koyulmaktadır. Bu bölümde ilk olarak değişkenlere ilişkin birim kök test sonuçları verilmektedir. Daha sonraki aşamada ARDL sınır testi sonuçları değerlendirilmektedir. Son aşamada ARDL yöntemiyle değişkenlere ilişkin uzun dönem katsayı tahminleri yapılmaktadır.

Zaman serisi analizlerinde ilk olarak kullanılan serilerin durağanlık düzeylerinin doğru tespit edilmesi önem arz etmektedir. Bu amaçla bu tez çalışmasında ADF birim kök testi ve Ng-Perron birim kök testi ile ele alınan değişkenlerin durağanlıkları tespit edilmektedir. Burada karbon emisyonu, kişi başına düşen gelir, kişi başına düşen gelirin karesi, yenilenebilir enerji tüketimi, petrol fiyatları ve yenilenemeyen enerji tüketimi değişkenlerinin durağanlıkları hem ADF birim kök testi hem de Ng-Perron birim kök testi kullanılarak iki farklı şekilde araştırılmaktadır.

Tablo 4'te ADF birim kök testi sonuçları ve Ng-Perron birim kök testi sonuçları sunulmaktadır. Karbon emisyonu değişkeni düzeyde durağan değil iken, birinci farkı alındığında durağan hale gelmektedir. Kişi başına reel gelir ve kişi başına reel gelirin karesi durağanlık koşulunu düzeyde sağlamazken birinci farkı alındığında durağan hale geldiği görülmektedir. Benzer şekilde yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni düzeyde durağan değildir. Birinci farkı alındığında durağan duruma gelmektedir. Petrol fiyatları ve yenilenemeyen enerji tüketimi değişkenleri ise modellerde aynı şekilde farkında durağan olarak tespit edilmiştir. Kısaca ulaşılan bulgular, tüm değişkenlerin birinci farkında durağan olduğunu ortaya koymaktadır. Yani tüm seriler düzey değerlerinde birim kök içermektedir ve farkı alındığında durağan hale gelmektedir.

Tablo 4: Birim Kök Test Sonuçları

<i>ADF Birim Kök Testi</i>	
<i>Değişkenler</i>	
<i>Düzey</i>	<i>t-istatistiği</i>
<i>lnC</i>	-1.162
<i>lnY</i>	0.051
<i>lnY²</i>	0.205
<i>lnR</i>	-2.095

<i>lnOP</i>	-0.953			
<i>lnNR</i>	-1.447			
Birinci Fark				
$\Delta \ln C$	-7.908***			
$\Delta \ln Y$	-6.268***			
$\Delta \ln Y^2$	-6.184***			
$\Delta \ln R$	-7.535***			
$\Delta \ln OP$	-5.530***			
$\Delta \ln NR$	-6.639***			
Ng-Perron Birim Kök Testi				
Değişkenler				
Düzy	MZa	MZt	MSB	MPT
<i>lnC</i>	1.330	1.137	0.854	55.851
<i>lnY</i>	2.015	2.102**	1.043	89.980
<i>lnY²</i>	2.087	2.180**	1.044	91.228
<i>lnR</i>	-1.424	-0.610	0.428	12.244
<i>lnOP</i>	-2.348	-0.970	0.413	9.712
<i>lnNR</i>	1.411	1.189	0.842	55.233
Birinci Fark				
$\Delta \ln C$	-15.205***	-2.708***	0.178**	1.795**
$\Delta \ln Y$	-16.813***	-2.889***	0.171***	1.493***
$\Delta \ln Y^2$	-16.853***	-2.894***	0.171***	1.484***
$\Delta \ln R$	-15.989***	-2.824***	0.176**	1.545***
$\Delta \ln OP$	-16.980***	-2.869***	0.169***	1.602***
$\Delta \ln NR$	-16.840***	-2.901***	0.172***	1.454***

Not: Schwarz bilgi kriteri baz alınarak sonuçlar belirlenmiştir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 seviyesindeki anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Çalışmanın sonraki aşamasında, ARDL metodolojisine ilişkin incelenen literatür (Ahmad ve Du, 2017; Dirican ve Canoz, 2017; Bekhet ve Othman, 2018; Pata, 2019) takip edilerek uygulanacak gecikme uzunluğu VAR modeli aracılığıyla belirlenmiştir. Her iki model için Akaike bilgi kriteri (AIC) 4 gecikmeyi işaret etmekte iken Schwarz bilgi kriteri (SIC) ise 1 gecikmeyi göstermektedir. Olabilirlik oranı (LR) da Schwarz bilgi kriteri ile benzer şekilde 1 gecikmeyi modeller için işaret etmektedir. Model (1) ve (2) için Schwarz bilgi kriterinin işaret ettiği gecikme uzunluğu otokorelasyon problemi içermemektedir. Ayrıca kullanılan serilerin yıllık veriler olmasından dolayı küçük gecikmeleri tercih etmek (1 veya 2 gibi) daha uygun görülmektedir. Dahası Aka (2020)'nın da dikkate aldığı Cimrilik Prensibi gereği, anlamlı ve tutarlı sonuçlar elde edebilmek için minimum gecikmenin tercih edilmesi uygun görülmektedir. Son olarak gecikme uzunluğunu Schwarz'ın işaret ettiği 1 gibi küçük bir gecikmenin tercih edilmesi modellerde yer verilen değişkenlerdeki bilgi kaybını da azaltmaktadır. Bu nedenlerle, Model (1) ve (2) için Schwarz bilgi kriterinin göstermiş olduğu gecikme ampirik analizin

diğer aşamalarında tercih edilmektedir. Dolayısıyla her iki model için SIC'ın işaret ettiği 1 gecikme kullanılmaktadır.

Tez çalışmasının bu kısmında değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkiiyi test etmek amacıyla ARDL sınır testi ele alınmıştır. ARDL sınır testi yaklaşımı küçük örneklemelerde daha iyi sonuçlar vermesi, içsellik ve otokorelasyon sorununu ortadan kaldırdığından daha tutarlı sonuçlar ortaya koymasından dolayı tercih edilmektedir. Model (1) ve (2) için ARDL sınır testi sonuçları Tablo 5'te sunulmaktadır. Değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkinin araştırıldığı bu sınır testinde iki model de kısıtsız sabitli ve kısıtlı trendli model şeklinde ele alınmaktadır. Bulunan F -istatistik değerleri göz önüne alındığında Model (1) için bulunan F -istatistik değeri 10.549 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer Pesaran vd. (2001)'nin dikkate aldığı alt sınır ve üst sınır kritik tablo değerlerini aştığından %1 anlamlılık seviyesinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum değişkenler arasında eşbütünleşmenin var olduğunu kanıtlamaktadır. Yani Model (1)'de yer verilen kişi başına düşen reel gelir, kişi başına düşen reel gelirin karesi, yenilenebilir enerji tüketimi ve petrol fiyatları değişkenleri arasında uzun dönemde anlamlı bir ilişkinin varlığından söz edilebilmektedir. Benzer şekilde Model (2) için 6.945 olarak bulunan F -istatistik değeri, alt ve üst sınır kritik tablo değerlerinin üzerinde olduğundan %1 seviyesinde anlamlıdır ve değişkenler arasında eşbütünleşmenin var olduğuna dair kanıt oluşturmaktadır. Sonuç olarak, elde edilen bu bulgular hem Model (1) hem de Model (2) için değişkenler arasında uzun dönemde anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ayrıca Model (1) ve Model (2) için Tablo 5'te yer verilen ECT_{t-1} katsayısının negatif ve istatistiki olarak anlamlı elde edilmesi değişkenler arasında belirlenen eşbütünleşme ilişkisine ilave bir kanıt sağlamaktadır.

Tablo 5: ARDL Sınır Testi Sonuçları

Model (1):			
$F(LnC, LnY, LnY^2, LnR, LnOP)$			
ARDL Gecikme Uzunluğu	(1, 0, 0, 0, 1)		
Hesaplanan F -istatistik Değeri	10.549***		
ECT_{t-1}	-0.865***		
Pesaran vd. (2001) kritik tablo değerleri: Kısıtsız Sabitli ve Kısıtlı Trendli Model (Case 4)			
Önem Düzeyi	%1	%5	%10
Alt Sınır $I(0)$	3.81	3.05	2.68
Üst Sınır $I(1)$	4.92	3.97	3.53

Model 2:			
$F(LnC, LnY, LnY^2, LnR, LnOP, LnNR)$			
ARDL Gecikme Uzunluğu	(1, 0, 0, 0, 1, 1)		
Hesaplanan F -istatistik Değeri	6.945***		
ECT_{t-1}	-0.799***		
Pesaran vd. (2001) kritik tablo değerleri: Kısıtsız Sabitli ve Kısıtlı Trendli Model (Case 4)			
Önem Düzeyi	%1	%5	%10
Alt Sınır $I(0)$	3.5	2.81	2.49
Üst Sınır $I(1)$	4.63	3.76	3.38
Not: *** %1 seviyesindeki anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.			

Model (1) ve (2) için ARDL yöntemine göre hesaplanan uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına Tablo 6’da yer verilmektedir. Ulaşılan bulgulara göre, Model (1) ve (2)’de yer verilen kişi başına düşen reel gelir değişkeninin uzun dönem katsayıları sırasıyla 11.119 ve 8.171 olarak belirlenmiştir. Bu değişkenlerin uzun dönem katsayıları beklentilere uygun olarak pozitif tespit edilmekte ve %1 anlamlılık seviyesinde iki modelde de anlamlı olduğu gözlemlenmektedir. Yani iki modelde de kişi başına düşen reel gelirin karbon emisyonu üzerinde artırıcı bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Model (1)’de kişi başına düşen reel gelirdeki %1’lik bir artışın karbon emisyonunu yüzde 11.119 arttırmaktadır. Benzer şekilde Model (2)’de kişi başına düşen reel gelirdeki %1’lik bir artış karbon emisyonunu yüzde 8.171 arttırmaktadır. Model (1) ve (2)’de kişi başına düşen reel gelirin karesi değişkeninin uzun dönem katsayıları sırasıyla -0.558 ve -0.415 olarak tespit edilmiştir. Yani iki modelde de kişi başına düşen reel gelirin karesi karbon emisyonu üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. Model (1) ve (2)’de belirli bir gelir seviyesinden sonra kişi başına düşen reel gelirdeki %1’lik bir artış karbon emisyonunu sırasıyla yüzde 0.558 ve 0.415 azaltmaktadır. Katsayıların olasılık değerlerine bakıldığında ise, iki modelde de kişi başına düşen reel gelirin karesi değişkeni %1 seviyesinde anlamlı olarak belirlenmiştir.

Yukarıdaki sonuçlar çerçevesinde kişi başına düşen reel gelir karbon emisyonu üzerinde pozitif bir etkiye yol açarken, belirli bir gelir seviyesinden sonra negatif bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ulaşılan tüm bu bulgular Türkiye’de çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliğini kanıtlamaktadır. Yani bu çalışmada ÇKE hipotezine göre kişi başına düşen reel gelir ile karbon emisyonu arasındaki ilişkinin ters-U şeklinde olduğu kanıtlanmaktadır.

Çalışmanın odağını oluşturan yenilenebilir enerji tüketimi değişkeninin uzun dönem katsayıları Model (1) ve (2)'de sırasıyla -0.114 ve -0.077 olarak tahmin edilmiştir. Yenilenebilir enerji değişkeninin katsayısının her iki modelde de negatif tespit edilmesi beklentileri doğrulamaktadır. Model (1)'de yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik bir artış karbon emisyonunu yüzde 0.114 azaltmaktadır. Model (2)'de ise yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik bir artışın karbon emisyonunu yüzde 0.077 azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca hesaplanan olasılık değerlerine göre tahmin edilen yenilenebilir enerji tüketiminin uzun dönem katsayısı Model (1)'de %5 düzeyinde anlamlıyken, Model (2)'de %10 seviyesinde anlamlı olarak belirlenmiştir.

Tablo 6'da ayrıca analizde ele alınan bir diğer değişken olan petrol fiyatlarına ilişkin uzun dönem katsayı tahmin sonuçları verilmiştir. Model (1) ve (2) için petrol fiyatları değişkeninin katsayıları sırasıyla -0.046 ve -0.050 olarak tahmin edilmiştir. Bu katsayıların olasılık değerleri göz önüne alındığında her ikisinin de %1 seviyesinde anlamlı olduğu görülmektedir. Petrol fiyatlarındaki artışın uzun dönemde karbon emisyonu üzerinde negatif bir etkiye neden olduğu ve dolayısıyla çevre kirliliğini azalttığı belirlenmiştir. Model (1)'e göre petrol fiyatlarındaki %1'lik bir artışın karbon emisyonunu yüzde 0.046 azaltmaktadır. Model (2)'de ise petrol fiyatlarındaki %1'lik artışın karbon emisyonunu yüzde 0.050 azalttığı tespit edilmektedir.

Model (2)'de Model (1)'e ilave olarak eklenen yenilenemeyen enerji tüketimi değişkeninin uzun dönem katsayısı 0.205 olarak tahmin edilmiştir. Tahmin edilen katsayı %1 düzeyinde anlamlı olarak saptanmıştır. Yenilenemeyen enerji tüketimi değişkeninin uzun dönem katsayısının pozitif olarak belirlenmesi beklentileri doğrulamaktadır. Dolayısıyla yenilenemeyen enerji tüketimindeki artışın karbon emisyonunu, yani çevre kirliliğini arttırdığı gözlenmektedir. Ulaşılan bu sonuç yenilenemeyen enerji tüketimindeki %1'lik bir artışın karbon emisyonunu yüzde 0.205 arttırdığı anlamına gelmektedir.

Tablo 6: Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

Model (1): F(LnC, LnY, LnY ² , LnR, LnOP)		
Değişkenler	Uzun Dönem Katsayılar	Olasılık Değeri
Sabit	-46.301***	0.0002
lnY	11.119***	0.0001
lnY ²	-0.558***	0.0002
lnR	-0.114**	0.0167
lnOP	-0.046**	0.0208
Model (2): F(LnC, LnY, LnY ² , LnR, LnOP, LnNR)		
Değişkenler	Uzun Dönem Katsayılar	Olasılık Değeri
Sabit	-31.396***	0.0012
LnY	8.171***	0.0028
LnY ²	-0.415***	0.0029
LnR	-0.077*	0.0525
LnOP	-0.050***	0.0055
LnNR	0.205**	0.0278

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 seviyesindeki anlamlılık düzeyini ifade etmektedir

Tablo 7 tahmin edilen modellere ilişkin tanısal testleri göstermektedir. Burada modellerin uygunluğu, kurulumunda herhangi bir hatanın olup olmadığı, otokorelasyon, normal dağılım ve değişen varyans gibi sorunların varlığı araştırılmaktadır. Elde edilen bulgular doğrultusunda hem Model (1) hem de Model (2) için R2 değerinin yüksek bir değere sahip olması kullanılan değişkenler arasında güçlü bir ilişkinin varlığını kanıtlamaktadır. Yani R2 değerinin yüksek olması modellerin uyumunun iyi olduğunu göstermektedir. Ayrıca otokorelasyon sorununu araştıran Durbin-Watson değeri ve Breusch-Godfrey LM testi sonuçları iki modelde de otokorelasyon sorununun olmadığını işaret etmektedir. Değişen varyans sorununun olup olmadığını gösteren ARCH testinin olasılık değerinin ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Bu durum modellerde herhangi bir değişen varyans probleminin olmadığını doğrulamaktadır. Aynı zamanda Jarquera-Bera normallik testi sonuçları hata terimlerinin normal dağıldığını göstermektedir. Ramsey Reset test sonuçları ise tahmin edilen her iki modelin de kurulumunda herhangi bir hatanın bulunmadığını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak her iki model için elde edilen tanısal test bulguları varsayımsal bir hatanın olmadığını göstermektedir.

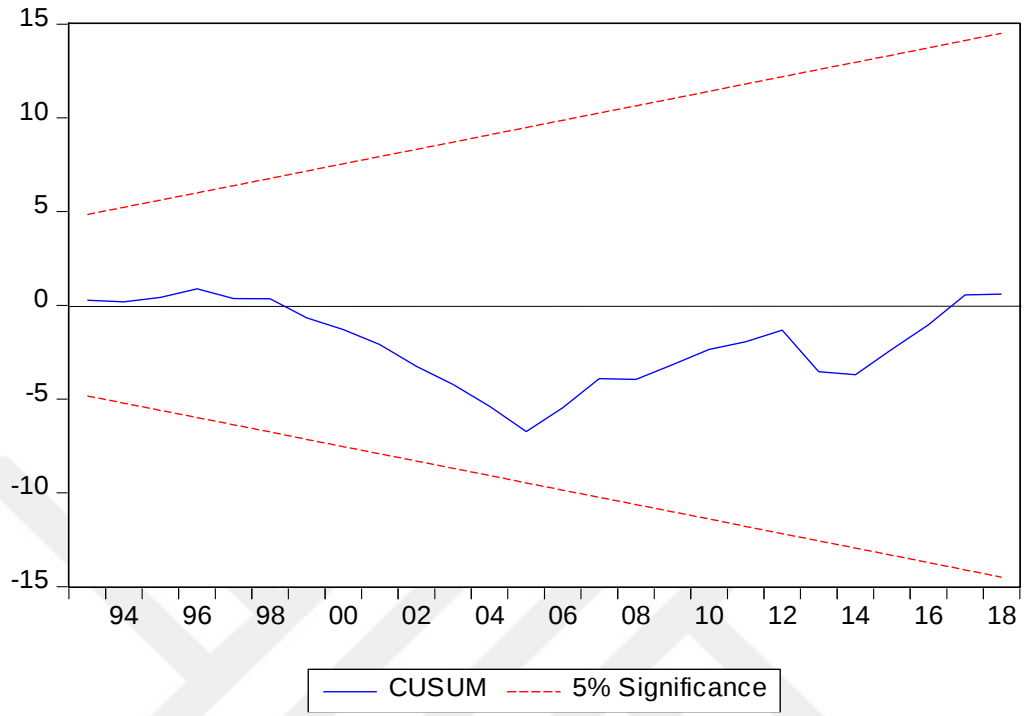
Tablo 7: Tanısal Test Sonuçları

Model (1): <i>F(LnC, LnY, LnY², LnR, LnOP)</i>		
Tanısal Testler		Olasılık Değeri
R ²	0.988	-
Adj. R ²	0.985	-
Durbin-Watson	1.879	-
F-istatistiği	329.153***	0.000
Ramsey RESET	0.254	0.617
Breusch-Godfrey LM testi	0.092	0.912
Hetereskedasticity Testi: ARCH	0.173	0.679
Jarque-Bera Normallik Testi	3.571	0.167
Model (2): <i>F(LnC, LnY, LnY², LnR, LnOP, LnNR)</i>		
Tanısal Testler		Olasılık Değeri
R ²	0.994	-
Adj. R ²	0.991	-
Durbin-Watson	2.139	-
F-istatistiği	464.960***	0.000
Ramsey RESET	0.316	0.579
Breusch-Godfrey LM testi	0.467	0.632
Hetereskedasticity Testi: ARCH	0.195	0.661
Jarque-Bera Normallik Testi	0.288	0.865

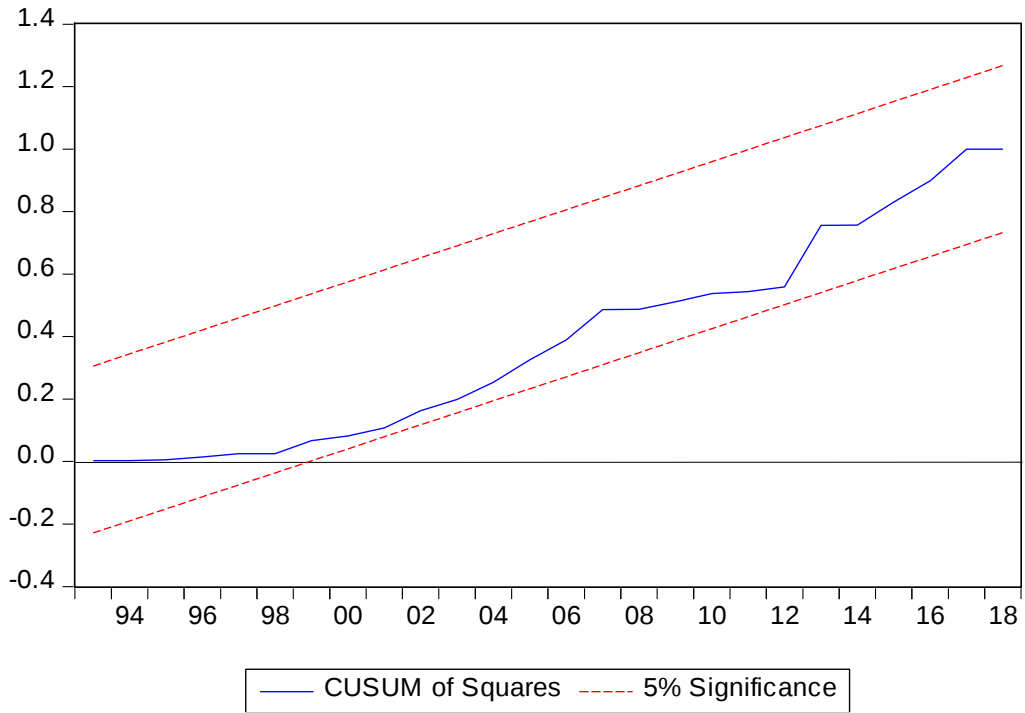
Not: *** %1 seviyesindeki anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Ek olarak; Şekil (17), (18), (19) ve (20)'de hem Model (1) hem de Model (2) için CUSUM ve CUSUM2 test sonuçlarına yer verilmektedir. Bu test sonuçları her iki model için de uzun dönem katsayılarının %5 anlamlılık seviyesi bandında istikrarlı bir seyir izlediğini kanıtlamaktadır.

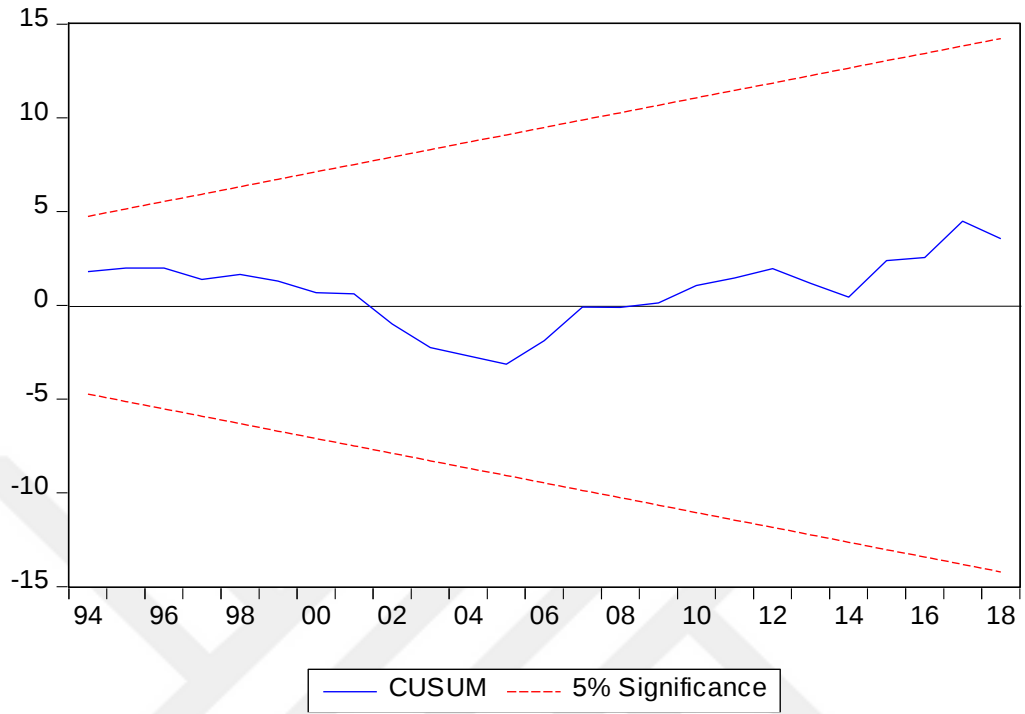
Şekil 17: Model (1) CUSUM Sonuçları



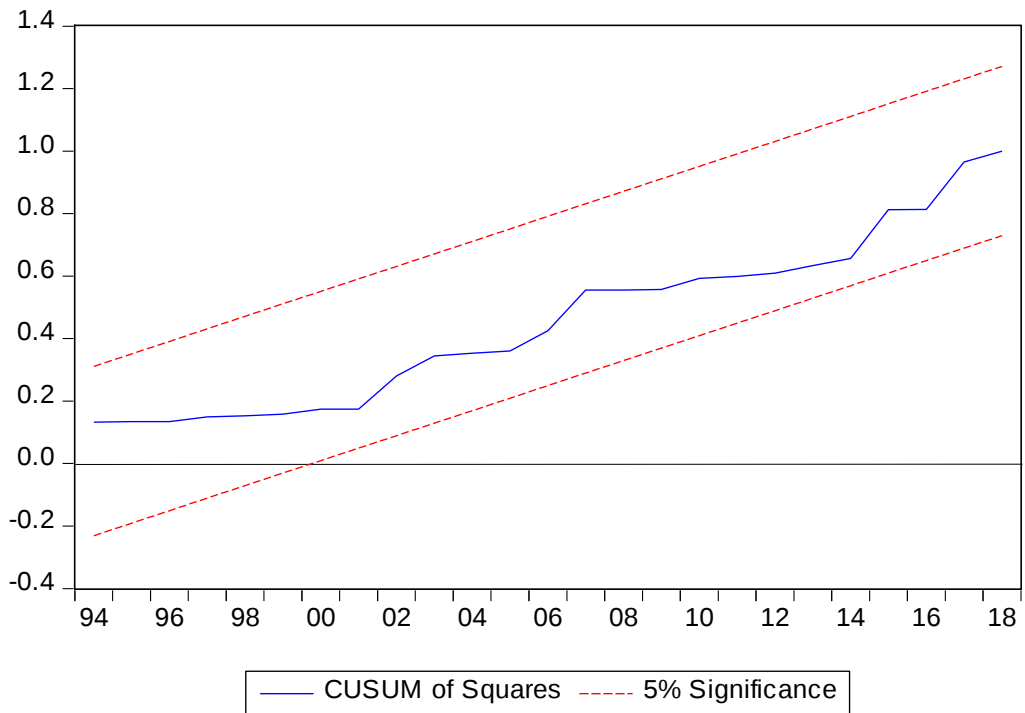
Şekil 18: Model (1) CUSUM² Sonuçları



Şekil 19: Model (2) CUSUM Sonuçları



Şekil 20: Model (2) CUSUM² Sonuçları



Son olarak, bu tez çalışmasının temel odak noktasını oluşturan yenilenebilir enerjinin çevre kirliliği üzerindeki etkisi ve ilave olarak araştırılmasına olanak tanınan ÇKE hipotezinin Türkiye’de geçerliliği hususunda elde edilen bulgular literatürle kıyaslanmaktadır. Bu doğrultuda ele alınan bu tez çalışmasında Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu, yani yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın çevre kirliliğini azaltıcı yönde bir etki meydana getirdiği belirlenmiştir. Ulaşılan bu sonuç; Dogan ve Seker (2016), Sugawana ve Managi (2016), Danish vd. (2017), Çağlar ve Mert (2017), Liu vd. (2017), Sinha ve Shahbaz (2018), Dong vd. (2018), Doğan ve Karay (2019) ve Özdemir ve Koç (2020) gibi çalışmaların bulgularıyla benzerlik gösterirken Pata (2018) ve Okumuş (2020) gibi çalışmalarla benzerlik göstermemektedir.

Ayrıca çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin Türkiye için geçerli olduğunun ispatlanması ise Bölük ve Mert (2015), Çağlar ve Mert (2017), Pata (2018), Pata ve Yurtkuran (2018), Karasoy ve Akçay (2019), Doğan ve Karay (2019) ve Okumuş (2020) gibi çalışmalarla örtüşmekteyken Özdemir ve Koç (2020), Jebli ve Youssef (2015), Liu vd. (2017), Zoundi (2017) gibi çalışmalarla örtüşmemektedir.

5. SONUÇ

Dünya genelinde yaşanan sanayileşme ile birlikte hızla artan nüfus, kentleşme, ulaşım ve teknolojik gelişmeler üretim ve tüketimin hızla artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte ülkelerin ekonomik büyüme ve kalkınma hedefleri üretimin daha fazla artmasını sağlamıştır. Üretimdeki hızlı artışlar üretim girdilerine olan talebinde artmasını sağlamaktadır. Bu girdilerden en önemlisi de enerji girdisidir. Artan tüketim ve üretim ile birlikte gelişen teknoloji, hızlı nüfus artışı ve ulaşımdaki gelişmeler enerjinin önemini ortaya koymaktadır. Enerjiye artan talep sonucunda Türkiye’de ve dünyada yoğun olarak fosil yakıtlar kullanılmaktayken hala fosil enerji kaynakların kullanım yoğunluğu daha fazladır. Daha çok fosil enerji kaynakların kullanılması birçok çevre kirliliği sorununun ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Son yıllarda çevre konusu üzerine birçok bilimsel ve akademik çalışmalar yürütülmektedir. Çevre kirliliğine neden olan faktörler, bunların nasıl azaltılabileceği, daha temiz bir çevre nasıl oluşturulabilir gibi konular üzerinde birçok tartışma bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar neticesinde son 20-30 yıllık bir süreçte atmosferde yüksek seviyelere ulaşan sera gazı emisyonları küresel ısınma, iklim değişikliği gibi global çevre sorunlarının daha fazla artmasına neden olmaktadır. Atmosferde artan sera gazı emisyonlarının en başında karbondioksit emisyonu gelmektedir. TÜİK 2018 verilerine göre Türkiye’nin sera gazı emisyon tüketimi son 30 yılda %3.1’lik bir artış göstermektedir. Sera gazı emisyon tüketimi bazı yıllarda gerilerken genellikle artmaya devam etmektedir. 2018 yılı verilerine bakıldığında 2018 yılı toplam sera gazı emisyon tüketiminin bir önceki yıla göre azaldığı görülmektedir. Aynı şekilde TÜİK tarafından yapılan araştırma sonucunda artan sera gazı emisyonları üzerinde en fazla paya sahip olan sektör enerji sektörü olarak belirlenmiştir. Bunun temel nedeni üretim girdisi olarak kullanılan enerjinin hala yoğun olarak fosil enerji kaynakları tarafından karşılanması olarak görülmektedir. Fosil enerji kaynaklarının atmosfere saldıgı sera gazı emisyonlarının etkisiyle çevreye verilen zarar gün geçtikçe artış göstermektedir. Bu konuda yürütülen çalışmalar neticesinde başta ABD, Çin, birçok Avrupa ülkesi ve Türkiye’de çevre kirliliğini azaltıcı yönde politikalar izlenmeye başlanmıştır. Bu politikalar doğrultusunda uluslararası toplantılar düzenlenmekte, sera gazı

emisyonlarının azaltılması yönde anlaşmalar yapılarak gerekli taahhütler imzalanmaktadır.

Dünyada karbon emisyonunu azaltmak amacıyla alternatif enerji kaynakları Türkiye’de dâhil olmak üzere birçok ülkenin yoğun ilgi alanı olmaktadır. Bu enerji kaynaklarının başında yenilenebilir enerji kaynakları gelmektedir. Hızla artan enerji tüketimi sonucunda meydana gelen çevresel sorunlar ile birlikte fosil enerji kaynaklarının sınırlı olması kendini yenileyememesi nedeniyle birçok ülke teknolojinin gelişmesi ile beraber yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları özellikle Türkiye gibi enerjide dışa bağımlı, sürekli cari açık veren ve jeopolitik konum olarak yüksek bir yenilenebilir enerji potansiyeline sahip ülkeler için büyük önem arz etmektedir. Türkiye son yıllarda enerji konusunda sağlam ve tutarlı adımlarla büyük mesafeler kat etmektedir. Türkiye fosil yakıt kaynaklı enerji kullanımında dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik politikalara öncelik vermektedir.

Tüm bu bilgiler neticesinde bu tez çalışmasının temel amacı, ilk olarak son yıllarda büyük bir ilgi gören yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerinde ki etkisini 1983-2018 itibariyle Türkiye özelinde analiz etmektir. Ayrıca bu tez çalışmasında çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasında ki ilişkinin araştırıldığı Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi de Türkiye özelinde analiz edilmektedir. Bu bilgilerden hareketle bu tez çalışmasında iki farklı ekonometrik model oluşturulmuştur. Bu modellerden birincisinde bağımsız değişken olarak kişi başına düşen gelir, kişi başına düşen gelirin karesi, yenilenebilir enerji tüketiminin göstergesi olarak hidroelektrik tüketimi ve ham petrol fiyatlarına yer verilirken ikinci modelde birinci modele ek olarak yenilenemeyen enerji tüketimi göstergesi olarak kömür tüketimine yer verilmektedir.

Bu tez çalışmasının ampirik analizi üç farklı aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak modellerde kullanılan değişkenler ADF testi ve Ng-Perron (2001) testiyle birim kök testi sınaması yapılmıştır. İkinci aşamada değişkenler arasında ki uzun dönem ilişkinin varlığının araştırıldığı ARDL sınır testi kullanılmıştır. Üçüncü aşamada ise ARDL yöntemi kullanılarak uzun dönem katsayı tahmini yapılmıştır.

Ampirik analiz sonucunda elde edilen bulgular şu şekilde açıklanabilmektedir. Serilerin durağanlıklarının araştırıldığı ADF birim kök testi ve Ng-Perron birim kök testi sonuçlarına göre tüm seriler düzeyde durağan halde değilken birinci farkları alındığında durağan hale gelmektedir. Yapılan birim kök testi sonuçları değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin araştırılmasında ARDL sınır testinin kullanılmasına imkân tanımaktadır. Eşbütünleşmenin araştırıldığı ARDL sınır testi sonuçlarına göre her iki modelde ki değişkenler arasında eşbütünleşmenin varlığından söz edilmektedir. Yani her iki modelde de değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkinin varlığı kanıtlanmıştır. Uzun dönem katsayı tahminlerinin yapıldığı bir sonraki aşamada elde edilen bulgular birinci modelde kişi başına düşen reel gelir ve kişi başına düşen reel gelirin karesinin katsayıları sırasıyla pozitif ve negatif olarak elde edilmiş ve istatistiki olarak anlamlı olduğu kanıtlanmıştır. Birinci modelde yer alan diğer değişkenlerden yenilenebilir enerji tüketimi değişkeninin katsayısı da negatif ve istatistiki olarak anlamlı olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca birinci modelde yer alan ithal ham petrol fiyatları değişkeninin katsayısı da negatif ve anlamlıdır. İkinci modelde yer alan değişkenlerden yine kişi başına düşen reel gelir ve karesi değişkenlerinin katsayısı sırasıyla pozitif ve negatif olarak tespit edilmiş ve istatistiki olarak anlamlı olduğu kanıtlanmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi değişkeninin katsayısı da yine negatif ve istatistiki olarak anlamlı olduğu kanıtlanmıştır. İkinci modelde yer verilen diğer değişkenlerden petrol fiyatları ve yenilenemeyen enerji tüketimi değişkenlerinin katsayıları da sırasıyla negatif ve pozitif elde edilmiş ve istatistiki olarak anlamlı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca ÇKE hipotezinin Türkiye için her iki model içinde geçerli olduğu kanıtlanmıştır. Yani ekonomik büyüme ve karbondioksit salınımı arasında Ters-U şeklinde bir ilişkinin varlığından söz edilmektedir.

Elde edilen tüm bulgular neticesinde Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımındaki artışın çevre kirliliğini azalttığı hususunda ki bilgiler yapılan analiz sonucunda kanıtlanmıştır. Türkiye gibi gelişmekte olan ve enerji konusunda yüksek miktarda dışa bağımlı olan bir ülke için yenilenebilir enerji kaynakları büyük önem arz etmektedir. Bu yüzden daha temiz bir çevre daha sürdürülebilir büyüme için yenilenebilir enerji kaynakları daha fazla teşvik edilmeli ve başta fosil kaynaklar olmak üzere bu çevreyi kirleten enerji kaynakları daha az tercih edilmelidir. Enerji

retiminde kullanılan eski, çevreyi kirleten teknolojilerden daha temiz evre dostu teknoloji kullanımına geçilmelidir. Bu yüzden Türkiye özelinde uluslararası rekabetin artması için yenilenebilir enerji kaynaklarının hem üretim hem de tüketim aşamasında devlet tarafından gerekli teşvik ve desteğin verilmesi gerekmektedir. Enerji politikalarında ciddi ve radikal bir değişikliğe hızla gidilmeli, elektrik üretiminde fosil yakıtların payı drlmeli; yenilenebilir enerji kaynaklarının payını ciddi oranda artırmaya yönelik politikalar, kamusal planlama anlayışı ile toplum çıkarlarını gözeterek ivedilikle uygulanmalıdır. Rüzgâr ve güneş enerjisinden daha çok yararlanılmalıdır. Başta yerel yönetimler olmak üzere diğer yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak sınırları içerisinde kendi enerji gereksinimlerini karşılamalıdır. Enerji gerekli teknik destek doğrultusunda daha verimli kullanılmalıdır. Enerji ekipmanları daha düşük karbonlu, iklim değişikliği konusunda olumsuz etkileri minimum düzeyde olan enerjiyi verimli kullanan ve yurtiçinde yenilenebilir kaynaklardan üretilmiş olmalıdır.

Ayrıca enerjiye olan talebin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması konusunda gerekli yasal düzenlemeler, devlet dairelerinde ilgili uygulamalar, fosil kaynak kullanımı konusunda gerekli kısıtlamalar getirilerek yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi sağlanmalıdır. Tüm bunlara ek olarak yenilenebilir enerji kaynakların kullanımı konusunda gerekli bilgilendirme toplantıların yapılması, eğitim kurumların bu kaynaklar ile ilgili gerekli seminerlerin düzenlenmesi, kamu spotların oluşturulması, gereken bilincin oluşmasına, bu bilincin gelişmesine ve gelişen yeni teknolojilerden haberdar edilmesi konusunda farkındalığın artmasına imkan tanıyacaktır.

KAYNAKÇA

Açma, B. (2005). *Kentleşme ve Çevre Sorunları*, 1. Baskı, Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Ahmad, N. ve L. Du. (2017). Effects of energy production and CO2 emissions on economic growth in Iran: ARDL approach, *Energy*, 12.3, 521-537.

Aka, K. (2020). The Effect of Oil Prices on Economic Growth, İnflation and Stock Market: An Application on Turkey Economy, *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 12.23, 359-382.

Akı, B. (2015). Sürdürülebilir Ulaşım Planlamaları ve Çevre Üzerindeki Olumsuz Etkileri, *International Sustainable Buildings Symposium*, Sayı 2.

Akın, M. ve G. Akın. (2007). Suyun Önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği, *Atatürk Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47/2:107.

Albayrak, E. N. ve A. Gökçe. (2015). Ekonomik Büyüme Çevresel Kirlilik İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye Örneği, *Social Sciences Research Journal*, 2/4: 279-301.

Alkan, A. (2018). Hava kirliliğinin ciddi boyutlara ulaştığı kentlere bir Örnek, *Siirt Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7/2: 641-666.

Altıntaş, H. (2013). Türkiye’de Petrol Fiyatları, İhracat ve Reel Döviz Kuru İlişkisi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı ve Dinamik Nedensellik Analizi, *Uluslararası Yönetim İşletme ve İktisat Dergisi*, 9/19: 1-23.

Arı, A. ve F. Zeren. (2011). CO₂ emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi, *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 18/2: 107.

Arslan, E. ve A. Solak. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin İthalat Üzerine Etkisi, *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 10/17: 1384.

Artan, S., P. Hayaloğlu, ve B. Seyhan. (2015). Türkiye’de Çevre Kirliliği Dışa Açıklık ve Ekonomik Büyüme İlişkisi, *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 13/1: 309.

Aydın, C., B. Darıcı, ve Ş. Ş. Kutlu. (2019). Ekonomik Büyüme Çevre Kirliliğini Azaltır mı?, *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7/2:192.

Aydın, M., (2016). Enerji Verimliliğinin Sürdürülebilir Kalkınmadaki Rolü: Türkiye Değerlendirmesi, *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 14.28, 411.

Aydoğdu, B. İ. (2014). Yerel ve Bölgesel Düzeyde Çevre Kirliliği Sorunları: Elazığ İli Örneği, *Fırat Üniversitesi Harput Araştırmaları Dergisi*, 1.1, 135.

Batmaz, T., H. N. Bayraç. ve M. Güllü. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Büyüme ve Karbon Emisyonu İlişkisi, *Avrasya Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 6.3, 646.

Bayraktutan, Y. ve İ. İnmez. (2017). Çevre Sorunları, Uluslararası Ticaret ve Kuruluş Yeri Tercihleri, *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 3.3, 306.

Bayram, H. ve Ö. Dikensoy. (2006). Hava kirliliği ve solunum sağlığına etkileri, *Tüberküloz ve Toraks Dergisi*, 54.1, 80-89.

Bekar, N. (2020). Yenilebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye’nin Enerji Jeopolitiği, *Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi*, 3.1,41.

Bekhet, H. A. ve N. S. Othman. (2018). The role of renewable energy to validate dynamic interaction between CO2 emissions and GDP toward sustainable development in Malaysia, *Energy Economics*, 72. 47-61.

Beşer, M. K., H. Acaroğlu, ve M. Güllü. (2018). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: İnsani Gelişme Endeksi Etkili mi?, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31,191.

Bilgili, F., E. Koçak, ve Ü. Bulut. (2016). The dynamic impact of renewable energy consumption on CO₂ emissions: A revisited Environmental Kuznets Curve approach, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 838-845.

Boz, F. Ç., Ö. Çınar, ve F. Temelli. (2017). Enerji Tüketiminin Finansal Gelişme ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: ASEAN Ülkeleri Üzerine Bir Analiz, *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 6.12, 37.

Bölük, G. ve Mert, M. (2015). The renewable energy, growth and environmental Kuznets curve in Turkey: An ARDL approach, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 587-595.

BP (2019). Statistical Review of World Energy, Erişim: <http://www.bp.com>, Erişim Tarihi: 27 Mart 2020.

BP (2020). Statistical Review of World Energy, Erişim: <http://www.bp.com>, Erişim Tarihi: 17 Ağustos 2020.

Bulut, R. (2018). Dünyada Enerji Kaynakları ve Söz Sahibi Ülkeler, *Göller Bölgesi Aylık Hakemli Kültür ve Ekonomi Dergisi*, 6.67, 70-71.

Canbay, Ş. (2020). Türkiye’de Elektrik Tüketimi İçin Kullanılan Petrol Tüketimi, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve İktisadi Büyüme Arasındaki İlişkilerin Analizi, *EKEV Akademi Dergisi*, Sayı 81.

Cansaran, D. (2019). Gürültü Düzeyini Belirlemeye Yönelik Bir Çalışma: Amasya Örneği, *Ankara SBF Dergisi*, 74.1, 90.

Chen, Y., Z. Wang, ve Z. Zhong. (2019). CO₂ emissions, economic growth, renewable and non-renewable energy production and foreign trade in China, *Renewable Energy*, Sayı 131, 208-216.

Çağıl, G. (2012). *Enerji Sektörü ve Finansmanı* 1. Baskı, Yalın yayıncılık, İstanbul.

Çağlar, A. E. ve Y. Kubar. (2017). Finansal Gelişme Enerji Tüketimini Destekler mi?, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 27, 97.

Çağlar, A. E. ve M. Mert. (2017). Türkiye'de Çevresel Kuznets Hipotezi ve Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Karbon Salımı Üzerine Etkisi: Yapısal Kırılmalı Eşbütünlüşme Yaklaşımı, *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24.1, 21-38.

Çetin, A. ve N. Seyidova. (2019). Türkiye’de Bankacılık Sektörünün Çevreye Etkisinin Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi ile Ekonometrik Açından İncelenmesi, *Maliye ve Finans Yazıları*, Sayı 112.

Çetin, M. ve S. Saygın. (2019). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi’nin Ampirik Analizi: Türkiye Ekonomisi Örneği, *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 26.2, 531.

Çetin, M. ve S. Saygın. (2019). Yapısal Kırılma Altında Ticari Dışa Açıklığın Enerji Tüketimi Üzerindeki Etkisi: Türkiye Ekonomisi Örneği, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6.2, 317-330.

Çoban, O. ve N. Ş. Kılınç. (2016). Enerji Kullanımının Çevresel Etkilerinin İncelenmesi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı 33.

Çukurçayır, M. A. ve H. Sağır. (2008). Enerji Sorunu Çevre ve Alternatif Enerji Kaynakları, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 20.

Dalkılıç, E. ve Ş. Dursun. (2019). Konya Gürültü Kirliliği ve Eylem Planlarının Yorumlanması, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Sayı 7.

Danish, B. Zhang., B. Wang, ve Z. Wang. (2017). Role of renewable energy and non-renewable energy consumption on EKC: Evidence from Pakistan, *Journal of Cleaner Production*, 156, 855-864.

Değer, M. K. ve U. K. Pata. (2017). Türkiye’de Dış Ticaret ve Karbondioksit Salınımı Arasındaki İlişkilerin Simetrik ve Asimetrik Nedensellik Testleriyle Analizi, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 18.1, 31-35.

Demir, İ. ve Emeksiz, C. (2016). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Potansiyeli ve Kullanımı, *Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu*, Sayı 4.

Deniz, H. M. (2009). Sanayileşme Perspektifinde Kentleşme ve Çevre İlişkisi, *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, Sayı 19, 95-102.

Dereli, D. D. (2019). The Relationship Between Inflation and Unemployment In Turkey: An ARDL Bounds Testing Approach, *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8.2, 246-255.

Didinmez, İ. (2018). Çevre Kirliliği ve Türkiye’de Çevre Kirliliği Sorunu İle Mücadelede Kullanılan Vergiler, *Vergi Sorunları Dergisi*, Sayı 363, 105-115.

Dikmen, A. Ç. (2019). Türkiye’de Güneş ve Rüzgar Enerjisinden Elektrik Üretiminin Sera Gazı Emisyonları ve Çevre Maliyetinin Azalmasına Katkıları, *Uluslararası Balkan Üniversitesi Dergisi*, 2.14.

Dirican, C. ve İ. Canöz. (2017). The Cointegration Relationship Between Bitcoin Prices and Major World Stock Indices: An Analysis With ARDL Model Approach, *Journal of Economics, Finance and Accounting*, 4.4, 2148-6697.

Dogan, E. ve F. Seker. (2016). Determinants of CO₂ emissions in the European Union: The role of renewable and non-renewable energy, *Renewable Energy*, 94, 429-439.

Doğan, N. ve M. Karay. (2019). The Impact of Renewable Energy Consumption and Energy Intensity on CO₂ emissions from Fuel Combustions for the Case of Turkey: A Cointegration Analyses, *BİLTÜRK Ekonomi ve İlişkili Çalışmalar Dergisi*, 1.2, 169-187.

Dong, K., R. H. Sun, Jiang. ve X. Zeng. (2018). CO₂ emissions, economic growth, and the environmental Kuznets curve in China: What roles can nuclear energy and renewable energy play?, *Journal of Cleaner Production*, 196, 51-63.

Erdoğan, İ., K. Türköz, ve M. Ş. Görüş. (2015). Çevresel Kuznets Eğrisinin Türkiye için Geçerliliği, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı 44.

Erdoğan, S. (2019). Enerji, Çevre ve Sera Gazları, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1.10.

Erdoğan, S., İ. Okumuş, ve A. E. Güzel. (2020). Revisiting the Environmental Kuznets Curve hypothesis in OECD countries: the role of renewable, non-renewable energy, and oil prices, *Environmental Science and Pollution Research*, Sayı 27. 23655-23663.

Ertürk, M. (2020). Türkiye'nin Enerji Stratejisi, *Turan-Sam Uluslararası Bilimsel Hakemli Dergisi*, 12.46, 151-155.

Esen, Ş. ve Y. Akça. (2019). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bakımından Değerlendirilmesi, 6. *Uluslararası Muhasebe ve Finans Araştırmaları Kongresi*, Niğde.

Hava Kirliliği Raporu (2019). TMMOB Çevre Mühendisleri Odası.

Hayta, A.B. (2006). Çevre Kirliliğinin Önlenmesinde Ailenin Yeri ve Önemi, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7.2, 362-372.

Işık, N., Ö. Engeloğlu. ve Kılınç, E. C. (2015). Kişi Başına Gelir ile Çevre Kirliliği Arasındaki İlişki: Gelir Seviyesine Göre Ülke Grupları İçin Çevresel Kuznets Eğrisi Uygulaması, *AKÜ İİBF Dergisi*, 17.2, 108.

İlleez, B. (2020). Türkiye'de Biyokütle Enerjisi, TMMOB Enerji Görünümü Raporu, Sayı 717, 320-343..

İnan, İ., İ. Akbulut, ve E. Aslan. (2018). Enerji Sorunun Çözümünde Yenilenemez ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri ve Önemi, *Türk Dünyası Araştırmaları*, 120.237 .

Jebli, M. B. ve S. B. Youssef. (2015). The environmental Kuznets curve, economic growth, renewable and non-renewable energy, and trade in Tunisia, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı 47, 173-185.

Jebli, M. B., S. B. Youssef, ve I. Ozturk. (2016). Testing environmental Kuznets curve hypothesis: The role of renewable and non-renewable energy consumption and trade in OECD countries, *Ecological Indicators*, Sayı 60, 824-830.

Karaaslan, A., H. Abar, ve S. Çamkaya. (2017). CO₂ Salınımı Üzerinde Etkili Olan Faktörlerin Araştırılması: OECD ülkeleri üzerine Ekonometrik Bir Araştırma, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21.4, 1297-1310.

Karabıçak, M. ve R. Armağan. (2004). Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkış Süreci, Çevre Yönetiminin Temelleri ve Ekonomik Etkileri, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 9.2, 203-228.

Karagöl, E. T. ve İ. Kavaz. (2017). Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji, *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı*, Sayı 197: 8.

Karasoy, A. ve S. Akçay. (2019). Effects of renewable energy consumption and trade on environmental pollution the Turkish case, *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 30.2, 437-455.

Karayılmazlar, S., N. Saraçoğlu, Y. Çabuk. ve R. Kurt. (2011). Biyokütlenin Türkiye’de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 13.19, 64.

Kavaz, İ. (2019). Yerli ve Milli Enerji Ekseninde Kömür, *Siyaset Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı Dergisi*, Sayı 265.7.

Kavcıoğlu, Ş. (2019). Yenilenebilir Enerji ve Türkiye, *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 11.21, 216-222.

Kaypak, Ş. (2013). Çevre Sorunlarının Çözümünde Küresel Çevre Politikalarının Önemi, *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 31, 17-34.

Kılıç, C., Ü. Kurt, ve F. Balan. (2020). Kentleşme Ve Sanayileşmenin CO₂ Emisyonu Üzerindeki Etkisi: Türkiye İçin ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8.2, 183-184.

Kılıç, R. ve G. Akalın, (2016). Türkiye’de Çevre ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 49-59.

Kızılkaya, O., E. Sofuoğlu, ve O. Çoban. (2016). Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve Çevre Kirliliği Analizi: Türkiye Örneği, *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6.2, 260-269.

Koç, E. ve M. C. Şenel. (2013). Dünya’da ve Türkiye’de Enerji Durumu Genel Bir Değerlendirme, *Mühendis ve Makine Dergisi*, 54.369, 33.

Koçak, E. (2014). Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisinin Geçerliliği: ARDL sınır testi yaklaşımı, *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2.3, 62-73.

Koçaslan, G. (2020). Dünya’da ve Türkiye’de Güneş, Rüzgâr ve Jeotermalde Güncel İktisadi Görünüm, *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13.2. 213-226.

Korkmaz, A. A. ve M.B. Deniz. (2019). Sürdürülebilir Temiz Enerji Biyokütle: Enerji Üretimindeki Payı ve Ekonomiye Katkıları, II. Uluslararası Battalgazi Multidisipliner Çalışmalar Kongresi Tam Metin Kitabı.

KPMG. (2020). Sektörel Bakış Raporu, İstanbul.

Kuşkaya, S. ve F. Bilgili. (2019). Yenilenebilir Enerji Kaynağı Kullanımının Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkisinin Araştırılması: Sürekli Dalgacık Uyumu Modeli Yaklaşımı, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19.4, 41-42.

Lebe, F., (2016). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Türkiye için Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 2/17.

Liu, X., S. Zhang, ve J. Bae. (2017). The impact of renewable energy and agriculture on carbon dioxide emissions: Investigating the environmental Kuznets curve in four selected ASEAN countries, *Journal of Cleaner Production*, Sayı 164, 1239-1247.

Menteşe, S. (2017). Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Toprak, Su ve Hava Kirliliği: Teorik Bir İnceleme, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10.53, 385-387.

OECD (2020a). Air and GHG emissions, Erişim: <https://data.oecd.org>, Erişim Tarihi: 27 Mart 2020.

OECD (2020b). Crude oil import prices, Erişim: <https://data.oecd.org>, Erişim Tarihi: 27 Mart 2020.

Okumuş, İ. (2020). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Tarım ve CO₂ Emisyonu İlişkisi, *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6.1, 21-34.

Okumuş, İ. ve C. Bozkurt. (2020). Ekonomik Büyümenin Çevreye Etkilerinin Farklı Gelişmişlik Düzeyindeki Ülkeler İçin İncelenmesi, *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19.1, 238-255.

Oral, F., R. Behçet, ve K. Aykut. (2017). Hidroelektrik Santral Rezervuar Verilerinin Enerji Üretimi Amaçlı Değerlendirilmesi, *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 2.6, 31-33.

Oral, M. (2020). Türkiye’nin Güneş Enerjisi Potansiyeli ve PV2 Uygulamalarının Yerel Ölçekte Değerlendirilmesi: Karabük İli Örneği, *International Journal of Geography Education*, Sayı 42.

Oran, İ. B., (2020). Türkiye’nin Enerji Stratejisi ve Geleceğe Yönelik Hedefler, *TURAN-SAM Uluslararası Bilimsel Hakemli Dergisi*, 12.45.

Orman, H. L., S. Ceylan, ve B. Yılmaz Şahin. (2019). Dış Ticaret ve Çevre Kirliliği İlişkisi: Panel Veri Analizi, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 18.71, 1483.

Örnek, İ. ve S. Türkmen. (2019). Gelişmiş ve Yükselen Piyasa Ekonomilerinde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi' nin Analizi, *Ç. Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28.3, 110.

Özcan, C. C., M. Gerçekler, ve İ. Özmen. (2016). Turizm ve Çevre İlişkisinin Ekonometrik Analizi, Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Merkezi Bildiriler Kitabı.

Özdemir, B. K. ve K. Koç. (2020). Türkiye'de Karbon Emisyonları, Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme, *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 11.1, 66-86.

Özgür, E. (2020). Türkiye'de Güneş Enerjisi, TMMOB Odası Türkiye'nin Enerji Görünümü Raporu, Sayı 717, 297-298.

Özgür, E. M. (2017). Nüfus Dinamikleri, Çevre ve Sürdürülebilirlik, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 15.1, 2.

Özsoy, C. E. ve A. Dinç. (2016). Türkiye'nin Fosil Enerji Kaynaklı Sorunlarına Düşük Karbonlu Bir Çözüm: Yeşil Ekonomi, Econ World 2016 London.

Öztürk, S. ve M. İ. Gülen. (2019). Çevresel Kuznets Hipotezinin Türkiye İçin Geçerliliğinin Ampirik Analizi: 1960-2014 Dönemi ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 8.16, 219.

Öztürk, S. ve S. Saygın. (2020). Türkiye'de Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi, *Al-Farabi International Journal of Social Sciences*, 1.5, 105.

Özüpekçe, S. (2019). Sanayileşme-Kentleşme ve Çevre İlişkisi: Gaziantep Şehri Örneği, IMCOFE 2019 Antalya

Pata, U. K. (2018). Renewable energy consumption, urbanization, financial development, income and CO₂ emissions in Turkey: Testing EKC hypothesis with structural breaks, *Journal of Cleaner Production*, Sayı 187, 770-779.

Pata, U. K. (2019). Environmental Kuznets Curve and Trade Openness in Turkey: Bootstrap ARDL Apporach with a Structural Break, *Environmental Science and Pollution Research*, 26. 20264-20274.

Pata, U. K. ve S. Yurtkuran. (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Nüfus Yoğunluğu Ve Finansal Gelişmenin CO₂ Salımına Etkisi: Türkiye Örneği, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, Prof. Dr. Harun Terzi Özel Sayısı, 303-318.

Seymen, D. (2005). Dış Ticaret ve Çevre ilişkilerinin Dengelenmesi: Sürdürülebilir Ticaret, Teori ve Türkiye Değerlendirmesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7.3, 100-105.

Shahbaz, M., S. A. Solarin, ve S. Hammoudeh. (2017). Bounds testing approach to analyzing the environment Kuznets curve hypothesis with structural beaks: The role of biomass energy consumption in the United States, *Energy Economics*, 68, 548-565.

Sinha, A. ve M. Shahbaz. (2018). Estimation of Environmental Kuznets Curve for CO₂ emission: Role of renewable energy generation in India, *Renewable Energy*, 119, 703-711.

Sofracı, İ. E. ve G. Güney. (2019). Türkiye’de Petrol Piyasasında Regülasyon Uygulamalarının Değerlendirilmesi, *Al-Farabi International Journal on Social Sciences*, 4.3, 138-139.

Solmaz, S. A. (2019). Sürdürülebilir Turizm ve Çevre Politikaları, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12.66, 1176-1178.

Sözen, E., G. Gündüz, D. Aydemir, ve E. Güngör. (2017). Biyokütle Kullanımının Enerji, Çevre, Sağlık ve Ekonomi Açısından Değerlendirilmesi, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 1.19, 149.

Sugiawan, Y. ve S. Managi. (2016). The environmental Kuznets curve in Indonesia: Exploring the potential of renewable energy, *Energy Policy*, 98, 187-198.

Şahin, G. ve L. Gökdemir. (2019). Kentleşmenin Çevre Kalitesi Üzerindeki Etkisi: Türkiye Olgu Örneği, *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7.18, 187-188.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2020.

Teneler, G. (2020). Türkiye’de Rüzgar Enerjisi, TMMOB Raporu 2020.

Terizoğlu, H., M. Arslan, ve H. D. Demirok. (2019). Rüzgâr Enerjisi İle Elektrik Üretimi, *Mühendislik Alanında Araştırma Makaleleri*, Kitap Bölümü, 227.

Topal, M. ve B. I. Arslan. (2008). Biyokütle Enerjisi ve Türkiye, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, Sayı 7.

Topçu, C. ve D. Yünsel. (2012). Yenilenebilir Enerji Raporu, *Çukurova Kalkınma Ajansı*, Sayı 3.

Tutar, F. ve M. V. Eren. (2011). Geleceğin Enerjisi: Hidrojen Ekonomisi ve Türkiye, *International Journal of Economic and Administrative Studies*, Sayı 6.

Tutumlu, R. (2018). Radyoaktif Kirlenme Üzerine, Çevre Bilgicim.

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Günümüzde Nükleer Enerji, 2017.

Türkmen, S. (2019). Gelişmiş ve Yükselen Piyasa Ekonomilerinde Sürdürülebilir Enerji: Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı, *Ç. Ü. Sosyal Bilimler Üniversitesi Dergisi*, 28/3: 112.

Türkyılmaz, O. (2020). Türkiye’nin Enerji Görünümü, *TMMBO Makine Mühendisleri Odası Raporu*, Yayın No 717.

Usta, C. (2016). Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Bölgesel Analizi, *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 2/2: 182.

Uysal, D. ve H. Yapraklı. (2016). Kişi Başına Düşen Gelir, Enerji tüketimi ve Karbondioksit (CO₂) emisyonu arasındaki ilişkinin Yapısal Kırılmalar Altında Analizi: Türkiye Örneği, *Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, Sayı 31: 188.

Uysal, D., K. Ç. Yılmaz, ve T. Taş. (2015). Enerji İthalatı ve Cari Açık İlişkisi: Türkiye Örneği, *Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3/1: 64.

Ünüvar, İ. ve S. Keskinç. (2020). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi G20 Ülkeleri Örneği (2000-2016), *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 16/2: 252.

World Bank (2020). Dünya Kalkınma Göstergeleri Veri Tabanı, Erişim: <https://data.worldbank.org>, Erişim Tarihi: 27 Mart 2020.

Yanar, R. ve G. Kerimoğlu. (2011). Türkiye’de Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Cari Açık İlişkisi, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3/2: 193.

Yardımcıoğlu, F. ve F. Savaşan. (2009). Ekonomik Büyüme Çevre Kirliliği İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezini Yeniden Değerlendirmek, *Uluslararası Çevre ve Ahlak Sempozyumu*, 4/6: 1163-1164.

Yaylı, H. (2012). Çevre Etiği Bağlamında Kalkınma, Çevre ve Nüfus, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1/15: 156-157.

Yılmaz, A. ve E. Yanarateş. (2020). Öğretmen Adaylarının “Su Kirliliği” Kavramına Yönelik Metaforik Algılarının Veri Çeşitlemesi Yoluyla Belirlenmesi, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28/3: 1503.

Yılmaz, E. A. ve H.C. Öziç. (2018). Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Gelecek Hedefleri, *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 3/8: 531.

Yurtkuran, S. ve H. Terzi. (2018). Çevresel Kuznets Eğrisinin Ampirik Olarak Analizi: Meksika Örneği, *International Journal of Economic and Administrative Studies*, Sayı 20: 269.

Zoundi, Z. (2017). CO₂ emissions, renewable energy and the Environmental Kuznets Curve, a panel cointegration approach, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı 72: 1067-1075.