



T.C.

**BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YENİLENEBİLİR ENERJİNİN MAKROEKONOMİK
DEĞİŞKENLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

HATİCE ÖNDER

DANIŞMAN

DOÇ. DR. AHMET KAMACI

BARTIN-2021



T.C

**BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİNİN MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLER
ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hatice ÖNDER

BARTIN - 2021

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Ahmet KAMACI danışmanlığında hazırlamış olduğum “YENİLENEBİLİR ENERJİNİN MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

.../.../.....

Hatice ÖNDER



ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanma sürecinde çok değerli kişilerin katkıları bulunmaktadır. Geçirmiş olduğum bu zorlu süreçte desteğini esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Ahmet KAMACI' ya, sonsuz sevgi ve saygılarımı sunuyorum.

Hayatım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen, bugünlere gelmemi sağlayan, haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim sevgili babam Nidai ÖNDER, annem Kezban KIRMIZI ÖNDER, ablam Dilek ÖNDER ASLAN, abim Volkan ÖNDER, dünyaya gelmek için sabırsız davranan, hayatta en önemli şeyin gerçek bir aile olduğunu bir kez daha bana anımsatan ve tez sürecimin ucundan da olsa şahit olmayı başaran biricik yeğenim Tuna Çağan ASLAN' a yanımda oldukları için teşekkür ederim.

Hatice ÖNDER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YENİLENEBİLİR ENERJİNİN MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Hatice ÖNDER

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İktisat Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet KAMACI

Bartın-2021, sayfa: 118

Enerji, genel itibariyle “iş yapabilme yeteneği” şeklinde tanımlanmaktadır. Geçmişten günümüze en temel gereksinimlerden biri haline gelen enerji dünya için vazgeçilmez bir hale gelmiştir ve yemeğin pişmesinde, konutları ısıtma ve soğutma faaliyetlerinde, elektronik aletlerin kullanılmasında, ulaşımda, iletişim ve haberleşmede, endüstriyel faaliyetlerde olmak üzere birçok farklı alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Toplumların medenileşmesinde faydalanılan bir alan olan enerji kaynakları oldukça az miktarda olmasına rağmen bilim ve teknoloji olanaklarıyla başka maddelerin de enerjiye kaynaklık etmesi enerji kaynaklarını çeşitlendirmiştir. Enerji kaynakları çeşitlerinin birçok sınıflandırmaları olsa da kullanılışlarına göre enerji kaynakları ve dönüştürülebilirliklerine göre enerji kaynakları olmak üzere iki başlık altında oluşmaktadır. Kullanılışlarına göre enerji kaynakları kendi içinde yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yenilenemez enerji kaynakları, tek kullanımlık şeklinde nitelendirilebilecek kadar uzun vadede kendini yenileyebilen fosil yakıtlardan oluşup kömür, petrol ve doğalgaz olmak üzere üçe ayrılır. Yenilenebilir enerji kaynakları ise doğada sınırsız halde bulunan ve devamlı bir şekilde oluşumu gerçekleşen enerji kaynağı olarak tanımlanabilir. Yenilenebilir enerji kaynakları hidrolik, güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle, dalga ve gel-git, hidrojen olmak üzere yedi alt gruba ayrılır. Dünyada enerji üretiminde daha çok fosil yakıtların kullanıldığı bilinmektedir. Aynı zamanda dünyadaki yenilenemez enerji kaynaklarının rezervlerine bakıldığında petrolün 40 yıl, doğalgazın 62 yıl ve kömürün ise

216 yıl yeteceğini araştırmalar bize söylemektedir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının doğada yenilenme süresi yüzyılları alması ve dünyada dağılımları eşit olmaması gibi sebeplerle ülkelerin çoğu enerji konusunda dışa bağımlıdır. Bunun önüne geçilebilmesi için yenilenebilir enerji kaynakları kullanılması ülkelere avantaj sağlamaktadır. Bir ülkede yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması ekonomik açıdan yeni malların üretilmesine bu sayede üretim sürecinin artmasına ve ülkenin büyümesine katkı sunacaktır. Yeni tesislerin kurulması da yeni iş imkânlarının oluşumuna katkı sunarak işsizliğin azaltılması konusunda yardımcı olacaktır. Çevre faktörü konusunda da yenilenebilir enerji kaynaklarının tam bir doğa dostu olması hava kirliliğinin artmasına engel teşkil etmesi açısından diğer önemli bir avantajdır. Bu tezde amacımız yüksek gelirli ve orta gelirli olan belirli ülke gruplarında panel veri analizi yöntemini kullanarak yenilenebilir enerjinin makroekonomik değişkenler üzerindeki etkilerinin neler olduğunu araştırmaktır. Bu kapsamda makroekonomik değişkenler olarak büyüme, dış ticaret (ihracat, ithalat) ve işsizlik ele alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre yüksek gelirli ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının işsizlik üzerindeki etkisi anlamsız çıkarken, ihracat ve ithalat üzerindeki etkisi pozitif, büyüme üzerinde ise negatif bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Orta gelirli ülkelerde ise yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının büyüme üzerindeki etkisi anlamsız çıkarken, işsizlik üzerindeki etkisi pozitif, ihracat ve ithalat üzerindeki etkisi ise negatif olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Büyüme, dış ticaret, ihracat, işsizlik, ithalat, yenilenebilir enerji

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

THE IMPACT OF RENEWABLE ENERGY ON MACROECONOMIC VARIABLES

Hatice ÖNDER

Bartın University

Graduate School

Department of Economics

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet KAMACI

Bartın-2021, pp: 118

Energy is generally defined as the ability to do work. Energy, which has become one of the most basic requirements from the past to the present, has become indispensable for the world and has started to be used in many different areas such as cooking food, heating and cooling activities in houses, using electronic devices, transportation, communication and industrial activities. Although the energy resources, which are an area benefited from in the civilization of societies, are quite scarce, the fact that other materials are also sources of energy with the possibilities of science and technology has diversified the energy resources. Although there are many classifications of energy sources, they are divided into two categories: energy sources according to their use and energy sources according to their convertibility. According to their use, energy sources are divided into two as non-renewable and renewable energy sources. Non-renewable energy sources consist of fossil fuels that can renew themselves in the long term that can be described as disposable and are divided into three as coal, oil and natural gas. Renewable energy sources, on the other hand, can be defined as an energy source that is unlimited in nature and that is constantly formed. Renewable energy sources are divided into seven subgroups: hydraulic, solar, wind, geothermal, biomass, wave and tidal, hydrogen. It is known that fossil fuels are used mostly in energy production in the world. At the same time, when we look at the reserves of non-renewable energy resources in the world, researches tell us that oil will last for 40 years, natural gas for 62 years and coal for 216 years. Most of the countries are dependent on

foreign energy for reasons such as the renewal period of non-renewable energy sources takes centuries in nature and their distribution is unequal in the world. In order to prevent this, the use of renewable energy sources provides advantages to countries. The increase in the use of renewable energy resources in a country will contribute to the production of new goods economically, thus increasing the production process and the growth of the country. The establishment of new facilities will also contribute to the creation of new job opportunities and will help reduce unemployment. In terms of environmental factor, the fact that renewable energy sources are completely nature-friendly is another important advantage in terms of preventing the increase of air pollution. In this thesis, our aim is to investigate the effects of renewable energy on macroeconomic variables by using panel data analysis method in certain high-income and middle-income country groups. In this context, growth, foreign trade (exports, imports) and unemployment are discussed as macroeconomic variables. According to the results of the analysis, while the effect of the use of renewable energy sources on unemployment in high-income countries is insignificant, it has been found to have a positive effect on exports and imports and a negative effect on growth. In middle-income countries, the effect of the use of renewable energy sources on growth is insignificant, while the effect on unemployment is positive and the effect on exports and imports is negative.

Keywords: Export, external trade, growth, import, renewable energy, unemployment

İÇİNDEKİLER

BEYANNAME	ii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
GİRİŞ.....	1
1. ENERJİ KAVRAMI, ÇEŞİTLERİ, KAYNAKLARI VE DÜNYA’DA ENERJİNİN GÖRÜNÜMÜ.....	4
1.1. Enerji ve Gelişimi.....	4
1.2. Enerji Çeşitleri	5
1.3. Enerji Kaynakları	5
1.3.1. Kullanılışlarına Göre Enerji Kaynakları.....	7
1.3.1.1.Yenilenemeyen Enerji Kaynakları.....	7
1.3.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	11
1.3.2. Dönüştürülebilirliklerine Göre Enerji Kaynakları.....	31
1.3.2.1. Birincil Enerji Kaynakları.....	31
1.3.2.2. İkincil Enerji Kaynakları	31
1.4. Yüksek Gelirli ve Orta Gelirli Olan Ülkelerde Yenilenebilir Enerjinin Görünümü	31
2. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLER İLE İLİŞKİSİ ÜZERİNE TEORİK ÇERÇEVE VE TÜRKİYE’ DE ENERJİNİN GÖRÜNÜMÜ.....	35
2.1. Yenilenebilir Enerjinin Makroekonomik Değişkenler İle İlişkisi Üzerine Teorik Çerçeve	35
2.1.1. Yenilenebilir Enerji – Ekonomik Büyüme İlişkisi	35

2.1.2. Yenilenebilir Enerji – Dış Ticaret İlişkisi	38
2.1.3. Yenilenebilir Enerji – İşsizlik İlişkisi	38
2.2.Literatür	45
2.2.1. Yenilenebilir Enerji – Ekonomik Büyüme.....	45
2.2.1.1. Panel Veri Çalışanlar	46
2.2.1.2. Tek Ülke Çalışanlar.....	52
2.2.1.3. Türkiye’yi Çalışanlar	53
2.2.2. Yenilenebilir Enerji - Dış Ticaret	55
2.2.3. Yenilenebilir Enerji – İşsizlik.....	60
2.3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Görünümü.....	64
3. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLER	
ÜZERİNDEKİ ETKİSİ ÜZERİNE AMPİRİK ANALİZ.....	80
3.1 Metodoloji.....	80
3.1.1. Panel Veriler Ekonometrisi.....	80
3.2. Kullanılan Veri Seti	82
3.2. Ekonometrik Modeller	84
3.3. Yüksek Gelirli 49 Ülke İçin Ekonometrik Analiz Sonuçları.....	86
3.4. Orta Gelirli 77 Ülke İçin Ekonometrik Analiz Sonuçları	93
SONUÇ	101
KAYNAKLAR.....	105

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
1. 1: Jeotermal sistemin şematik gösterimi	23
1. 2: 49 yüksek gelirli ülkenin yenilenebilir enerji tüketim verileri (2018, %).....	32
1. 3: 77 orta gelirli ülkenin yenilenebilir enerjisi tüketim verileri (2018, %)	33
2. 1: Kuznets Eğrisi	36
2. 2: Çevresel Kuznets Eğrisi	37
2. 3: Dünya'da yenilenebilir enerji istihdamı (2012-2019)	40
2. 4: Yüksek gelirli ülkelerde yenilenebilir enerjide toplam istihdam (2019).....	41
2. 5: Orta gelirli ülkelerde yenilenebilir enerjide toplam istihdam (2019).....	43
2. 6: Türkiye'de yenilenebilir enerji istihdamı (2019).....	44
2. 7: Yenilenebilir kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin Türkiye toplam üretimi içindeki payının yıllar itibariyle gelişimi	67
2. 8: 2019 yılı Türkiye'nin yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisi üretiminin dağılımı	68
2. 9: Türkiye'nin yıllar itibari ile yenilenebilir enerji tüketimi (1996-2018).....	69
2. 10: Türkiye'deki hidroelektrik enerji santrallerinin dağılımı	70
2. 11: Güneş kaynağı ve güneş enerjisi potansiyeli (Türkiye)	71
2. 12: Güneş kaynağı ve güneş enerjisi potansiyeli (Almanya)	72
2. 13: Türkiye'de bölgelere göre jeotermal enerji potansiyeli	75
2. 14: Türkiye jeotermal enerji kaynak alanları ve sıcaklık dağılımı	76
2. 15: 2019 yılı Türkiye elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre dağılımı	77

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
1. 1: Dünya'daki enerji kaynakları	6
1. 2: (devam ediyor) Hidroelektrik üreticileri (2018 verileri)	13
1. 3: (devam ediyor) Net kurulu kapasite ve ilk 10 hidroelektrik üreticisi (2018 verileri) .	14
1. 4: Güneş PV elektriği üreticileri (2018 verileri)	17
1. 5: Net kurulu kapasite ve ilk 10 güneş PV elektriği üreticisi (2018 verileri).....	18
1. 6: Rüzgar elektriği üreticileri (2018 verileri)	21
1. 7: (devam ediyor) Net kurulu kapasite ve ilk 10 rüzgâr elektriği üreticisi (2018 verileri)	21
1. 8: (devam ediyor) Dünya'daki biyokütle enerji miktarı (Mtoe-milyon ton petrol eş değeri).....	25
2. 1:Yenilenebilir kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin Türkiye toplam üretimi içindeki payının yıllar itibariyle gelişimi (birim GWh)	66
2. 2: HES potansiyel durumu	70
2. 3: Ülkelere göre Dünya'da güneş enerjisi santrali kurulu gücü listesi.....	73
2. 4: Ülkelere göre Dünya'da rüzgâr santrali kurulu gücü listesi	74
2. 5: Ülkelere göre Dünya'da jeotermal enerji kurulu gücü	77
2. 6: 2019 yılı Türkiye elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre dağılımı	78
2. 7: Yıllık elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı (2019 ve 2020 yılı karşılaştırma)	79
3. 1: Dünya Bankası 2020 yılı gelir grubu aralıkları	83
3. 2: Çalışma kapsamına dâhil edilen yüksek ve orta gelirli ülkeler	83
3. 3: Modellerde değişkenlerin gösterimi.....	84
3. 4: Yüksek gelirli ülkelerin özet istatistikleri (1996-2018)	85
3. 5: Orta gelirli ülkelerin özet istatistikleri (1996-2018)	86
3. 6: Tüm modellerde yatay kesit bağımlılığının Pesaran, Friedman ve Frees testleri ile sınanması.....	87
3. 7: Değişkenlere ait Pesaran birim kök test sonuçları	88
3. 8: Model 1, 2, 3 ve 4'ün sabit etkiler, rassal etkiler ve Hausman testi sonuçları	89
3. 9: Tüm modellerde otokorelasyonun Bhargava, Franzini ve Narendranathan' ın Durbin- Watson ve Baltagi–Wu'nun Yerel En İyi Değişmez testleri ile sınanması.....	90

3. 10: Model 2’de otokorelasyon için Lagrange çarpanı ve Düzeltilmiş Lagrange çarpanı testleri.....	91
3. 11: Model 1, Model 3, Model 4 İçin Değiştirilmiş Wald testi	92
3. 12: Model 2 için Levene, Brown ve Forsythe testi	92
3. 13: Model 1, 2, 3 ve 4 için Driscoll/Kraay tahmincisi sonuçları.....	93
3. 14: Model 5, 6, 7 ve 8’de yatay kesit bağımlılığının Pesaran, Friedman ve Frees testleri ile sınanması.....	94
3. 15: Değişkenlere ait Pesaran birim kök test sonuçları	95
3. 16: Model 5, 6, 7 ve 8’de sabit etkiler, rassal etkiler ve Hausman testi sonuçları	96
3. 17: Model 5, 6, 7 ve 8’de otokorelasyonun Bhargava, Franzini ve Narendranathan’ın Durbin - Watson ve Baltagi – Wu’nun Yerel En İyi Değişmez testleri ile sınanması	97
3. 18: (devam ediyor) Model 5 ve 7’de otokorelasyon için Lagrange Çarpanı ve Düzeltilmiş Lagrange Çarpanı testleri.....	97
3. 19: Model 5 ve 7 için Levene, Brown ve Forsythe testi	98
3. 20: Model 6 ve Model 8 için Değiştirilmiş Wald testi	99
3. 21: Model 5, 6, 7, 8 için Driscoll/Kraay tahmincisi sonuçları	99

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

GW	: Gigawatt
GWh	: Gigawatt saat
kWh	: Kilowatt saat
MW	: Megawatt
MWe	: megawatt elektrik
TWh	: Terawatt saat

KISALTMALAR

APEC	: Asya-Pasifik Ekonomik İşbirliği
GSMH	: Gaysi Safi Milli Hâsıla
GSYH	: Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
HGD	: Hesaplanabilir Genel Denge Modeli
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
IMF	: Uluslararası Para Fonu
IRENA	: International Renewable Energy Agency (Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı)
IO	: Girdi – Çıktı Modeli
JEDI	: İstihdam Ekonomik Kalkınma Modeli
LPG	: Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
OAPEC	: Petrol İhraç Eden Arap Ülkeleri Birliği
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
PURPA	: Kamu Tesisleri Düzenleme Politikası Kanunu
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
WB	: Dünya Bankası

GİRİŞ

Enerji, insanlığın tarihinden bu yana kişiler ve devletler açısından önemli bir kavram niteliğindedir. 18. yüzyılda başlayan sanayi devriminin başlamasıyla makineleşmenin ve üretimin artması tükenbilir enerji kaynaklarını daha çok önemli hale getirmiş ve bu kaynakların kullanılmasında giderek bir artış gözlemlenmiştir. Ancak yenilenemeyen enerji kaynaklarının çevre kirliliğine yol açtığı gerçeği önemsenmemiştir. Bunun yanında yenilenemeyen enerji kaynaklarının yeryüzünde eşit ve dengeli dağılmış olmamalarından kaynaklı enerji kaynakları konusunda bereketli fakat enerji güvenliği konusunda zayıf olan ülkeler sömürülme tehlikesiyle karşı karşıya kalmış ve birçok ülke sömürülmüştür (Akusta ve Cergibozan, 2020: 430).

Yaşamın sürdürülebilmesi için üretimde ana girdi olan enerjinin talebi gün geçtikçe artmaktadır. Ekonominin kalkınmasında ve büyümesinde etkili güçlerden birisi olan enerji toplumların gelişmesinin sürdürülmesinde de aktif rol oynamaktadır. Teknolojinin gelişmesi, refah seviyesinin yükselmesi, nüfusun ve şehirleşmesinin artması, sanayileşmeden kaynaklı üretimin artması gibi nedenlerden dolayı dünyadaki toplam enerji tüketiminde de artış gözlemlenmektedir. Bunun sonucunda global refahın artmasıyla enerji talebinde de bir artış yaşanmaktadır. Ekonomilerin gelişmesini ve toplumsal refahı belirlemede ölçüt olarak belirlenen enerji tüketiminin, birçok çalışmanın sonucunda da ülkesel kalkınma ve gelişmişlik seviyesi ile enerji tüketimi ilişkisinin pozitif olduğu saptanmıştır (Arslan ve Solak, 2019: 1382).

Enerji sektörlerindeki değişim küresel iklimin değişmesi, enerji arz güvenliğinde oluşan problemler sebebiyle mecburileşmektedir. Enerji sektöründeki değişimde, teknolojinin gelişmesi, devletin uygulamış olduğu farklı teşvik politikaları 1990'ların ardından etkili olmuştur. Bunun gibi gelişmelerin gerçekleşmesiyle ülkelerde ilgi yenilenebilir enerji kaynaklarına kaymış ve gelecek için de bu konuda hedeflerini belirlemeye başlamışlardır. Örnek verilecek olursa Danimarka'nın %100, Litvanya ve Almanya'nın %60 yenilenebilir enerji hedeflemesi, enerji sektörlerinde beklentiyi artırmaktadır (Afşar ve Özarslan Doğan, 2021: 550).

Enerji kaynaklarını farklı şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Bu sınıflandırmalardan bir tanesi yenilenemez enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynakları şeklindedir.

Yenilenemez enerji kaynakları çeşitleri kömür, petrol, doğalgaz (fosil kaynaklı) ve uranyum, toryum (çekirdek kaynaklı) şeklindedir ve dünyanın enerji tüketimine bakıldığında %85'ten fazlasını fosil yakıtlar oluşturmaktadır. Dünya fosil enerji arzına bakıldığında ise giderek azalan bir özelliğe sahip olduğu için ülkeler yeni arayışlara başlamışlardır. Bu arayışların sonucunda ise cevabı temiz ve güvenilir olan yenilenebilir enerji kaynakları vermiş olup enerjinin alternatif yollarına yönelmişlerdir. Yenilenebilir enerji çeşitlerine bakıldığında hidrolik, güneş, biyokütle, rüzgâr, jeotermal, dalga ve gel-git, hidrojen gibi türlere ayrılmaktadır (Bekar, 2020).

Tezin konusu yenilenebilir enerjinin makroekonomik değişkenler üzerindeki etkisi olup makroekonomik değişkenler olarak ekonomik büyüme (GSYH), işsizlik ve dış ticaret (ihracat ve ithalat) seçilmiştir. Öncelikle ülkelerin kendi enerji potansiyel gücünü kullanabilmesine odak nokta oluşturacak olan yenilenebilir enerji, kullanıldıkça ve bu tüketim miktarı arttıkça ülkelerin enerji konusunda dışa bağımlılığını azaltma imkânı doğacak ve böylelikle ülkelerin ekonomisinin büyüyeceğine işaret etmektedir. Ancak yenilenebilir enerjinin kullanılabilmesi için yatırımların yapılması gerekmektedir. Bu yatırımlar kapsamında tesislerin kurulması, enerji üretiminin işleyişinin sağlanması, yasal düzenlemelerin işleyişinin incelenmesi ve benzeri gibi aşamalarında ve sürekliliğinin sağlanmasında yeni iş imkânları yaratılmasına sebep olarak yenilenebilir enerjinin istihdamı arttırıp işsizliği azaltması öngörülmektedir. Yenilenebilir enerji, ülkelere yeni ticaret yolları açmasına neden oluşturarak ihracatı arttırmasına yol açabileceği ve enerji ithalatı yapan ülkelerinde ithalatlarını azaltmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Tezin konusu 1996-2018 yıllarını kapsayan 49 yüksek gelirli¹ ülkeler ve 77 orta gelirli² ülkelerin için araştırılmaktadır. Her iki ülke grubu için oluşturulan modellerin hipotezleri;

¹ ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Bahamalar, Bahreyn, Barbados, Belçika, Birleşik Krallık, Brunei Sultanlığı, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hollanda, Hong Kong, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kore Cumhuriyeti, Kuveyt, Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Macaristan, Makao Özel İdare Bölgesi – Çin, Malta, Mauritius, Norveç, Panama, Polonya, Portekiz, Porto Riko, Romanya, Singapur, Slovak Cumhuriyeti, Slovenya, Suudi Arabistan, Şili, Umman, Uruguay, Yeni Zelanda, Yunanistan.

² Arjantin, Arnavutluk, Azerbaycan, Bangladeş, Belarus, Belize, Benin, Bolivya, Bosna Hersek, Bostvana, Brezilya, Bulgaristan, Butan, Cabo Verde, Cezayir, Çin, Dominik Cumhuriyeti, Ekvador, El Salvador, Endonezya, Ermenistan, Esvatini, Fas, Fiji, Fildişi Sahili, Filipinler, Gabon, Gana, Guatemala, Güney Afrika, Gürcistan, Hindistan, Honduras, Irak, Jamaika, Kamboçya, Kamerun, Kazakistan, Kenya, Kolombiya, Komorlar, Kongo Cumhuriyeti, Kosta Rika, Kuzey Makedonya, Lübnan, Malezya, Meksika, Moldova, Moritanya, Moğolistan, Mısır Arap Cumhuriyeti, Namibya, Nepal, Nijerya, Nikaragua, Pakistan, Paraguay, Peru, Rusya Federasyonu, Senegal, Solomon Adaları, Sri Lanka, Sırbistan, Tanzanya, Tayland, Tonga, Tunus, Türkiye, Türkmenistan, Ukrayna, Ürdün, Vanuatu, Vietnam, Zambia, Zimbabve.

- Yenilenebilir enerji ekonomik büyüme ilişkisi için boş hipotez olan “ H_0 : yenilenebilir enerji büyümeyi arttırır”, alternatif hipotez olan “ H_A : yenilenebilir enerji büyümeyi arttırır” şeklinde,
- Yenilenebilir enerji işsizlik ilişkisi için “ H_0 : yenilenebilir enerji işsizliği azaltır”, “ H_A : yenilenebilir enerji işsizliği arttırır” şeklinde,
- Yenilenebilir enerji dış ticaret ilişkisi için ise H_0 : yenilenebilir enerji dış ticareti arttırır”, “ H_A : yenilenebilir enerji dış ticareti arttırır.” şeklindedir.

Çalışmada yapılacak olan panel veri analiz sonucunda da her iki ülke grubu için yenilenebilir enerjinin büyümeyi arttıracığı, işsizliği düşüreceği ve dış ticareti arttıracığı öngörülmektedir.

Bu çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde enerji kavramından bahsedilerek çeşitleri ve kaynaklarının neler olduğuna, ardından dünyadaki enerji görünümü anlatılarak yüksek gelirli ve orta gelirli ülkelerde yenilenebilir enerjiye yer verilmiştir. İkinci bölümde yenilenebilir enerji ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkinin dayandığı teorik çerçeveye, literatür çalışmalarına ve Türkiye’de yenilenebilir enerjinin görünümüne değinilmiştir. Üçüncü bölümde ise yenilenebilir enerjinin makroekonomik değişkenler (büyüme, işsizlik, dış ticaret (ihracat ve ithalat)) üzerindeki etkisini incelemek için panel veri analizi yapılmıştır. İlk olarak genel bir metodolojiden bahsedilmiş, kullanılan veri seti hakkında bilgiler verilmiş ve ekonomik modeller kurularak analiz gerçekleştirilmiştir. Ardından ise sonuçlar değerlendirilmiştir.

1. ENERJİ KAVRAMI, ÇEŞİTLERİ, KAYNAKLARI VE DÜNYA’DA ENERJİNİN GÖRÜNÜMÜ

1.1. Enerji ve Gelişimi

Enerjinin birçok açıdan tanımı yapılabilmektedir. Enerji kelimesinin köküne bakıldığında Yunanca “energon” sözcüğünden türediği görülmektedir. “Energon” sözcüğündeki “en” iç; “ergon” iş anlamına gelmektedir ve enerji bu nedenle kısaca “bir maddenin iş yapabilme yeteneği” olarak tanımlanabilmektedir (Bahar, 2005: 35). Fiziki açıdan enerji, ısı, ışık şeklinde meydana gelen güç anlamına gelmektedir (TDK, 2021).

Ekonomide enerjinin temellerine bakıldığında 18. yüzyılın sonlarında başlayan ve günümüzde hala varlığını sürdüren Sanayi Devrimi karşımıza çıkar. Sanayi Devrimi 4 evreden oluşur. Birinci evresi su ve buhar gücünün makinalarda kullanılmasıyla tarım ekonomisi yerini, sanayi ekonomisine bırakmıştır. Bunun sonucunda da mekanik enerjinin kullanılması çıktı miktarında bir artış oluşturmuş ve buharlı gemilerle sağlanan uluslararası ticaretin gelişmesinin önü açılmıştır. 20. Yüzyılın başlarında gerçekleşen Sanayi devriminin ikinci evresi, “teknolojik devrim” olarak da ifade edilmektedir. Çünkü bu evrede elektrik enerjisi fabrikalarda yerini alarak üretimde kullanılmaya başlanmıştır. Enerji kaynağı olarak da kömür yerine ham petrole geçiş sağlanmıştır. Sanayi devriminin üçüncü evresine “dijital devrim” de denir. Bu evrede bilgisayarlar üretimde devreye girmiştir ve bu da ilk defa üretimde insan gücünün azalmasına neden olmuştur. Dördüncü evre de günümüz olup bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle üretim ağının dijitalleşmesini ifade eder (Genç, 2018).

Bu sayede ekonomik anlamda enerjiyi, mal ve hizmetlerin üretimi için gerekli olan en temel üretim faktörlerinden bir tanesi şeklinde tanımlamak mümkündür. Son yüzyıllarda meydana gelen bu olaylar dünyada enerjinin konumunu önemli hale getirmiştir. Sanayi Devriminin yaşanması, üretimde çıktı oranlarının artmasına sebep olacak olan teknolojik altyapının gelişmesine, makine ve teçhizat mekanizmasının ilerlemesine yol açarak dünyada hammadde gereksiniminin payını yükseltmiştir (Soydal vd., 2012: 117).

Günümüz dünyasında durmadan artan bir nüfusun olması da enerjiye duyulan ihtiyacın giderek artmasının bir başka nedenidir. Bu durumda enerji; sanayi sektöründe, sosyal yaşamda, ekonomilerin kalkınması sürecinde zorunlu duruma gelmiştir (Koç ve Şenel, 2013: 33).

1.2. Enerji Çeşitleri

Enerjinin birçok çeşidi vardır ve bu enerji çeşitlerini mekanik (kinetik) enerjisi, ısı enerjisi, kimyasal enerji, nükleer enerji, yerçekimi enerjisi ve elektrik enerjisi olarak sıralayabiliriz.

Mekanik enerji, yararlı iş yapabilen hareket enerjisinin kinetik enerji olarak oluşmasıdır. Elektrik santrallerindeki türbinlere çarpan su mekanik enerjiye dönüşerek elektrik enerjisi üretilmesini sağlar. *Isı enerjisi*, kömür, petrol, linyit doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarının yakılması sonucu oluşur. Ev, okul, işyerleri gibi alanlarda ısınma, sıcak su ve yemek pişirme gibi alanlarda kullanılır. *Kimyasal enerji*, kimyasal tepkime ile oluşan enerjidir. Pil ve akülerde bulunur. *Nükleer enerji*, uranyum gibi atomların parçalanması ya da helyum, hidrojen gibi çekirdeklerin bir araya gelmesi sonucu oluşur. Elektrik enerjisi üretiminde kullanılır. *Yerçekimi enerjisi*, var olan bir ırmağın barajdan aşağı yer çekimi gücüyle akması türbin kanatlarının hareket etmesine neden olması elektrik enerjisi üretimini gerçekleştirir. *Elektrik enerjisi*, elektrikli aletlerin çalışmasında, aydınlatmada çok sık kullanılır (Kozak ve Kozak, 2012: 18).

1.3. Enerji Kaynakları

Hayatın her ekseninde zaruri bir ihtiyaç haline gelmiş olan enerjinin geçmişine bakıldığında daha çok fosil kaynakların (kömür ve petrol gibi) kullanıldığı görülmektedir. Ancak günümüz dünyasında çevrenin tahribata uğraması, ülkelerin enerji konusunda birbirine bağımlı olması sonucu ekonomilerinin bozulabilme olasılığı, fosil kaynakların giderek azalması sebepleri doğrultusunda yenilenebilir enerji kaynaklarına (rüzgar, güneş, hidrolik gibi) daha çok önem verilmeye başlanmıştır (Koç vd., 2018: 87).

Dünya'daki enerji kaynakları Tablo 1.1' de özet halinde gösterilmiş olup enerji kaynakları kullanışlarına ve dönüştürülebilirliklerine göre sınıflandırılabilir. Kullanışlarına göre enerji kaynakları yenilenemeyen ve yenilenebilir olmak üzere 2 alt gruba ayrılır.

Yenilenemeyen enerji kaynakları fosil kaynaklı; kömür, petrol, doğalgaz ve çekirdek kaynaklı; uranyum ve toryum olup kendi içinde ayrılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları ise hidrolik, güneş, biyokütle, rüzgâr, jeotermal, dalga, gel-git, hidrojen şeklinde sıralanabilir.

Tablo 1. 1: Dünya'daki enerji kaynakları (Koç ve Şenel, 2013)

ENERJİ KAYNAKLARI	
Kullanışlarına Göre	Dönüştürülebilirliklerine Göre
A) Yenilenemeyen (Tükenir)	A) Birincil (Primer)
1.1.1.Fosil Kaynaklı • Kömür • Petrol • Doğalgaz 1.1.2.Çekirdek Kaynaklı • Uranyum • Toryum	• Kömür • Petrol • Doğal gaz • Nükleer • Biyokütle • Hidrolik • Güneş • Rüzgâr • Dalga, Gel-git
B) Yenilenebilir (Tükenmez)	B) İkincil (Sekonder)
• Hidrolik • Güneş • Biyokütle • Rüzgâr • Jeotermal • Dalga ve Gel-Git • Hidrojen	• Elektrik, Benzin, Motorin • Mazot • Kok • Petrokok • İkinci kömür • Hava gazı • Sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG)

Dönüştürülebilirliklerine göre enerji kaynakları ise birincil ve ikincil enerji kaynakları olmak üzere iki alt dala ayrılmaktadır. Birincil enerji kaynakları, doğada var olan kaynakların doğrudan kullanılması sonucu ortaya çıkan enerji olarak ifade edilir (Yılmaz S. S., 2018: 4). Birincil enerji kaynaklarını kömür, petrol, doğalgaz, nükleer, biyokütle, hidrolik, güneş,

rüzgâr, dalga, gel-git şeklinde sıralayabiliriz. Dünya’da birincil kaynaklar ulaştırma, sanayi, bina, elektrik sektörlerinde kullanılmaktadır (Mangır vd., 2018: 963).

Birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesi sonucu elde edilen enerji türlerine ikincil enerji kaynakları denir. Yani ikincil enerji kaynaklarının oluşturulabilmesi için temel girdi birincil enerji kaynaklarıdır. Elektrik, benzin, motorin, mazot, kok, petrokok, hava gazı ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) ikincil enerji kaynakları çeşitlerini oluşturmaktadır (Koç ve Kaya, 2015: 37).

1.3.1. Kullanılışlarına Göre Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanılışlarına göre enerji kaynaklarının içerisinde yer almaktadır.

1.3.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Geçmiş yüzyıllarda hayvan ve bitki kalıntılarından meydana gelen fosil yakıtlardır. Yakın gelecekte de tükenebilmesi mümkün olmaları ve kullanıldığında kendini yenileyememe ya da yenileme süresi oldukça uzun olmaları sebepleriyle tükenebilir enerji kaynakları olarak da ifade edilebilmektedir. Yenilenemeyen enerji kaynakları büyük bir çoğunlukla yakıt olarak kullanılırlar. Genelde katı, sıvı ve gaz şeklinde yakıtlardan oluşmaktadırlar (Yapıcı ve Koldemir, 2015: 5).

Tükenen enerji kaynakları genel olarak incelendiğinde 4 tane temel özellikleri olduğu saptanmıştır. Bunlar (Aydın, 2010: 319).

- Kıt olmaları,
- Dünya’daki dağılımı eşit olmaması. Özellikle petrol ve doğalgaz miktarı dengeli değildir.
- Dönüştürülen enerji çevreye zarar vermektedir.
- Maliyetleri yüksektir.

Dünyanın çoğunluğunda en temel enerji kaynağı niteliğindedir (Çıtak ve Kılınç Pala, 2016: 82). 2007’den beri küresel enerji ihtiyacı %35,6 oranıyla petrol, %23,8 oranıyla doğal gaz kullanılması sonucu giderilmektedir (Çalışkan, 2009, 298). Petrol üretiminde %30’u geçkin

bir oranla Ortadoğu ülkeleri, doğalgaz üretiminde ABD ve Rusya, kömür üretiminde ise %45 oranıyla Çin önde gelmektedir (Yılmaz ve Can Öziç, 2018: 525).

1.3.1.1.1. Kömür

Küresel ekonomik çerçevede madenciliğin gelişme göstermesinde sanayi devrimi önemli rol oynamaktadır. Sanayi devriminin başta kömür olmak üzere çeşitli maden kaynaklarının kullanılmasıyla beraber İngiltere’de başlaması ve sonrasında farklı ülkelere yayılması önemli sonuçlar doğurmuştur. İnsanların öncesinde odun ve benzeri kaynakları kullanması bu kaynakların azalmasına neden olmuş, insanlar yeni kaynaklar bulabilme çabasına girmişlerdir ve sonrasında kömür bulunarak kullanıma sunulmuştur. 19. Yüzyıldan beri kömür ulaşımda, buhar makinelerinde, fabrikalarda, buharlı gemilerde enerji açısından önemli kaynak haline gelmiştir (Karataşer, 2016: 192).

1.3.1.1.2. Petrol

Geleneksel görüşlerce oluşumu milyonlarca yılı kapsayan petrol, Yunanca ve Latince dillerinde taş-kaya anlamını taşıyan “petra” ve yağ kelimesinin karşılığı olan “oleum” sözcüklerinin bir araya gelmesinden oluşur. Petrolün fiziksel oluşumu geçmişte denize kıyısı olan alanlarda hayvanların ve bitkilerin kalıntılarından oluşan doğal cisimlerin üstüne zaman içerisinde yerin katmanlarının üst üste çökmesinden dolayı hava almayan bir alanın oluşması bu doğal cisimlerin çürümesiyle gerçekleşir. Aynı zamanda bu zaman diliminde gerçekleşen kıta oluşumu sırasında petrol, geçirgenlik özelliği bulunan alanlara sızarak bu alanlarda toplanmıştır. Bu süreç petrolün yerin altında bulunan basınç nedeniyle geçirgenlik özelliği bulunmayan rezervuarlarda yani yataklarda sıkışıp kalmıştır. Kısaca petrol doğal olaylarla meydana gelerek kütlelerin çökmesi ve bu kütlelerin ısınması sonucu oluşur. Buna teoride organik oluşum adı verilir (Öztürk ve Karbuz, 2006; Sekin, 1999).

Petrol, zamanla geliştirilmiş yöntemlerle aydınlatma ve ısıtma alanında kullanılmasıyla binalarda gündelik yaşamda yayılma göstermiştir. 1859’da ABD’de bulunan Titusville kentinde Albay Drake’nin açtırmış olduğu kuyudan fışkırması petrolün sanayi devrimiyle beraber değerinin yükselmesine neden olmuştur (İlgar, 2018: 27).

1973 yılında gerçekleşen petrol krizinin temeli 6 Ekim 1973’te Suriye ve Mısır’ın İsrail’e saldırması sonucu Arap-İsrail savaşı başlamış olmasına dayanır. Arap ülkelerinin genelinde

ABD'nin İsrail'e destek verdiği düşüncesi vardı. Bunun etkisinden dolayı Arap ülkeleri kaybettikleri Arap topraklarını tekrar kazanmak için girilen savaşta petrolü siyasi yönden baskı oluşturmak için kullanmış ve dünyanın tümünde petrol krizi patlak vermiştir. Kısaca, 1973 Petrol Krizini, Petrol İhraç Eden Arap Ülkeleri Birliği'nin (OAPEC) gerçekleştirmiş olduğu petrol ambargosudur (Öztürk ve Saygın, 2017: 2). Uygulanan petrol ambargosundan dolayı varil başına 3\$ olan petrolün fiyatı 13\$'a yükselmiş bu yüzden de dünya resesyona girmiştir. Gelişmekte olan ülkeler petrol hesaplarını karşılayabilmek için Uluslararası Para Fonu (IMF) ve Dünya Bankası (WB) gibi kuruluşlara başvurma mecburiyetine düşmüşlerdir. Yaratılan şok diğer enerji kaynaklarına yatırımları arttırarak elektrik üretimin gerçekleştirmek için kömür ve nükleer enerjiye doğru bir kayma başlamıştır (Bayraç, 2019: 51). Petrol üreticisi olanlar ciddi gelir sağlarken, petrol ithal eden ülke ekonomileri yüksek düzeyde zarara uğramıştır. Bunun sonucunda ekonomiler hem işsizliğin hem de enflasyonun bir arada gerçekleştiği stagflasyon sürecine girmişlerdir. Bu krizden etkilenecek küçülmeye giden başlıca ülkeler ABD, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık, Japonya ve Hollanda olmuştur (Yılmaz ve Kalkan, 2017: 185).

1.3.1.1.3. Doğalgaz

Fosil yakıt sınıfından ve kökeni hidrokarbon olan doğalgaz, çok uzun yıllar öncesinde (milyonlarca) var olan hayvan ve bitki kalıntıların toprak altında yüksek derecede sıcaklığın ve basıncın gerçekleşmesi sonucu kimyasal değişime girmesiyle meydana gelir. Yani petrol gibi doğalgaz da organik oluşumludur. Doğalgazın renksiz, kokusuz ve ağırlığı pek olmayan bir yapısı vardır. Çoğunlukla petrolün bulunduğu alanlarda bulunur (Akpınar ve Başbüyük, 2011: 121).

Eski Yuna ve Mısır'da “yanan gaz” ya da “kutsal ateş” şeklinde ifade edilen doğalgazın tarihine bakıldığında eski devirlerden bu yana bilinmekte ve kullanılmakta olduğu bir enerji çeşidi olduğunu görmekteyiz. Doğalgaz sızıntısının ilk defa M.Ö. 6000 - 2000 yılları aralığında İran'da olduğu belirlenmiştir. M.Ö 900 yıllarına gelindiğinde Çin'de kullanılmaya başlanmış ve M.S. 150 yıllarında Sichuan kentinde tuz çökertme işlemini gerçekleştirmek için ve yakıt olarak kullanılmasında kuyuların açılmasıyla beraber bambu kamışlar yardımıyla taşınmıştır. M.Ö 50'lerde İtalya'nın Roma kentinde Uesta Tapınağı'nda bulunan aşk tanrıçası doğalgazın yakılmasıyla devamlı olarak alevlerle aydınlatıldığı öğrenilmiştir (Bayraç, 2018; Ertürk, 2011).

17. yüzyıla gelindiğinde İtalya’da ısınma ve aydınlatma amacıyla kullanılan doğalgaz, ilk kez üretimde yer alması 1815 yılında ABD’de Batı Virginia Charleston’daki tuz madenlerinde, ilk kez taşınması da 1883’de ABD’de boru hatlarıyla gerçekleşmiştir. Doğalgazı ticari amaçlı kullanmak suretiyle bilinen ilk ülke ise İngiltere’dir. 1920’li yıllarda doğalgazın boru hatlarıyla taşınmasından sonra artmış ve 2. Dünya Savaşı’nın ardından devamlı olarak gelişme göstermiştir. 1950’li yıllarından beri yeryüzünün birçok alanında bilhassa SSCB’de doğalgaz yataklarına rastlanmasıyla beraber kullanıma sunuldu ve milletlerarası doğalgaz piyasaları belirlemeye başladı. Doğalgazın önemi 1970’lerde gerçekleşen petrol krizlerinin ardından anlaşılmıştır. Almanya, Fransa İtalya gibi sanayileşen ülkeler doğalgaza yönelmişlerdir (Bayraç, 2018: 16).

1.3.1.1.4. Nükleer Enerji

Nükleer reaksiyonun ilki 1942 yılında University of Chicago gerçekleştirilmiş ve ABD, nükleer silah projesiyle ilk atom bombasını 6 Ağustos 1945 tarihinde Hiroşima’ya ikincisini ise bundan 9 gün sonra Nagasaki’ye fırlatmıştır. Nükleer kaynaklı ilk elektrik enerjisi 1951 yılında ABD’de bulunan bir deney santrali ile gerçekleştirilmiştir. Nükleer kaynaklı elektrik enerjisi üreten ülkeler arasında ilk sırada dünyadaki en büyük kapasiteye sahip olan ABD gelmektedir. Dünya’da içinde 24 tane yapım halinde olan toplam 112 reaktör yatırımı bulunur. Çalışır halde olan reaktörlere bakıldığında %23’ü ABD’ye, %13,5’i Fransa’ya, %12 oranındaki payı Japonya’ya aittir. Toplam elektrik üretimi içindeki nükleer enerji payları ise Fransa’da %78, Ukrayna’da %46, ABD’de %20, Alanya’da %28, Japonya’da %25, Brezilya’da %3,7, Hindistan’da %3,3, Çin’de ise %2,2’dir (Yıldırım ve Örnek, 2007). Nükleer enerjinin önemli olumsuz yönleri vardır:

- Nükleer enerjinin kurulumu diğer enerji türlerine göre oldukça yüksek sermaye gerektirdiğinden devletin yardımı olmaksızın kurulması oldukça güçtür.
- Oluşabilecek en ufak kazadan bile geri dönülemeyecek ve uzun yıllar etkisi sürebilecek bir facianın oluşmasına sebep olabilir. Bunun birçok örneği vardır;
 - 1979 yılında ABD’deki Three Mile Island (TMI) Nükleer Santrali kazası
 - Eski SSCB’deki Çernobil Nükleer Santrali kazası
 - Fukuşima Daiichi Nükleer Santrali kazası.

- Diğer bir dezavantajı ise nükleer atıkların oluşması ve depolama sorunudur. Yine bu alanlarda oluşabilecek en ufak bir kaza çevreye ve insana ciddi boyutlarda zarar verebilir (Örnek ve Gündüz, 2019).

1.3.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Fosil yakıtlarının tüketilmesi oluşumlarından daha hızlı olması sebebiyle dünya büyük bir tehlikeydedir. Bunun yanında tükenen enerji kaynaklarına ait rezervlerin kaç yıl yeteceği konusunda 40 yıl petrol, 62 yıl doğalgaz ve 216 yıl da kömür için sonucuna ulaşılmıştır. 1973'te meydana gelen Petrol Krizi nedeniyle enerji kaynaklarına karşı bakış açısı değişmiş ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanılmasında oluşan cesaretle bir kırılma meydana gelmiştir. Ülkeler buna karşı bir çözüm üretmeye çalışmışlardır. Çalışmalar neticesinde yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş giderek hızlanmıştır (Ürün ve Soy, 2016: 32).

Doğal enerji kaynakları olarak da ifade edilen yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtlarından sınırsız, güvenli, çevreye zararları çok az ve kendini yenileme süreci tüketilme sürecinden çok daha hızlı olma sebepleriyle ayrılırlar. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin çoğu sürdürülebilir bir kalkınma hedefine ulaşmada yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya yönelmişlerdir (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 259). Yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel ölçekte kullanımlarının artmasının sebebi CO₂ gaz salınımını azaltarak çevre dostu olması, enerji bağımlılığını azaltarak istihdam, dış ticaret dengesi gibi makroekonomik göstergeleri olumlu etkilemesi ve enerji arz güvenliğini sağlamasıdır (Alper, 2018: 225).

Yenilenebilir enerjinin dünya enerji üretimindeki payı 2013'te %8,5 oranda seyir göstermiştir. Bu oran 2014'te iki katından fazla yükselerek %19,1'e ulaşmıştır (Çetinkaya, 2017: 4). Görünen o ki ülkeler bilinçlenerek ekonomilerine, çevresine, insan sağlığına, teknolojilerine önem vermesiyle kendilerini korumaya aldıklarını söyleyebiliriz.

Yenilenebilir enerji kaynakları 7 başlık altında verilebilmektedir. Şimdi sırasıyla bunlar açıklanacaktır.

1.3.1.2.1. Hidrolik Enerji

Suda var olan potansiyel enerjinin kinetik enerjisine çevrilmesinden dolayı meydana gelen enerjiye hidrolik enerjisi adı verilir. Bu enerji türünden genelde nehirlerin üstünde baraj kurularak sudaki potansiyel enerjinin elektrik enerjisine çevirmek amacıyla elektrik üretmek için yararlanılır (Seydioğulları, 2013). Diğer tükenmeyen enerji kaynaklarına göre teknoloji açısından bakıldığında en fazla gelişmiş olan enerji türüdür. Enerji üretmek için hidroelektrik santrallerinden yararlanılmaktadır ve bu hidroelektrik santrallerin akarsu, pompalama ve su tutma tesisi olmak üzere üç çeşidi bulunmaktadır. Hidroelektrik enerji santrallerinde oksijen düzeyini dengeli halde tutmak için havalandırma sistemi kullanılarak nehirdeki canlıların hayatı tehlikeye girmemektedir (Önal, 2020: 86).

Hidrolik enerjinin birçok avantajı vardır. Bunlar (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 267);

- Diğer enerji çeşitlerine alternatif olması,
- Çevrenin üzerindeki etkisi en düşük seviyelerdedir.
- Çevrenin kirlenmesine sebep oluşturmaz.
- İşletme ve onarım maliyetlerinin düşüktür.
- Kaynak olarak milli bir değer taşır.
- Enerji arzı bakımından güvenilirdir.

Bunların yanında depolamalı hidroelektrik santralleri sel ve baskınların yaşanmasına engeller, sulamaları kolaylaştırır, balıkçılığın gelişmesine yardımcı olur, ağaçlandırmayı destekler, turizmin gelişmesine katkıda bulunur, ulaşımın gelişmesine yardımcı olur (Oral vd., 2017: 30).

Dağlık bölgelerin içerisinde var olan akarsuların derinliği fazla ve enli vadilerin oluşmasına sebep olduğu alanlar, baraj yapımına elverişli bölgelerdir. Dünya’da farklı bölgelerde örneğin Alpler, Apeninler, Kayalık dağları, İskandinavya, Himalaya dağları ülkemizde de Kuzey Anadolu ve Toros dağlarında var olan akarsular hidroelektrik santrallerin kurulabilmesi için elverişli alandır ve üzerlerinde oldukça fazla barajlara sahiplik ederler. Dünyanın geneline bakıldığında suyu saklama gücü en fazla olan barajlar Zambia, Rusya, Mısır ve Gana’da bulunmaktadır. Dünyanın hidroelektrik potansiyeli Afrika’da %40, Amerika’da %23, Asya’da %13, Avrupa ve Avustralya kıtasında ise toplamda %24’dür.

Afrika’da potansiyelin fazla olmasının sebebi ekvatorial bölgede bulunması ve bu bölgeye düşen yağışların fazla olmasıdır. Asya kıtasında az olmasının sebebi ise kıtanın iç kesimlerinin yağışsız olmasıdır (Atalay, 2011).

Hidroelektrik potansiyelin üç farklı çerçevesi vardır. Bunlar teorik, teknik, ekonomik çerçevedir. Dünyanın hidroelektrik potansiyeline baktığımızda brüt teorik olarak hemen hemen 40150 TWh/yıl, teknik anlamda uygulanabilirliği 14060 TWh/yıl, şu anda ekonomik çerçevede uygulanabilirliği ise 8905 TWh/yıl olarak karşımıza çıkmaktadır. 2006’da dünyadaki üretimine baktığımızda 3121 TWh kadardır. Bu miktar dünyadaki hidroelektrik potansiyelinin ekonomik çerçevede uygulanabilirliğine bakıldığında %35’ine teknik anlamda da %22’sine denk gelir. Çin dünyanın en çok hidroelektrik gücü olmasıyla beraber 118 GW kurulu gücüyle ve yılda 436 TWh üretim gerçekleştirmiştir. Bu miktar ise dünyanın hidroelektrik üretimine bakıldığında %14’üne ve yerli elektrik üretimininse %15,2’sine eş değerdir. Norveç’teki hidroelektrik enerji üretimi toplam yenilenebilir enerji üretiminin %98,5’ini oluşturmaktadır. Türkiye’nin yıllık üretimiye 45,93 TWh’dır. Türkiye hidroelektrik potansiyeline yıllık bazında teorik anlamda 433-442 TWh, teknik olarak 250 TWh, ekonomik açıdan ise 141 TWh’a sahiptir. Küçük hidroelektrik santrallerin dâhil olmasıyla bu değer yıllık 180-200 TWh değerine ulaşabilmektedir. Bu veriler çerçevesinde Türkiye %1 oranıyla Dünya’da 8, %14 oranıyla Avrupa’da 3.’dür. 2014 yılında Türkiye 40.396 GWh elektrik enerjisini hidrolik kaynaklı üretmiştir bu miktar oran olarak ise %16,1 değerine eş değerdir (Oral vd., 2017: 30).

Tablo 1.2’ de hidroelektrik üreticileri, ürettikleri miktarlar ve bu miktarların dünya toplamındaki payları yer almaktadır.

Tablo 1. 2: (devam ediyor) Hidroelektrik üreticileri (2018 verileri) (IEA, 2020)

Üreticiler	TWh	Dünya toplamının %’si
Çin Halk Cumhuriyeti	1.232	28,5
Brezilya	389	9,0
Kanada	386	8,9
ABD	317	7,3
Rusya	193	4,5
Hindistan	151	3,5

Norveç	140	3,2
Japonya	88	2,0
Vietnam	84	1,9
Fransa	71	1,6
Dünyanın Geri Kalanı	1.274	29,6
Dünya	4.325	100,0

Çin IEA'nın 2018 verilerine göre 1232 TWh hidroelektrik üretmesiyle dünya toplamının %28,5'ini oluşturarak ilk sırada yerini almıştır. İkinci sırada 389 TWh hidroelektrik üreterek dünya toplamının %9'unu oluşturmasıyla Brezilya vardır. Üçüncü olarak Brezilya'yı takip eden ülke 386 TWh ile dünya toplamındaki %8,9 payıyla Kanada olmuştur. Dünya ise toplam 4325 TWh hidroelektrik üretmiştir.

Tablo 1.3' te 2018 yılına ait 10 ülkenin net kurulu kapasitesi ve ilk 10 üretici ülke verileri yer almaktadır.

Tablo 1.3: (devam ediyor) Net kurulu kapasite ve ilk 10 hidroelektrik üreticisi (2018 verileri) (IEA, 2020)

Ülkeler	Net Kurulu Kapasite (Gw)	Ülkeler (İlk 10 üretici)	Toplam yerli elektrik üretimindeki hidroelektrik %'si
Çin Halk Cum.	352	Norveç	95,0
Brezilya	105	Brezilya	64,7
ABD	103	Kanada	59,0
Kanada	81	Vietnam	34,9
Rusya	51	Rusya	17,3
Japonya	50	Çin Halk Cum.	17,2
Hindistan	49	Fransa	12,1
Norveç	33	Hindistan	9,6
Türkiye	28	Japonya	8,4
Fransa	26	ABD	7,1
Dünyanın Geri Kalanı	414	Dünyanın Geri Kalanı	15,6

Dünya	1293	Dünya	16,2
--------------	------	--------------	------

IEA'nın 2018 verilerine göre dünyanın hidroelektrik net kurulu kapasitesi 1293 Gw, üretimi ise 4325 TWh değerindedir. Bu miktar dünyadaki hidroelektrik potansiyelinin ekonomik çerçevede uygulanabilirliğine bakıldığında %48'ine tekabül etmektedir. 2006 yılı ile karşılaştırıldığında 12 yılda %13'lük bir artış vardır. Çin'nin hidroelektrik net kurulu kapasitesine bakıldığında 352 Gw'tır. Gerçekleştirdiği üretim ise 1232 TWh, bu da dünya toplamının %28,5'i olmasıyla ilk sırada yerini almıştır. Ayrıca yerli elektrik üretiminin %17,2'sine eşdeğerdir. Norveç'in net kurulu kapasitesi 33 Gw, ürettiği enerji ise 140 TWh'dır. Norveç bu üretimiyle Dünya toplamının %3,2'sini oluştururken, toplam yerli elektrik üretiminin de %95'ine karşılık gelmektedir.

1.3.1.2.2. Güneş Enerjisi

Güneş dünyada canlıların yaşamı için var olan başlıca kaynaktır ve geçmişten günümüze tüm enerji çeşitlerinin oluşmasında (rüzgâr, deniz ve okyanus sıcaklıkları biyokütle, fosil yakıtlar vb.) direkt ve endirekt bir şekilde etkili olmuştur. Güneş enerjisi, birincil enerji kaynakları içerisinde en eski enerji çeşididir ve bu enerji çeşidi kullanılarak gerçekleştirilen ilk alet kullanımı, milattan önce 215 yılında Syracuse'yı kuşatan gemileri güneş ışıını odaklama yöntemi ile yakan Arşimet tarafından gerçekleştirilmiştir (Kapluhan, 2014; Altuntop ve Erdemir, 2013).

Çevre faktörü düşünüldüğünde güneş enerjisi temiz bir enerji türüdür ve bu özelliğiyle yenilenemez enerji kaynaklarına alternatif konumdadır. Dünyaya her yıl düşmekte olan güneş ışıını enerjisi, yeryüzünde bilinen tüm yenilenemez enerji rezervlerinden 160 kat, bir yılda üreteceği enerji de fosil, nükleer ve hidroelektrik faaliyetlerinden 15.000 kat daha fazladır (Varınca ve Gönüllü, 2006: 270).

Güneş enerjisi, günümüzde geliştirilen sistemler ile birlikte daha çok ısı ve elektrik ihtiyacını gidermek için kaynak oluşturmaktadır. Bunların yanında sıcak su, soğutma, sanayide proses ısı üretimi, tarım alanında sulama, kurutma, pişirme gibi faaliyetler için de kaynaklık eder. Bu faaliyetleri gerçekleştirebilmek için çeşitli sistemler vardır (Acaroğlu, 2013: 47).

Geliştirilen sistemlerden en basiti ve kullanımı oldukça yaygın olanı evlerin çatılarına yerleştirilen ısı soğurucu kolektörlerdir. Bu kolektörler sayesinde binaların sıcak su ihtiyacı

karşılanmaktadır. Isıtma sistemleri ise iki yolla yapılmaktadır. Bunlardan ilki pasif sistem olarak adlandırılır ve bu sistemde evlerin mimarisi çok önemlidir. Evler güneş ışınlarının azami değerde faydalanabilir düzeyde olacak şekilde inşa edilir. İkincisi ise aktif sistemdir. Bu sistemde yüzeyi düz olan kolektörler aracılığıyla depolanan enerji bir likit akışkan yardımıyla alınır ve kazanlara ya da soğurmalı iklimlendirme aygıtına devredilir. Güneş enerjisinden faydalanma güneş panelleri, parabolik güneş panelleri ve güneş pilleri yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir. Güneş panelleri daha çok sıcak su ve binaların ısınmasında kullanılır. Parabolik güneş panelleri, U şeklindeki aynaların güneş ışınlarının geldiği yöne doğru yerleştirilmesi sonucu biriken enerjinin borularda bulunan yağı ısıtması ve bu yağın da var olan suyun ısınmasını sağlamasıyla oluşan buharın buhar jeneratörleri yardımıyla elektriğe çevirme işlemini gerçekleştirmektedir (Yerbakan, 2008: 177).

Son olarak güneş (fotovoltaik) pillerine bakmadan önce fotovoltaik kavramını açıklamak gerekirse “ışıktan gerilim üretmek” manasına gelmektedir, çoğunlukla “PV” şeklinde gösterilmektedir. Güneş pilleri, farklı türlerdeki ışıklardan elektriğin üretilmesini sağlar fakat ürettikleri enerjinin depolanmasını sağlayamazlar. Yani Güneşin doğmadığı anlarda üretilmiş olan elektrik direkt kesilmektedir. Bunun gerçekleşmemesi için akülere ihtiyaç vardır. Güneş pilleri, 1970’lerde patlak veren petrol krizi sonrasında güvenilir bir seçenek olmaya başlamış ve hızla gelişim yaşamıştır. Şu anda Almanya, İtalya ve Yunanistan gibi ülkeler güneş pillerinden yararlanmaktadır (Kocaman, 2003: 197). Güneş enerjisinin birçok avantajları vardır. Bunlar;

- Kirlilik yaratmamasından dolayı çevre dostu olması,
- Yenilenebilir enerji kaynakları içinde olması ve yeryüzünün tamamında bulunması,
- Maliyetleri kurulma aşamasında yüksek olmasına rağmen tesislerinin uzun vadeli olması sebebiyle oldukça ucuz olması,
- İşletim ve bakım masrafları diğer enerji türleriyle kıyaslandığında uygun olması,
- Dünyanın tüm noktasında bulunduğu için dışa bağımlılığı engeller ve bu sebeple güvenilir bir enerji kaynağı olması,
- Milli veya milletlerarası krizlerden etkilenmemesi,
- Konutlara kendi elektriğini üretme olanağı sağlaması

şeklinde sıralayabiliriz. Bunun yanında güneş enerjisinin olumsuz yanları da vardır. Bunlar ise;

- Hava koşullarından dolayı kesintisiz enerji üretiminin sağlanamaması,
- Havanın kapalı olduğu ve geceleri enerji üretiminin durması sebebiyle enerjinin depolanma masraflarının ortaya çıkmasından dolayı maliyetlerin artmasıdır (Karaaslan ve Gezen, 2017: 31).

Tablo 1.4’ te Güneş PV üreticileri, ürettikleri miktarlar ve bu miktarların dünya toplamındaki payları yer almaktadır.

Tablo 1.4: Güneş PV elektriği üreticileri (2018 verileri) (IEA, 2020)

Üreticiler	TWh	Dünya Toplamının %’si
Çin Halk Cumhuriyeti	177	31,9
ABD	81	14,7
Japonya	63	11,3
Almanya	46	8,3
Hindistan	40	7,2
İtalya	23	4,1
Birleşik Krallık	13	2,3
Fransa	11	1,9
Avustralya	10	1,8
Kore	9	1,7
Dünyanın Geri Kalanı	81	14,8
Dünya	554	100,0

Çin Halk Cumhuriyeti IEA’nın 2018 verilerine göre Güneş PV elektriği üreticileri arasında 177 TWh ile dünya toplamının %31,9’unu oluşturarak ilk sıraya yerleşmiştir. İkinci sırada 81 TWh ile dünya toplamının %14,7’sine denk gelerek ABD yer almaktadır. ABD’nin hemen ardından da 63 TWh ile dünya toplamındaki payı %11,3 olan Japonya gelmektedir. Dünyada üretilen toplam Güneş PV elektriği ise 554 TWh’tır.

Tablo 1.5’ te 2018 yılına ait 10 ülkenin net kurulu kapasitesi ve ilk 10 üretici ülke verileri yer almaktadır.

Tablo 1.5: Net kurulu kapasite ve ilk 10 güneş PV elektriği üreticisi (2018 verileri) (IEA, 2020)

Ülkeler	Net Kurulu Kapasite (Gw)	Ülkeler (ilk 10 Üretici)	Toplam yerli elektrik üretimindeki Güneş PV’sinin %’si
Çin Halk Cum.	175,1	İtalya	7,8
ABD	62,5	Almanya	7,1
Japonya	56,2	Japonya	5,9
Almanya	45,2	Birleşik Krallık	3,9
Hindistan	28,3	Avustralya	3,8
İtalya	20,1	Hindistan	2,5
Birleşik Krallık	13,1	Çin Halk Cum.	2,5
Avustralya	11,0	ABD	1,8
Fransa	9,6	Fransa	1,8
Kore	8,1	Kore	1,6
Dünyanın Geri Kalanı	66,4	Dünyanın Geri Kalanı	0,9
Dünya	495,4	Dünya	2,1

Tablo 1.5’ teki IEA’nın 2018 verilerine göre dünyanın Güneş PV net kurulu kapasitesi 495,4 Gw, üretimi ise 554 TWh değerindedir. Çin’in Güneş PV net kurulu kapasitesine bakıldığında 175,1 Gw’tır. Gerçekleştirdiği üretim ise 177 TWh, bu da dünya toplamının %31,9’u olmasıyla ilk sırada yerini almıştır. Ayrıca yerli elektrik üretiminin % 2,5’ine eşdeğerdir.

1.3.1.2.3. Rüzgâr Enerjisi

Tükenmeyen bir enerji olan güneş enerjisinin türbinler yardımıyla kinetik enerjiye dönüşmesi sonucu rüzgâr enerjisi ortaya çıkar. Bu cümleden de anlaşılacağı üzere rüzgâr

enerjisinin oluşabilmesi için güneş enerjisine ihtiyaç vardır. Enerjinin oluşabilmesi için gerekli olan diğer unsurlar da rüzgârın hızı ve gücüdür. Yani ortaya çıkan enerji rüzgârın gücüne, estiği süreye ve hızına bağlıdır (Özçalık ve Tezsürücü, 2012: 276).

Rüzgâr enerjisinin tarihine bakıldığında bulunan kayıtlar milattan önce 5. Yüzyılda, ilk önemli yapıtlar ise milattan sonra 7. Yüzyılda karşımıza çıkar. Rüzgâr değirmenlerinin ilki Asya kıtasında olup Güney Amerika ve Batı Avrupa’da da örneklerine rastlanmıştır. Fakat bu yapıtlar kayda geçilmesinden 200 yıl sonra yenilenmiş ve var olan bilgiler uzun yıllar dilden dile varlığını sürdürmüştür. 10. Yüzyıla gelindiğinde İran ilk düşey eksenli rüzgâr değirmenini inşa etmiştir. Yatay eksenli ilk rüzgâr değirmenlerine ise Fransa, Almanya, İngiltere ve Hollanda da rastlanmaktadır. Ancak bu rüzgâr değirmenleri sulama, tahılları ezme gibi işlemlerde kullanılmıştır (Yerbakan, 2001: 59).

19. yüzyılın sonlarına doğru rüzgâr enerjisi üretimine dair çalışma faaliyetlerine Danimarka’da ilk adım atılmış ve 1894’te rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi başarıyla sonuçlanmıştır. Kurulan rüzgâr türbinleri güç bakımından zayıf ve üretimi düşük seviyede olmuş olsa da Almanya, Birleşik Krallık ve ABD gibi ülkelerin de rüzgâr enerjisi konusunda çalışmalara başlaması önem kazanmıştır. 20. Yüzyıllarda da Avustralya, İsviçre, İtalya gibi ülkelerin de bu alana yöneldikleri görülmektedir. 1980 yılı sonlarında çalışmaların hız kazanmasıyla beraber hem kamunun hem özel sektörün desteğiyle ABD-Kaliforniya’da ilk ticari pazar kurulmuştur, 1990’larda Almanya, Hindistan, İngiltere, Danimarka, Hollanda, İsveç, İspanya gibi ülkeler de sektöre adım atmışlardır (Akova, 2008: 78).

1990’lı yıllarının başlarında Almanya yıllık 200 MW tesis kapasitesiyle Avrupa’da önemli bir gelişmeye imza atmıştır. Bunun arkasında yatan olaylar ise Ar-Ge desteğinin olması, geri alım politikalarının olması ve tesis fiyatlarının pahalı olmasıdır (Yerbakan, 2001: 65).

Rüzgâr enerjisinin avantajlarına bakıldığında aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Kalıcı enerji kaynaklarındandır.
- Havada fazla miktarda vardır.
- Tükenmeyen (yenilenebilir) enerji kaynakları içerisinde yer alıp doğa dostu olması sebebiyle temiz bir enerji kaynağıdır.

- Tabii bir kaynak olduğu için dışa bağımlılığı yoktur bu sebeple de güvenilir bir enerji kaynağıdır.
- Dünyanın neredeyse tamamına yakın alanlarında (yaklaşık %95) yararlanılabilir.
- Tesis ve işletme bakımından kolay ve onarım maliyetleri oldukça düşüktür.
- Bu tesislerin kurulmasıyla beraber yeni istihdam olanakları sağlar (Bayraç vd., 2018: 67).
- Kullanılan rüzgâr türbinleri 20-30 yıl bozulmadan faaliyette bulunabilirler.
- Rüzgâr türbinleri yer kaplamadıkları gibi bulundukları bölge tarımsal amaçlar doğrultusunda kullanılabilir.
- Hiçbir radyasyon tehlikesine yol açmaz (Yelmen ve Çakır, 2011: 6).

Rüzgâr enerjisinin avantajları olduğu gibi dezavantajları da mevcuttur. Bunları da;

- Enerjinin üretilmesi rüzgârın oluşmasına bağlı olduğu için rüzgârın kesilmesi veya azalması durumunda enerjinin oluşması direkt kesintiye uğrayacak veya azalma gösterecektir.
- İlk aşamada fazla maliyetli olabilmektedir.
- Kuşların göç ettiği dönemlerde kuş ölümlerine sebebiyet verebilmektedir.
- Türbinler devrilebilir ve yanabilir (Bayraç vd., 2018: 67).

Dünyanın rüzgâr enerjisi potansiyeli kıtalara göre sınıflandırıldığında Kuzey Amerika'da %26 (yılda 14000 TWh), Afrika'da, Doğu Avrupa ve Rusya'da ayrı ayrı %20 oranında (10.600TWh), Güney Amerika'da %10, Batı Avrupa ve Asya (Rusya hariç)'da %9 ve son olarak Okyanusya'da %6 oranındadır. Enerji üretiminde kıtaların rüzgârdan faydalanma oranlarına bakıldığında ise Avrupa'da %74, Amerika'da %17, Asya'da %8, Okyanusya'da %1 olduğu görülmektedir(Akova, 2018).

Tablo 1.6' da rüzgar elektriği üreticileri, ürettikleri miktarlar ve bu miktarların dünya toplamındaki payları yer almaktadır.

Tablo 1. 6: Rüzgâr elektriği üreticileri (2018 verileri) (IEA, 2020)

Üreticiler	TWh	Dünya Toplamının %'si
Çin	366	28,7
ABD	276	21,7
Almanya	110	8,6
Hindistan	64	5,0
Birleşik Krallık	57	4,5
İspanya	51	4,0
Brezilya	48	3,8
Kanada	33	2,6
Fransa	29	2,2
Türkiye	20	1,6
Dünyanın Geri Kalanı	220	17,3
Dünya	1.273	100

Tablo 1.6’ da gösterilen Çin IEA’nın 2018 verileriyle rüzgâr elektriği üretiminde 366 TWh ile dünya toplamının %28,7’ sini oluşturarak ilk sıraya yerleşmiştir. İkinci sırada 276 TWh ile dünya toplamının %21,7’sini oluşturarak ABD yer almaktadır. ABD’yi ise 110 TWh ile dünya toplamının %8,6’sını oluşturmasıyla Almanya takip etmektedir. Türkiye ise 20 TWh gücüyle dünya toplamında payı %1,6’ya denk gelmesiyle onuncu sırada yerini almıştır.

2018 verilerine göre rüzgâr enerjisinin net kurulu kapasitesi ve ilk 10 rüzgâr enerjisinden elektrik üretin üreticilerin listesi Tablo 1.7’ de gösterilmiştir.

Tablo 1.7: (devam ediyor) Net kurulu kapasite ve ilk 10 rüzgâr elektriği üreticisi (2018 verileri) (IEA, 2020)

Ülkeler	Net Kurulu Kapasite (Gw)	Ülkeler (ilk 10 üretici)	Toplam yerli elektrik üretimindeki rüzgarın %'si
Çin Halk Cum.	184,3	İspanya	18,5
ABD	94,5	Almanya	17,1
Almanya	58,8	Birleşik Krallık	17,1
Hindistan	35,3	Brezilya	8,1

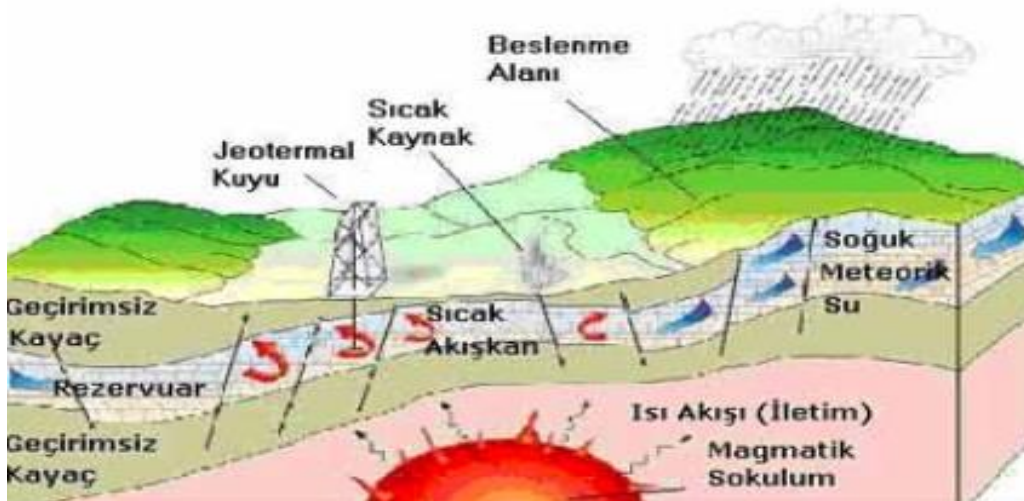
İspanya	23,4	Türkiye	6,5
Birleşik Krallık	21,8	ABD	6,2
Fransa	14,9	Çin Halk Cum.	5,1
Brezilya	14,4	Kanada	5,1
Kanada	12,8	Fransa	4,9
İtalya	10,2	Hindistan	4,1
Dünyanın Geri Kalanı	92,4	Dünyanın Geri Kalanı	2,5
Dünya	562,9	Dünya	4,8

Tablo 1.7’ deki IEA’nın 2018 verilerine göre dünyanın rüzgar enerjisi net kurulu kapasitesi 562,9 Gw, üretimi ise 1273 TWh değerindedir. Çin’in Rüzgâr enerjisi net kurulu kapasitesine bakıldığında 184,3 Gw’tır. Gerçekleştirdiği üretim ise 366 TWh, bu da dünya toplamının %28,7’si olmasıyla ilk sırada yerini almıştır. Ayrıca yerli elektrik üretiminin % 5,1’ine eşdeğerdir. Türkiye’nin rüzgâr elektriği üretimi 20 TWh değeriyle Dünya toplamının %1,6’sını toplam yerli elektrik üretiminin de %6,5’ini oluşturmaktadır.

1.3.1.2.4. Jeotermal Enerji

Yeryüzünün türlü diplerinde birikmiş ısının meydana getirdiği sıcaklık seviyesinin daima bölgesel atmosferik ısının üstünde gerçekleşen ve etrafında bulunduğu sulara kıyasla (yerüstü ve yer altı) içerisinde daha çok mineral, gaz, tuz barındıran sıcak su ve buharın oluşturduğu enerjiye jeotermal enerji adı verilir. Kısaca, yer küre içi ısısı olarak da tanımlanabilmektedir. Sıcaklık derinlikle doğru orantılı olup derinlik arttıkça sıcaklık da artmaktadır. Yerkürenin 10 kilometre ötesindeki kayalarda bulunan ısı ile, dünyanın enerji ihtiyacının hemen hemen 6 milyon sene karşılanabileceği şeklinde yorumlar mevcuttur (Mahmutoğlu ve Seçer, 2009: 10).

Şekil 1.1’ de jeotermal sistem şematik olarak gösterilmektedir.



Jeotermal enerji sıcaklık derecesine göre düşük sıcaklık alanları, orta sıcaklık alanları ve yüksek sıcaklık alanları olmak üzere üçe ayrılır. 20-70°C aralığında olan düşük sıcaklık alanları ve 70-150°C aralığında olan orta sıcaklık alanları öncelikli olarak ısınma amacıyla (seralarda, binalarda ve zirai alanlarda) kullanılmasının yanında yiyeceklerin kurutulmasında, kerestecilikte, kağıt ve dokumada, dericilik alanında, soğutma sistemleri gibi sanayicilik de ve kimyasal maddelerin üretilmesinde kaynak oluşturmaktadır. 150°C'nin üstünde olan yüksek sıcaklık sahalarında ise elektriğin üretimi gerçekleşmektedir (Demir, 2019).

1.3.1.2.5. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle kavramı, farklı türlerin oluşturduğu herhangi bir topluluğun içinde barındırdığı organizmaların belli bir zaman diliminde meydana getirdiği kütlenin toplamı olarak ifade edilebilir. Ormanlık alanlarda var olan ağaçların köklerinden, gövdelerinden, dallarından, kabuklar ve yapraklardan türeyenlerin tümüne orman biyokütlesi denilmektedir. Dünyada biyokütlenin var olması, ortalama olarak %90 oranında ormanlardan, hayvanlardan ve mikroorganizmalar sayesinde gerçekleştiğinin tahmin edilmesinin yanında dünyadaki ormanların yıllık bazında net biyolojik üretimi yine tahminen 5×10^{20} tondur (Karayılmazlar vd., 2011).

Biyokütle kaynaklı üretilen enerjinin adı biyokütle enerjisidir. Biyokütle enerjisi iki kategoride incelenebilmektedir. Bunlardan ilki klasik kategoridir ve bu kategori ormanlık alanlarda bulunan yakılacak odunları, bitkilerin ve hayvanların atıklarını içerir. İkinci grup ise modern kategoridir. Bu kategoride de daha çok sanayiye dayalı atıkları içerir. Örneğin; enerji ormancılığının ve orman-ağaç sanayisi atıkları, tarım kaynaklı sanayi atıkları, kentsel atıklar (Karayılmazlar vd., 2011)... Klasik biyokütle daha çok emek yoğun kaynaklı olup hane halkının gerçekleştirdiği üretimi kapsarken, modern biyokütle ise daha çok sermaye yoğun kaynaklı olup verimlilik konusunda güçlü olan ısı ve elektrik enerjisi üretimini kapsamaktadır. Şimdiki zamanda gerçekleştirilen ve enerji tarımı şeklinde ifade edilen ve yeni yeni var olan bu tarım çeşidinde C4 diye de karşımıza çıkan örneğin şeker kamışı, şeker pancarı, mısır, tatlı darı, sorgum, aspir gibi enerji bitkilerinin yetiştirilmesi sağlanmaktadır. Veriminin kıt olduğu topraklarda dahi çabuk yetişebilen C4 enerji bitkileri, mevsimlik kuraklıklara karşı güçlü ve verimliliğinin fazla olması özellikleriyle modern biyokütle

enerjisine önemli kaynaklık etmektedir (Bayraç ve Özarslan, 2018: 3). Bu enerji türünün temel bileşeni karbonhidrattır. Farklı fiziksel, kimyasal, biyolojik yollar kullanılarak, parasal özelliğe sahip katı, sıvı ve gaz halindeki biyoenerji elde edilir (Bulut Deniz vd., 2019: 57).

Tükenmez bir enerji çeşidi olmasının yanında biyoenerjiye yapılan yatırımlarının yeterli olması halinde bütün bölgelerde üretilebilir ve gelişmiş ülkelerin yanında gelişmekte olan ülkelerde de fosil enerji kaynaklarına ikame olma özelliği gösterir (Yapraklı ve Bayramoğlu, 2014: 320).

Dünyanın enerji tüketimine bakıldığında hemen hemen %15'inin (bunun %4'ünü işlenen bitkisel yağlar, %22'sini biyodizel, %74'ünü ise etanol oluşturur.) ve gelişmekte olan ülkelerin enerji tüketimine bakıldığında ise ortalama %43'ünün biyokütle enerji kaynaklı olduğu görülmektedir. Biyokütlenin her noktada üretilebilir olması, çevreyi korumada yardımcı olması, elektrik enerjisinin üretilmesine, kimyasal maddelere, araçlara yakıt olarak kaynaklık oluşturması özellikleriyle oldukça önemli enerji kaynaklarındandır (Mutlu vd., 2019; Bayraç ve Özarslan, 2018). Yaşadığımız asrın ortalarına doğru gelindiğinde dünyanın nüfusuna ait %90'ını kapsayan bölümü gelişmekte olan ülkelerde yaşamını idame ettirildiği düşünülürse tükenmeyen enerji çeşitleri arasında biyokütle enerjisinin payı giderek artacaktır (Demirtaş ve Gün, 2007: 51).

Dünyadaki biyokütle ve konvansiyonel miktarları ile toplam enerji içerisindeki biyokütle oranı Tablo 1.8 yardımıyla gösterilmiştir.

Tablo 1.8: (devam ediyor) Dünya'daki biyokütle enerji miktarı (Mtoe-milyon ton petrol eş değeri) (Demirtaş ve Gün, 2007)

Bölge	1995				2020			
	Biyokütle	Konvans. Enerji	Toplam	Biyokütle Payı (%)	Biyokütle	Konvans. Enerji	Toplam	Biyokütle Payı (%)
Çin	206	649	855	24	224	1524	1748	13
Doğu Asya	106	316	422	25	118	813	931	13
Güney Asya	235	188	423	56	276	523	799	35
Latin Amerika	73	342	416	18	81	706	787	10

Afrika	205	136	341	60	371	260	631	59
Top. GOÜ'ler	825	1632	2456	34	1071	3825	4896	22
Top. OECD Olmayan Ülkeler	849	2669	3518	24	1097	5494	6591	17
OECD Ülkeleri	81	3044	3125	3	96	3872	3968	2
Dünya	930	5713	6643	14	1193	9365	10558	11

IEA' na göre 2050'nin sonuna değin biyokütle talebinde yüksek artışların olacağı ve elektrik üretiminin gerçekleşmesi için oluşan talepte de hemen hemen 3 katı kadar artacağı öngörülmektedir. Dünyanın elektrik üretiminde kullanacağı biyokütle oranı %7.5'e ve ulaşım alanında kullanılması gereken yakıtın ise %27'ye kadar olan kısmı biyokütleyle karşılayabileceği beklentisi vardır (Bayraç ve Özarslan, 2018: 4).

Türkiye üretimini gerçekleştirdiği enerji miktarının ortalama 3 katına denk gelen miktar kadar tükettiği için enerjide dışa bağımlılığı %70 oranının üstündedir. Ülkemizin biyogaz potansiyelinin hâlihazırdaki doğal gaz kullanımıyla karşılaştırıldığında %88 oranına denk gelmektedir. Aynı zamanda ülkedeki atıkların toplamına bakıldığında %65'inin doğal atıkların oluşturduğu görülmektedir. Bu atıkların doğaya atılması ve çürümelerine izin verilmesi nedenleriyle doğanın kirletilmesine sebep olmaktadır. Bu suretle atıkların değerlendirilebilmesi kirlilik ve enerji talebinin karşılanması bakımından önemli bir hale gelmiştir (Şenol vd., 2017: 82).

Türkiye sahip olduğu coğrafi konum ve yer şekillerine bağlı olarak biyokütlenin üretilmesi için elverişli bir ülke olma özelliğine sahiptir. Ülkemizde klasik metotla yakıt için kullanılan biyokütle enerjinin ticari bir değeri yoktur. Fakat modern biyokütle enerjisinin kullanılmasına adım atılması ve kullanılmasının giderek artması, kalkınmaya destek vermesi, istihdamın oluşumuna katkı sağlaması, küresel ısınmaya karşı olması bakımından ciddi bir gelişme gösterir. Bunların yanında enerji konusunda dışa bağımlılığının yanında zirai ve sanayi atıkların oluşturduğu kirliliği azaltır (Bayraç ve Özarslan, 2018: 4).

1.3.1.2.6. Dalga-Gel git Enerjisi

Güneş yeryüzündeki çeşitli bölgeleri farklı derecelerde ısıtır. Bunun sonucunda bu bölgelerde farklı basınçların oluşmakta ve bundan dolayı da rüzgârlar ortaya çıkmaktadır. Rüzgârlar, deniz yüzeyinde hareket etmesiyle de dalgaların oluşmasını sağlar. Dalgaların sahip olduğu büyüklük ve güç rüzgâra (hız ve esme süresi bakımından) bağlıdır ve ona göre değişmektedir. Dalgadan enerji üretmek yeryüzünde var olan tüm denizlerde kolay değildir. Çünkü bu coğrafik bir olgu olup yüksek enlemlere ve batı kıyılara sahip olan bölgeler daha avantajlıdır. Avantajlı bölgelere örnek olarak Doğu Avustralya akıntısı etkisindeki Avustralya, Kuzey Atlantik akıntısından etkilenen İskoçya kıyıları, Kaliforniya akıntısının etkili olduğu ABD'nin kuzeybatı kıyıları verilebilir (Akova, 2008: 190).

Ay ve düşük bir payı olan Güneşin de kütle çekim kuvvetiyle Dünyayı çekmesinden dolayı denizlerde oluşan kabarma ve alçalmalar sonucunda gel-git enerjisi meydana gelir. Gel-git ile enerjinin üretilmesi, gel-git baraj enerjisi ve gel-git akım enerjisi olmak üzere iki farklı metot kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Gel-git baraj enerjisinin kullanılmasını engelleyen iki tür sebep vardır. Bunlardan biri enerji santrallerinin yapımının maliyetinin fazla olması, ikincisi ise kurulmasının da çok zaman almasıdır. Örneğin İngiltere'deki Severn Nehrinde gel-git enerjisini üretmek için kurulması düşünülen tesisin maliyeti 11 milyar Euro ve kurulma süresi de dokuz yıldır. Barajların kurulması geleneksel teknolojilere ve bölgenin koşullarına olan bağımlılığından dolayı masrafların büyük bir bölümünü azaltmak çok güçtür. Bu sebeplerle gel-git ve dalgadan enerji üretmenin yenilenemez enerji kaynaklarına alternatif oluşturan diğer kaynaklarla rekabet içinde olması çok zor olduğu görülmektedir. Dünyanın gel-git enerjisi potansiyeline en fazla sahip olan yer Avustralya'nın kuzeybatı yönündeki kıyı bölgesidir. Burada var olan enerji potansiyelinden yararlanmak için dünyanın en büyük ikinci santrali özelliğini taşıyacak bir yapı projesi tasarlanmış ancak Avustralya yönetimi ret vermiş ve hükümetin tercihi fosil yakıt kaynaklı enerji üretiminden yana olmuştur. Aynı olayın bir benzerini de Fransa yaşamıştır. Gel-git enerjisinin üretiminin başarıya ulaşmasına karşın Fransa nükleer santrallerine önem vermiştir (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 268).

Dünya'nın ticari amaçlı kurulmuş olan dalga enerjisi santrali İngiltere'dedir. Ayrıyeten başka ülkelerde de yapılmakta olan santrallere rastlanmaktadır. World Energy 2004 verilerine bakıldığında içinde gel-git enerjisinin de olduğu dünyadaki üretimin toplamı

hemen hemen 1 TWh'dir ve üretimin 2030'da ise 35 TWh dolaylarında olacağı hedeflenmektedir. İngiltere'deki kıyılardan üretilecek dalga enerjisi ülkenin gereksinim duyduğu toplam enerji ihtiyacını karşılayabilecek potansiyele sahiptir. Okyanusların içinde barındırdığı yenilenebilir enerji gücünün %0,1'i dahi kullanılıp elektrik enerjisine çevrilebilirse dünyanın tüm enerji ihtiyacının yaklaşık 5 katı miktarda elektrik üretilebilir (Aslan ve Yamak, 2006). Ayrıca toprak kaybına yol açmaması sebebiyle ekolojik dengeye olumlu olarak geri bildirim sağlamaktadır (Ürün ve Soyu, 2016: 41).

Gel-git enerjisi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha az tercih edilir. Bunun birkaç olumsuz sebebi vardır. Bunlar (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 268);

- Sadece günde belirli saatlerde enerji üretimi gerçekleşebilmektedir. Diğer bir ifadeyle belirli aralıklarla üretilen bir enerji türüdür.
- Dünyanın belirli alanlarında gel-gitler oluşur.
- Maliyetler alternatif enerji kaynakların diğerleriyle karşılaştırıldığında hayli fazladır.

1.3.1.2.7. Hidrojen Enerjisi

Hidrojenin kelime anlamı Yunancada suyun karşılığı olan “hydro” ve “genes” kelimesinin “oluşturan” manasına karşılık gelen sözcüklerden türemiştir. Periyodik cetvelde birinci sırada yer alan hidrojenin evrende en kolay, ağırlığı pek olmayan ve fazlaca var olma özelliği gösteren bir element çeşididir. Kâinatın kütesine bakıldığında %75 oranından fazlasını hidrojenin oluşturduğu tahmininde bulunmaktadır. Dünyanın %60'ını oluşturan suyuna ana bileşeni olma özelliği gösterir. Ayrıca insan, hayvan, bitki, fosil yakıt, başka kimyevi bileşiklerin çeşitli şekillerinde görülür (Aslan ve Özcan, 2008: 156).

Hidrojenin tarihine bakıldığında ilk olarak T. Von Hohenheim (1493-1521) , kuvvetli asitlerin metallerle karışımından türetmiştir ancak hidrojenin bir element olduğunu fark edememiştir. 1671 yılına gelindiğinde Robert Boyle'nin çalışmaları sonucunda tekrar bulunmuş ve 1766'da da İngiliz bilim insanı olan Henry Cavendish ise hidrojen gazını üretmeyi başarmıştır. Antoine-Laurent de Lavoisier'in 1781 yılında bu elementin havada yanmasının sonucunda suyun oluşmasının ardından hidrojen ismini kazandırmasından sonra ilk hidrojen gazının üretilmesini 1782 yılında Jacques Alexander Cesar Charles

gerçekleştirmiştir. 1800 yılında ise William Nicholson ve Sir Anthony Carlisle elektrik akımının uygulanmasıyla hidrojenin ve oksijenin üretildiğini keşfetmişlerdir. 1839 yılında İsviçreli kimyacı olan Christian Friedrich Schoenbein hidrojenin ve oksijenin birleşimiyle su ve elektrik akımının üretilmesini gerçekleştiren yakıt pilinin etkisini keşfetmeyi başarmıştır ve bu süreç 1845'te de William Grove'un gaz bataryasını bulmasıyla devam etmektedir. 1958 yılında ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin (NASA) kurulmasının ardından NASA, roketlerde kullandığı sıvı hidrojen evrensel boyutta en fazla tüketilen yakıt olmuştur. 1974 yılında Hidrojen Ekonomisi Miami Enerji konferansının düzenlenmesiyle beraber bu konferansta Uluslar arası Hidrojen Enerji Derneği, 1977 global boyutta gerçekleşen petrol piyasasındaki olumsuzluklara engel amaçlı hidrojen enerjisi teknolojisinin araştırılması ve geliştirilmesi sebebiyle Uluslar arası Enerji Ajansı (IEA) kurulmuştur. Bu gelişmelerin ardından 1990 yılına gelindiğinde ilk defa güneş enerjisinden yararlanılarak hidrojen üretim modelinin çalıştırılması Almanya'da gerçekleşmiştir ve Avrupa'nın ilk hidrojen santralleri ise 1999 yılında Almanya'nın Hamburg ve Münih kentlerinde açılmıştır (Kaya vd., 2017).

Hidrojen üretim ve kullanım açısından salınımsızdır. Hidrojenin yenilenemez-yenilenebilir enerji ve nükleer enerji gibi farklı hammaddeler yardımıyla oluşturulması sebebiyle sürdürülebilirlik açısından enerji sistemlerinde mükemmel bir alternatiftir. Hidrojen ekonomilerinde, hidrojen üretimi, depolama, taşıma ve kullanma gibi faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için teknolojinin gelişmesi gerekmektedir. Geniş çaplı bir hidrojen üretiminin sağlanmasında kaynak olarak suyun kullanılması en mantıklısıdır (Aslan ve Özcan, 2008: 156).

Hidrojenin enerji kaynaklarından olmasının yanında ayrıca bir de enerji taşıyıcısı konumunda olması birincil enerji kaynakları kullanılarak üretilbileceği anlamına gelmektedir. Gezegenimizde hidrojenin farklı elementler ile bileşik halde bulunması da buna ek olarak gösterilebilir. Örnek olarak su iki hidrojen ve bir oksijenden, fosil yakıtlarsa (kömür, petrol, doğal gaz) yine hidrojen ve karbondan oluşmaktadır. Hidrojenin elde edilmesindeki en büyük güçlük diğer bileşiklerden ayrıştırılması işlemidir (Kaya vd., 2017: 5).

Var olan bütün yakıtlar ile karşılaştırıldığında birim kütle başına en fazla enerjiye sahip olan enerji çeşidi hidrojendir. Örneğin 1 kilogram hidrojendeki enerji 2,1 kilogram doğalgazda

ya da 2,8 kilogram petrolde bulunan enerjiye eş değerdir. Yapılan araştırmalarda, hâlihazırdaki şartlarda hidrojen enerjisinin, yakıtların diğerlerine göre hemen hemen 3 katı kadar pahalı olduğu ve hidrojen enerjisinin kullanımının yaygınlaşması maliyeti düşüren teknoloji ile ilgili ilerlemeyle bağlantılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (İncekara ve Oğulata, 2011: 8).

Günümüzde ticari amaçlı hidrojen üretimi yüksek oranda fosil maddeler ile gerçekleştirilir. Dünyanın hidrojen üretimine bakıldığında %48'i doğalgaz, %30'u rafineri ürün, %18'i kömür ve %4'ü ise su yoluyla gerçekleştirilmektedir (Kaya vd., 2017:6).

Türkiye'de hidrojenin kullanım alanlarına bakıldığında yapay gübre sanayilerinde, margarinlerin üretiminde, petrol arıtım evlerinde, petrokimya sanayisinde, hayvansal yağ üretiminde ve benzeri alanlarda kullanıldığı görülmektedir. 1950'li yılların sonlarına doğru NASA'nın çalışmalarda kullandığı yakıt pillerinin günümüzde ulaşım, endüstri ve hizmet bölümünde de kullanımı başarılı olmuştur. Yakıt pillerinin aynı zamanda taşınır bilgisayar, mobil telefon gibi uygulamalarda ve elektrik santrallerinde güç kaynağı olarak kullanıldığı da bir gerçektir. Verimliliklerinin fazla ve emisyonlarının az olması sebebiyle ulaştırma alanında kullanımı geniş çaplıdır. Dünyada hidrojenin gelişimi daha çok yakıt pili teknolojisiyle ilgilidir. Yakıt pili teknolojisi daha çok hidrojen kaynaklı elektrik enerjisini üretmek için geliştirilmiştir. Yakıt pili, yakıt amaçlı kullanmış olduğu hidrojen ile havada bulunan oksijeni birleştirir ve bu birleşimi izotermal özelliği gösteren işlem ile doğrudan elektriğe dönüştürür. Var olan bütün yakıt pillerinin, oksijen ve hidrojenin suyu oluşturma özelliklerinden yararlanılması ile elektrik enerjisi üretilmektedir (Kademli, 2017: 109).

Hidrojen enerjisinin birçok dezavantajları vardır. Bunlar (Kademli, 2017);

- Günümüzün yakıt, pil teknolojisi düşünüldüğünde hidrojenin üretimi, depolanma, taşınma işleminin verimi ve giderleri alt yapının yetersizliği sebebiyle rekabete girebilecek durumu yoktur.
- Hidrojen üretiminde yararlanılan kaynak fosil yakıtlar ise üretilen enerjinin temiz olduğu söylenemez.
- Güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması sonucu üretilen elektrik enerjisiyle su kullanılarak üretilen hidrojenin temiz

enerjilerden sayılabilmesini sağlar fakat enerjiye çevrilmesi esnasında kayıpların oluşması prosesin verimsiz olmasına neden olabilir.

1.3.2. Dönüştürülebilirliklerine Göre Enerji Kaynakları

Dönüştürülebilirliklerine göre enerji çeşitleri iki alt gruba ayrılır bunlardan biri birincil enerji kaynakları, diğeri ise ikincil enerji kaynaklarıdır.

1.3.2.1. Birincil Enerji Kaynakları

Birincil enerji kaynakları sırasıyla kömür, petrol, doğalgaz, nükleer, biyokütle, hidrolik, güneş, rüzgâr, dalga, gel-git olmak üzere on tanedir.

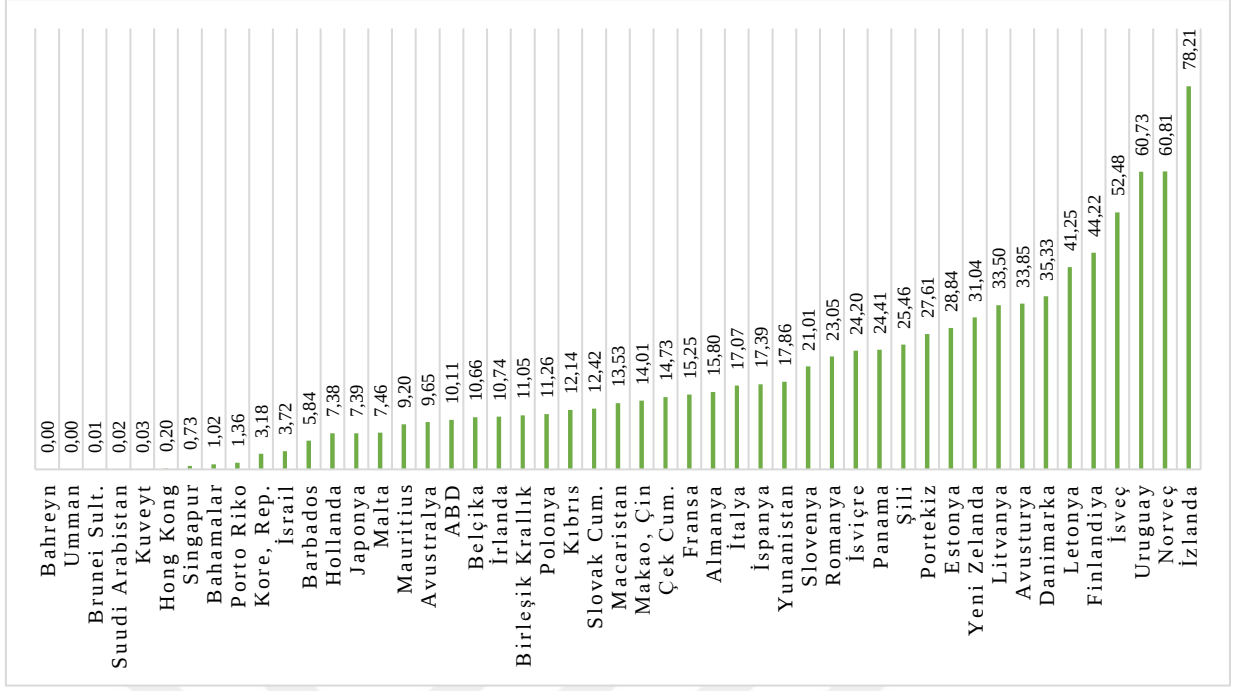
1.3.2.2. İkincil Enerji Kaynakları

İkincil enerji kaynaklarının ilki elektrik enerjisidir. Elektrik enerjisi, enerji kaynaklarının farklı teknolojiler aracılığıyla kullanılması sonucu ortaya çıkan ikincil enerji türüdür. Elektriğin pek çok olumlu özelliği vardır. Bunlardan biri kullanımı oldukça basit ve doğa dostu olmasıyla en önemli enerji kaynaklarından biridir. Elektriğin bir diğer olumlu özelliği yenilenemeyen enerji kaynaklarının ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmalarını kolaylaştırmaktadır. Yani elektrik enerjisi bir enerji kaynağının diğer enerji kaynağına dönüşmesine yardımcı olur (İsmiç, 2015: 261).

Diğer ikincil enerji kaynakları ise benzin, motorin, mazot, kok, petrokok, ikinci kömür, hava gazı, LPG şeklinde sıralayabiliriz.

1.4. Yüksek Gelirli ve Orta Gelirli Olan Ülkelerde Yenilenebilir Enerjinin Görünümü

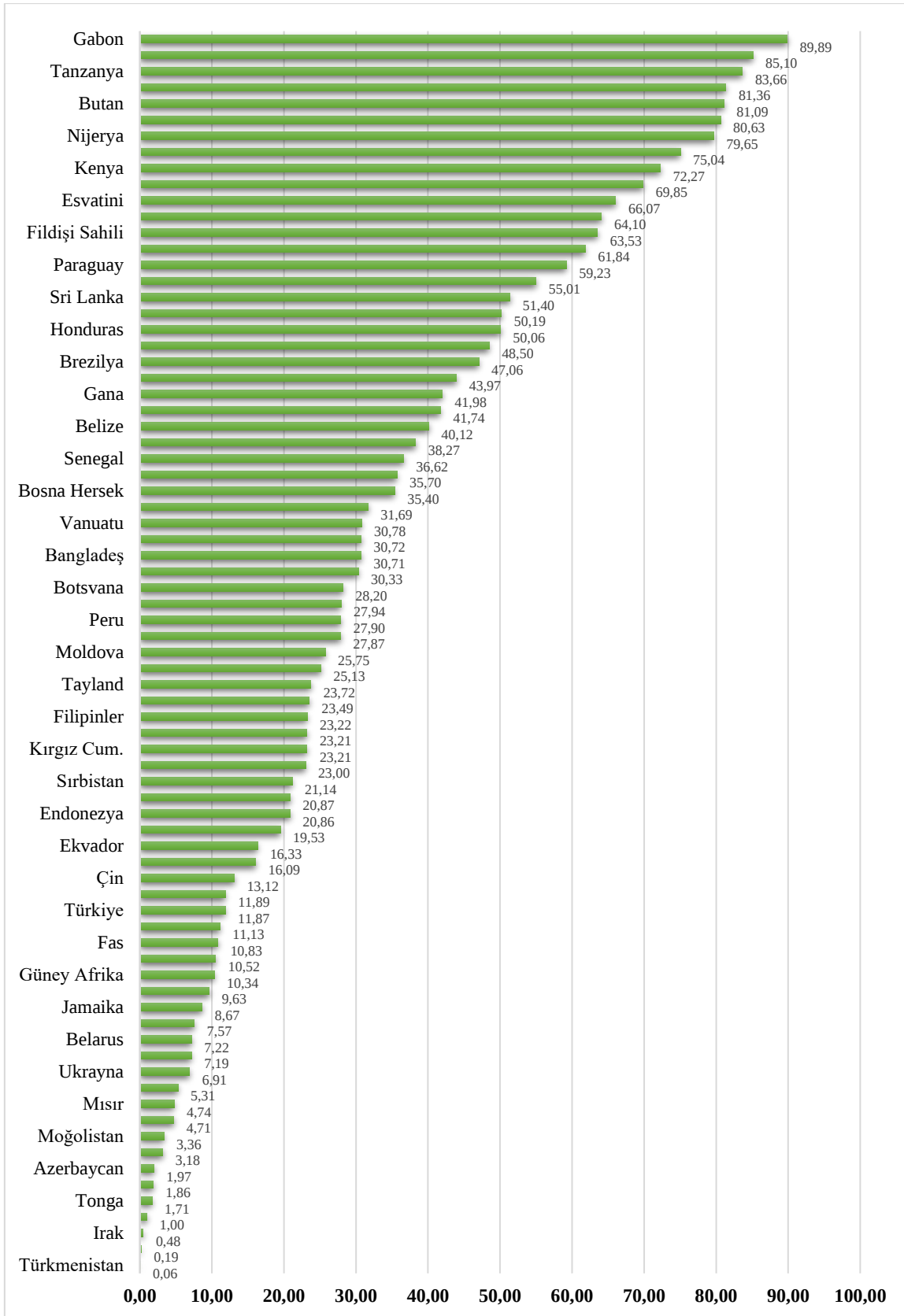
49 yüksek gelirli ülkenin yenilenebilir enerji tüketimi 2018 yılına ait verileri Şekil 1.2' de gösterilmektedir.



Şekil 1.2: 49 yüksek gelirli ülkenin yenilenebilir enerji tüketim verileri (2018, %) (OECD data)

Şekil 1.2’ de de görüldüğü gibi yenilenebilir enerji tüketiminde ilk sırada %78,21 oranıyla İzlanda yer almaktadır. İzlanda’yı %60,81 oranıyla Norveç, %60,73 oranıyla ise Uruguay takip etmektedir. Yenilenebilir enerji tüketiminde en düşük oranlara sahip ülkeler ise sırasıyla Bahreyn (%0), Umman (%0), Brunei Sultanlığı (%0,01), Suudi Arabistan (0,02), Kuveyt (%0,03), Hong Kong (%0,20), Singapur (%0,73)’dur.

Şekil 1.3’ te 77 orta gelirli ülkenin 2018 yılına ait yenilenebilir enerji tüketim verileri verilmektedir.



Şekil 1.3: 77 orta gelirli ülkenin yenilenebilir enerjisi tüketim verileri (2018, %) (OECD data)

Şekil 1.3' e göre, 77 orta gelirli ülkeler arasında yok denecek kadar az yenilenebilir enerji tüketimine sahip ilk 5 ülke sırasıyla Türkmenistan, Cezayir, Irak, İran ve Tonga'dır. Yenilenebilir enerji tüketimini en fazla gerçekleştiren ilk 5 ülke ise sırasıyla Gabon, Zambia, Tanzanya, Zimbabve ve Butan'dır.



2. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLER İLE İLİŞKİSİ ÜZERİNE TEORİK ÇERÇEVE VE TÜRKİYE’ DE ENERJİNİN GÖRÜNÜMÜ

2.1. Yenilenebilir Enerjinin Makroekonomik Değişkenler İle İlişkisi Üzerine Teorik Çerçeve

Bu başlık altında yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme, işsizlik ve dış ticaret ilişkisi üzerine teorik çerçeveye değinilecektir.

2.1.1. Yenilenebilir Enerji – Ekonomik Büyüme İlişkisi

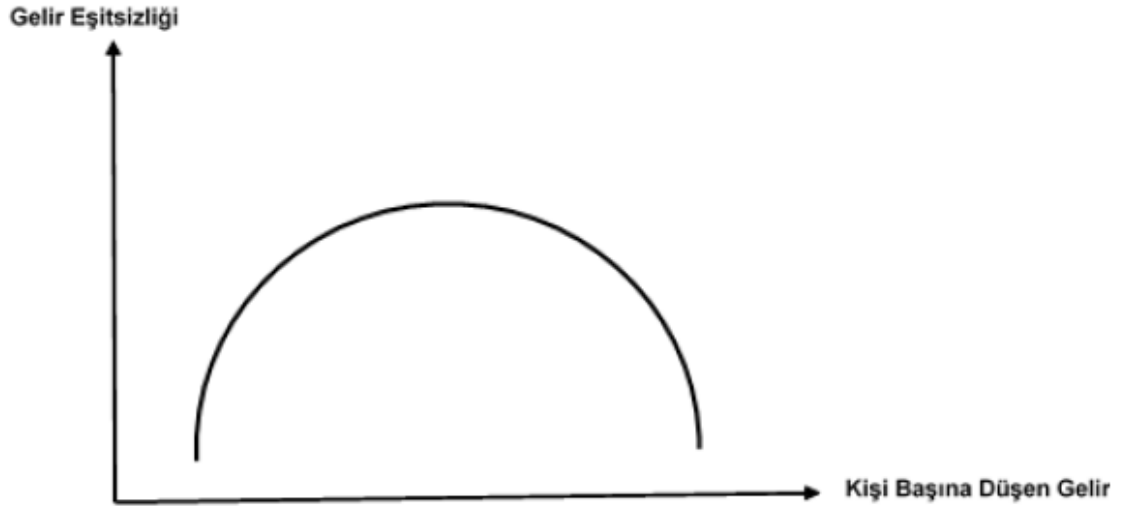
Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Simon Kuznets’in 1955’te yapmış olduğu çalışmasına dayanmaktadır.

Simon Kuznets 1955’teki çalışmasında gelir dağılımı ve ekonomik büyümeyi araştırarak ikisi arasında bir ilişki olduğunu ortaya atmıştır. Kullanılan bu değişkenlerden bahsetmek gerekirse, bir ülkedeki belli bir zaman içinde üretilmekte olan mal ve hizmet sayısı ekonomik büyümeyi, üretilmiş olan mal ve hizmetler sonucunda var olan gelirin kişilere paylaştırılmasının nasıl olduğu ise gelir dağılımını anlatır. Bu nedenle toplulukların hepsi ekonomik büyümenin artmasını, gelir adaletsizliğinin de azalmasını ister. (Akalin vd., 2018: 61). Kuznets gerçekleştirdiği bu çalışmada, ekonomik büyümenin gerçekleşmesiyle beraber (kişi başına düşen) gelirden büyümenin birinci aşamasında gelir eşitsizliğinin arttığını fakat gelir belli bir düzeye eriştiğinde ise gelir eşitsizliğinin azaldığını belirtmektedir ve büyüme - gelir dağılımı ilişkisini ters U şeklinde bir eğri yardımıyla açıklamaktadır. Bu eğriye literatür kapsamında “Kuznets Eğrisi” adı verilmektedir (Tunçsiper ve Uçar, 2017: 658).

Kuznets’ in (1955) çalışması önemli varsayımlara dayanmaktadır. Bunlardan birincisi, kişi başına düşen gelirin tarım sektörüne kıyasla sanayide daima yüksek olması, ikincisi, tarım sektöründe nüfusun azalması, üçüncüsü ise tarım sektöründe gelir adaletsizliği çok ama sanayi sektörüne kıyasla daha az olmasıdır. Bu varsayımların doğrultusunda Kuznets, nüfusun büyük bir oranı tarımdan sanayiye geçmesiyle adaletsizliğin arttığını söylemektedir. Kuznets 1963’te gerçekleştirdiği çalışmada gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeleri ele almıştır ve ters U hipotezini destekler nitelikte sonuçlara ulaşmıştır. Bu sonuçlar ise; gelişmemiş

lkelerdeki gelir adaletsizliği gelişmiş ülkelere kıyasla daha fazla olması, gelişmemiş ülkelerdeki tarımda gerçekleşen gelir dağılımını sanayidekine kıyasla daha az adaletsiz olması, gelişmiş ülkelerde gelir adaletsizliğinin gittikçe azalmasıdır (Topuz ve Dağdemir, 2016: 119).

şekil 2.1' de Kuznets Eğrisi gösterilmektedir.



şekil 2.1: Kuznets Eğrisi (akmak ve Tosun, 2017)

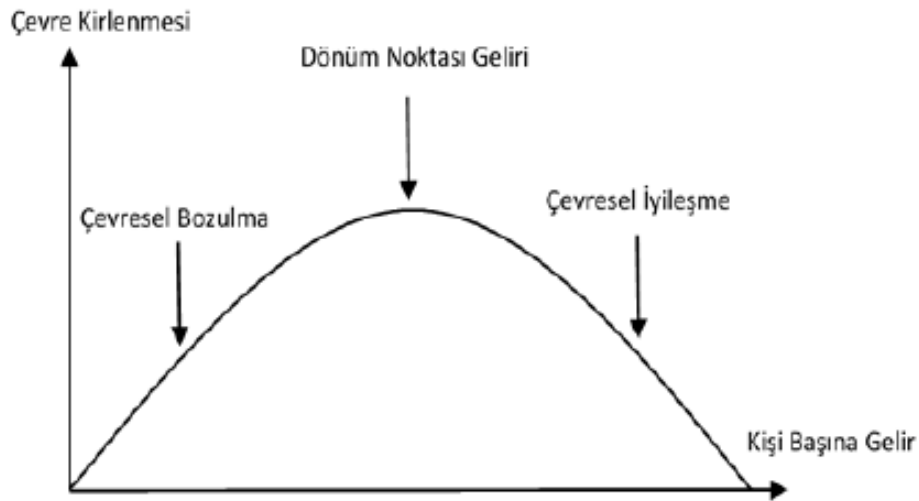
Yukarıda verilen şekildeki dikey eksen gelir eşitsizliğini, yatay eksen ise kişi başına düşen geliri (ekonomik büyüme göstergesi) göstermektedir. şekilden de anlaşılacağı üzere kişi başına düşen gelir arttığında belli bir zaman diliminde gelir adaletsizliği artmakta olduğu gözlenirken, belli bir gelir düzeyinin ardından gelir adaletsizliği maksimum seviyesine ulaşmakta ve sonrasında adaletsizliğin azalmaya başlamış olduğu görülmektedir (akmak ve Tosun, 2017).

1990 yıllarında birçok faktörün etkisiyle evre sorunları artmaya başlamıştır. Bu nedenle 1991 yılında Grossman ve Krueger, Kuznets eğrisini çevreyle ilişkilendirmiş ve gelir eşitsizliği değişkeninin yerine evre kirliliği değişkenini kullanarak ekonomik büyüme göstergesi olan kişi başına düşen gelir ile evre kirliliği arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Kuznets eğrisi hipotezinden yola çıkarak evresel Kuznets Eğrisi hipotezini şu şekilde yorumlamak mümkündür: gelir seviyesinin artması ilk başta evre kirliliği göstergelerinden olan sera gazı emisyonunun seviyesinin de artmasına neden olacaktır ancak gelir seviyesinin

belirli bir noktaya ulaşmasından sonra ise sera gazı emisyon seviyesinin düşmesine sebebiyet vermektedir (Örnek ve Türkmen, 2019).

Grossman ve Krueger yaptıkları bu çalışmalarında çevre kirliliğinin üzerinde etkisi olan ekonomik büyümenin 3 ayrı yoldan etki gösterdiğine değinmektedirler. Bunlardan birincisi ölçek etkisi olup ekonomik büyümenin ilk evresinde kendini göstermektedir. Ölçek etkisi, teknolojinin sabit olduğu ekonomik büyümenin ilk evresinde üretimin artmasıyla beraber üretimde kullanılacak olan kaynakların ve enerji miktarının da artması, atığın ve dolayısıyla kirliliğe sebep olan emisyonların daha fazla açığa çıkmasıdır. Bu nedenle ekonomik büyümenin ilk evresinde kişi başına düşen gelirin artması kirliliğin artmasına yol açarak çevresel bozulma karşımıza çıkmaktadır. İkinci etki yapısal etki olup büyümenin artmasıyla ilerleyen süreçte ekonomi yapısal değişime girecek ve bu değişim ile beraber büyümenin çevre kirliliğini azaltarak çevresel iyileşmeyi gerçekleştireceğini söylemektedir. Üçüncü etki ise, teknoloji etkisidir. Kişi başına düşen gelirin fazla olduğu ülkeler, AR-GE çalışmalarına ayırdığı kaynakların fazlalığı sebebiyle teknolojinin yenilenmesine yol açacaktır. Bu sebeple ülkeler yenilenen ve çevreyi kirliletmeyen teknolojilerle çevrenin iyileşmesine katkıda bulunacaklardır (Kocak, 2014).

Şekil 2.2' de Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) gösterilmektedir.



Şekil 2.2: Çevresel Kuznets Eğrisi (Güzel, 2021)

Yukarıdaki şekilde dikey eksenle çevre kirlenmesi, yatay eksenle ise ekonomik büyümenin bir göstergesi olan kişi başına düşen gelir verilmektedir ve bu iki değişken arasındaki ilişki

incelenmektedir. Kişi başına düşen gelir attıkça ilk aşamada çevre kirliliği de artarak çevresel bozulma meydana gelmektedir. Belli bir süre sonra kişi başına düşen gelir belli bir seviyeye ulaştığında çevre kirliliği maksimum olup ardından düşmeye başlamaktadır ve çevresel iyileşme gerçekleşmektedir. Yani ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkisi pozitif olmaktadır.

2.1.2. Yenilenebilir Enerji – Dış Ticaret İlişkisi

Enerji ürünlerinin ithalatı enerjiye bağımlı ülkelerde ticaret açıklığına neden olmaktadır. Bu ülkelerde enerji sorunu ticaret açıklığı sorununun önüne geçer. Enerji tüketimi ticaret açıklığını çeşitli açılardan etkileyebilir. Bunlardan bir tanesi, üretimin olmazsa olmazı olan makine ve teçhizatların çalışmaları için enerjiye ihtiyaçları olması durumudur. Diğer ise, malların ihracatının ve ithalatının gerçekleştirilebilmesi için yine enerjiye ihtiyaç duyulmasıdır. Bunun sonucunda yeterli enerji arzı olmayan ülkelerin ticaret açıklıkları olumsuz yönde etkilenecektir. Yani enerji, ticaretin genişlemesi için önemli bir girdidir. Gelişmekte olan ülkelere dış ticaret açıklığı sorunu yaşanır ancak bunun olumlu yanları vardır. Bunlardan biri, diğer faktörler sabitken dış ticaretin açık olması ekonomik faaliyetin yanında yerli üretimi ve ekonomik büyümeyi arttırabilir. Yerli üretimdeki artış ise enerji talebini yeniden oluşturacaktır. Ticaretin açık olması gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelere yeni teknolojiler ithal etmesine neden olur. Gelişmiş teknolojileri benimsemek enerji yoğunluğunu azaltacaktır. Başka bir ifade ile daha az enerji ile daha çok üretim yapılabilecektir. Sonuç olarak, enerji ticaretinin hacminin genişlemesi için enerji önemli bir faktördür ve yeterli enerji tüketimi şarttır (Zeren ve Akkuş, 2020).

2.1.3. Yenilenebilir Enerji – İşsizlik İlişkisi

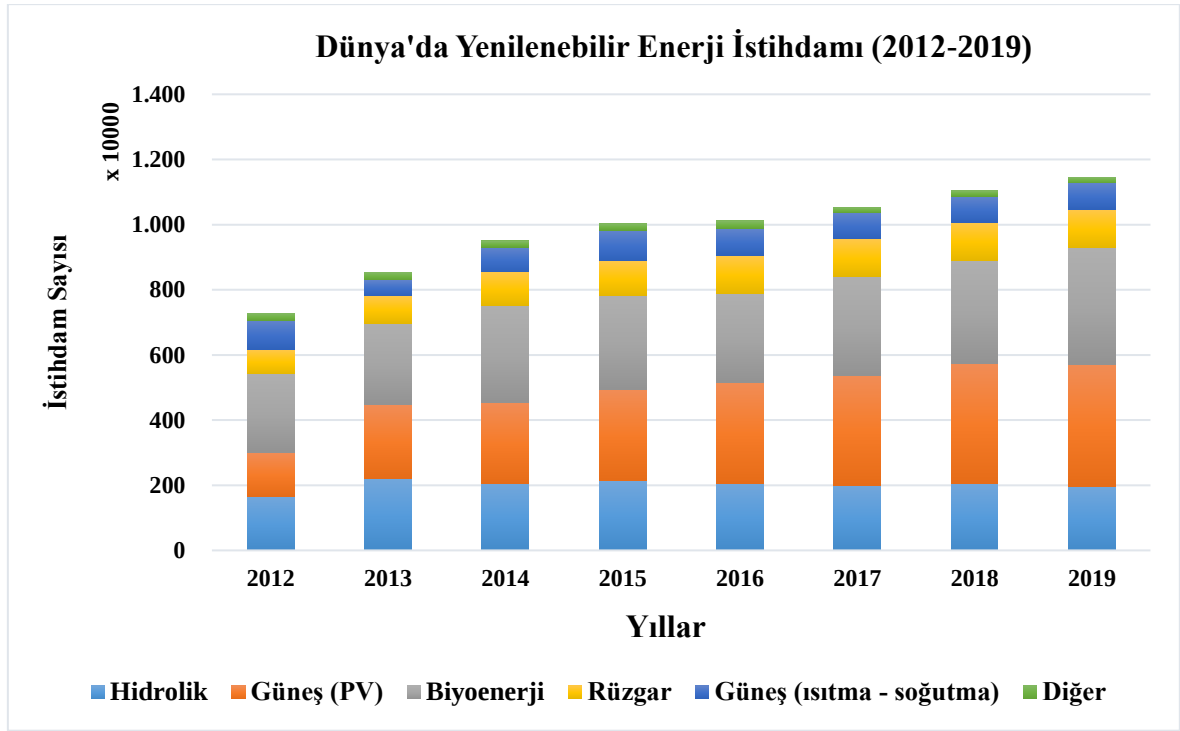
Tükenmeyen enerjinin kaynaklarında ve arzındaki türlerin artırılması, yerel ve tarımsal alanların kalkınmasında fırsatlar doğurması, bölgelerdeki kalkınmanın sürdürülebilirliğini destekleyici gücünün olması, maliyetlerin azalması ile devamlı gelişmekte olan teknolojilerin de yardımıyla çok sayıda istihdam imkânı sağlamaktadır. Ancak tükenmeyen enerjilerin tükenebilir enerjilerin yerine kullanılması ilave maliyetlere sebebiyet vermesi ve fiyat-maliyet etkisinden dolayı yükselen maliyetlere, yapışkan ücretlere sahip işgücünün piyasasında üretimde ve istihdamda azalmaya neden olabilir (Güllü ve Kartal, 2021: 37).

Son zamanlarda yenilenebilir enerjideki ilerlemelere göre gelişmiş ülkelerin toplam kurulu güçteki kapasitesi daha çokken, özellikle 2000'lerin ardından gelişmekte olan ülkelerde (Çin ve Hindistan gibi) doğru bir yayılma görülmüştür. Ancak gelişmekte olan ülkelerde nüfus artışıyla paralel olan işgücü artışının sorun teşkil etmesi nedeniyle bu ülkeler, işgücünün artışıyla doğru orantılı bir istihdam gücü oluşturamadığından istihdamda az, işsizlikte yüksek değerleri vardır. Yenilenebilir enerjinin kullanılmasını sağlayacak yatırımlardaki artış, ekonomi teorisi olarak kabul edilen istihdamın artmasına sebep olan yatırımlar etkisinde, uygulamanın gerçekleştirildiği ülkelerde, istihdamın artması aynı zamanda işsizliğin düşmesi teorik olarak beklentiye sebebiyet vererek tahmin edilmektedir (Afşar ve Özarslan, 2021).

Yenilenebilir enerji tüketimiyle ilişkilendirilmiş istihdamın kendi içinde doğrudan istihdam, dolaylı istihdam ve uyarılmış istihdam olmak üzere üçe ayrıldığı bilinmektedir. Yenilenebilir enerji sektörü yalnızca kendisi istihdam oluştursa doğrudan istihdam (örneğin ARGE, üretim, kurulum inşa, işletme bakım), sektöre girdi veya hizmet sunan sektörlerde istihdam oluştursa dolaylı istihdam, yenilenebilir enerji sektörüyle yapısal ilişkisi olmayan ancak sektörde meydana gelen ilerlemeler sebebiyle başka sektörlerde oluşan istihdama ise uyarılmış istihdam denir. Bu üç istihdam türünün bir araya gelmesiyle yenilenebilir enerjinin net istihdama etkisi oluşmaktadır (Ağpak ve Özçiçek, 2018).

“Yeşil yakalılar olarak tanımlanan yenilenebilir enerji danışmanlığı, yenilenebilir enerji mühendisliği, rüzgar enerjisi uzmanlığı – teknikerliği, karbon satış uzmanlığı, çevre ve enerji hukuku uzmanlığı, organik tarım mühendisliği, ekolojik turizm danışmanlığı, ısı yalıtım uzmanlığı, çevre mühendisliği, ekolojik bina tasarımcılığı, atık su uzmanlığı vb. mesleklerin ileride talebi olabilecek meslek gruplarındandır” (Erdal, 2012: 172).

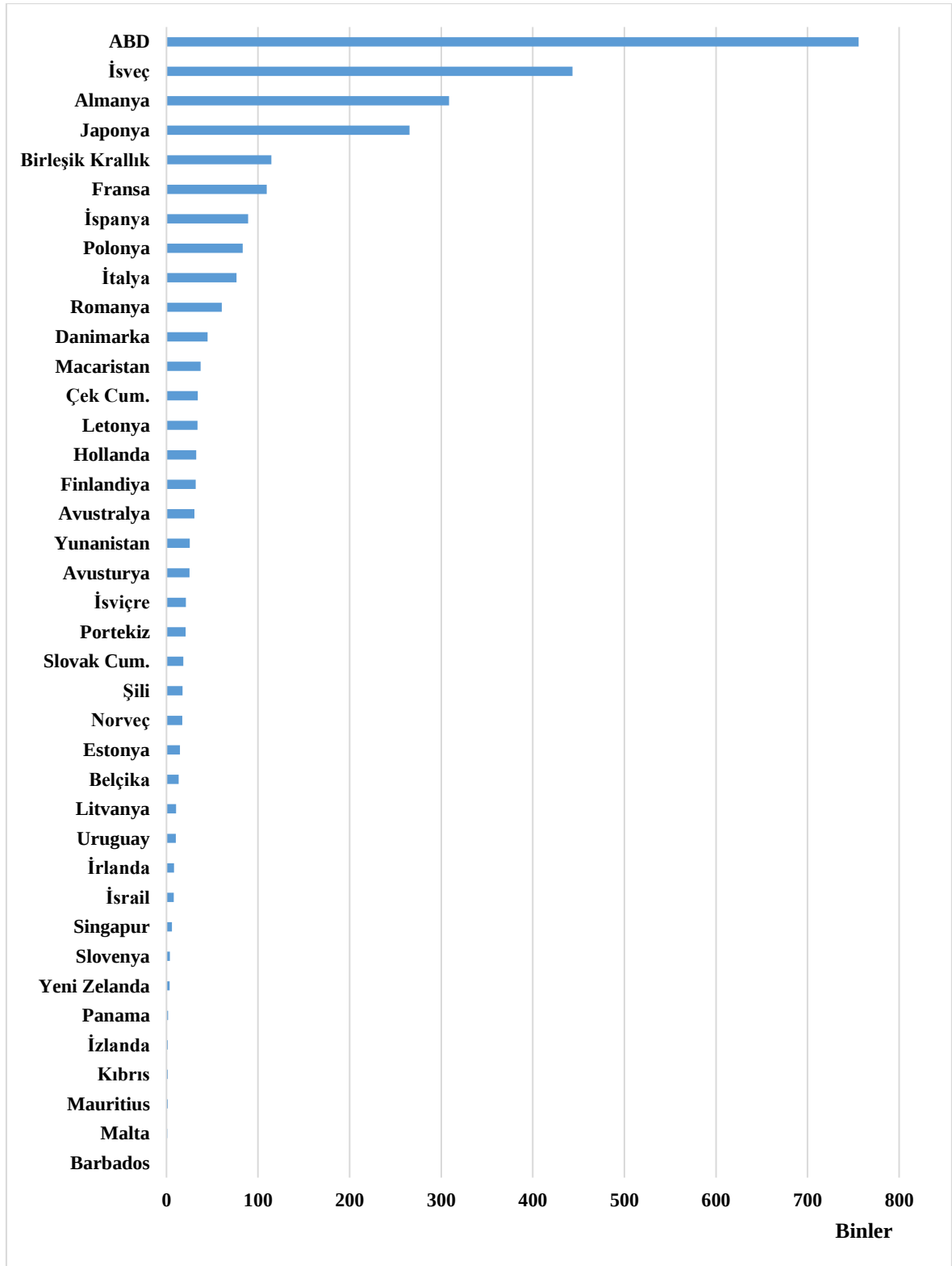
Şekil 2.3' te dünyadaki yenilenebilir enerji alanındaki 2012 ve 2019 yılları arasındaki toplam istihdamı gösterilmektedir.



Şekil 2.3: Dünya'da yenilenebilir enerji istihdamı (2012-2019) (IRENA, 2020)

Dünyada yenilenebilir enerjideki istihdam sayısı 2012'den 2019'a doğru sürekli bir artış göstermiştir. 2012'de toplam istihdam 7 milyon 280 bin iken 2019'da bu sayı 11 milyon 460 bine yükselmiştir. Güneş enerjisinin (PV+ ısıtma ve soğutma) istihdamdaki payı her yıl diğer yenilenebilir enerji türlerine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Güneş enerjisinden sonra payı en yüksek olan bir diğer yenilenebilir enerji türü de biyoenerjidir.

Şekil 2.4' te yüksek gelirli ülkelerin 2019 yılına ait yenilenebilir enerjideki toplam istihdamı gösterilmektedir.



Şekil 2.4: Yüksek gelirli ülkelerde yenilenebilir enerjide toplam istihdam (2019) (IRENA, 2020)

IRENA (2020) raporuna göre yenilenebilir enerjide yüksek gelirli ülkeler arasında 755 bin 641 sayısıyla en çok istihdama sahip olan ülke ABD'dir. ABD, yenilenebilir enerji çeşitleri

arasında en çok istihdamı sırasıyla sıvı biyoyakıtlarda (297 bin), güneş PV’de (240 bin), rüzgâr enerjisinde (120 bin) sağlamaktadır. 2. sırada 443 bin 391 istihdam sayısı ile İsveç yer almaktadır. 3. sırada 308 bin 506 istihdam sayısı ile Almanya gelmektedir. Almanya en çok istihdamı rüzgâr enerjisi alanında (121 bin 700) ve güneş enerjisi alanında (PV’de 38 bin 200, ısıtma ve soğutmada 7 bin 497; toplamda 45 bin 697) gerçekleştirmiştir. 4. sırada ise 265 bin 347 istihdam ile Japonya gelmektedir. Japonya yenilenebilir enerji istihdamının yaklaşık %95 ini güneş enerjisi (PV’de 249 bin 809, ısıtma ve soğutmada 591 kişi) alanında kullanmaktadır.

Şekil 2.5’ te orta gelirli ülkelerdeki IRENA(2020) raporuna göre yenilenebilir enerjide kullanılan istihdam verileri gösterilmektedir.

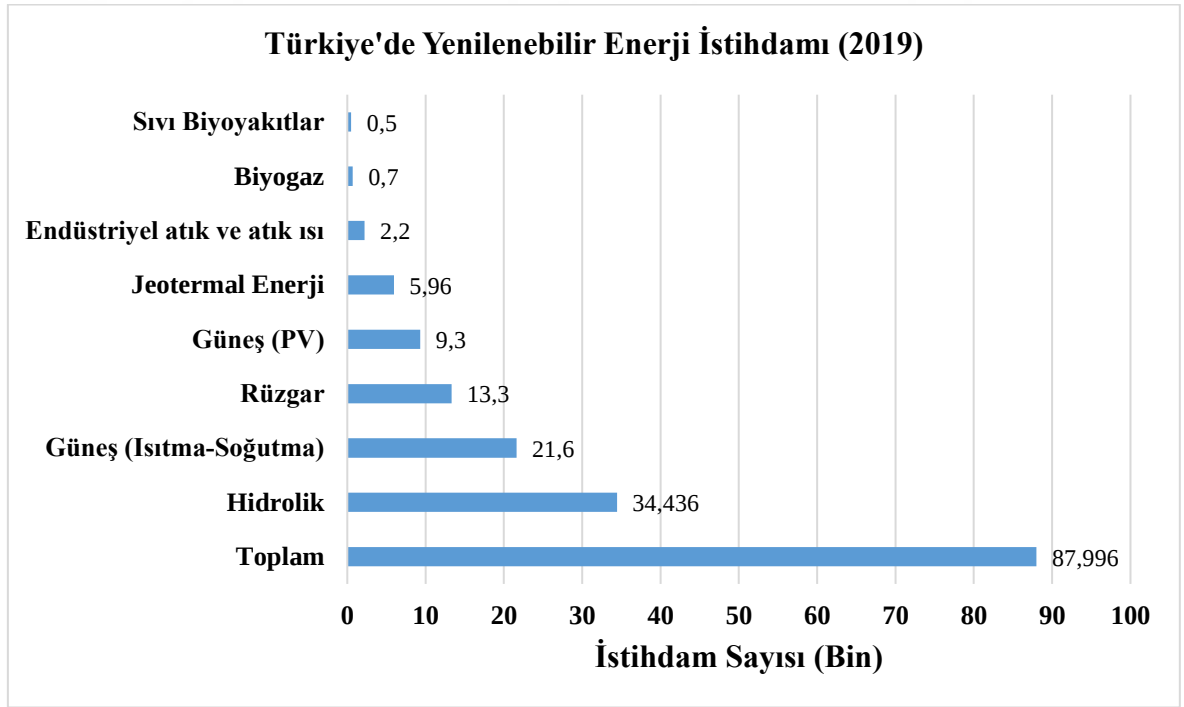




Şekil 2.5: Orta gelirli ülkelerde yenilenebilir enerjide toplam istihdam (2019) (IRENA, 2020)

Orta gelirli ülkeler arasında yenilenebilir enerji alanında kullanılan istihdamda 4 milyon 360 bin 549 sayısı ile Çin diğer ülkelere göre açık ara öndedir. Çin sağladığı bu istihdamın %50'den fazlasını (2 milyon 214 bin Güneş PV'de 670 bin güneş ısıtma ve soğutma) güneş enerjisi alanında kullanmaktadır. Ardından hidrolikte 560 bin 549, rüzgâr enerjisinde 518 bin olmak üzere en çok istihdam sağladığı yenilenebilir enerji türleri gelmektedir. Ülkeler arasında ikinci sırada Brezilya, üçüncü sırada Hindistan gelmektedir. Brezilya en çok istihdamı sıvı biyoyakıtlarda, Hindistan ise hidrolikte gerçekleştirmiştir.

Şekil 2.6' da Türkiye'nin 2019 yılına ait yenilenebilir enerji istihdamı verileri gösterilmektedir.



Şekil 2.6: Türkiye'de yenilenebilir enerji istihdamı (2019) (IRENA, 2020)

Türkiye 2019 yılında yenilenebilir enerji alanında toplam 87 bin 996 istihdam gerçekleştirmiştir. En çoktan en aza istihdam gerçekleştirilen yenilenebilir enerji çeşitleri sırasıyla hidrolik, güneş (ısıtma-soğutma + PV), rüzgâr, jeotermal, endüstriyel atık + atık ısı, biyogaz ve sıvı biyoyakıtlardır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının istihdam üzerindeki etkileri Hesaplanabilir Genel Denge modeli, Girdi-Çıktı (IO) modeli gibi farklı modeller kullanılarak çalışmalar yürütülmektedir.

Hesaplanabilir Genel Denge (HGD) modeli (Computable General Equilibrium Method, CGE), Walras genel denge teorisine dayanır. Genel denge analizinde amaçlanan olay, ekonomide var olan malların, üretim faktörlerinin, miktarların ve fiyatların eşanlı bir şekilde saptamaktır. Bu analiz türünde üreticiler ve tüketicilerin akılcı davranışları olduğu varsayılır ve tüketicinin maksimum faydaya, üreticinin maksimum kara ulaştığı, arz ve talebin birbirine eşitlendiği fiyat seviyesi olduğu söylenir. Bu modellerde kaynakların atıl bırakılmayacağı ve etkin bir şekilde kullanılacağı bilinir. Hesaplanabilir Genel Denge (HGD) modeli ekonomideki üretimi, tüketimi, gelir dağılımını, yatırımını, dış ticaret bağlantılarını bütün bir şekilde planlayan “*Walrasgil eşanlı denge sistemi*” şeklinde ifade edilebilir. Üretilmiş olan mal miktarı, tüketilmekte olan mal miktarına denk olmalı, hane halklarının arz ettiği bütün üretim faktörlerini de firmalar kiralamalı ve kullanmalı, kullanım dışı bırakılan üretim faktörleri modele eklenmemelidir. Ancak Uyarlanmış Hesaplanabilir Genel Denge modelindeyse iş piyasasında var olan işsizlik benzeri kullanım dışı bırakılan üretim faktörleri modelde açıklanabilmektedir (Mercan, 2015).

Girdi-Çıktı (IO) modellerinde üretimle tüketimin ilişkisi, çok sektörlü ve sayısal biçimde incelenmektedir. Modelde Leontief, Walras modelindeki fonksiyonları kolaylaştırmış ve denklem miktarını azaltarak hesaplanabilir kılmıştır. IO modeli, sanayi sektörleri arasındaki bağımlı ilişkiyi dikkate alarak, bir sektördeki mal ve hizmet talebinin sistemin geneli üzerindeki ekonomik etkileri incelemek için kullanılır (Güllü ve Kartal, 2021: 41).

2.2.Literatür

Bu başlık altında yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme, işsizlik ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalara yer verilmiştir.

2.2.1. Yenilenebilir Enerji – Ekonomik Büyüme

Yenilenebilir enerjiyle farklı değişkenler ve farklı ülke veya ülke grupları arasında pek çok çalışma vardır. Bu çalışmaların çoğunda yenilenebilir enerji ve büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Başka bir ifadeyle yenilenebilir enerji ve büyüme ilişkisi arasında geniş bir literatür taraması vardır. Bu literatür taramasını ilk olarak panel veri ile çalışanlar, ikinci olarak farklı ülkelerle ve tek ülke ile çalışanlar, üçüncü olarak ise Türkiye’yi çalışanlar

şeklinde 3 grupta ele alabiliriz. Şimdi yapılan bu çalışmalar için sırasıyla literatür taramasına bakalım.

2.2.1.1. Panel Veri Çalışanlar

Apergis ve Payne (2010), 1992-2007 döneminde Avrasya'daki 13 ülke için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında çok değişkenli bir panel veri kullanmışlardır. Rusya'nın dâhil edildiği analiz sonuçlarında yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen %1 düzeyindeki artış reel GSYH'yı % 0,195 oranında arttırdığı, Rusya'nın dışında tutulduğu analiz sonucunda ise yenilenebilir enerji tüketimindeki %1 düzeyindeki bir artış reel GSYH'yı %0,074 oranında arttırdığı görülmektedir. Aynı zamanda yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında kısa ve uzun dönemde çift yönlü bir nedensellik mevcuttur.

Menegaki (2011), 1997-2007 yılları arası dönemde 27 Avrupa ülkesi için ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiştir. Çalışmada panel veri analizini kullanarak yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında bir nedenselliğin olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Dedeoğlu ve Kaya (2013), çalışmalarında 25 OECD ülkesi için panel eşbütünleşme tekniği kullanarak enerji kullanımının GSYH, ihracat ve ithalat ile arasındaki ilişkisini incelemiştir. İnceleme sonucunda enerji kullanımı – GSYH, enerji kullanımı – ihracat ve enerji kullanımı – ithalat arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda GSYH'daki %1'lik bir artışın enerji tüketiminde %0,32, ihracattaki %1'lik bir artışın enerji tüketiminde %0,21 ve ithalattaki %1'lik bir artış enerji tüketimini %0,16 birim arttıracacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Hung-Pin (2014), 1982-2011 zaman diliminde 9 OECD ülkesinde kısa ve uzun dönem için yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmaktadır. Analiz de Danimarka ve Portekiz için birim kök testi sonuçları, değişkenlerin ileri tahmine geçmeden önce ARDL sınır testinin temel varsayımlarını karşılamadığını gösterir. Bunun içinde bu iki ülke eşbütünleşme ve nedensellik analizinin ARDL sınırları testinin dışında tutulmuştur. Fransa ve İspanya için yenilenebilir ve ekonomik büyüme arasında uzun vadeli veya denge ilişkisi bulunmaması sebebiyle dinamik

hata düzeltme modelinde herhangi bir nedensellik tahmininde bulunulamaz. İtalya ve İngiltere’de kısa dönemde reel GSYH’dan yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü; Almanya, İtalya ve İngiltere’de uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminden reel GSYH tek yönlü; ABD ve Japonya’da uzun dönemde reel GSYH’dan yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü; Almanya ve İngiltere’de uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminden reel GSYH’ya güçlü tek yönlü; ABD’de uzun dönemde ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru güçlü tek yönlü bir Granger nedensellik ilişkisi vardır.

Nasreen ve Anwer (2014), 15 Asya ülkelerindeki 1980-2011 dönemi kapsamında ekonomik büyüme, ticaret açıklığı ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisini araştırdığı ve bunun için panel eşbütünleşme ve nedensellik yaklaşımını kullandıkları çalışmalarında ticari açıklık ile enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Sebri ve Ben-Salha (2014), BRICS ülkelerindeki ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji, CO₂ emisyonları ve ticaret açıklığı arasındaki nedensellik ilişkisi üzerine yaptıkları çalışmada ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testini kullanmışlardır. Bu çalışmada da ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir ilişki olduğu aynı zamanda da ticari açıklığın yenilenebilir enerji tüketimini arttırdığı sonucuna varmışlardır.

Shakeel vd. (2014), 1980-2009 arası dönemde Güney Asya ekonomilerindeki enerji tüketimi, ticaret ve GSYH arasındaki ilişkiyi panel eşbütünleşme analizi kullanarak inceledikleri makalede kısa dönemde enerji tüketiminin GSYH ile ihracat arasında çift yönlü bir nedensellik, uzun dönem için ise enerji tüketimi ve GSYH arasında geri bildirim ilişkisi sonucuna ulaşılırken ihracattan enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu tespit etmişlerdir.

Çınar ve Yılmaz (2015), 1990-2013 dönemi 8 gelişmekte olan ülke için panel veri seti yardımıyla yenilenebilir enerji kaynakları, yenilenemeyen enerji kaynakları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırdıkları makaledeki analiz sonucuna göre yenilenebilir enerji kaynaklarının büyüme üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlıdır.

Siddique ve Majeed (2015) çalışmalarında 1980-2010 yılları arası dönemde 5 Güney Asya ülkesinin enerji tüketimi, ticaret ve finansal kalkınma ile büyüme ilişkisini ele almışlardır.

Sonucunda da büyüme ile enerji arasında çift yönlü bir ilişki, dış ticaretten enerji tüketimine doğru ise tek yönlü nedensellik olduğu ve enerji tüketiminde, ticarete ve finansal kalkınmada meydana gelen %1’lik bir artış sırasıyla büyümede %0,08, %0,39 ve %0,11 oranında artışa neden olacağı tespit edilmiştir.

Amri (2017) gerçekleştirdiği çalışmasında 1990-2012 dönemi verileri ile 72 ülke için ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji ve ticaret ilişkisine bakarak yenilenebilir enerji tüketiminin GSYH ile ticaret arasında genel itibariyle çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin mevcut olduğu sonucunu çıkarmıştır.

Hassine ve Harrathi (2017) yaptıkları çalışmada Körfez İşbirliği Konseyi üyelerini ele alarak 1980-2012 yılları arası verileri ile yenilenebilir enerji tüketimi, reel GSYH, ticaret ve finansal kalınma arasında nedensellik ilişkisini incelemişlerdir ve yenilenebilir enerji tüketiminden ihracata doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı zamanda sonuçlar yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde arttırıcı bir etkisi olduğunu gösterir.

Lu (2017), makalesinde 1990- 2012 döneminde 24 Asya ülkesi için yenilenebilir enerji tüketimi, karbondioksit (CO₂) emisyonları ve GSYH arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Panel eşbütünleşme modeli, vektör hata düzeltme modeli ve Granger nedensellik testini kullandığı çalışmasında değişkenler arasında uzun vadede bir denge olduğu, yenilenebilir enerji tüketimi ile GSYH arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Shakouri ve Yazdi (2017), çalışmalarında 1971-2015 dönemi kapsamında Güney Afrika ülkelerindeki ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, enerji tüketimi, sabit sermaye oluşumu ve ticaret açıklığı değişkenleri arasındaki ilişkiyi ele almışlardır. Çalışmada ARDL testi kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ve ticaret açıklığı arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin mevcut olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Akdağ ve İskenderoğlu (2018), Avrupa Birliğine üye ve aday olan ülkeler içerisinde seçilen 14 ülke için 2007-2016 dönemine ait veriler yardımıyla GSYH ile yenilenemeyen enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi ve nükleer enerji tüketimi arasındaki ilişki araştırmışlardır. Çalışmada dinamik panel fark GMM ve sistem GMM veri analizi kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda yenilenebilir enerji tüketiminin GSYH üzerindeki etkisi

pozitif ve anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda yenilenebilir enerji diğerk değişkenler ile kıyaslandığında GSYH üzerindeki etkisinin daha fazla olması seçilen bu ülkeler için büyüme seviyesinin artması için yenilenebilir enerji tüketimine gerekli önemin verilmesi gerektiğini gösterir.

Bhat (2018), makalesinde 1992-2016 dönemi BRICS ülkeleri için enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonları arasındaki ilişkiyi neoklasik büyüme modeli spesifikasyonu uygulayarak incelemiştir. Çalışmanın sonucuna bakılırsa yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi pozitif fakat istatistiksel açıdan önemsizdir.

Karakaş ve Balcı İzgi (2018), çalışmalarında yenilenebilir enerji kaynakları ile ekonomik büyüme ilişkisini ele alarak çalışma 1990-2014 dönemi OECD ülkelerini kapsamaktadır. Çalışmada panel eşbütünleşme analizi kullanılmıştır. Model DOLS tahmincisi kullanılmış, Granger nedensellik testi kullanılarak da nedensellik ilişkisi araştırılmış ve DOLS tahmin sonucuna göre yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlı olduğu, Granger nedensellik testine göre ise de yenilenebilir enerjiden GSYH'ye doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonuçları elde edilmiştir.

Marinaş vd. (2018), 1990-2014 dönemini kapsayan Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri içerisinde seçilmiş 10 Avrupa Birliği'ne üye olan ülkeler için ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ARDL modelini kullanarak test ettikleri makaledeki sonuçlar; (1) Romanya ve Bulgaristan'da GSYH ve yenilenebilir enerji tüketimi dinamikleri bağımsızdır, (2) Macaristan, Litvanya ve Slovenya'da yenilenebilir enerji tüketimindeki artış ekonomik büyümeyi iyileştirir, (3) Uzun dönemde tüm ülke grubunda aynı zamanda ayrı ayrı incelenen 7 Orta ve Doğu Avrupa ülkesi için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi vardır.

Zafar vd. (2019), çalışmalarında enerjiyi yenilenebilir ve yenilenemez enerji şeklinde ayırıştırarak ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini incelemektedirler. Çalışma 1990-2015 dönemine ait veriler ile Asya-Pasifik Ekonomik İşbirliği (APEC) ülkelerini kapsamaktadır. Analizde CD-LM yöntemi ile panel verilerin kesitsel bağımlılıklarına bakılmış, CIPS VE CADF yaklaşımları ile durağanlıkları incelenmiş, değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisini belirlemek için Westerlund eşbütünleşme testi kullanılmış ve son olarak da değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini ortaya koymak için Dumitrescu ve Hurlin

nedensellik testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda da, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişkinin varlığı ve çift yönlü nedensellik ilişkisi ortaya çıkmıştır. Yenilenebilir enerjide meydana gelen %1'lik bir artış ekonomik büyümeyi %2,0352 - %2,0340 oranında bir artışa neden olacaktır.

Ghazouani vd. (2020), makalede 1980-2017 dönemini kapsayan ve 7 tane Asya-Pasifik bölgesinde bulunan ülke için ticaret açıklığı, yenilenebilir elektrik kullanımı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ARDL modeli çerçevesinde incelemişlerdir. Analiz sonuçları şu şekildedir: (1) Kısa dönemde Malezya, Pakistan ve Güney Kore ülkeleri için ticaret açıklığı ve yenilenebilir elektrik tüketimi arasında çift yönlü (geri bildirim) bir ilişki olduğunu tespit ederek yenilenebilir elektrik tüketiminde meydana gelen artışların ticaret açıklığını arttıracaklarını aynı zamanda ticaret açıklığındaki artışlarında yenilenebilir elektrik kullanımını arttıracaklarını gösterir. (2) Avustralya, Endonezya, Japonya ve Tayland'da yenilenebilir elektrik kullanımından ticaret açıklığına uzanan tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilerek yenilenebilir elektrik kullanımda oluşan değişimler ticaret açıklığını etkilerken, tam zıttı bir durum için bunun bir geçerliliği yoktur. (3) Endonezya, Malezya ve Tayland'da ekonomik büyüme ve yenilenebilir elektrik kullanımı arasında çift yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.

Kose vd. (2020), çalışmalarında 1997'den 2014'e kadar uzanan dönemde Avrupa Birliği'ne üye olan ülkeler için enerji tüketimini yenilenebilir ve yenilenemez olmak üzere iki ayırarak enerji kaynaklı büyüme üzerinde analiz yapmaktadırlar. Aynı zamanda büyümenin oluşmasındaki Ar – Ge (araştırma ve geliştirme) faaliyetlerinin etkisini de araştırmaktadırlar. Çalışmada Pearson korelasyon matrisi analizi, ADF birim kök testi, Pertoni ve Johansen Fisher eşbütünleşme testi, Emirmahmutoğlu ve Köse'nin geliştirdiği (karma panel gecikmeli artırılmış vektör otoregresif metodolojisi) nedensellik analizi kullanılmıştır Yapılan analizde uzun dönem için yenilenemez enerji, yenilenebilir enerji ve Ar – Ge'de meydana gelen %1'lik bir artışın büyümeyi sırasıyla %0,60, %0,13 ve %0,05 oranında bir artışa neden olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Musah vd. (2020), 1990-2018 yılları arasını kapsayan Batı Afrika ülkelerinde karbon emisyonları, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Analizde gerçekleştirilen işlemler, (1) ilk olarak hata terimlerinde kesitsel bağımlılıkları test edilmiş, (2) Pesaran-Yamagata testini kullanarak eğim katsayılarında

heterojenlik olup olmadığına bakılmış, (3) CIPS ve CADF durağanlık testleri yapılmış, (4) Westerlund ve Edgerton'nun ön yükleme testi ve Johansen Fisher eş bütünleşme testleri uygulanmış, (5) CCEMG ve DCCMG tahmincileri kullanılarak seriler arasında uzun vadeli denge ilişkisinin olup olmadığı belirlendi. CCEMG tahminleri düşük-orta gelirli ekonomilerin (LMI) panelinde yenilenebilir enerjideki %1'lik bir artış (diğer faktörler sabitken) GSYH'yi %9,89 oranında azaltarak yenilenebilir enerjinin GSYH üzerinde önemli derecede olumsuz bir etkisinin olduğunu, ancak düşük gelirli ekonomilerin (LI) panelinde GSYH üzerinde etkisinin önemsiz olduğunu söyler.

Rahman ve Velayutham (2020), çalışmalarında 1990-2014 dönemini kapsayan 5 Güney Asya ülkesi için yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemez enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri analizi kullanarak araştırmaktadır. Analizde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkilerinin olduğunu yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen %1 oranındaki bir artışın ekonomik büyümeyi %0,66 oranında arttıracığı sonucuna ulaşılmıştır.

Saidi ve Omri (2020), yenilenebilir enerji tüketen 15 büyük ülke için 1990-2014 dönemi kapsamında yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini ve karbon emisyonlarını azaltmadaki etkisini göstermeyi amaçladıkları çalışmalarında FMOLS ve VECM yöntemlerini kullanmışlardır. Analiz sonucunda kısa ve uzun dönemde ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Ünüvar ve Keskinlik (2020), çalışmalarında 2000-2016 dönemini kapsayan G20 üyesi olan 19 ülkedeki yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Kao ve Johansen Fisher panel eşbütünleşme testi kullanılmış ve FMOLS ve DOLS testleriyle yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yönü belirlenmiştir ve yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir nedensellik olduğu sonucuna varılmıştır.

Özetle Apergis ve Payne (2010), Dedeoğlu ve Kaya (2013), Nasreen ve Anwer (2014), Sebri ve Ben Salha (2014), Shakell vd. (2014), Siddique ve Majeed (2015), Amri (2017), Lu (2017), Shakouri ve Yazdi (2017), Marinaş vd. (2018), Zafar vd. (2019), Ghazouani vd. (2020), Saidi ve Omri (2020) çalışmalarında yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir ilişki olduğu; Hung-Pin (2014) çalışmasında bu ilişkinin tek yönlü

olduğu; Çınar ve Yılmaz (2015), Hassine ve Harrathi (2017), Akdağ ve İskenderoğlu (2018), Bhat (2018), Karakaş ve Balcı İzgi (2018), Kose vd. (2020), Rahman ve Velayutham (2020), Ünüvar ve Keskinlik (2020) çalışmalarında yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu; Musah (2020) çalışmasında düşük orta gelirli ülkeler için negatif olduğu; Menegaki (2011) ise yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında bir nedenselliğin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

2.2.1.2. Tek Ülke Çalışanlar

Poa ve Fu (2013), 1980-2010 dönemi verilerinin kullanılmasıyla Brezilya'daki GSYH ile hidroelektrik olmayan yenilenebilir enerji tüketimi, toplam yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi ve toplam birincil enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. Araştırmasında Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik testini uygulamıştır ve bunların sonucunda kısa dönemde hidroelektrik olmayan yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik, toplam yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında bir nedensellik olmadığı, uzun dönemde ise hidroelektrik olmayan yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik, ekonomik büyüme ile toplam yenilenebilir enerji üretimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda hidroelektrik olmayan yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen %1 düzeyinde bir artış reel GSYH'yi %0,06, toplam yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen %1 düzeyindeki bir artış ise reel GSYH'yi %0,20 kadar arttırmaktadır.

Xu (2016), çalışmasında 1993 – 2014 yılları arasında ABD'deki yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini Granger nedenselliği ile araştırmaktadır. Sonuçlarına bakıldığında, büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında nedensel ilişkinin zaman ölçeğine bağlı olduğu ve hem doğrusallık hem de doğrusal olmayan özelliklerini aynı anda taşıdığı görülmektedir.

Brini vd. (2017), 1980-2011 döneminde Tunus' daki yenilenebilir enerji tüketimi, dış ticaret, petrol fiyatı ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine yaptığı çalışmasında eşbütünleşme için sınır testi yaklaşımını ve ARDL yöntemini kullanarak kısa dönemde uluslararası ticaret, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu, uzun vadede ise yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında negatif bir ilişki

ve yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna varmıştır. Aynı zamanda yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen %1’lik bir reel GSYH’de uzun dönemde %11,99 oranında, kısa dönemde ise %0,397 oranında bir düşmeye neden olmaktadır.

Ummalla ve Samal (2019), çalışmalarında 1965-2016 dönemi kapsamında Çin ve Hindistan’da doğalgaz ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonları ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemektedir. Çalışmanın bulguları, Hindistan için kısa dönemde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedenselliğin olduğu, Çin’de yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme arasında nedenselliğin mevcut olmadığı, uzun dönemde ise Hindistan ve Çin için değişkenler arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğudur.

Bayraç ve Koyuncu (2020), Hindistan için yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceledikleri araştırmada 1990-2015 yılları arası verilerini ele alarak ARDL sınır testi ile VECM Nedensellik testini kullanmışlardır. ARDL sınır testi sonucunda kısa ve uzun dönem için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisi anlamlı ve negatif çıkmıştır. VECM nedensellik tesit sonucunda da kısa dönem için yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında bir ilişki mevcut değilken, uzun dönemde ise ekonomik büyüme - yenilenebilir enerji arasında çift yönlü bir nedensellik ortaya çıkmıştır.

Özetle, Pao ve Fu (2013) yenilenebilir enerji ve büyüme arasında pozitif; Brini vd. (2017) negatif bir ilişki bulurken Xu (2016) büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkinin zamana bağlı olduğunu söylemiştir. Ummalla ve Samal (2019) yenilenebilir enerji tüketimi ve büyüme arasındaki ilişkisini kısa dönemde Hindistan için çift yönlü, Çin için bir nedensellik bulamamışken, uzun dönemde her iki ülke için çift yönlü bir ilişki, Bayraç ve Koyuncu (2020) ise kısa dönemde bir ilişki bulamazken, uzun dönemde çift yönlü bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır.

2.2.1.3. Türkiye’yi Çalışanlar

Özşahin vd. (2016), BRICS ülkeleri ve Türkiye’deki yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi 2000-2013 dönemi verileriyle ele alınan araştırmada Pedroni (1999), Westerlund (2005) panel CUSUM eş bütünleşme ve panel ARDL tahmincisi

kullanılmıştır. Analiz sonucunda uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü ilişkinin mevcut olduğu tespit edilmiştir.

Kesbiç ve Salkım Er (2017), 2004'ten 2014 yılına kadar olan Avrupa Birliğine üye 28 ülke ve Türkiye için kısa ve uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmaktadırlar. Çalışmada panel veri analizi teknikleri kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda da Granger nedensellik testine bağlı olarak yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi bulunamamış fakat ekonomik büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Alper (2018), yapmış olduğu çalışmada 1990-2017 arası dönemde Türkiye'de yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Bayer-Hanck eş bütünleşme ve Toda-Yamamoto nedensellik testlerini kullanarak incelemiştir. Analizin sonuçları ise şu şekildedir: (1) uzun dönemde değişkenler eşbütünleşiktir, (2) yenilenebilir enerji kullanılmasında meydana gelen %1 düzeyindeki artış ekonomik büyümeyi %0,19 oranında arttıracaktır, (3) ilişkinin yönüne bakıldığında da ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji kullanımına doğru tek yönlü bir nedensellik mevcuttur.

Durğun ve Durğun (2018), 1980'den 2015'e kadar olan dönemde Türkiye için kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hâsıla ile kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi (hidroelektrik dâhil) arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmada zaman serisi analizi kullanılarak, sırasıyla ADF ve Zivot-Andrews birim kök testi, ARDL sınır testi, Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmıştır. ARDL testi sonucunda seriler %5 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşik, Toda-Yamamoto nedensellik testi sonucunda da yenilenebilir enerji tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi sonucu ortaya çıkmıştır.

Dertli ve Yinaç (2018), makalede Türkiye için 1990-2014 dönemi verilerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu ve enerji ithalatı arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Analizde ADF (Augmented Dickey Fuller), PP (Phillips/Perron) birim kök testi, Johansen eşbütünleşme testi, Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Analiz sonucuna göre, yenilenebilir enerji kullanımı, ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu, ve enerji ithalatı serileri uzun periyotta denge oluşturmaktadır.

Diğer bir sonuca göre ise enerji ithalatından yenilenebilir enerji kullanımına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunurken, diğer değişkenler arasında herhangi bir nedensellik yoktur.

Erdoğan vd. (2018), 1998-2015 döneminde Türkiye için yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Johansen eşbütünleşme testini ve VECM testi ile nedensellik durumlarını analiz etmiştir. Analiz, uzun dönemde GSYH'den yenilenebilir enerji üretimine doğru uzanan bir nedensellik ilişkisini ortaya çıkarmıştır.

Usubbeyli ve Uçak (2018), çalışmalarında Türkiye'nin 1970-2017 yılları arasında yenilenebilir elektrik üretiminin toplam elektrik üretimi içindeki payı ve reel GSYH oranı arasındaki ilişkiyi ARDL modeli ile analiz ederek incelemişler. Analiz sonucunda yenilenebilir elektrik üretiminden büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu, Türkiye'de yenilenebilir elektriğin toplam elektrik üretimi içindeki payında %10 oranında bir artış reel büyümeyi %1,7 oranında arttırdığı görülmüştür. Yani toplam elektrik üretimi içindeki yenilenebilir elektrik üretiminin payı arttıkça GSYH oranı yükselmekte ve buna bağlı olarak büyümede gerçekleşen artışa yardımcı olmaktadır.

Öztürk ve Saygın (2020), yaptıkları çalışmada 1978-2016 dönemine ait verilerle Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Analizde klasik birim kök testleri, yapısal kırılmalı birim kök testi, ADRL sınır testi kullanılmıştır. Araştırmada uzun dönem için yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi attırdığı kısa dönem de ise yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümenin üstünde anlamlı bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Özetle Türkiye için yapılan çalışmalarda Özşahin vd. (2016), Alper (2018) ve Öztürk ve Saygın (2020) yenilenebilir enerji ile büyüme arasında pozitif bir ilişki saptamışlardır. Kesbiç ve Salkım Er (2017), Durğun ve Durğun (2018), Erdoğan vd. (2018), Usubbeyli ve Uçak (2018) çalışmalarında yenilenebilir enerji ve büyüme arasında tek yönlü bir ilişki olduğu sonucuna varmışlardır.

2.2.2. Yenilenebilir Enerji - Dış Ticaret

Sadorsky (2012) çalışmasında 1980-2007 yıllarını kapsayan 7 Güney Amerika ülkesindeki enerji tüketimi, çıktı ve ticaret arasındaki ilişkiyi panel eşbütünleşme regresyon yöntemiyle

incelemiştir. Bu çalışmada, kısa dönemde enerji tüketiminden ithalata doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sadorsky (2011) bir başka çalışmasında ise yine 1980 – 2007 yılları arasını kapsayan 8 Ortadoğu ülkesi için ticaretin enerji tüketimi üzerindeki etkisini panel eşbütünleşme veri tahmin yöntemini kullanarak incelemiş ve kısa dönemde ihracattan enerji tüketimine doğru tek yönlü ithalat ve enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Dedeoğlu ve Kaya (2013), çalışmalarında 25 OECD ülkesi için panel eşbütünleşme tekniği kullanarak enerji kullanımının ihracat ve ithalat ile arasındaki ilişkisini incelemiştir. İnceleme sonucunda, enerji kullanımı – ihracat ve enerji kullanımı – ithalat arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda ihracattaki %1’lik bir artışın enerji tüketiminde %0,21 ve ithalattaki %1’lik bir artış enerji tüketimini %0,16 birim arttıracığı sonucuna ulaşılmıştır.

Aissa vd. (2014), çalışmasında 1980-2008 dönemini kapsayan 11 Afrika ülkesindeki yenilenebilir enerji tüketimi, ticareti ve üretimi arasındaki ilişki panel eşbütünleşme ve nedensellik analizi kullanılarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda kısa ve uzun dönemde ticaret ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisi olmadığı ortaya çıkmıştır.

Nasreen ve Anwer (2014), 15 Asya ülkelerindeki 1980-2011 dönemi kapsamında ticaret açıklığı ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisini araştırdığı ve bunun için panel eşbütünleşme ve nedensellik yaklaşımını kullandıkları çalışmalarında ticari açıklık ile enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Sebri ve Ben-Salha (2014), BRICS ülkelerindeki yenilenebilir enerji ticaret açıklığı arasındaki nedensellik ilişkisi üzerine yaptıkları çalışmada ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testini kullanmışlardır. Bu çalışmada da ticari açıklığın yenilenebilir enerji tüketimini arttırdığı sonucuna varmışlardır.

Shakeel vd. (2014), 1980-2009 arası dönemde Güney Asya ekonomilerindeki enerji tüketimi, ticaret arasındaki ilişkiyi panel eşbütünleşme analizi kullanarak inceledikleri makalede kısa dönemde enerji tüketiminin ihracat arasında çift yönlü bir nedensellik, uzun dönem için ise ihracattan enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu tespit etmişlerdir.

Jebli ve Youssef (2015), 69 lke için 1980-2010 dönemini kapsayan çıktı, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketime ve uluslararası ticaret arasındaki ilişki incelenmektedir. Yaptıkları çalışmada panel ebtnleme teknikleri kullanmışlardır ve sonucunda kısa dönemde yenilenebilir enerjiden ticarete doğru tek yönlü bir ilişki olduğu uzun vadede ise çift yönlü bir nedensellik tespit etmişlerdir. Yani yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen bir değişim ihracat ve ithalatta bir deiiklie neden olacaktır aynı zamanda ihracat veya ithalatta meydana gelen bir yükselme de yenilenebilir enerji tüketiminde bir yükselmeye neden olacaktır.

Siddique and Majeed (2015) alımalarında 1980-2010 yılları arası dönemde 5 Güney Asya ülkesinin enerji tüketime, ticaret ilişkisini ele almışlardır. Sonucunda da dış ticaretten enerji tüketime doğru ise tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Jebli vd. (2016), çalışmalarında 1980 – 2010 yılları arasında 25 OECD ülkesindeki yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketime ve uluslararası ticaret arasındaki nedensellik ilişkisini incelemektedir. Yapılan analizde ithalat ile yenilenebilir enerji tüketime arasında çift yönlü, ihracattan enerji tüketime doğru ise tek yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Vaona (2016), 26 ülkeyi baz alarak farklı zaman dilimleri kullanılarak panel veri analizi yöntemi ve GMM tahmincisiyle yenilenebilir enerji üretimi ve ithalat arasındaki ilişkiyi ele almıştır. Vaona, yaptığı bu çalışmasında yenilenebilir enerji üretiminin ithalattaki artıı azalttığı sonucuna ulaşmıştır.

Amri (2017) gerçekleştirdiği çalışmasında 1990-2012 dönemi verileri ile 72 ülke için yenilenebilir enerji ve ticaret ilişkisine bakarak yenilenebilir enerji tüketime ticaret arasında genel itibariyle çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin mevcut olduğu sonucunu çıkarmıştır.

Brini vd. (2017), 1980-2011 döneminde Tunus' daki yenilenebilir enerji tüketime, dış ticaret, ilişkisi üzerine yaptığı çalışmasında ebtnleme için sınır testi yaklaşımını ve ARDL yöntemini kullanarak kısa dönemde uluslararası ticaret ve yenilenebilir enerji arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Hassine ve Harrathi (2017) yaptıkları çalışmada Körfez İşbirliği Konseyi üyelerini ele alarak 1980-2012 yılları arası verileri ile yenilenebilir enerji tüketimi ile ticaret arasında nedensellik ilişkisini incelemişlerdir ve yenilenebilir enerji tüketiminden ihracata doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varmışlardır.

Shakouri ve Yazdi (2017), çalışmalarında 1971-2015 dönemi kapsamında Güney Afrika ülkelerindeki yenilenebilir enerji tüketimi, enerji tüketimi ve ticaret açıklığı değişkenleri arasındaki ilişkiyi ele almışlardır. Çalışmada ARDL testi kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi ile ticaret açıklığı arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin mevcut olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Dertli ve Yınaç (2018), makalede Türkiye için 1990-2014 dönemi verilerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi ile enerji ithalatı arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Analizde ADF (Augmented Dickey Fuller), PP (Phillips/Perron) birim kök testi, Johansen eşbütünleşme testi, Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Analiz sonucuna göre, yenilenebilir enerji kullanımı ve enerji ithalatı serileri uzun periyotta denge oluşturmaktadır. Diğer bir sonuca göre ise enerji ithalatından yenilenebilir enerji kullanımına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır.

Murshed (2018) çalışmasında 2000-2017 döneminde 4 Güney Afrika ülkesindeki (Bangladeş, Hindistan, Pakistan ve Sri Lanka) yenilenebilir enerjiye geçişin kolaylaştırılmasında ticaret açıklığının ve uluslararası fon girişlerinin rolü panel veri ve nedensellik analizi kullanılarak araştırılmaktadır. Çalışmanın sonucunda ticaret açıklığı ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında nedensellik bağı olmadığı tespit edilmiştir.

Chen vd. (2019) Çin'deki kişi başına CO₂ emisyonları, GSYH, yenilenebilir enerji ve yenilenemez enerji arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Yaptıkları bu çalışmada ARDL sınır testi, vektör hata düzeltme modeli (VECM) ve Granger nedensellik yaklaşımının kullanılması sonucu kısa dönem için, ticaret ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında %5 anlamlılık düzeyinde çift yönlü bir nedensellik tespit etmişlerdir. Uzun dönemde ise dış ticaretin, yenilenebilir enerji tüketiminin Granger nedeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, dış ticaretin içindeki yenilenebilir enerji ürünleri payının arttığına ve bunun sonucu olarak ise yenilenebilir enerji tüketim talebinin yükseleceğini açıklamaktadır.

Jebli vd. (2019), 1995-2010 yılları arası dönemde 22 Orta ve Güney Amerika ülkesindeki yenilenebilir enerji tüketimi, turist sayısı ve ticaret açıklığı oranı arasındaki nedensellik ilişkisi üzerine yaptıkları çalışmada, kısa dönem için Granger nedensellik testi, yenilenebilir enerji tüketiminden ticari açıklığa doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Alam ve Murad (2020), çalışmalarında 25 OECD ülkeleri için ekonomik büyüme, ticaret açıklığı, teknolojik ilerleme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Ticaret açıklığının yenilenebilir enerji kullanımını önemli ölçüde etkilediği, yenilenebilir enerji tüketiminde ve üretiminde bir artışın oluşmasını sağlayan enerjiye dair politikaların ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkileyeceği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Ghazouani vd. (2020), makalede 1980-2017 dönemini kapsayan ve 7 tane Asya-Pasifik bölgesinde bulunan ülke için ticaret açıklığı, yenilenebilir elektrik kullanımı arasındaki ilişkiyi ARDL modeli çerçevesinde incelemişlerdir. Analiz sonuçları şu şekildedir: (1) Kısa dönemde Malezya, Pakistan ve Güney Kore ülkeleri için ticaret açıklığı ve yenilenebilir elektrik tüketimi arasında çift yönlü (geri bildirim) bir ilişki olduğunu tespit ederek yenilenebilir elektrik tüketiminde meydana gelen artışların ticaret açıklığını arttıracaklarını aynı zamanda ticaret açıklığındaki artışlarında yenilenebilir elektrik kullanımını arttıracaklarını gösterir. (2) Avustralya, Endonezya, Japonya ve Tayland'da yenilenebilir elektrik kullanımından ticaret açıklığına uzanan tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilerek yenilenebilir elektrik kullanımda oluşan değişimler ticaret açıklığını etkilerken, tam zıttı bir durum için bunun bir geçerliliği yoktur.

Mueshed (2020), 2000-2017 dönemini kapsayan Güney Asya, Doğu Asya, Pasifik, Orta Asya, Latin Amerika ülkelerinden seçilmiş düşük, alt-orta ve üst-orta gelirli olarak kategorize edilmiş toplam 71 ülke üzerinde yapmış olduğu yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ile ulusal ticareti serbestleştirme politikalarının uyumluluğu panel veri analiziyle incelenmiştir. Bu çalışmasının sonucu olarak düşük gelirli ülkelerde ticari açıklık %1 artınca yenilenebilir enerjinin payı %0,24 artmakta, alt-orta gelirli ülkelerde ise %0,19 azaltmakta olduğu görülmektedir.

Zeren ve Akkuş (2020), çalışmalarında 1980-2015 dönemine ait Bloomberg'in geliştirmekte olan ülkelerde ticaret açıklığı, yenilenebilir ve yenilenemeyene enerji tüketimi arasındaki

ilişkiyi ele almaktadır. Çalışmada, uzun dönemli ilişkiler Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik testi, Westerlund (2006) çoklu yapısal kırılmalı panel eşbütünleşme testi ve Pesaran (2006) CCE-MG eş bütünleşme tahmincisi kullanılmıştır. Analiz sonucunda yenilenebilir enerji dış ticaret ilişkisine bakıldığında yenilenebilir enerji ile ticaret açıklığı arasında negatif bir ilişki olduğu görülmektedir.

Özetle Sadorsky (2012), Jebli vd. (2016), Hassine Herrathi (2017) çalışmalarında ihracattan enerji tüketimine doğru tek yönlü; Sadorsky (2012), Jebli vd. (2016) ithalat ve enerji tüketimi arasında çift yönlü; Dedeoğlu ve Kaya (2013) enerji tüketimi ile ihracat ve ithalat arasında çift; Shakeel vd. (2014) kısa dönemde enerji tüketimi ve ihracat arasında çift, uzun dönemde tek yönlü bir ilişki bulmuştur. Jebli ve Youssef (2015) yenilenebilir enerji ve ticaret arasında kısa dönemde tek, uzun dönemde çift; Siddique ve Majeed (2015), Brini vd. (2017) tek; Amri (2017), Chen vd. (2019) çift yönlü bir ilişki bulmuştur. Nasreen ve Anwer (2014), Sebri ve Ben-Salha (2014) ticari açıklık ile yenilenebilir enerji arasında pozitif; Zeren ve Akkuş (2020) negatif bir ilişki, Mueshed (2020) düşük gelirli ülkeler için pozitif, alt-orta gelirli ülkeler için negatif bir ilişki; Shakouri ve Yazdi (2017) çift yönlü, Jebli vd. (2019) tek yönlü, Ghazouani vd. (2020) Malezya, Pakistan ve Güney Kore için çift yönlü, Avustralya, Endonezya, Japonya ve Tayland için tek yönlü bir ilişki bulurken Murshed (2018) ve Aissa vd. (2014) yenilenebilir enerji ve ticaret arasında bir nedensellik bağı bulamamışlardır.

2.2.3. Yenilenebilir Enerji – İşsizlik

Hillebrand vd. (2006), Alman hükümetinin yenilenebilir enerji payını 2010'da %5 oranından %10 oranına yükseltmeyi hedeflemesinin üzerine Almanya'da yenilenebilir enerjinin istihdam üzerinde yaratacağı etkinin incelendiği makalede, yenilenebilir enerjinin ilk yıllarda etkili olduğu anlaşılmaması üzerine hemen hemen 33.000 yeni iş imkânı oluşturarak istihdamı arttıracak sonucuna ulaşılmıştır. Birkaç yıl sonrasında dengelenip, 2010'a doğru ise negatif (-6000 iş) bir seyir göstereceği tespit edilmiştir.

Lehr vd. (2008), çalışmada Almanya'daki yenilenebilir enerji sektörüyle istihdam ilişkisini ortaya koymak için yaptıkları 1000'den fazla kişinin katılımıyla oluşturulan kapsamlı bir anketin sonuçlarına dayalı olarak Girdi-Çıktı vektörü geliştirmişlerdir ve buna göre, eğer Almanya yenilenebilir enerji konusunda yerini korursa 2030 yılına dek 400.000'den fazla istihdam oluşturma gücüne sahiptir.

Moreno ve Lopez (2008), 2005 - 2010 yılları arasında yenilenebilir enerjinin istihdam oluşturma potansiyelinin üç farklı senaryo (temel, iyimser, kötümser) üzerinden inceledikleri makalenin sonucu olarak bölgede istihdam yaratmak termal, rüzgâr ve fotovoltaik güneş enerjisine bağlıdır.

Elfani (2011), Endonezya’da yenilenebilir enerjinin istihdama etkisini teorik açıdan incelemiş ve bu incelemeler sonucunda 2011 dönemi için işsizlik oranının azaltılmasında yenilenebilir enerji alanındaki kapasitenin yükselmesinin etkileyici bir rol oynadığını söylemektedir.

Cai vd. (2014), çalışmada Çin’deki yenilenebilir ve yeni enerji gelişiminin istihdam üzerindeki etkisini girdi-çıktı modeli oluşturularak incelenmiştir ve analize göre 2011-2020 arası dönemde yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi hemen hemen 7.000.000 istihdam sağlayacağı fakat uyumsuzluk probleminden dolayı bu sayının sadece %81,8’i gerçekleşebilecektir.

Apergis ve Salim (2015), 1990-2013 döneminde 80 ülke üzerine yapılan araştırmada yenilenebilir enerji tüketimi ile işsizlik arasındaki ilişkinin için panel veri ve Granger nedensellik analizi yapmış ve sonucunda yenilenebilir enerji kullanımının işsizliği pozitif yönde etkilediği görülmüştür. Bu pozitif yönlü ilişkinin nedenini ise yenilenebilir enerji tüketiminin istihdamı yaratma gücünün maliyetlere göre şekillendiği şeklinde açıklamaktadır.

Henriques vd. (2016), makalede 2008 ile 2020 yılları arasında elektrik üretiminde yenilenebilir enerji hedefleri doğrultusunda istihdam üzerindeki etkisi Girdi-Çıktı modeli (IO) çerçevesinde incelenmiştir. Analiz sonucunda 2020 yılında yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşılmasıyla endüstri 26.000’den az iş destekleyecektir.

Khodeir (2016), 1989-2013 dönemini kapsayan Mısır’daki yenilenebilir elektrik üretimi ile işsizlik arasındaki ilişkinin ters olduğuna dair hipotezi ARDL modeli ile analiz etmektedir ve analiz sonucu yenilenebilir elektrik üretimi ile işsizlik arasında negatif bir ilişki olduğunu doğrulamaktadır.

Sari ve Akkaya (2016), makalede gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki yenilenebilir enerji potansiyelinin sürdürülebilir istihdamdaki katkısı araştırılmaktadır ve bu ülkeler için yenilenebilir enerji kaynakları yeni iş alanlarının oluşmasına kaynaklık ettiği belirtilmektedir.

Karaca vd. (2017), makalede Türkiye’de yenilenebilir enerjinin, elektrik üretimindeki payı %100 olarak gerçekleşmesi sonucunda her bir ek yatırımın yapılması istihdamı arttıracığına ilişkin tahminlerde bulunmaktadır. Çalışmada COPRAS yöntemiyle ek yatırımların içinde yenilenebilir kaynaklardan hangisine hangi miktarda pay düşeceği, JEDI (İstihdam Ekonomik Kalkınma Modeli) yöntemiyle de saptanan yenilenebilir enerji yatırımların oranının istihdam üzerindeki katkısı konusunda varsayımları belirlenmiştir. Modellerin sonucunda da yenilenemez enerji santrallerinin yerini alacak olan 56.694 MW büyüklüğünde yenilenebilir enerji santralleri kurulum ve işletme faaliyetlerinin gerçekleşmesiyle 576.664 doğrudan, 322.852 dolaylı ve 233.030 uyarılmış olarak toplam 1.132.545 kişi istihdamdan yararlanılacağı düşünülmektedir.

Ağpak ve Özçiçek (2018), makalede 1991-2014 yılları arası dönemi kapsayan 59 ülkedeki yenilenebilir enerji kullanımının net istihdam üzerindeki etkisini panel veri analiz yöntemiyle incelenmiş ve yenilenebilir enerji kullanımının etkisi genel istihdam ve genç istihdam üzerinde karşılaştırılmıştır. Analizde yenilenebilir enerji kullanımı ile istihdam arasında negatif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak yenilenebilir enerji kullanımının başlama aşamasında genç istihdam, genel istihdama kıyasla daha çok olumsuz etkilenmiş olduğu görülmüştür.

Bulavskaya ve Reynes (2018), makalede Hollanda için yenilenebilir enerji ve istihdam ilişkisini Neo-Keynesyen CGEM ThreeME (Çevre ve Enerji Politikasının Değerlendirilmesi İçin Çok Sektörlü Makroekonomik Model) modelini kullanarak incelemektedirler. İncelemede yenilenebilir enerjiye geçişin istihdam üzerinde pozitif bir etkisi olabileceği ve 2030 yılına kadar yaklaşık 50.000 yeni iş imkânı oluşturabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Frogkos ve Paroussos (2018), Avrupa Birliği enerji sektörünün yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru yönelmesinin net istihdam üzerinde yaratacağı etkiyi araştırdıkları bu makalede yenilenebilir enerji kaynaklarındaki genişlemenin istihdam üzerinde yaratacağı etkinin olumlu sonuçlanmış ve 2050 yılında hemen hemen 200.000 ek iş olanağı sunacağı tespit edilmiştir.

Mu vd (2018), Çin’de yenilenebilir enerji politikalarının istihdama etkisini CGE modeli kullanarak araştırdıkları çalışmada Güneş PV ve rüzgâr enerjisinde meydana gelen 1 TWh yayılma sırayla 45,1 bin, 15,8 bin doğrudan ve dolaylı istihdam yarattığı sonucuna ulaşılmıştır.

Dinçer ve Karakuş (2020), makalede 1991-2018 yılları arası dönemde G7 ülkelerinde Pedroni ve Kao panel eş bütünleşme analiziyle yenilenebilir enerji yatırımı ve istihdam arasında ilişkinin olup olmadığı incelenmiştir. Pedroni yöntemi sonuçları yenilenebilir enerji ve istihdam arasında bir ilişki varlığını ve yenilenebilir enerji kaynakları yatırımlarının istihdam üzerinde etkisi olduğunu söyler. Kao yöntemi sonuçları da Petroni yöntemindeki gibi ilişkiyi doğrular ve bu ilişki uzun süreli olduğunu belirtir.

Khobai vd. (2020), 1990–2014 arası dönemi kapsayan Güney Afrika’daki yenilenebilir enerji tüketimi ile işsizlik arasındaki ilişkinin otoregresif dağıtılmış gecikme modeli (ARDL) ile incelendiği makalede, uzun vadede yenilenebilir enerji tüketiminin işsizlik üzerindeki etkisi önemli derecede negatif, kısa dönemde ise değişkenler arasındaki ilişki önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Nakipoğlu Özsoy ve Özpolat (2020), çalışmalarında BRICS (yüksek gelirli gelişmekte olan) ve MIST ülkeleri için 1991-2014 döneminde Bootstrap Granger Nedensellik analizi yardımıyla yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerji ve istihdam arasında nedensellik ilişkisinin olup olmadığını tespit etmeyi amaçlamaktadırlar. Analizin sonuçları ise; (1) Rusya, Endonezya ve Hindistan’da yenilenebilir enerji ile istihdam arasında çift yönlü, (2) Türkiye, Güney Afrika, Rusya’da yenilenebilir enerjiden istihdama doğru tek yönlü, (3) Güney Kore, Çin, Meksika’da yenilenebilir enerji ve istihdam arasında nedenselliğin olmadığı şeklindedir.

Przyhodzen ve Pryzhodzen (2020), 27 geçiş ekonomileri için 1990-2014 periyodunda yapılan yenilenebilir enerji ile istihdam arasındaki ilişkiyi inceledikleri makalede, yenilenebilir enerji üretiminin işsizliğin artmasında bir neden olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Afşar ve Özarslan Doğan (2021), çalışmalarında E-7 ülkelerinde 2000-2019 dönemi verileriyle yenilenebilir enerji yatırımları ile istihdam arasındaki ilişkiyi Panel ARDL Yöntemi PMG Tahmincisi kullanarak incelemişler ve yapılan analizde yenilenebilir enerji yatırımlarının istihdam üzerindeki etkisinin pozitif olduğu sonucuna varmışlardır.

Güllü ve Kartal (2021), yaptıkları çalışmada JEDI modeline göre Türkiye’de kurulu olan yenilenebilir enerji türlerinin istihdama etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, Türkiye’de yenilenebilir enerji santrallerinin arasında en fazladan en aza istihdama sebep olan türler sırasıyla hidrolik enerji (675.071 kişi), rüzgâr enerjisi (143.986 kişi), güneş enerjisi (133.867 kişi), jeotermal enerji (15.108 kişi), biyokütle enerjisi (6.071 kişi) olmuştur. Toplamda ise 974.103 kişilik istihdam yaratılmaktadır.

Özet olarak Hillebrand vd. (2006) çalışmasında yenilenebilir enerjinin istihdamı önce arttırdığını, sonra dengelendiğini ve sonrasında ise azaltacağını söylemektedir. Lehr vd. (2008), Cai vd. (2014), Henriques vd. (2016), Sari ve Akkaya (2016), Karaca vd. (2017), Bulavskaya ve Reynes (2018), Frogkos ve Paroussos (2018), Mu vd. (2018), Afşar ve Özarslan Doğan (2021), Güllü ve Kartal (2021) çalışmalarında yenilenebilir enerjinin istihdam yaratacağı, Moreno ve Lopez (2008) istihdamın termal, rüzgar ve güneş enerjisine bağlı olduğu sonucuna varırken Ağpak ve Özçiçek (2018) yenilenebilir enerji ile istihdam arasında negatif bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır. Elfani (2011), Khodeir (2016), Khobai vd. (2020) çalışmalarında yenilenebilir enerji ile işsizlik arasında negatif bir ilişki olduğu ancak Apergis ve Salim (2015), yenilenebilir enerji ve işsizlik arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Nakipoğlu Özsoy ve Özpolat çalışmasında Rusya, Endonezya ve Hindistan için yenilenebilir enerji ve istihdam arasında çift yönlü; Türkiye, Güney Afrika ve Rusya için tek yönlü bir ilişki bulurken Güney Kore, Çin ve Meksika için nedensellik bağı bulamamıştır.

2.3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Görünümü

Enerji kaynaklarının dünya üzerinde dengesiz dağılımları yani farklı ülkelerde farklı miktarlarda olması rezervler açısından bazı ülkeleri olumlu bazı ülkeleri ise olumsuz etkilemektedir. Ülkelerin olumsuz etkilenmelerinin sebebi enerji kaynakları konusunda rezervlerinin fakir olmasıdır. Bu da bu tarz ülkeleri enerjide bağımlı olmaya sürüklemiştir (Doğan ve Uludağ, 2018: 160). Enerjinin ekonominin temel girdisi olması ve hızlı nüfus

artışı, enerji talebin artmasına bu da enerjide bağımlı olan ülkelerin ithalat sayılarının giderek yükselterek cari işlemlerin açık vermesine sebep olacaktır. Türkiye gibi bağımlı ülkeler cari işlemleri bir dengeye getirmek için dış satımlarını arttırmak isteyecektir. Ancak bunu yapabilmesi içinde yine enerjiye ihtiyacı olacaktır ve ithalat verileri yine yükselecektir. Bu sorunun önüne geçilmek için vazgeçilmez bir hale gelen enerjinin yerli ve yenilebilir kaynaklı olması gerekmektedir (Bağcı, 2019: 101).

Türkiye coğrafi konumu itibarıyla (36-42 Kuzey paralelleri, 26-45 Doğu meridyenleri) yenilenebilir enerji kaynakları açısından potansiyeli oldukça yüksek olan bir ülkedir. Türkiye'nin üç tarafının denizlerle çevrili ve akarsu sayısının fazla olması, genç yapılı bir ülke olması, güneşlenme süresinin birçok ülkeye göre fazla olması, bitki çeşitliliği açısından zengin olması yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin güçlü olduğunu gösterir. Ancak hala var olan potansiyelini tam anlamıyla kullanamadığı bir gerçektir.

Türkiye'de var olan yenilenebilir enerji kaynakları çeşitli şekillerde kullanılabilir. Örneğin; hidrolik enerji; elektrik enerjisi üretiminde, güneş enerjisi; ısıtmada, tarımsal ürünlerin kurutulmasında, tuz üretmede, mülklerin ısıtılmasında ve elektrik enerjisi üretiminde, jeotermal enerji; konutların ve seraların ısıtılmasında, kaplıca kullanımında, elektrik enerjisi üretiminde, biyokütle enerjisi; ısı ve yakıt üretiminde, elektrik enerjisi üretiminde rüzgâr enerjisi; elektrik enerjisi üretiminde etkilidir (Akova, 2003). Genel olarak bütün yenilenebilir enerji kaynakların kullanımıyla elektrik enerjisi üretilmesi diğer kullanım alanlarına göre oldukça yüksek seviyededir.

Türkiye'de gerçekleşen ekonomik ve sosyal ilerlemeler neticesinde enerji piyasasında talep artışları yaşanmaktadır. Yıllık enerji talebi %4 ila %5, yıllık elektrik enerjisi talebi %7 ila %8 arasında gerçekleşmektedir (Oskay, 2014: 83).

Türkiye yenilenemeyen kaynaklar bakımından fakir bir ülke olması enerji gereksiniminin büyük bir kısmını dışarıdan almasına yol açmıştır. Enerji güvenliğinin sağlanması doğrultusunda atılması gereken ilk adım bu bağımlılıktan kurtulmaktır. Bunun için alternatif enerji kaynaklarına başvurulmalıdır (İraz vd., 2010: 72). Bağımlılığın yanında yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmenin gerekliliğini oluşturan kirlilik ve iklim değişikliği gibi önemli çevresel etkenler de vardır (Karabağ vd., 2021: 231).

Yenilenebilir kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin Türkiye toplam üretimi içindeki payının yıllar itibariyle gelişimi Tablo 2.1’ de verilmiştir.

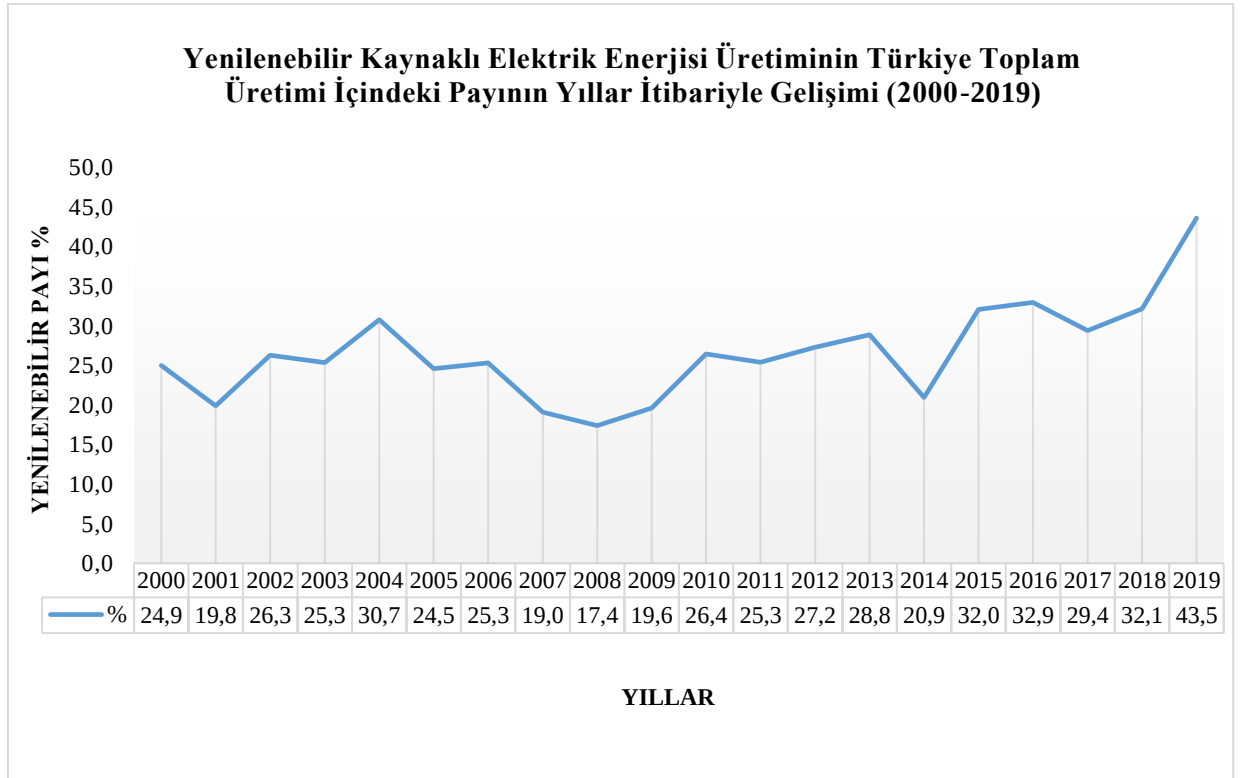
Tablo 2.1:Yenilenebilir kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin Türkiye toplam üretimi içindeki payının yıllar itibariyle gelişimi (birim GWh) (TEİAŞ, 2019)

Yıllar	Hidrolik	Jeotermal	Rüzgar	Güneş	Biyokütle	Yenilenebilir Üretim	Türkiye Toplam Üretim	Yenilenebilir Payı (%)
2000	30.878,5	75,5	33,4		173,9	31.161,3	124.921,6	24,9
2001	24.009,9	89,6	62,4		187,9	24.349,8	122.724,7	19,8
2002	33.683,8	104,6	48,0		133,5	33.969,9	129.399,5	26,3
2003	35.329,5	88,6	61,4		85,6	35.565,1	140.580,5	25,3
2004	46.083,7	93,2	57,7		83,0	46.317,6	150.698,3	30,7
2005	39.560,5	94,4	59,0		44,7	39.758,6	161.956,2	24,5
2006	44.244,2	94,0	126,5		73,1	44.537,8	176.299,8	25,3
2007	35.850,8	156,0	355,1		109,3	36.471,2	191.558,1	19,0
2008	33.269,8	162,4	846,5		154,4	34.433,1	198.418,0	17,4
2009	35.958,4	435,7	1.495,3		263,9	38.153,3	194.812,9	19,6
2010	51.795,5	668,2	2.916,4		346,5	55.726,6	211.207,7	26,4
2011	52.338,6	694,4	4.723,9		363,6	58.120,5	229.395,1	25,3
2012	57.865,0	899,3	5.860,8		608,6	65.233,7	239.496,8	27,2
2013	59.420,5	1.363,5	7.557,5		893,1	69.234,6	240.154,0	28,8
2014	40.644,7	2.364,0	8.520,1	17,4	1.094,4	52.640,6	251.962,8	20,9
2015	67.145,8	3.424,5	11.652,5	194,1	1.350,3	83.767,2	261.783,3	32,0
2016	67.230,9	4.818,5	15.517,1	1.043,1	1.658,5	90.268,1	274.407,7	32,9
2017	58.218,5	6.127,5	17.903,8	2.889,3	2.124,0	87.263,0	297.277,5	29,4
2018	59.938,4	7.431,0	19.949,2	7.799,8	2.672,2	97.791,1	304.801,9	32,1
2019	88.822,8	8.951,7	21.730,7	9.249,8	3.522,7	132.277,8	303.897,6	43,5

Türkiye’nin yenilenebilir enerjideki görünümü incelediğimizde 2000 yılında toplam yenilenebilir enerji kaynaklı üretim 31.161,3 GWh ile toplam üretimin %24,9’unu karşılamaktadır. Bunun 30.878,5 GWh’tı hidrolikten, 75,5 GWh’ı jeotermalden, 33,4 GWh’ı rüzgârdan 173,9 GWh’ı biyokütleden üretilmiştir. 2019 yılına baktığımızda yenilenebilir enerji kaynaklı üretim 132.277,8 GWh’ta ulaşarak 2000 yılına göre 4 kat artmıştır ve yenilenebilir enerjinin toplam üretim içindeki payı %43,5’ yükselmiştir. 2019 ile 2000 yılı karşılaştırıldığında 2019 yılında hidrolik kaynaklı üretim 88.822,8 GWh gerçekleşerek yaklaşık 3 kat, jeotermal kaynaklı üretim 8.951,7 GWh gerçekleşerek 118 kat, rüzgâr kaynaklı üretim 21.730,7 GWh gerçekleşerek 650 kat, biyokütle kaynaklı üretim 3.522,7 GWh gerçekleşerek 20 kat artmıştır. Güneş kaynaklı üretim ise 2014 yılında 17,4 GWh,

2019 yılında ise 7.799,8 GWh gerçekleşerek 448 kat artmıştır. Böylece yenilenebilir kaynaklı elektrik üretiminde en çok artışın rüzgâr kaynaklı ardından kısa sürede de güneş kaynaklı üretimde olduğu görülmektedir. Ancak hidroelektrik enerjisinin yenilenebilir enerji içindeki payı yıllara göre kıyaslandığında diğer yenilenebilir enerjilere göre en az artış göstermesine rağmen en yüksek paya sahip olan enerji türüdür.

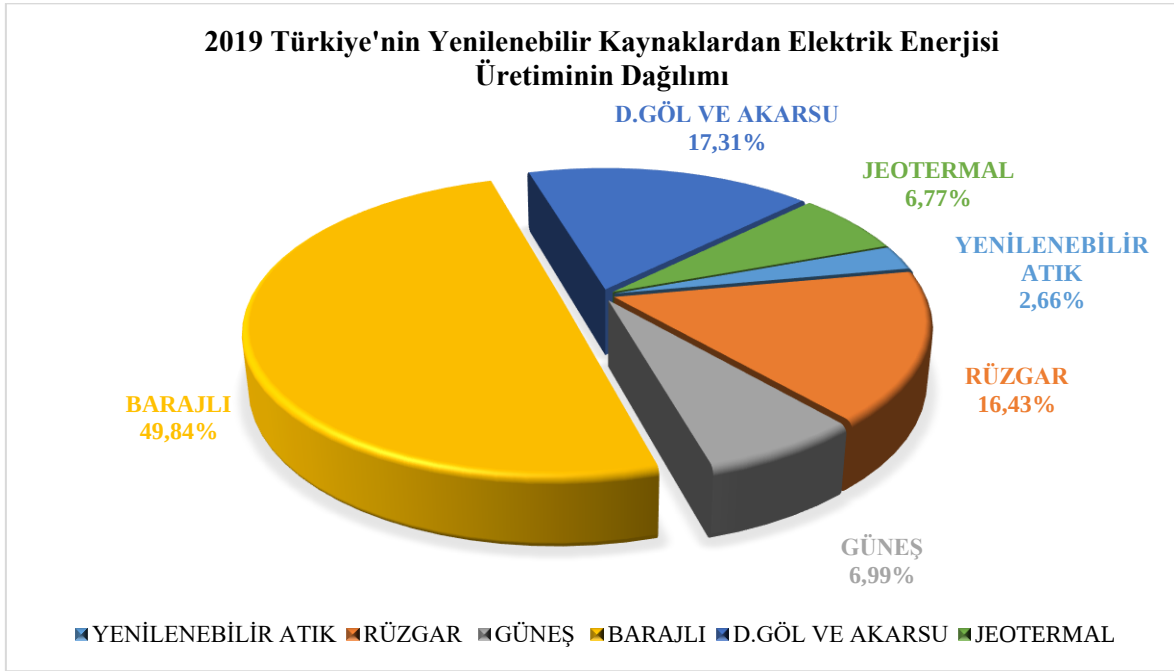
2000 - 2019 yılları arası yenilenebilir kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin Türkiye toplam üretimi içindeki payları Şekil 2.7 yardımıyla gösterilmektedir.



Şekil 2.7: Yenilenebilir kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin Türkiye toplam üretimi içindeki payının yıllar itibariyle gelişimi (TEİAŞ, 2019)

Grafikte de görüldüğü gibi Türkiye’de yenilenebilir enerji payı yıllar içinde inişli ve çıkışlıdır. 2000 yılında %24,9 olan pay, 2008 yılında en düşük seviyesine inerek %17,4 oranında gerçekleşmiştir. Yenilenebilir enerjinin payı son üç yılda sırasıyla %29,4 %32,1 % 43,5 seviyelerine ulaşması bize yenilenebilir enerjiye verilen önemin giderek arttığını işaret etmektedir.

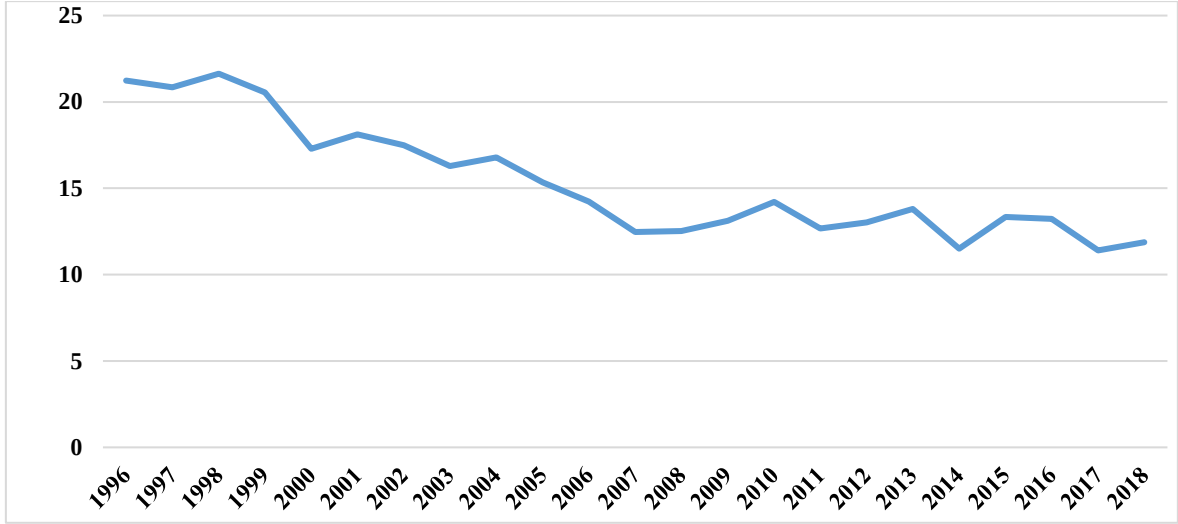
Şekil 2.8’ de 2019 yılında Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarıyla gerçekleşen elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 2.8: 2019 yılı Türkiye'nin yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisi üretiminin dağılımı (TEİAŞ, 2019)

Yenilenebilir elektrik enerjisi üretiminde hidrolik enerji kaynağının payı barajlardan %49,84 ile doğal göl ve akarsulardan %17,31 olmak üzere toplam %65 oranıyla en yüksek değere sahiptir. İkinci enerji kaynağı olarak %16,43 oranıyla rüzgâr takip etmektedir. Üçüncü sırada %6,99 oranıyla güneş, dördüncü sırada %6,77 oranıyla jeotermal, %2,66 oranıyla ise en düşük paya sahip olan yenilenebilir atık (biyokütle) gelmektedir.

Şekil 2.9'da Türkiye'nin 1996-2018 yılları arası yenilenebilir enerji tüketim grafiği verilmektedir.



Şekil 2.9: Türkiye'nin yıllar itibari ile yenilenebilir enerji tüketimi (1996-2018) (OECD data)

Yukarıdaki grafikte gösterilen Türkiye'nin yenilenebilir enerji tüketimi yıllar itibariye inişli çıkışlı bir seyir göstermesine rağmen giderek azalma eğilimindedir. Bunun nedeni ise giderek artan nüfus sebebiyle kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi azalmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi en fazla 1998 yılında %22 oranında gerçekleşmiştir. En düşük tüketim ise 2017 yılında %11 oranında gerçekleşmiştir. 2018 yılında ise %12 oranına yükselmiştir.

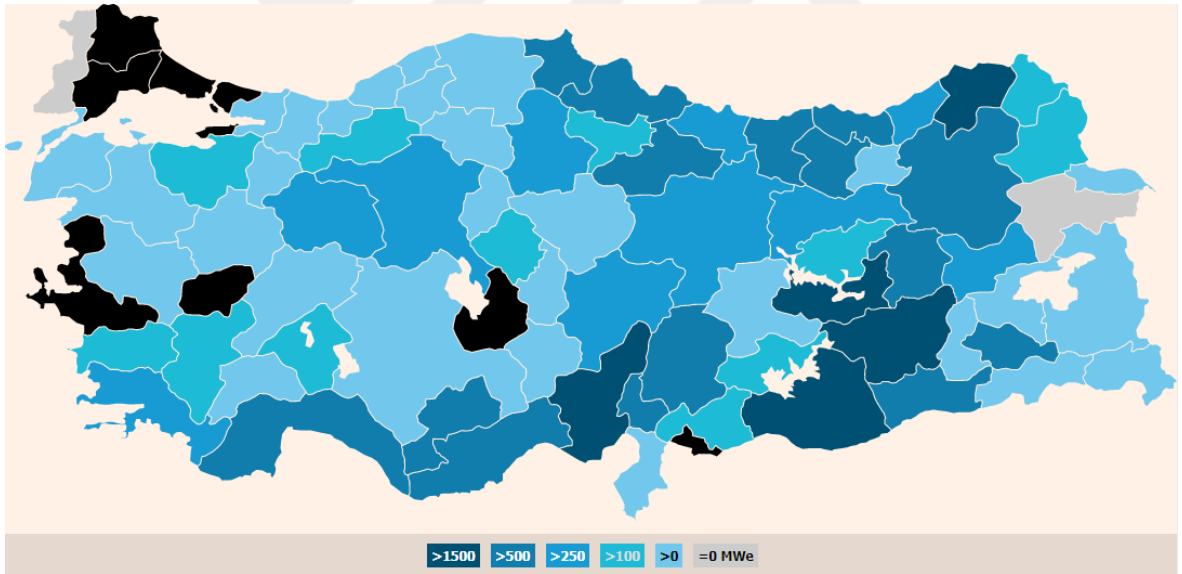
Türkiye coğrafi konumundan dolayı 4 mevsimde sürekli yağışa sahip bir ülke değildir ve bu yüzden yağmur ve kar sularını biriktirebilmek için barajlara ve hidroelektrik santrallerine gereksinim duyar. Türkiye'nin teorik olarak hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh/yıl olup teknik olarak 216 milyar kWh/yıl potansiyele sahiptir. Ülkemiz teknik potansiyeli ile dünyanın %1,5 teknik potansiyeline, Avrupa'nın da %18 teknik potansiyeline denk gelir. Ülkemiz 216 milyar kWh teknik potansiyelinin 180 milyar kWh'lık bölümü ekonomi, çevre, sosyalik ve tekniksel açılardan gerçekleştirilebilir durumdadır. Gerçekleştirilebilir durumda olan tüm potansiyelin 2020'nin sonuyla beraber potansiyel üretimin işletme bünyesine sokulan miktarı 108 milyar kWh/yıl olarak gerçekleşmiştir. 2023'te ise potansiyel üretimin 135 milyar kWh/yıl a çıkması hedef olarak belirlenmiştir. Bu ana kadar planlama, işletme, inşaat olarak geliştirilmiş potansiyel hemen hemen 160 milyar kWh/yıl dır. 2023 yılındaki hedef ise bu sayının 180 milyar kWh/yıl seviyesine ulaşmasıdır (Devlet Su İşleri Müdürlüğü, 2021: 40).

Tablo 2.2’ de Türkiye’nin hidroelektrik Enerji Santrali potansiyelinin durumu gösterilmektedir.

Tablo 2. 2: HES potansiyel durumu (DSİM, 2021)

HES POTANSİYEL DURUMU				
Potansiyel	HES Adedi	Toplam Kurulu Kapasite (MW)	Ortalama Yıllık Üretim (GWh/yıl)	Oran (%)
İşletmede	714	31.391	108.005	68
İnşaat Halinde	37	1.279	4.578	2,9
İnşaatına Henüz Başlanmayan	493	15.317	46.216	29,1
Toplam	1.244	47.987	158.799	100

Şekil 2.10’ da hidroelektrik enerji santrallerinin Türkiye’deki dağılımı harita yardımıyla gösterilmektedir.

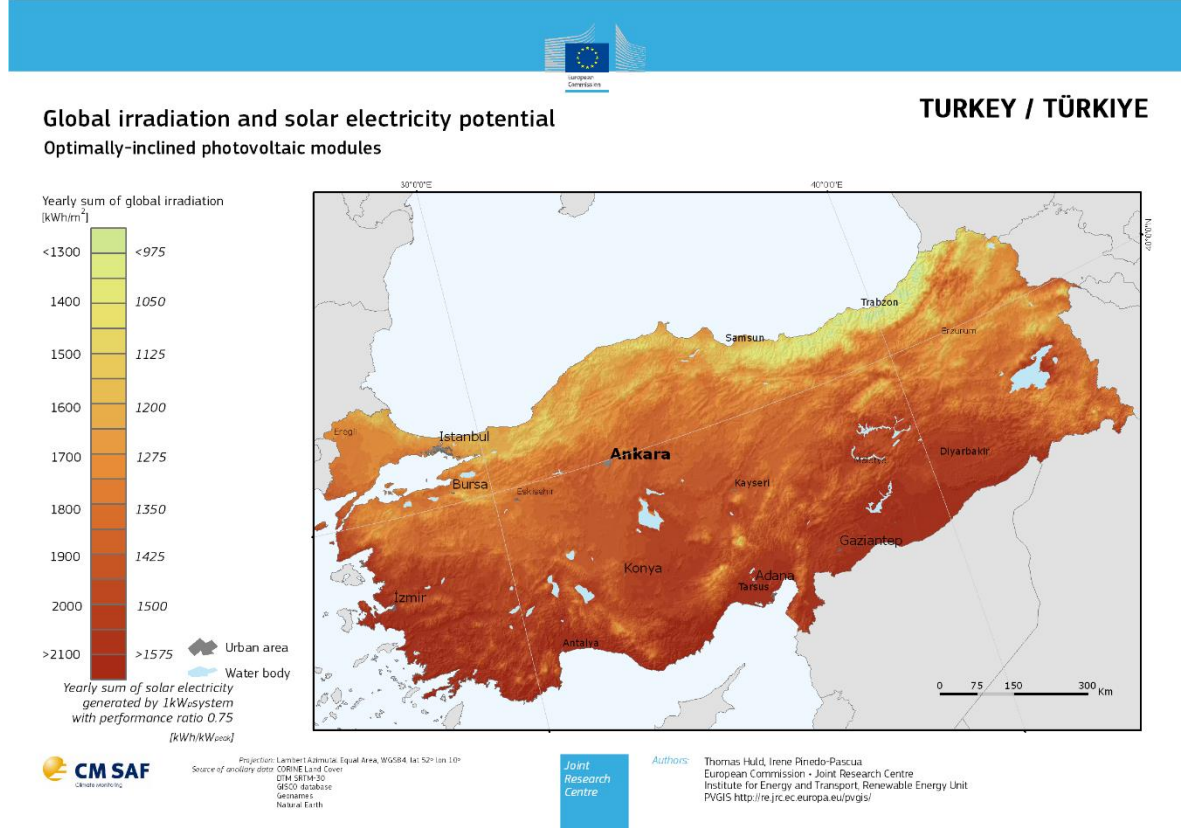


Şekil 2. 10: Türkiye'deki hidroelektrik enerji santrallerinin dağılımı (URL-5, 2021)

Yukarıdaki haritada kurulu gücü en yüksek olan iller koyu lacivert, en düşük olan iller açık mavi ile gösterilmektedir. Kurulu gücü 1500 MWe olan 5 tane il olup bunlar Şanlıurfa (3.128 MWe), Diyarbakır (2.250 MWe), Elazığ (2.245 MWe), Adana (1.906 MWe) ve Artvin (1.811 MWe)'dir.

Türkiye coğrafi konumu itibariyle güneş enerjisi açısından birçok ülkeye göre avantajlı konumdadır. Ülkemizin yıllık ortalama güneşlenme süresinin toplamına bakıldığında 2640 saat, günlük ise 7,2 saat olarak hesaplanmıştır (Çetin vd., 2019).

Türkiye'nin yıllık aldığı güneş ışını ve güneş enerji potansiyeli haritası Şekil 2.11' de verilmiştir.



Şekil 2. 11: Güneş kaynağı ve güneş enerjisi potansiyeli (Türkiye) (EC, 2019)

Yukarıda gösterilen haritada güneş ışını ve güneş enerji potansiyeli düşük olan yerler açık, yüksek olan yerler koyu renklerle gösterilmiştir. Harita incelendiğinde Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli sırasıyla en fazla Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesinde, en düşük ise Doğu Karadeniz Bölgesinde olduğu anlaşılmaktadır. Güneydoğu Anadolu bölgesinde metrekareye düşen güneş ışını 2100 kWh'tan fazla, yıllık ortalama güneş enerji potansiyeli ise 1575 kWh'tan yüksektir. En düşük olan Doğu Karadeniz bölgesinde metrekareye düşen güneş ışını 1300 kWh, yıllık ortalama güneş enerji potansiyeli ise 975 kWh'tın altındadır.

Almanya'nın yıllık aldığı güneş ışını ve güneş enerjisi potansiyeli haritası Şekil 2.12' de verilmiştir.



Şekil 2.12: Güneş kaynağı ve güneş enerjisi potansiyeli (Almanya) (EC, 2019)

Yukarıdaki haritada güneş ışını ve güneş enerji potansiyeli düşük olan yerler açık mavi, yüksek olan yerler sarı renklerle gösterilmiş olup Almanya'nın güneş enerji potansiyelinin ve aldığı güneş ışınlarının fazla olduğu yerler güney kesimleri, düşük olan yerler ise iç kesimleri ve kuzey bölgeleridir. Güney kesimlerinde en yüksek bölge Münih ve çevresi olup bu bölgede metrekareye düşen güneş ışını 1400 kWh, güneş enerjisi potansiyeli yıllık

ortalama 1050 kWh'tır. İç kesimlerinde ve Kuzey bölgelerinde metrekareye düşen güneş ışını 1100 kWh, yıllık ortalama güneş enerji potansiyeli ise 825 kWh'tın altındadır.

Şekil 2.11 ve Şekil 2.12' deki haritalara bakarak Türkiye ve Almanya'yı karşılaştırdığımızda Türkiye'nin en az güneş ışını alan ve güneş enerji potansiyeli en düşük olan Karadeniz (özellikle Doğu Karadeniz) bölgesi ile Almanya'nın en fazla güneş ışını alan ve güneş enerji potansiyeli en yüksek olan bölgeleri hemen hemen aynı miktarlara sahiptir. Ancak aşağıdaki Tablo 2.3' te görüleceği üzere Almanya'da güneş enerji santrali kurulu gücü Türkiye'ninkinin yaklaşık 8 katıdır. Buradan da anlaşılabacağı üzere Türkiye güneş kaynağını yeterince değerlendirememektedir.

Tablo 2.3' te ülkelere göre dünyadaki güneş enerji santrali kurulu gücü sıralaması (son güncellenen tarihlere göre) verilmektedir.

Tablo 2.3: Ülkelere göre Dünya'da güneş enerjisi santrali kurulu gücü listesi (URL-2, 2021)

ÜLKELERE GÖRE DÜNYADA GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ KURULU GÜCÜ LİSTESİ			
S.	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
1	Çin	Aralık 2020	254.355
2	Amerika Birleşik Devletleri	Aralık 2020	75.572
3	Japonya	Aralık 2020	67.000
4	Almanya	Aralık 2020	53.783
5	Hindistan	Aralık 2020	39.211
6	İtalya	Aralık 2020	21.600
7	Avusturalya	Aralık 2020	17.627
8	Vietnam	Aralık 2020	16.504
9	Güney Kore	Aralık 2020	14.575
10	İspanya	Aralık 2020	14.089
11	Birleşik Krallık	Aralık 2020	13.563
12	Fransa	Aralık 2020	11.733
13	Hollanda	Aralık 2020	10.213
14	Brezilya	Aralık 2020	7.881
15	Türkiye	Mayıs 2021	7.065
16	Güney Afrika	Aralık 2020	5.990
17	Tayvan	Aralık 2020	5.817
18	Belçika	Aralık 2020	5.646
19	Meksika	Aralık 2020	5.644
20	Ukrayna	Aralık 2020	5.360

Yukarıdaki tabloda görüleceği üzere güneş enerji santrali kurulu gücü sıralamasında 254.355 MW ile ilk sırada Çin yer almaktadır. İkinci sırada 75.572 MW ile ABD, üçüncü sırada

67.000 MW ile Japonya ve dördüncü sırada 53.783 MW ile Almanya gelmektedir. Ne ilginçtir ki Türkiye yıllık güneşlenme süresinin fazla olmasına rağmen 7.065 MW kurulu gücü ile 15. sıraya yerleşmiştir.

Türkiye coğrafik açıdan rüzgâr enerjisinde de avantajlı konumdadır ve yeryüzünden 50 metre yüksekliğinde bulunan ve rüzgârda 7,5 m/s in üstünde hıza haiz olan bölgelerde her 1 km²' ye 5 MW gücüne sahip rüzgâr santralleri kurulabilir. Bundan yola çıkılarak da ülkemizin rüzgâr enerjisi potansiyeli 48.000 MW olarak hesaplanmıştır. Rüzgâr enerji potansiyelinin fazla olduğu bölgelere bakıldığında karşımıza Marmara, Güneydoğu Anadolu ve Ege Bölgeleri çıkmaktadır. Bilhassa Çanakkale-Balıkesir, İzmir-Manisa, Hatay civarı önemli alanlardır (Özen vd., 2015: 90).

Tablo 2.4' te ülkelerin son güncellenen tarihlere göre rüzgâr santrali kurulu gücü sıralaması verilmektedir.

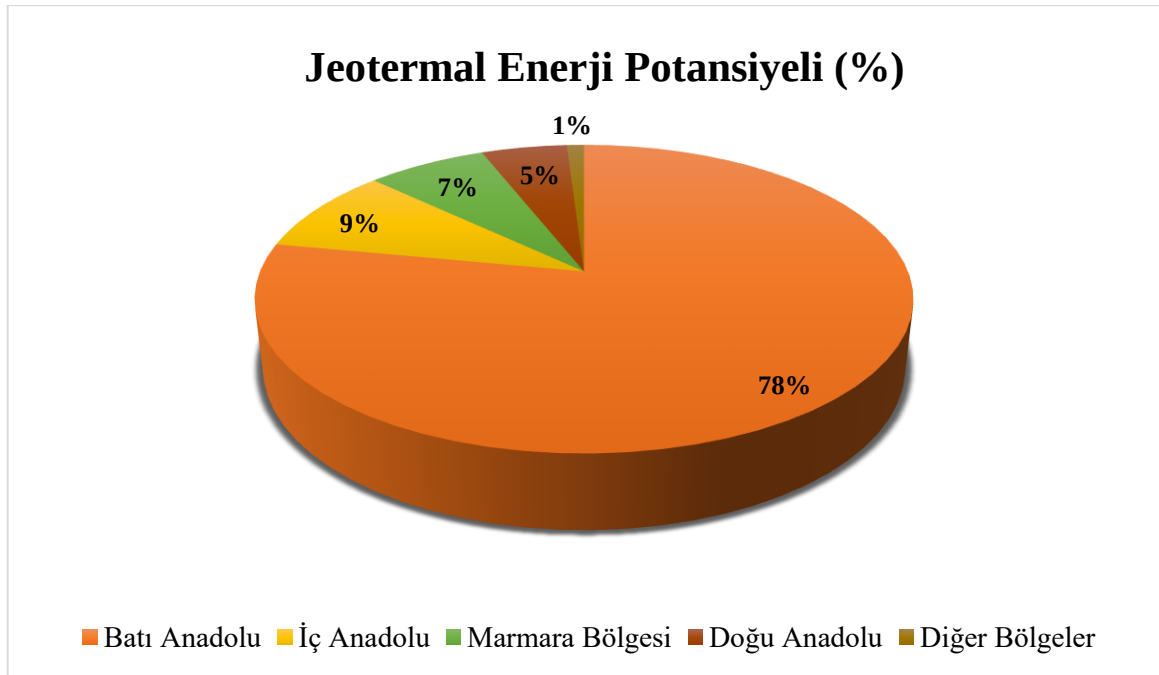
Tablo 2.4: Ülkelere göre Dünya'da rüzgâr santrali kurulu gücü listesi (URL-3, 2021)

ÜLKELERE GÖRE DÜNYADA RÜZGAR SANTRALİ KURULU GÜCÜ LİSTESİ			
S.	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
1	Çin	Aralık 2020	281.993
2	Amerika Birleşik Devletleri	Aralık 2020	117.744
3	Almanya	Aralık 2020	62.184
4	Hindistan	Aralık 2020	38.559
5	İspanya	Aralık 2020	27.089
6	Birleşik Krallık	Aralık 2020	24.665
7	Fransa	Aralık 2020	17.382
8	Brezilya	Aralık 2020	17.198
9	Kanada	Aralık 2020	13.577
10	İtalya	Aralık 2020	10.839
11	İsveç	Aralık 2020	9.688
12	Avusturya	Aralık 2020	9.457
13	Türkiye	Nisan 2021	9.253
14	Meksika	Aralık 2020	8.128
15	Hollanda	Aralık 2020	6.600

Yukarıdaki tabloda rüzgâr santrali kurulu gücü 281.993 MW olan Çin ilk sırada yer alarak dünyada en fazla kurulu gücü olan ülke olmuştur. İkinci sırada 117.744 MW kurulu gücü ile ABD, 62.184 MW ile de Almanya üçüncü sıradadır. Türkiye ise 9.253 MW kurulu gücü ile 13. sıraya yerleşmiştir. Yani Türkiye 48.000 MW olan rüzgâr enerji potansiyelinin yaklaşık %20 sini kullanmaktadır.

Türkiye yine coğrafi konumu itibariyle çok fazla tektonik hareketlere sahip bir ülkedir ve dört bir yanında var olan, tamamen kendiliğinden gelişen farklı sıcaklık seviyeleri olan miktar olarak 1000 dolaylarında jeotermal kaynakları vardır. Bundan dolayı Türkiye’de jeotermal enerjinin önemi hayli büyüktür (Zaim ve Çavşı, 2018; Kozak, 2020).

Şekil 2.13’ de Türkiye’nin bölgelere göre jeotermal enerji potansiyeli % olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.13: Türkiye'de bölgelere göre jeotermal enerji potansiyeli (MTA, 2021a)

Türkiye’ jeotermal enerji potansiyeli en fazla %78 oranıyla Batı Anadolu’da yer almaktadır. Batı Anadolu’yu sırasıyla İç Anadolu, Marmara Bölgesi, Doğu Anadolu ve diğer bölgeler takip etmektedir.

Ülkemizde var olan jeotermal enerji kaynaklarının %90 oranında büyük bir kısmı düşük ve orta sıcaklıktadır ve bu kaynaklar çoğunlukla ısıtmada, termal turizmde, farklı sanayi faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Kalan %10’luk kısım ise elektrik enerjisi üretim faaliyetlerine elverişlidir (Kozak, 2020: 3). Jeotermal kaynaklı elektrik üretimine uygun olan illerimizi Aydın, Denizli, Çanakkale, Kütahya şeklinde sıralayabiliriz (Zaim ve Çavşı, 2018: 49).

Şekil 2.14’te ülkemizin jeotermal enerji kaynak alanları ve sıcaklık dağılımı harita yardımıyla gösterilmektedir.



Şekil 2.14: Türkiye jeotermal enerji kaynak alanları ve sıcaklık dağılımı (MTA, 2021b)

Yukarıdaki haritada kırmızı nokta ile gösterilen alanlar 70°C ile 100°C arası sıcaklıkta olan kaynakları, yeşil nokta ile gösterilen alanlar 50°C-60°C arası sıcaklıkta olan kaynakları, mor nokta ile gösterilen alanlar ise 20°C ile 49°C arası sıcaklıkta olan kaynakları göstermektedir. Düşük potansiyeli olan alanlar mavi, orta düzeyde potansiyeli olan alanlar yeşil ve yüksek potansiyeli olan alanlar da kırmızı renge boyanmış bölgelerdir.

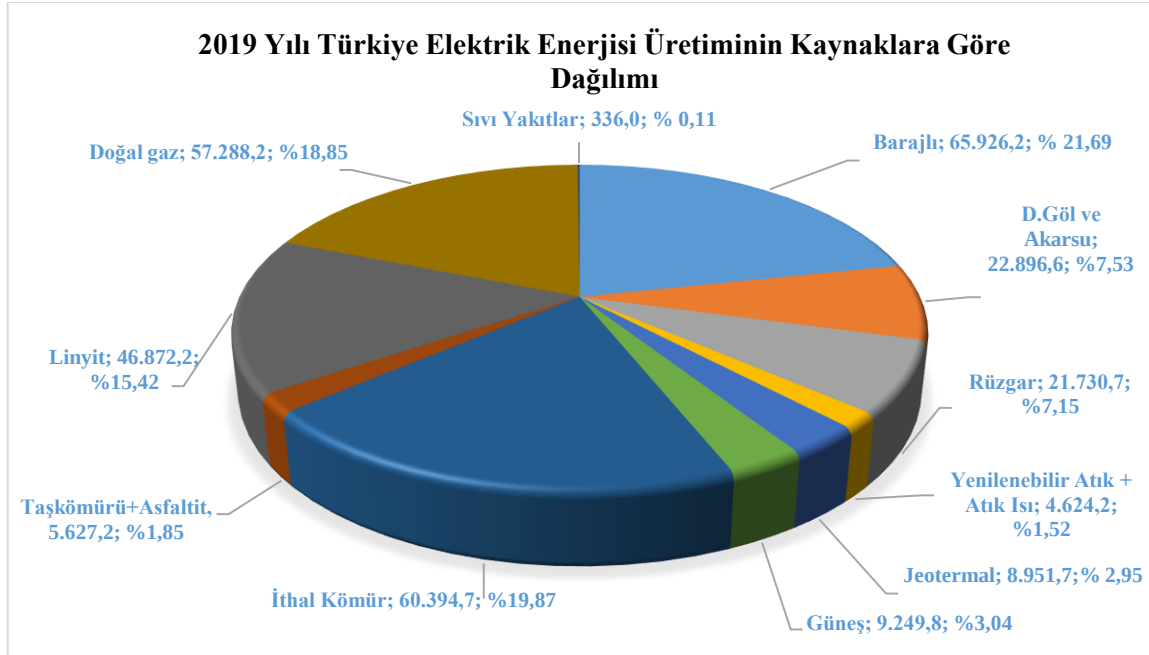
Tablo 2.5’ te dünyada var olan jeotermal enerji kurulu gücünün ülkelere göre sıralaması verilmiştir.

Tablo 2.5: Ülkelere göre Dünya'da jeotermal enerji kurulu gücü (URL-4, 2021)

ÜLKELERE GÖRE DÜNYADA JEOTERMAL ENERJİ KURULU GÜCÜ LİSTESİ			
S.	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
1	Amerika Birleşik Devletleri	Aralık 2020	3.714
2	Endonezya	Aralık 2020	2.133
3	Filipinler	Aralık 2020	1.918
4	Türkiye	Mart 2021	1.624
5	Yeni Zelanda	Aralık 2020	1.005
6	Meksika	Aralık 2020	963
7	İtalya	Aralık 2020	944
8	Kenya	Aralık 2020	861
9	İzlanda	Aralık 2020	755
10	Japonya	Aralık 2020	603

ABD Aralık 2020 verilerine göre 3.714 MW jeotermal enerji kurulu gücüyle dünya sıralamasında birinci olmuştur. 2.133 MW kurulu gücü ile 2. Sıraya Endonezya, 1.918 MW kurulu gücü ile Filipinler 3. sıraya yerleşmiştir. Türkiye ise Mart 2021 verisi ile 1.624 MW kurulu gücü ile 4. sırada yer almaktadır.

Şekil 2.15' te 2019 yılında Türkiye'de gerçekleşen elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 2.15: 2019 yılı Türkiye elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre dağılımı (TEİAŞ, 2019)

Kaynak: TEİAŞ (2019)

Elektrik enerjisi üretiminde kömür (ithal kömürde %19,87, linyitte %15,42, taşkömürü ve asfaltitte %1,85) toplam %37,14 oranıyla en fazla kullanılan enerji kaynağı olmuştur. Doğal gaz %18,85 oranıyla fosil kaynaklar arasında ikinci sıradadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından hidrolik enerji kaynağı (barajlarda %21,69 ile doğal göl ve akarsularda %7,53) toplam %29,22 oranıyla tüm enerji kaynakları arasında ikincidir. Rüzgarın payı %7,15; güneşin payı %3,04; jeotermalin payı %2,95; biyokütlenin (yenilenebilir atık + atık ısı) payı %1,52 değerindedir. En düşük değer ise %0,11 oranıyla sıvı yakıtlara aittir.

Tablo 2.6’ da 2019 yılına ait Türkiye’de üretilen elektriğin kaynaklara göre miktarı ve katkısı verilmektedir.

Tablo 2.6: 2019 yılı Türkiye elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre dağılımı (TEİAŞ, 2019)

KAYNAK	ÜRETİM (GWh)	KATKISI (%)
İthal Kömür	60.394,7	19,87
Taşkömürü + Asfaltit	5.627,2	1,85
Linyit	46.872,2	15,42
Doğal Gaz	57.288,2	18,85
Sıvı Yakıtlar	336,0	0,11
Barajlı	65.926,2	21,69
D.Göl ve Akarsu	22.896,6	7,53
Rüzgar	21.730,7	7,15
Yenilenebilir Atık+Atık Isı	4.624,2	1,52
Jeotermal	8.951,7	2,95
Güneş	9.249,8	3,04
TOPLAM	303.897,6	100,00

Toplamda 303.897,6 GWt üretilen elektriğin 112.894,1 GWh’ı kömürden (ithal kömür 60.394,7 GWh + linyit 46.872,2 GWh + taşkömür ve asfaltit 5.288,2 GWh), 57.288,2 GWh’ı doğalgazdan, 336 GWh’ı sıvı yakıtlardan olmak üzere toplamda 170.518,3 GWh’ı fosil yakıtlardan üretilmiştir. Geri kalan 133.379,3 GWh elektrik enerjisi de hidrolikten (barajlı 65.926,2 GWh + doğal göl ve akarsu 22.896,6 GWh) 88.822,8 GWh, rüzgardan 21.730,7 GWh, güneşten 9.249,8 GWh, jeotermalden 8.951,7 GWh, biyokütleden (yenilenebilir atık + atık ısı) 4.624,2 GWh olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmiştir.

Tablo 2.7' ye yıllık elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımının 2019 ve 2020 yılı karşılaştırılması verilmektedir.

Tablo 2.7: Yıllık elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı (2019 ve 2020 yılı karşılaştırma) (URL-6, 2021)

Yıllık Elektrik Üretiminin Kaynaklara Dağılımı				
Kaynak	2019 Üretimi (TWh)	2020 Üretimi (TWh)	Değişim (%)	2020 Oran (%)
Hidroelektrik	88,9	77,9	-12,4	25,8
Doğalgaz	56,5	68,0	20,4	22,5
İthal Kömür	60,4	62,5	3,5	20,7
Taş Kömürü, Linyit ve Asfaltit	52,7	43,8	-16,9	14,5
Rüzgar	21,7	24,6	13,4	8,1
Güneş	9,6	11,2	16,7	3,7
Jeotermal	8,9	9,3	4,5	3,1
Biyogaz	4,5	4,3	-4,4	1,4
Fuel-Oil ve Motorin	0,7	0,3	-57,1	0,1
Toplam	303,9	301,9	-2,0	100

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında hidroelektrikte 2019 yılında 88,9 TWh olan elektrik üretimi 2020 yılında 77,9 TWh'a düşmüş ve 2019 yılına göre %12,4'lük bir azalış göstermiştir. Güneş enerjisinden üretilen elektrik 2019 yılında 9,6 TWh'tan 11,2 TWh'a yükselerek 2019 yılına göre %16,7 oranında artışla en fazla yükseliş gösteren yenilenebilir enerji çeşidi olmuştur. Rüzgâr enerjisi ile üretilen elektrik 21,7 TWh'tan 24,6 TWh'ya yükselmiş ve 2019'a göre %13,4 oranında bir artış gerçekleşerek en fazla yükselişin olduğu ikinci yenilenebilir enerji olmuştur. Jeotermal enerji kaynaklı elektrik üretiminde 8,9 TWh'tan 9,3 TWh'a bir artış gerçekleşmiş ve 2019'a göre üretimde %4,5'lik bir yükseliş göstermiştir. Toplamda yenilenebilir enerjiden 2019 yılında toplamda 133,6 TWh, 2020 yılında ise 127,3 TWh elektrik enerjisi üretilmiştir ve 2019'a kıyasla yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretiminde 6,3 TWh lık bir düşüş yaşanmıştır.

3. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ ÜZERİNE AMPİRİK ANALİZ

3.1 Metodoloji

Ekonometrik analizlerde zaman serisi verisi, yatay kesit verisi ve (bu çalışmada kullanacağımız) panel veri olmak üzere kullanılan üç çeşit veri bulunmaktadır. Zaman serisi verisi tek bir birimin dönemlere göre bilgisini (örneğin; 1 ülke ve 35 yıl); yatay kesit verisi, birçok birimin tek bir döneme ait bilgisini (örneğin; 35 ülke, 2020 yılı) vermektedir. Panel verisi ise zaman serisi verisi ve yatay kesit verisinin bileşimi olup hem birimlere hem de dönemlere göre bilgiler (örneğin; 35 ülke 40 yıl) vermektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2020).

3.1.1. Panel Veriler Ekonometrisi

Panel veri, birimlere (bireylere, ülkelere, firmalara, hane halklarına vb.) ait yatay kesit gözlemlerinin belirli bir dönemi kapsayacak şekilde toplanılması şeklinde tanımlanabilmektedir. Başka bir ifadeyle N sayıdaki birimle bu birimlerin her bir tanesinin karşılığı olan T miktarda gözlemden oluşur. Hildreth (1950), Kuh (1959), Grunfeld ve Griliches (1960), Zellner (1962), Balestra ve Nerlove (1966), Swamy (1970) çalışmalarında ilk defa panel veriden bahsetmişlerdir. Ancak asıl çalışmalar 1990'ların başında kendini göstermektedir. Panel veri analizi ise Panel verilerin kullanılmasıyla meydana gelen panel veri modelleri sayesinde ekonomik ilişkilerin tahmin edilmesi yöntemi şeklinde adlandırılır. Genel itibari ile panel veri modeli aşağıdaki gibidir:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{kit}X_{kit} + u_{it} \quad i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T$$

şeklindedir. Modelde gösterilen Y bağımlı değişkeni, X_k bağımsız değişkenleri, α sabit parametresini, β eğim parametrelerini ve u hata terimini temsil etmektedir. Birey, firma, şehir, ülke gibi birimleri i ; gün, ay, yıl gibi zamanları da t temsil etmektedir. Modelde değişkenlerde ve hata teriminde i ve t 'nin olması panel veri setine ait olmalarını; sabit ve eğim parametrelerinde i ve t 'nin olması ise hem birimlere hem de zamana göre değerler aldıklarını göstermektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2020).

Panel veri analizinde kullanılan dengeli – dengesiz panel, birim etki – zaman etkisi, içsellik – dışsallık, heterojenlik, birimler arası korelasyon gibi bazı kavramlar vardır. *Dengeli panel*, her bir birim için zamanların tümüne ait veriler tam olması iken *dengesiz panel*, bazı birimlerin bazı zamanlara ait verilerin eksik olmasıdır. *Birim etki*, değişkenlerin birimlerin özelliklerini yansıtmasıdır yani birimlere göre değişen ama zamana göre sabit olan değişkendir. *Zaman etkisi* ise birimlere göre sabit ancak zamana göre değişen bir değişkendir. *İçsellik*, bağımsız değişkenlerle hata terimi arasında korelasyon olmasıyken, *dışsallık* ise bağımsız değişkenlerle hata terimi arasında korelasyon olmamasıdır. *Heterojenlik*, panel veri analizindeki birimler genel olarak heterojendir. Bunun için heterojenlik modele yansıtılmalı ve bunun için doğru yöntem belirlensin ki parametrelerin tutarsız tahminlerine neden olmasın. *Birimler arası korelasyon (yatay kesit bağımlılığı)*, modeldeki her bir birim için hesaplanmakta olan hata terimleri arasında korelasyon olmasıdır. Bunun için doğru modelin kurulabilmesi için öncelikle yatay kesit bağımlılığı test edilmeli ve testin sonucunda yatay kesit bağımlılığı çıkarsa tahmin aşamasına gelindiğinde çıkan duruma göre tedbirler alınmalıdır (Yerdelen Tatoğlu, 2020).

Panel verisi avantajlara ve dezavantajlara sahiptir. Özellikle Baltagi’ye göre panel verisinin avantajları (Gujarati ve Porter, 2018);

- Panel verisi diğer veri türlerine göre daha fazla bilgi barındırır, değişkenliği daha fazladır, değişkenler arasında ortak doğrusallık daha az, serbestlik derecesi daha yüksek ve etkinliği daha fazladır.
- Yatay kesit verisinde ve zaman kesit verisinde gözlenemeyen etkiler, panel verisi kullanılan çalışmalarda daha iyi ortaya çıkarılabilir.
- Panel verisi gözlemlerin yatay kesitini tekrarlanmış bir biçimde ele alır ve bu değişimin devingenliğinin incelenmesine daha uygun bir veridir.
- Bu veri türü karışık davranış modellerinin incelenmesine imkân verir.
- Son olarak ise binlerce birimlik veriyi ele alır.

Panel verinin dezavantajları ise, hata terimi çoğu zaman sapmalı olması, veri toplamada verilere ulaşmanın ve düzenlenmesinin oldukça zor olması, birim boyutunun fazla, zaman boyutunun ise kısa olması başka bir ifadeyle asimtotik özelliklerin birim miktarına bağlı olması şeklinde sıralanabilir (Yerdelen Tatoğlu, 2020).

Panel veri modelleri, Havuzlanmış En Küçük Kareler (EKK/POLS), sabit etkiler (FE) ve tesadüfi (rassal) etkiler (RE) modeli olmak üzere üç çeşit yöntem ile tahmin edilmektedir. Havuzlanmış EKK modelinde birim veya zaman etkisinin anlamlı olup olmadığı belirlenemez. Bu sebeple model kısıtlayıcı bir etkiye sahiptir. Verinin tümü havuzlanmış ve bu haline en küçük kareler metodu uygulanır, bu sebeple de Havuzlanmış En küçük Kareler yöntemi şeklinde ifade edilmektedir (Bal ve Özdemir, 2017; Cin vd., 2017).

Panel veri analizinde sabit etkiler ve rassal etkiler arasında bir seçim yapılmalıdır. Sabit etkiler modeli, yatay kesit birimlerinin her birinde farklı sabit değeri oluşturur. β ile ifade edilen eğim katsayıları değişmez fakat sabit katsayıları yalnızca kesit verilerinde ya da yalnızca zaman verisinde ya da hem kesit hem de zaman verisi için değişime uğradığı varsayılmaktadır (Kaya ve Abay, 2020). Rassal etkiler modelinde ise panel gruplarında varyasyon rassaldır ve bağımsız değişkenlerle arasında korelasyon yoktur (Ata, 2012).

3.2. Kullanılan Veri Seti

Bu çalışmada yüksek gelirli ve orta gelirli ülkelerdeki yenilenebilir enerji tüketiminin makroekonomik değişkenler üzerindeki etkisi incelenmektedir. Makroekonomik değişkenler olarak büyüme, işsizlik ve dış ticaret seçilmiştir. Veri seti olarak Dünya Bankası (<https://data.worldbank.org>) veri tabanında yer alan 49 yüksek gelirli ve 77 orta gelirli ülkelerin 1996-2018 dönemine ait yıllık verileri kullanılmıştır ve bu veriler yüzdelik oranlardır. Veride kullanılan ülkeler ise Dünya Bankasının dünya ekonomilerini ayırdığı 4 gelir grubuna (düşük, alt-orta, üst-orta, yüksek) göre seçilmiştir.

Dünya bankası bu sınıflamaları, her yıl Temmuz'un 1'inde günceller ve bir önceki yılın Atlas yöntemi döviz kurları kullanılarak oluşturulan cari ABD doları cinsinden kişi başına düşen GSMH'ye dayanarak oluşturmaktadır. Bazı ülkelerin 2020 yılı kişi başına düşen Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) tutarı açıklanmadığı için bu çalışmada 2019 yılı baz alınarak ülkeler sınıflandırılmaktadır.

Aşağıdaki Tablo 3.1' de Dünya Bankası'nın 2020 yılı gelir grubu aralıkları verilmektedir.

Tablo 3.1: Dünya Bankası 2020 yılı gelir grubu aralıkları (WB, 2020)

Gruplar	1 Temmuz 2020
Düşük Gelirli Ülkeler	< 1.036 \$
Alt-Orta Gelirli Ülkeler	1.036 – 4.045 \$
Üst-Orta Gelirli Ülkeler	4.046 – 12.535 \$
Yüksek Gelirli Ülkeler	>12.535 \$

Bu kritere göre 2019 kişi başına düşen GSMH’si 1.035\$ ve daha az olan ülkeler düşük gelirli ülkeler, 1.036\$ - 12.535\$ olan ülkeler orta gelirli ülkeler ve 12.536\$ olan ülkeler ise yüksek gelirli ülkeler biçiminde bir sınıflandırma yapılmıştır.

Çalışmada yer alan yüksek ve orta gelirli ülkeler Tablo 3.2’ de verilmiştir.

Tablo 3.2: Çalışma kapsamına dâhil edilen yüksek ve orta gelirli ülkeler

Yüksek Gelirli Ülkeler (49 Ülke)
ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Bahamalar, Bahreyn, Barbados, Belçika, Birleşik Krallık, Brunei Sultanlığı, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hollanda, Hong Kong, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kore Cumhuriyeti, Kuveyt, Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Macaristan, Makao Özel İdare Bölgesi – Çin, Malta, Mauritius, Norveç, Panama, Polonya, Portekiz, Porto Riko, Romanya, Singapur, Slovak Cumhuriyeti, Slovenya, Suudi Arabistan, Şili, Umman, Uruguay, Yeni Zelanda, Yunanistan.
Orta Gelirli Ülkeler (77 Ülke)
Arjantin, Arnavutluk, Azerbaycan, Bangladeş, Belarus, Belize, Benin, Bolivya, Bosna Hersek, Bostvana, Brezilya, Bulgaristan, Butan, Cabo Verde, Cezayir, Çin, Dominik Cumhuriyeti, Ekvador, El Salvador, Endonezya, Ermenistan, Esvatini, Fas, Fiji, Fildişi Sahili, Filipinler, Gabon, Gana, Guatemala, Güney Afrika, Gürcistan, Hindistan, Honduras, Irak, Jamaika, Kamboçya, Kamerun, Kazakistan, Kenya, Kolombiya, Komorlar, Kongo Cumhuriyeti, Kosta Rika, Kuzey Makedonya, Lübnan, Malezya, Meksika, Moldova, Moritanya, Moğolistan, Mısır Arap Cumhuriyeti, Namibya, Nepal, Nijerya, Nikaragua, Pakistan, Paraguay, Peru, Rusya Federasyonu, Senegal, Solomon Adaları, Sri Lanka, Sırbistan, Tanzanya, Tayland, Tonga, Tunus, Türkiye, Türkmenistan, Ukrayna, Ürdün, Vanuatu, Vietnam, Zambiya, Zimbabve.

Çalışmada toplamda 126 ülke yer almakta ve bu ülkelerin her biri için 23 yıllık veri kullanılmakla beraber toplam veri seti 3.289 veriden oluşmaktadır.

Bu çalışmada 1996-2018 yılları arasını kapsayan, 49 yüksek gelirli ülkeleri ve 77 orta gelirli ülkelerini içeren bir çalışma olması sebebiyle panel veri metodolojisine uygun bir şekilde analiz yapılmış ve yenilenebilir enerji tüketiminin makroekonomik değişkenler üzerindeki etkisi panel veri metodolojisine uygun bir şekilde araştırılmıştır.

3.2. Ekonometrik Modeller

Tezin uygulama bölümünde yüksek gelirli ve orta gelirli ülkelerdeki yenilenebilir enerji tüketiminin makroekonomik değişkenler üzerindeki etkisinin olup olmadığını incelemek için 4 adet ekonometrik model kurulmuştur. Modellerde bağımsız değişken yenilenebilir enerji tüketimi, bağımlı değişkenler ise büyüme kriteri olarak seçilen Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla, işsizlik, dış ticaret kriterleri olarak ithalat ve ihracattır.

Kurulan modellerde değişkenlerin gösterimi Tablo 3.3' e göredir.

Tablo 3.3: Modellerde değişkenlerin gösterimi

KOD	DEĞİŞKEN
β_0	Sabit
i	Ülkeler
t	Zaman
REC	Yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı
IM	Toplam ithalatın GSYH içindeki payı
EX	Toplam ihracatın GSYH içindeki payı
UNEMP	Toplam işgücünün içerisindeki işsizliğin payı
GSYH	Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla büyüme oranı
u	Hata terimi

Kurulan modellerden birincisi yenilenebilir enerji tüketimin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin nasıl olduğunu anlayabilmemiz için kurulmuştur. Modelde ekonomik büyüme kriteri olarak Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla ve (GSYH) kullanılmıştır.

$$GDP_{it} = \beta_0 + \beta_1 REC_{it} + u_{it}$$

Modellerden ikincisi yenilenebilir enerji tüketiminin işsizlik üzerindeki etkisinin nasıl olduğunu anlayabilmemiz için kurulmuştur.

$$UNEMP_{it} = \beta_0 + \beta_1 REC_{it} + u_{it}$$

Kurulan modellerden üçüncüsü yenilenebilir enerji tüketimin ithalat üzerindeki etkisinin nasıl olduğunu anlayabilmemiz için kurulmuştur.

$$IM_{it} = \beta_0 + \beta_1 REC_{it} + u_{it}$$

Modellerden dördüncüsü ise yenilenebilir enerji tüketimin ithalat üzerindeki etkisinin nasıl olduğunu anlayabilmemiz için kurulmuştur.

$$EX_{it} = \beta_0 + \beta_1 REC_{it} + u_{it}$$

Yüksek gelirli ülkelere ait değişkenlerin özet istatistikleri (gözlem sayısı, ortalama değerler, standart sapma değerleri, minimum ve maksimum değerler) Tablo 3.4’te gösterilmektedir.

Tablo 3.4: Yüksek gelirli ülkelerin özet istatistikleri (1996-2018)

Değişkenler	Gözlem	Ortalama	Std. Sapma	Min.	Max.
REC	1127	14.64052	15.99829	0	78.2135
UNEMP	1127	7.343984	4.114611	0.7	27.47
EX	1127	54.70757	35.81743	9.04307	228.9938
IM	1127	50.67259	32.82078	8.3972	221.01
GDP	1127	2.929458	3.651863	-21.49265	26.63067

Yenilenebilir enerji tüketimini gösteren REC değişkeni en düşük 0 ile 1996-2018 yılları arasında Bahreyn’e, 1996-2012 yılları için ise Umman’a, 1997-2012 yılları için Kuveyt’e, 1996-2010 yılları arasında Brunei Sultanlığı’na, 1996-2001 aralığında Malta’ya, 1996-2000 yılları arasında Bahamalar’a ait olup en yüksek 78,2135 ile 2018 yılında İzlanda’ ya aittir. Bu durumun sonucu olarak Umman, Kuveyt, Brunei Sultanlığı, Malta ve Bahamalar’da enerji tüketiminde yenilenemeyen enerji kaynaklarının payı oldukça fazladır. Hatta Bahreyn’de yenilenebilir enerji tüketimi hiç gerçekleşmemiştir. İzlanda’nın ise en yüksek orana sahip olması yenilenebilir enerjiye verdiği önemi işaret etmektedir.

Orta gelirli ülkelere ait değişkenlerin özet istatistikleri ise Tablo 3.5’ te gösterilmektedir.

Tablo 3.5: Orta gelirli ülkelerin özet istatistikleri (1996-2018)

Değişkenler	Gözlem	Ortalama	Std. Sapma	Min.	Max.
REC	1771	34.95072	27.28623	0.0021272	94.26635
UNEMP	1771	8.745918	6.780259	0.13	37.25
EX	1771	35.34839	17.31548	0.0091618	121.3114
IM	1771	42.1819	18.31824	0.0177267	102.4749
GDP	1771	4.300784	4.826315	-36.65815	88.95766

Yenilenebilir enerji tüketimini gösteren REC değişkeni en düşük 0,002 ile 1996 yılında Türkmenistan'a ait olup en yüksek 94,27 ile 1999 yılında Tanzanya' ya aittir. Bu durumun sonucu olarak Türkmenistan'da enerji tüketiminde yenilenemeyen enerji kaynaklarının payı oldukça fazladır. Tanzanya' nın ise yenilenebilir enerji tüketimi en yüksek orana sahip olması yenilenebilir enerjiye verdiği önemi işaret etmektedir.

3.3. Yüksek Gelirli 49 Ülke İçin Ekonometrik Analiz Sonuçları

Yenilenebilir enerji tüketiminin makroekonomik değişkenler üzerindeki etkisini görebilmek için kurulan modelleri tekrar yazalım:

$$GSYH_{it} = \beta_0 + \beta_1 REC_{it} + u_{it} \quad (\text{Model 1})$$

$$UNEMP_{it} = \beta_0 + \beta_1 REC_{it} + u_{it} \quad (\text{Model 2})$$

$$EX_{it} = \beta_0 + \beta_1 REC_{it} + u_{it} \quad (\text{Model 3})$$

$$IM_{it} = \beta_0 + \beta_1 REC_{it} + u_{it} \quad (\text{Model 4})$$

Dört modelde de bağımsız değişken yenilenebilir enerji tüketimiyken Model 1'de bağımlı değişken GSYH, Model 2'de UNEMP, Model 3'te ihracat, Model 4'te ise ithalatıdır.

Öncelikle belirtmek gerekir ki eğer ki serilerin arasında yatay kesit bağımlılığı olup da çıkan sonuçlar dikkate alınmaksızın analiz gerçekleştirilirse analiz sonuçlarında hata ve tutarsızlık oluşacaktır (Menyah vd., 2014: 389). Bu sebepten dolayı ilk olarak her bir değişken için yatay kesit bağımlılığına bakılacaktır.

Panel veri analizi yapılırken yatay kesit bağımlılığının ölçülmesi için 3 tane test vardır. Bunlar; Pesaran (2004) CD_{LM} , Breusch Pagan (1980) CD_{LM1} ve Pesaran (2004) CD_{LM2}

testidir. $N < T$ olduğu durumda yani kesit boyutu zaman boyutundan küçük olduğu durumda CD_{LM1} ve CD_{LM2} testleri kullanılmaktadır. Tam tersi olduğu durumda ise yani $N > T$ olduğunda ise yatay kesit bağımlılığının ölçülmesinde CD kullanılmaktadır (Gürler Hazman, vd., 2021: 19). Testlerin sonucunda olasılık değerleri %5'ten küçükse seriler arasında yatay kesit bağımlılığı vardır şeklinde yorumlanmaktadır (Kamacı vd., 2019: 30).

Bu çalışmada da ilk olarak $N > T$ olduğu için Pesaran (2004) CD testi ve alternatif olarak da Friedman (1937) testi ve Frees (1995, 2004) testi yatay kesit bağımlılığının ölçülmesinde kullanılmıştır ve bu testlerin sonuçları Tablo 3.6' da gösterilmiştir.

Tablo 3.6: Tüm modellerde yatay kesit bağımlılığının Pesaran, Friedman ve Frees testleri ile sınanması

Tüm Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığının Pesaran, Friedman ve Frees Testleri İle Sınanması			
H₀: Yatay kesit bağımlılığı yoktur.			
Model 1 (GDP)	Pesaran's test of cross sectional independence	=	55.610, Pr = 0.0000
	Friedman's test of cross sectional independence	=	290.703, Pr = 0.0000
	Frees' test of cross sectional independence	=	4.203
Model 2 (UNEMP)	Pesaran's test of cross sectional independence	=	17.084, Pr = 0.0000
	Friedman's test of cross sectional independence	=	117.891, Pr = 0.0000
	Frees' test of cross sectional independence	=	7.318
Model 3 (EX)	Pesaran's test of cross sectional independence	=	25.671, Pr = 0.0000
	Friedman's test of cross sectional independence	=	185.056, Pr = 0.0000
	Frees' test of cross sectional independence	=	8.407
Model 4 (IM)	Pesaran's test of cross sectional independence	=	30.407, Pr = 0.0000
	Friedman's test of cross sectional independence	=	216.885, Pr = 0.0000
	Frees' test of cross sectional independence	=	8.954
Not: Frees Q dağılımındaki kritik değerler;			
$\alpha = 0.10 : 0.1124,$ $\alpha = 0.05 : 0.1470,$ $\alpha = 0.01 : 0.2129$			

Tabloda yatay kesit bağımsızlığını test etmek için kullanılmış olan Pesaran ve Friedman testlerinin sonuçlarına göre tüm modellerde yatay kesit bağımlılığı yoktur şeklinde olan H₀

hipotezi reddedilmekte olup “yatay kesit bağımlılığı vardır” şeklinde yorumlanmaktadır. Tüm modeller için yatay kesit bağımsızlığının sınındığı bir diğer test olan Frees’in testi sonuçlarına bakıldığında tabloda Frees test istatistikleri ve sırasıyla %90, %95 ve %99 güven seviyesinde Frees’in Q dağılımından elde edilen kritik değerler gösterilmiştir. Hesaplanan test istatistiği kritik değerden büyükse H_0 hipotezi reddedilerek “yatay kesit bağımlılığı vardır” şeklinde yorum yapılabilir. %95 güven düzeyinde (%90 ve %99 güven seviyesinde de sonuçlar aynıdır.) Model 1, Model 2, Model 3 ve Model 4 için hesaplanan test istatistikleri sırasıyla (4.203), (7.318), (8.407) ve (8.954) şeklinde olup hepsi de kritik değerden (0.1470) büyüktür ve H_0 reddedilir bu sebeple de yatay kesit bağımlılığı vardır yorumu yapılabilir.

Serilerde yatay kesit bağımlılığının olması ikincil nesil birim kök testlerinin kullanılmasını gerektirmektedir. Çünkü birincil nesil birim kök testleri yatay kesit bağımlılığını göz ardı ederler (Gürler Hazman Vd., 2021: 19). Kesit boyutunun zaman boyutundan büyük olduğu ($N > T$) veya kesit boyutunun zaman boyutundan küçük olduğu ($N < T$) durumlarda CADF testi (Yatay Kesit Genelleştirilmiş Dickey Fuller) uygulanabilir. CADF testinin yatay kesit ortalamaları CIPS testini vermektedir (Westerlund vd., 2016: 852).

İkinci olarak tüm değişkenler için birim kök testi uygulanmıştır ve CIPS birim kök testi sonuçları Tablo 3.7’de gösterilmektedir.

Tablo 3.7: Değişkenlere ait Pesaran birim kök test sonuçları

	1.Fark		Kritik Tablo Değerleri		
	CIPS _{ist}	CIPS _{ist}	%10	%5	%1
REC	-2.334	-	-2.04	-2.11	-2.23
GDP	-3.151	-	-2.04	-2.11	-2.23
UNEMP	-1.175	-3.033	-2.04	-2.11	-2.23
EX	-1.562	-3.537	-2.04	-2.11	-2.23
IM	-1.833	-3.804	-2.04	-2.11	-2.23

CIPS birim kök test sonuçlarına göre REC ve GDP değişkeninin CIPS test istatistikleri değerlendirildiğinde seviyelerinde durağan olduğu, UNEMP, EX ve IM değişkenlerinin ise seviyesinde durağan olmadığı, her üç değişkenin de 1. farkı alındıktan sonra %10, %5 ve hatta %1 anlam düzeyinde durağan hale geldiği görülmüştür.

Üçüncü olarak tüm modellerde çalışmanın yapısını belirlemek için Hausman testi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 3.8’ de verilmiştir.

Tablo 3.8: Model 1, 2, 3 ve 4’ün sabit etkiler, rassal etkiler ve Hausman testi sonuçları

	Model 1 (GDP)		Model 2 (UNEMP)		Model 3 (EX)		Model 4 (IM)	
Değişkenler	Sabit Etkiler	Rassal Etkiler	Sabit Etkiler	Rassal Etkiler	Sabit Etkiler	Rassal Etkiler	Sabit Etkiler	Rassal Etkiler
REC	-0.0934*** (0.0260) [0.000]	-0.0190 (0.0118) [0.109]	0.0433** (0.0187) [0.021]	0.0338** (0.0160) [0.035]	1.090*** (0.0728) [0.000]	0.996*** (0.0718) [0.000]	0.689*** (0.0664) [0.000]	0.630*** (0.0651) [0.000]
Sabit	4.297*** (0.394) [0.000]	3.207*** (0.269) [0.000]	6.710*** (0.283) [0.000]	6.850*** (0.539) [0.000]	38.75*** (1.104) [0.000]	40.12*** (4.941) [0.000]	40.59*** (1.006) [0.000]	41.45*** (4.599) [0.000]
R-squared	0.012	0.012	0.005	0.005	0.172	0.172	0.091	0.091
Hausman	10.36 [0.0013]		1.00 [0.3171]		59.50 [0.0000]		20.97 [0.0000]	

Not: Parantez içinde yer almayan değerler değişkenlerin tahmin parametresidir. Normal parantez içindekiler değişkenlerin standart hatalarıdır. Köşeli parantez içindekiler ise olasılık değerleridir. *** işaretine sahip olan değişkenler $p < 0.01$ değerine göre, ** işaretine sahip olan değişkenler $p < 0.05$ değerine göre, * işaretine sahip olan değişkenler ise $p < 0.1$ değerine göre anlamlı olan değişkenlerdir.

Hausman testinin hipotezleri; H_0 : Rassal Etkiler

H_A : Sabit Etkiler

şeklindedir ve Hausman testi sonuçlarına baktığımızda (1) nolu model için Prob. değeri (0.0013), (2) nolu model için Prob. değeri (0.3171), (3) ve (4) nolu model için Prob. değeri (0.0000) çıkmıştır. (1), (3) ve (4) nolu modeller için Prob. Değerleri 0.05’ten küçük olduğu için H_0 reddedilir. Bunun sonucunda da sabit etkiler modeli rassal etkiler modeline göre daha uygundur. Ancak (2) nolu modelin Prob. değeri 0.05’ten büyük olduğu için H_0 hipotezi kabul edilir ve (2)’de rassal etkiler modelinin kullanılması sabit etkiler modeline göre daha uygundur.

Dördüncü olarak tüm modellerde otokorelasyon sorunu olup olmadığına bakılacaktır. Bunun için hem sabit etkilerde hem de rassal etkilerde Baltagi-Wu’nun (1999) Yerel En İyi

Değişmez (LBI) testi ile Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin Watson testi (1982) uygulanacaktır.

Tablo 3.9' da tüm modellerin otokorelasyon test sonuçları verilmektedir.

Tablo 3.9: Tüm modellerde otokorelasyonun Bhargava, Franzini ve Narendranathan' ın Durbin-Watson ve Baltagi–Wu'nun Yerel En İyi Değişmez testleri ile sınanması

Tüm Modellerde Otokorelasyonun Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin - Watson ve Baltagi – Wu'nun Yerel En İyi Değişmez Testleri İle Sınanması	
H₀ : p = 0 (otokorelasyon yoktur)	
Model 1 (GDP)	modified Bhargava et al. Durbin-Watson = 1.3136469 Baltagi-Wu LBI = 1.3388869
Model 2 (UNEMP)	modified Bhargava et al. Durbin-Watson = 0.25557861 Baltagi-Wu LBI = 0.3632066
Model 3 (EX)	modified Bhargava et al. Durbin-Watson = 0.25251816 Baltagi-Wu LBI = 0.35906655
Model 4 (IM)	modified Bhargava et al. Durbin-Watson = 0.3019525 Baltagi-Wu LBI = 0.40675203

Tüm modeller için her iki testin sonuçları kritik değer 2'den küçük olduğu için “otokorelasyon yoktur” şeklindeki H₀ hipotezi reddedilerek AR(1) tipi otokorelasyon vardır yorumu yapılabilmektedir.

Model 2 için otokorelasyonun sınanması için ayrıca;

- Baltagi ve Li (1991)' nin geliştirmiş olduğu Breusch – Pagan Lagrange Çarpanı (LM),
- Bera Sosa-Escudero ve Yoon (2001), eğerki modelde rassal birim etki olduğunda LM testinin güvenilir olmadığını ispatlamasıyla da ayrıca düzeltilmiş Lagrange Çarpanı (LM_A) testi,
- Baltagi ve Li (1991,1995), rassal birim etkilerinin bir arada varlığının sınanması için bütünleşik bir LM testi önermesiyle

toplamda 3 test kullanılmıştır ve testin sonuçları Tablo 3.10' da gösterilmektedir.

Tablo 3.10: Model 2’de otokorelasyon için Lagrange çarpanı ve Düzeltilmiş Lagrange çarpanı testleri

Model 2’de Otokorelasyon İçin Lagrange Çarpanı ve Düzeltilmiş Lagrange Çarpanı Testleri		
Lagrange Çarpanı Testi İçin	$H_0: \rho = 0$	(Otokorelasyon yoktur)
Düzeltilmiş Lagrange Çarpanı Testi İçin	$H_0: \rho = 0$	(Otokorelasyon yoktur)
Birleşik Lagrange Çarpanı Testi İçin	$H_0: \sigma^2_u = 0, \rho = 0$ (Rassal birim etki ve tesadüfi birim etki yoktur)	
Serial Correlation:		
LM(lambda=0)	= 1096.81	Pr>chi2(1) = 0.0000
ALM(lambda=0)	= 160.20	Pr>chi2(1) = 0.0000
Joint Test:		
LM(Var(u)=0,lambda=0)	= 5243.29	Pr>chi2(2) = 0.0000

Test çıktılarına göre otokorelasyon için LM ve ALM testleri 1 serbestlik derecesiyle birleşik LM testiyse 2 serbestlik derecesiyle χ^2 dağılımına uyumludur. LM ve ALM testlerinin sonuçlarına göre “otokorelasyon yoktur” şeklindeki H_0 hipotezi reddedilerek “otokorelasyon vardır” yorumu yapılabilmektedir. Bütünleşik LM testi sonuçlarına bakıldığında ise H_0 hipotezinin reddedilmesiyle “rassal birim etki ve otokorelasyon vardır” şeklinde yorumlanır.

Beşinci olarak tüm modellerde heteroskedasite sonunu olup olmadığına bakılacaktır. Bunun için 1, 3 ve 4 nolu modellerde sabit etkilerde birimlere göre heteroskedasitenin test edilmesi için değiştirilmiş Wald testi (Greene, 2000) uygulanmıştır. Bu testin temel hipotezi;

$$H_0: \sigma_i^2 = \sigma^2$$

şeklinde kurulur ve “birimlere göre heteroskedasite yoktur.” bir başka ifadeyle “varyanslar birimlere göre sabittir.” anlamına gelmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2020: 236).

Model 1, Model 3, Model 4 için Değiştirilmiş Wald Testi sonuçları Tablo 3.11’ de verilmiştir.

Tablo 3.11: Model 1, Model 3, Model 4 İçin Değiştirilmiş Wald testi

Model 1, Model 3, Model 4 İçin Değiştirilmiş Wald Testi		
$H_0 \sigma_i^2 = \sigma^2$ (tüm i'ler için)		
Model 1 (GDP)	chi2 (49) = 5243.14	Prob>chi2 = 0.0000
Model 3 (EX)	chi2 (49) = 78024.68	Prob>chi2 = 0.0000
Model 4 (IM)	chi2 (49) = 1.0e+05	Prob>chi2 = 0.0000

Yukarıdaki tabloda H_0 hipotezi, 49 serbestlik derecesiyle χ^2 test istatistikleri ve olasılık değerleri verilmiştir. Olasılık değerleri (0.0000) 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezi reddedilir ve her i için birimlere göre heteroskedasite vardır sonucuna ulaşılmıştır.

Model 2'de ise rassal etkilerde heteroskedasite varlığının sınanması için Levene, Brown ve Forsythe'nin testi kullanılmıştır ve testin sonuçları Tablo 26'da gösterilmektedir.

Tablo 3.12: Model 2 için Levene, Brown ve Forsythe testi

Model 2 İçin Levene, Brown ve Forsythe Testi		
$H_0 =$ Modelde heteroskedasite yoktur.		
W0 = 22.037276	df(48, 1078)	Pr > F = 0.00000000
W50 = 11.512908	df(48, 1078)	Pr > F = 0.00000000
W10 = 19.711776	df(48, 1078)	Pr > F = 0.00000000

Yukarıdaki tabloda Levene, Brown ve Forsythe'nin test istatistikleri Snedecor F tablosu ile karşılaştırılması sonucu "modelde heteroskedasite yoktur." şeklinde olan H_0 hipotezi reddedilmektedir yani modelde heteroskedasite vardır sonucuna ulaşılmıştır.

Son olarak tüm modeller için uygun regresyon tahmincisi olan Driscoll/Kraay tahminci kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 3.13' te gösterilmiştir.

Tablo 3.13: Model 1, 2, 3 ve 4 için Driscoll/Kraay tahmincisi sonuçları

Değişkenler	Model 1 (GDP)	Model 2 (UNEMP)	Model 3 (EX)	Model 4 (IM)
REC	-0.0934* (0.0459) [0.054]	0.0338 (0.0374) [0.376]	1.090*** (0.0477) [0.000]	0.689*** (0.0755) [0.000]
Sabit	4.297*** (0.750) [0.000]	6.850*** (1.410) [0.000]	38.75*** (1.622) [0.000]	40.59*** (1.925) [0.000]
R - squared	0.0119	0.0012	0.1722	0.0909

Parantez içinde yer almayan değerler değişkenlerin tahmin parametreleridir. Normal parantez içinde olan değerler değişkenlerin Driscoll/Kraay standart hatalarıdır. Köşeli parantez içinde olan değerler değişkenlerin olasılık değerleridir. *** işaretine sahip olan değişkenler p<0.01 değerine göre, ** işaretine sahip olan değişkenler p<0.05 değerine göre, * işaretine sahip olan değişkenler ise p<0.1 değerine göre anlamlı olan değişkenlerdir.

Tablo 3.13’ te yer alan tahmin sonuçları incelendiğinde, 49 yüksek gelirli ülkeler için 1996-2018 dönemi verileri kullanılarak oluşturulan Model 1’de bağımsız değişken olan yenilenebilir enerji tüketiminin katsayısı %10 anlamlılık düzeyinde anlamlı ve model sabitlerine ait katsayı ise %1 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. Model 2’de sabit katsayısı %1 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. Model 3 ve Model 4’te bağımsız değişken olan yenilenebilir enerji tüketiminin ve modellerin sabitlerine ait katsayıların %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Model 1’de yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artış GDP büyüme oranını %0.09 oranında düşürecektir. Model 3’teki sonuca göre yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artış ihracatın GSYH içindeki payını %1,09 oranında arttırmaktadır. Model 4’teki sonuca göre ise yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artış ithalatın GSYH içindeki payını %0,68 oranında arttırmaktadır.

3.4. Orta Gelirli 77 Ülke İçin Ekonometrik Analiz Sonuçları

Yenilenebilir enerji tüketiminin makroekonomik değişkenler üzerindeki etkisini görebilmek için kurulan modelleri tekrar yazalım:

$$GSYH_{it} = \beta_0 + \beta_1 REC_{it} + u_{it} \quad (\text{Model 5})$$

$$UNEMP_{it} = \beta_0 + \beta_1 REC_{it} + u_{it} \quad (\text{Model 6})$$

$$EX_{it} = \beta_0 + \beta_1 REC_{it} + u_{it} \quad (\text{Model 7})$$

$$IM_{it} = \beta_0 + \beta_1 REC_{it} + u_{it} \quad (\text{Model 8})$$

Dört modelde de bağımsız değişken yenilenebilir enerji tüketimi iken Model 5’te bağımlı değişken GSYH, Model 6’da UNEMP, Model 7’de ihracat, Model 8’de ise ithalat.

Bu çalışmada da ilk olarak $N > T$ olduğu için Pesaran (2004) CD testi ve alternatif olarak da Friedman (1937) testi ve Frees (1995, 2004) testi yatay kesit bağımlılığının ölçülmesinde kullanılmıştır ve bu testlerin sonuçları Tablo 28’de gösterilmiştir.

Tablo 3.14: Model 5, 6, 7 ve 8’de yatay kesit bağımlılığının Pesaran, Friedman ve Frees testleri ile sınanması

Tüm Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığının Pesaran, Friedman ve Frees Testleri İle Sınanması			
H₀: Yatay kesit bağımlılığı yoktur.			
Model 5 (GDP)	Pesaran's test of cross sectional independence	=	34.188, Pr = 0.0000
	Friedman's test of cross sectional independence	=	225.233, Pr = 0.0000
	Frees' test of cross sectional independence	=	3.042
Model 6 (UNEMP)	Pesaran's test of cross sectional independence	=	13.904, Pr = 0.0000
	Friedman's test of cross sectional independence	=	141.030, Pr = 0.0000
	Frees' test of cross sectional independence	=	14.790
Model 7 (EX)	Pesaran's test of cross sectional independence	=	19.315, Pr = 0.0000
	Friedman's test of cross sectional independence	=	154.728, Pr = 0.0000
	Frees' test of cross sectional independence	=	13.176
Model 8 (IM)	Pesaran's test of cross sectional independence	=	22.078, Pr = 0.0000
	Friedman's test of cross sectional independence	=	171.629, Pr = 0.0000
	Frees' test of cross sectional independence	=	11.360
Not: Frees Q dağılımındaki kritik değerler;			
$\alpha = 0.10 : 0.1124,$ $\alpha = 0.05 : 0.1470,$ $\alpha = 0.01 : 0.2129$			

Tabloda yatay kesit bağımsızlığını test etmek için kullanılmış olan Pesaran ve Friedman testlerinin sonuçlarına göre tüm modellerde yatay kesit bağımlılığı yoktur şeklinde olan H₀ hipotezi reddedilmekte olup “yatay kesit bağımlılığı vardır” şeklinde yorumlanmaktadır.

Yine tüm modeller için yatay kesit bağımsızlığının sınandığı bir diğer test olan Frees'in testi sonuçlarına bakıldığında tabloda Frees test istatistikleri ve sırasıyla %90, %95 ve %99 güven seviyesinde Frees'in Q dağılımından elde edilen kritik değerler gösterilmiştir. Hesaplanan test istatistiği kritik değerden büyükse H_0 hipotezi reddedilerek “yatay kesit bağımlılığı vardır” şeklinde yorum yapılabilir. %95 güven düzeyinde (%90 ve %99 güven seviyesinde de sonuçlar aynıdır.) Model 5, Model 6, Model 7 ve Model 8 için hesaplanan test istatistikleri sırasıyla (3.042), (14.790), (13.176) ve (11.360) şeklinde olup hepsi de kritik değerden (0.1470) büyüktür ve H_0 reddedilir bu sebeple de yatay kesit bağımlılığı vardır yorumu yapılabilir.

İkinci olarak tüm değişkenler için birim kök testi uygulanmıştır ve CIPS birim kök testi sonuçları Tablo 3.15'te gösterilmektedir.

Tablo 3.15: Değişkenlere ait Pesaran birim kök test sonuçları

	1.Fark		Kritik Tablo Değerleri		
	CIPS _{ist}	CIPS _{ist}	%10	%5	%1
REC	-1.943	-4.245	-2.01	-2.07	-2.17
GDP	-3.491	-	-2.01	-2.07	-2.17
UNEMP	-1.565	-3.437	-2.01	-2.07	-2.17
EX	-1.457	-4.104	-2.01	-2.07	-2.17
IM	-1.806	-4.230	-2.01	-2.07	-2.17

CIPS birim kök test sonuçlarına göre GDP değişkeninin CIPS test istatistikleri değerlendirildiğinde seviyesinde durağan olduğu, REC, UNEMP, EX ve IM değişkenlerinin ise seviyesinde durağan olmadığı, bu dört değişkenin de 1. farkı alındıktan sonra %10, %5 ve hatta %1 anlam düzeyinde durağan hale geldiği görülmüştür.

Üçüncü olarak tüm modellerde çalışmanın yapısını belirlemek için Hausman testi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 3.16' da verilmiştir.

Tablo 3.16: Model 5, 6, 7 ve 8’de sabit etkiler, rassal etkiler ve Hausman testi sonuçları

	Model 5 (GDP)		Model 6 (UNEMP)		Model 7 (EX)		Model 8 (IM)	
Değişkenler	Sabit	Rassal	Sabit	Rassal	Sabit	Rassal	Sabit	Rassal
	Etkiler	Etkiler	Etkiler	Etkiler	Etkiler	Etkiler	Etkiler	Etkiler
REC	-0.000439	0.000265	0.0120	0.00393	-	-	-	-
	(0.0205)	(0.0072)	(0.0098)	(0.0092)	0.179***	0.158***	0.274***	0.234***
	[0.983]	[0.971]	[0.219]	[0.669]	(0.0354)	(0.0312)	(0.0373)	(0.0329)
					[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]
Sabit	4.316***	4.292***	8.326***	8.608***	41.61***	40.86***	51.78***	50.36***
	(0.726)	(0.325)	(0.345)	(0.791)	(1.252)	(2.077)	(1.3187)	(2.193)
	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]
R-squared	0.000	0.000	0.001	0.000	0.015	0.015	0.031	0.031
Hausman	0.00 [0.9708]		6.03 [0.0140]		1.65 [0.1986]		5.35 [0.0208]	
Not: Parantez içinde yer almayan değerler değişkenlerin tahmin parametresidir. Normal parantez içindekiler değişkenlerin standart hatalarıdır. Köşeli parantez içindekiler ise olasılık değerleridir. *** işaretine sahip olan değişkenler p<0.01 değerine göre, ** işaretine sahip olan değişkenler p<0.05 değerine göre, * işaretine sahip olan değişkenler ise p<0.1 değerine göre anlamlı olan değişkenlerdir.								

Hausman testinin hipotezleri; H_0 : Rassal Etkiler

H_A : Sabit Etkiler

şeklinde ve Hausman testi sonuçlarına baktığımızda Model 5 için Prob. değeri (0.9708), Model 6 için Prob. değeri (0.0140), Model 7 için Prob. değeri (0.1986) ve Model 8 için Prob. değeri (0.0208) çıkmıştır. (6) ve (8) nolu modeller için Prob. değerleri 0.05’ten küçük olduğu için H_0 reddedilir. Bunun sonucunda da sabit etkiler modeli rassal etkiler modeline göre daha uygundur. Ancak (5) ve (7) nolu modeller için Prob. değeri 0.05’ten büyük olduğu için H_0 hipotezi kabul edilir. Bunun sonucunda da (5) ve (7)’de rassal etkiler modelinin kullanılması sabit etkiler modeline göre daha uygundur.

Dördüncü adım olarak Model 5, 6, 7 ve 8’de otokorelasyon sorunu olup olmadığına bakılmıştır ve sonuçlar Tablo 3.17’ de gösterilmektedir.

Tablo 3.17: Model 5, 6, 7 ve 8’de otokorelasyonun Bhargava, Franzini ve Narendranathan’ın Durbin - Watson ve Baltagi – Wu’nun Yerel En İyi Değişmez testleri ile sınanması

Model 5, 6, 7 ve 8’de Otokorelasyonun Bhargava, Franzini ve Narendranathan’ın Durbin - Watson ve Baltagi – Wu’nun Yerel En İyi Değişmez Testleri İle Sınanması	
$H_0 : \rho = 0$ (otokorelasyon yoktur)	
Model 5 (GDP)	modified Bhargava et al. Durbin-Watson = 1.2826957 Baltagi-Wu LBI = 1.5023199
Model 6 (UNEMP)	modified Bhargava et al. Durbin-Watson = 0.20286949 Baltagi-Wu LBI = 0.36195735
Model 7 (EX)	modified Bhargava et al. Durbin-Watson = 0.36625663 Baltagi-Wu LBI = 0.53489077
Model 8 (IM)	modified Bhargava et al. Durbin-Watson = 0.44733288 Baltagi-Wu LBI = 0.58272432

Tüm modeller için her iki testin sonuçları kritik değer 2’den küçük olduğu için “otokorelasyon yoktur” şeklindeki H_0 hipotezi reddedilerek AR(1) tipi otokorelasyon vardır yorumu yapılabilmektedir.

Model 5 ve 7 için otokorelasyonun sınanması için ayrıca Lagrange Çarpanı testi, Düzeltilmiş Lagrange Çarpanı testi yapılmış, sonuçları ise Tablo 3.18’de verilmiştir.

Tablo 3.18: (devam ediyor) Model 5 ve 7’de otokorelasyon için Lagrange Çarpanı ve Düzeltilmiş Lagrange Çarpanı testleri

Model 5 ve 7’de Otokorelasyon İçin Lagrange Çarpanı ve Düzeltilmiş Lagrange Çarpanı Testleri			
Lagrange Çarpanı Testi İçin		H ₀ : p = 0	(Otokorelasyon yoktur)
Düzeltilmiş Lagrange Çarpanı Testi İçin		H ₀ : p = 0	(Otokorelasyon yoktur)
Model 5 (GDP)	Serial Correlation:		
	LM(lambda=0)	= 332.02	Pr>chi2(1) = 0.0000
	ALM(lambda=0)	= 221.23	Pr>chi2(1) = 0.0000
	Joint Test:		
	LM(Var(u)=0,lambda=0)	= 406.05	Pr>chi2(2) = 0.0000
Model 7 (EX)	Serial Correlation:		

LM(lambda=0)	= 1713.41	Pr>chi2(1) = 0.0000
ALM(lambda=0)	= 89.12	Pr>chi2(1) = 0.0000
Joint Test:		
LM(Var(u)=0,lambda=0)	= 12140.90	Pr>chi2(2) = 0.0000

Her iki model için de test çıktılarına göre otokorelasyon için LM ve ALM testleri 1 serbestlik derecesiyle birleşik LM testiyse 2 serbestlik derecesiyle χ^2 dağılımına uyumludur. LM ve ALM testlerinin sonuçlarına göre “otokorelasyon yoktur” şeklindeki H_0 hipotezi reddedilerek “otokorelasyon vardır” yorumu yapılabilmektedir. Bütünleşik LM testi sonuçlarına bakıldığında ise H_0 hipotezinin reddedilmesiyle “rassal birim etki ve otokorelasyon vardır” şeklinde yorumlanır.

Beşinci olarak tüm modellerde heteroskedasite sonunu olup olmadığına bakılacaktır. Bunun için Model 5 ve 7’de rassal etkilerde birimlere göre heteroskedasitenin test edilmesi için Levene, Brown ve Forsythe’nin testi kullanılmıştır ve testin sonuçları Tablo 3.19’ da gösterilmektedir.

Tablo 3.19: Model 5 ve 7 için Levene, Brown ve Forsythe testi

Model 5 ve 7 İçin Levene, Brown ve Forsythe Testi			
H_0 = Modelde heteroskedasite yoktur.			
Model 5 (GDP)	W0 = 6.4060840	df(76, 1694)	Pr > F = 0.00000000
	W50 = 4.8127843	df(76, 1694)	Pr > F = 0.00000000
	W10 = 19.711776	df(48, 1078)	Pr > F = 0.00000000
Model 7 (EX)	W0 = 11.7465707	df(76, 1694)	Pr > F = 0.00000000
	W50 = 9.5890827	df(76, 1694)	Pr > F = 0.00000000
	W10 = 11.4185668	df(76, 1694)	Pr > F = 0.00000000

Yukarıdaki tabloda her iki model için Levene, Brown ve Forsythe’nin test istatistikleri Snedecor F tablosu ile karşılaştırılması sonucu “modelde heteroskedasite yoktur.” şeklinde olan H_0 hipotezi reddedilmektedir yani model5 ve 7’de “heteroskedasite vardır” sonucuna ulaşılmıştır.

Model 6 ve Model 8’de sabit etkilerde birimlere göre heteroskedasitenin test edilmesi için değiştirilmiş Wald testi uygulanmıştır ve testin sonuçları Tablo 3.20’ de verilmiştir.

Tablo 3.20: Model 6 ve Model 8 için Değiştirilmiş Wald testi

Model 6 ve Model 8 İçin Değiştirilmiş Wald Testi		
$H_0 \sigma_i^2 = \sigma^2$ (tüm i’ler için)		
Model 6 (UNEMP)	chi2 (77) = 6.2e+06	Prob>chi2 = 0.0000
Model 8 (IM)	chi2 (77) = 35191.26	Prob>chi2 = 0.0000

Yukarıdaki tabloda her iki modele ait H_0 hipotezi, 77 serbestlik derecesiyle χ^2 test istatistikleri ve olasılık değerleri verilmiştir. Her iki modelinde olasılık değerleri (0.0000) 0.05’ten küçük olduğu için H_0 hipotezi reddedilir ve her i için birimlere göre heteroskedasite vardır sonucuna ulaşılmıştır.

Son olarak tüm modeller için uygun regresyon tahmincisi olan Driscoll/Kraay tahminci kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 3.21’ de gösterilmiştir.

Tablo 3.21: Model 5, 6, 7, 8 için Driscoll/Kraay tahmincisi sonuçları

Değişkenler	(5) Model (GDP)	(6) Model (UNEMP)	(7) Model (EX)	(8) Model (IM)
REC	0.000265 (0.0138) [0.985]	0.0120** (0.00564) [0.045]	-0.158*** (0.0251) [0.000]	-0.275*** (0.0331) [0.000]
Sabit	4.292*** (0.960) [0.000]	8.326*** (0.346) [0.000]	40.86*** (5.586) [0.000]	51.78*** (1.498) [0.000]
R - squared	0.0000	0.0009	0.0186	0.0310

Not: Parantez içinde yer almayan değerler değişkenlerin tahmin parametreleridir. Normal parantez içinde olan değerler değişkenlerin Driscoll/Kraay standart hatalarıdır. Köşeli parantez içinde olan değerler değişkenlerin olasılık değerleridir. *** işaretine sahip olan değişkenler $p < 0.01$ değerine göre, ** işaretine sahip olan değişkenler $p < 0.05$ değerine göre, * işaretine sahip olan değişkenler ise $p < 0.1$ değerine göre anlamlı olan değişkenlerdir.

Tablo 3.21’ de yer alan tahmin sonuçları incelendiğinde, 77 yüksek gelirli ülkeler için 1996-2018 dönemi verileri kullanılarak oluşturulan Model 5’te bağımsız değişken olan

yenilenebilir enerji tüketiminin katsayısı %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde anlamsız çıkarken ve model sabitine ait katsayı ise %10, %5 ve hatta %1 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. Model 6’da REC’in katsayısı %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde anlamlıyken, sabit katsayısı %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde anlamlıdır. Model 7 ve Model 8’de bağımsız değişken olan yenilenebilir enerji tüketiminin ve modellerin sabitlerine ait katsayıların %10, %5 ve hatta %1 anlamlılık düzeylerinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Model 6’da yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artış işsizlik oranını %0.01 oranında arttıracaktır. Model 7’deki sonuca göre yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artış ihracatın GSYH içindeki payını %0,15 oranında düşürmektedir. Model 8’deki sonuca göre ise yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artış ithalatın GSYH içindeki payını %0,27 oranında düşürmektedir.



SONUÇ

Bu çalışmada yüksek gelirli ve orta gelirli ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının büyüme, işsizlik ve dış ticaret ile ilişkisi detaylı bir biçimde değerlendirilmiştir. İlk olarak çalışmada literatür ayrıntılı bir şekilde incelenerek konunun çerçevesi belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda ise her iki ülke grubu için yenilenebilir enerji kaynaklarının büyüme, işsizlik ve dış ticaret ile ilişkisi panel veri analizi ile test edilmiştir. Analizde 49 tane yüksek gelirli, 77 tane orta gelirli ülke olmak üzere 2 örneklem seçilmiş ve 1996-2018 yıllarını kapsayan yıllık veriler teste dâhil edilmiştir. Veriler yüzdelik ifadelerdir.

49 yüksek gelirli ülkeler için analiz yapılmış olup ve yapılan bu analizde birinci aşamada yatay kesit bağımlılığına bakılmıştır. Bunun için Pesaran, Friedman ve Frees testi kullanılmıştır. Kullanılan bu 3 testin sonucunda da oluşturulan tüm modellerde “yatay kesti bağımlılığı vardır” sonucuna ulaşılmıştır. İkinci aşamada ise serilerde yatay kesit bağımlılığının olması ikincil nesil birim kök testlerinin kullanılmasını gerektirdiğinden Pesaran birim kök testi yapılmış ve REC, GDP değişkenleri düzeylerinde durağan çıkarken UNEMP, EX, IM değişkenleri birinci farkları alındıktan sonra durağan hale geldikleri saptanmıştır. Üçüncü aşamada tüm modellerde çalışmanın yapısını belirlemek için Hausman testi yapılmış ve testin sonucunda Model 1, Model 3 ve Model 4’te sabit etkiler modeli rassal etkiler modeline göre daha uygunken, Model 2’de rassal etkiler sabit etkiler modeline göre daha uygun olduğu çıkmıştır. Dördüncü aşamada otokorelasyon sorunu olup olmadığına bakılmış, hem sabit etkilerde hem de rassal etkilerde Baltagi-Wu’nun (1999) Yerel En İyi Değişmez (LBI) testi ile Bhargava, Franzini ve Narendranathan’ın Durbin Watson testi uygulanmıştır. Model 2 için ise ayrıca otokorelasyonun sınanması için Breusch – Pagan Lagrange Çarpanı (LM), düzeltilmiş Lagrange Çarpanı (LMA) testi, bütünleşik LM testi uygulanmıştır. Tüm otokorelasyon testleri sonucu Model 1, Model 2, Model 3 ve Model 4’te “otokorelasyon vardır” sonucuna ulaşılmıştır. Beşinci aşamada Model 1, Model 3 ve Model 4’te sabit etkilerde birimlere göre heteroskedasitenin test edilmesi için değiştirilmiş Wald testi, Model 2’de ise rassal etkilerde heteroskedasite varlığının sınanması için Levene, Brown ve Forsythe’nin testi kullanılmıştır. Heteroskedasite için yapılan tüm testlerin sonucunda Model 1, Model2, Model 3, Model 4’te “heteroskedasite vardır” sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak tüm modeller için uygun regresyon tahmincisi olan Driscoll/Kraay tahminci kullanılmıştır ve bunun sonuçlarına göre Model 1’de bağımsız değişken olan REC’in katsayısı %10 anlamlılık düzeyinde anlamlı ve model sabitlerine ait katsayı ise %1

anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. Model 2’de sabit katsayısı %1 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır ancak REC’e ait olan katsayısı anlamsız çıktığı için yorumlanamamaktadır. Model 3 ve Model 4’te bağımsız değişken olan yenilenebilir enerji tüketiminin ve modellerin sabitlerine ait katsayıların %10, %5 ve hatta %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Model 1’in sonucu, literatüre bakıldığında Musah (2020) ve Brini vd. (2017) ile aynı çıkmıştır. Bu sonuca göre yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında negatif bir ilişki vardır. Yani, Model 1’de REC’ teki %1’lik bir artış GDP büyüme oranını %0.09 oranında düşürecektir. Model 3’teki sonuca göre yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artış ihracatın GSYH içindeki payını %1,09 oranında arttırmaktadır. Model 4’teki sonuca göre ise yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artış ithalatın GSYH içindeki payını %0,68 oranında arttırmaktadır.

77 orta gelirli ülkeler için analiz yapılmış ve yapılan bu analizde de 49 yüksek gelirli ülkeler için yapılan aşamalar uygulanmıştır. Birinci aşamada yatay kesit bağımlılığına bakılmıştır. Bunun için Pesaran, Friedman ve Frees testi kullanılmıştır. Kullanılan bu 3 testin sonucunda da oluşturulan tüm modellerde “yatay kesti bağımlılığı vardır” sonucuna ulaşılmıştır. İkinci aşamada ise serilerde yatay kesit bağımlılığının olması ikincil nesil birim kök testlerinin kullanılmasını gerektirdiğinden Pesaran birim kök testi yapılmış ve GDP değişkeni düzeyinde durağan çıkarken REC, UNEMP, EX, IM değişkenleri birinci farkları alındıktan sonra durağan hale geldikleri saptanmıştır. Üçüncü aşamada tüm modellerde çalışmanın yapısını belirlemek için Hausman testi yapılmış ve testin sonucunda Model 6, Model 8’de sabit etkiler modeli rassal etkiler modeline göre daha uygunken, Model 5 ve Model 7’de rassal etkiler sabit etkiler modeline göre daha uygun olduğu çıkmıştır. Dördüncü aşamada otokorelasyon sorunu olup olmadığına bakılmış, hem sabit etkilerde hem de rassal etkilerde Baltagi-Wu’nun (1999) Yerel En İyi Değişmez (LBI) testi ile Bhargava, Franzini ve Narendranathan’ın Durbin Watson testi uygulanmıştır. Model 5 ve Model 7 için ise ayrıca otokorelasyonun sınanması için Breusch – Pagan Lagrange Çarpanı (LM), düzeltilmiş Lagrange Çarpanı (LM_A) testi, bütünleşik LM testi uygulanmıştır. Tüm otokorelasyon testleri sonucu Model 5, Model 6, Model 7 ve Model 8’de “otokorelasyon vardır” sonucuna ulaşılmıştır. Beşinci aşamada Model 6, ve Model 8’de sabit etkilerde birimlere göre heteroskedasitenin test edilmesi için değiştirilmiş Wald testi, Model 5 ve Model 7’de ise rassal etkilerde heteroskedasite varlığının sınanması için Levene, Brown ve Forsythe’nin testi kullanılmıştır. Heteroskedasite için yapılan tüm testlerin sonucunda Model 5, Model 6, Model 7, Model 8’de “heteroskedasite vardır” sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak tüm

modeller için uygun regresyon tahmincisi olan Driscoll/Kraay tahminci kullanılmıştır. Bunun sonuçlarına göre 77 yüksek gelirli ülkeler için 1996-2018 dönemi verileri kullanılarak oluşturulan Model 5'te model sabitine ait katsayı %10, %5 ve hatta %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı çıkarken, bağımsız değişken olan REC'in katsayısı %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde anlamsız çıkmıştır bunun için yorum yapılmamıştır. Model 5'in sonucu, literatüre bakıldığında Menegaki (2011)'nin çalışmasıyla aynı sonuca sahiptir. Model 6'da REC'in katsayısı %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde anlamlıyken, sabit katsayısı %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde anlamlıdır. Model 7 ve Model 8'de bağımsız değişken olan REC'in ve modellerin sabitlerine ait katsayıların %10, %5 ve hatta %1 anlamlılık düzeylerinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Model 6'nın sonucu, literatüre bakıldığında Apergis ve Salim (2015)'min çalışması ile aynı çıkmıştır. Bu sonuca göre yenilenebilir enerji tüketimi ile işsizlik arasında pozitif bir ilişki vardır. Yani, Model 6'da yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik bir artış işsizlik oranını %0.01 oranında arttıracaktır. Model 7'deki sonuca göre yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik bir artış ihracatın GSYH içindeki payını % 0,15 oranında düşürmektedir. Model 8'deki sonuca göre ise yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik bir artış ithalatın GSYH içindeki payını % 0,27 oranında düşürmektedir.

49 yüksek gelirli ülkeler için yapılan analizde yenilenebilir enerji ile büyüme arasında çıkan negatif ilişki beklemediğimiz bir durumdur. Çünkü dünyada tükenen enerji kaynaklarının giderek azalması sebebiyle ve enerji konusunda dışa bağımlı olan ülkelerde alternatif enerji kaynakları olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması ülkelerin giderek dışa bağımlı olması durumunu azaltabilir. Böylelikle ülkelerin ekonomik açıdan büyümesine yol açabilir. Yenilenebilir enerji ile ihracat arasında çıkan pozitif ilişki çalışmada beklediğimiz bir sonuçtur. Çünkü ülkelerin tükenen enerji kaynaklarından ziyade yıllardır gelişiyor ve gelişmekte olan teknolojiler sayesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırması yeni ticaret yollarını açarak ülkelere katkı sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji ithalat arasında çıkan pozitif ilişki ise beklemediğimiz bir durumdur. Yenilenebilir enerji tüketimi ülkelerin kendi enerjilerini üretebileceği alternatif bir çözüm ve enerji konusunda dışa bağımlı olan ülkelerin bağımlılığını azaltacak bir enerji kaynağıdır. Ancak ihracattaki artış ithalattaki artıştan fazla olduğu için dış ticaret bilançosunu iyileştirmektedir.

77 orta gelirli ülkeler için yapılan analizde yenilenebilir enerji ile ihracat ve ithalat arasında negatif bir ilişki çıkmıştır. İthalat ile negatif bir ilişkinin olması beklediğimiz bir durumdur.

Çünkü ithalat düştükçe enerji konusunda bağımlılıkta azalabilir bu tarz ülkeler için de bu çok önemli bir noktadır. İthalattaki düşüş ihracattaki düşüşten fazla olduğı için dış ticaret bilançosunu iyileştirebilir yorumunu da aynı zamanda yapılabiliriz.

Yüksek gelirli ülke grupları ve aralarında Türkiye'nin de bulunduğı orta gelirli ülke grupları enerji arz güvenliğı açısından yenilenebilir enerji kaynaklarına verdikleri önemi artırmaları gerekmektedir. Çünkü yenilenebilir enerji kaynakları yerli enerji kaynakları anlamına da gelmektedir. Enerji tüketiminde ithal kaynakların payının azaltılması için yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılmalıdır. Aynı zamanda çevre için de temiz bir yöntem olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının payı artırılmalı dünyanın geleceğı de güvenli hale getirilmelidir. Çünkü yenilenebilir enerji kaynaklarının, yenilenemeyen enerji kaynaklarına alternatif olarak kullanımı arttıkça temiz bir dünya, temiz bir ekonomi var olacaktır.

KAYNAKLAR

- Acaroğlu, M. (2013). *Alternatif Enerji Kaynakları*. 3. basım, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Afşar, M. ve Özarslan Doğan, B. (2021). Yenilenebilir enerji yatırımları ve istihdam ilişkisi: E-7 ülkeleri üzerine bir analiz. *Sosyoekonomi*, 29 (50): 547-564.
- Ağpak, F. ve Özçiçek, Ö. (2018). Bir istihdam politikası aracı olarak yenilenebilir enerji. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11 (2): 112-128.
- Ahmed, S., Alam, K., Sohag, K., Gow, J., Rashid, A. ve Akter, M. (2019). Renewable and non-renewable energy use and its relationship with economic growth in Myanmar. *Environmental Science and Pollution Research*, 26: 22812-22825.
- Akalin, G., Özbek, R. İ. ve Çiftçi, İ. (2018). Türkiye’de gelir dağılımı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20 (4): 59-76.
- Akdağ, S. ve İskenderoğlu, Ö. (2018). Avrupa Birliğine üye ve aday olan ülkelerde yenilenemeyen enerji, yenilenebilir enerji ve nükleer enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi. *Turkish Studies (Elektronik)*, 13 (30): 1-14.
- Akova, İ. (2003). Dünya enerji sorunu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı. *Coğrafya Dergisi*, (11): 47-73.
- Akova, İ. (2008). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. Nobel Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Akpınar, E. ve Başbüyük, A. (2011). Jeoekonomik önemi giderek artan bir enerji kaynağı: doğalgaz. *International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 6 (3): 119-136.
- Akusta, E. ve Cergibozan, R. (2020). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümenin çevre üzerinde etkisi: Türkiye örneği. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, 15 (54): 431-462.
- Alam, M. ve Murad, W. (2020). The impacts of economic growth, trade openness and technological progress on renewable energy use in organization for economic co-operation and development countries. *Renewable Energy*, 145: 382-390.
- Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: 1990-2017 Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8 (2): 223-242.
- Altıntop, N. ve Erdemir, D. (2013). Dünyada ve Türkiye’de güneş enerjisi ile ilgili gelişmeler. *Mühendis ve Makina*, 54 (639): 69-77.

- Amri, F. (2017). Intercourse across economic growth, trade and renewable energy consumption in developing and developed countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69: 527-534.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2010). Renewable energy consumption and growth in Eurasia. *Energy Economics*, 32 (6): 1392-1397.
- Apergis, N. ve Salim, R. (2015). Renewable energy consumption and unemployment: evidence from a sample of 80 countries and nonlinear estimates. *Applied Economics*, 47 (52): 5614-5633.
- Arslan, E. ve Solak, A. (2019). Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketiminin ithalat üzerindeki etkisi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 10 (17): 1380-1407.
- Aslan, N. ve Yamak, T. (2006). Türkiye'nin enerji sorununun alternatif enerji kaynakları açısından değerlendirilmesi. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21 (1): 53-76.
- Aslan, Ö. ve Özcan, B. (2008). Sürdürülebilir kalkınma ve hidrojen enerjisi. *Humanities Sciences*, 3 (2): 152-160.
- Ata, S. (2012). Türkiye’nin ihracat potansiyeli: çekim modeli çerçevesinde bir inceleme. In *International Conference on Eurasian Economies*, (11-13).
- Atalay, İ. (2011). *Genel Beşeri ve Ekonomik Coğrafya*. 5. baskı, Meta Basım, İzmir.
- Aydın, F. F. (2010). Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (35): 317-340.
- Bağcı, E. (2019). Türkiye’de yenilenebilir enerji potansiyeli, üretimi, tüketimi ve cari işlemler dengesi ilişkisi. *R&S - Research Studies Anatolia Journal*, 2 (4): 101-117.
- Bahar, O. (2005). Türkiye’de enerji sektörü üzerine bir değerlendirme. *Muğla Üniversitesi SBE Dergisi* (14): 35-59.
- Bal, H. ve Özdemir, P. (2017). Kurumlar ve ekonomik gelişme: panel veri analizi ile bir değerlendirme. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4 (9): 80-104.
- Balestra, P. ve Nerlove, M. (1966). Pooling cross section and time series data in the estimation of a dynamic model: the demand for natural gas. *Econometrica*, 34 (3): 585-612.
- Baltagi, B. H. ve Li, Q. (1991). A joint test for serial correlation and random individual Effects. *Statistics & Probability Letters*, 11 (3): 277-280.
- Baltagi, B. H. ve Li, Q. (1995). Testing AR(1) against MA(1) disturbances in an error component model. *Journal of Econometrics*, 68 (1): 133-151.
- Baltagi, B. H. ve Wu, P. X. (1999). Unequally spaced panel data regressions with AR(1) disturbances. *Econometric Theory*, 15 (6): 814-823.

- Bayraç, H. N. (2018). Uluslararası doğalgaz piyasasının ekonomik yapısı ve uygulanan politikalar. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 13 (3): 13-36.
- Bayraç, H. N. (2019). Küresel petrol piyasasında fiyat oluşumu ve ekonomik etkileri. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 9 (19): 44-59.
- Bayraç, H. N. ve Özarslan, B. (2018). Biyokütle enerjisi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ampirik bir analizi: Türkiye örneği. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 8 (17): 1-17.
- Bayraç, H. N., Çelikay, F. ve Çildir, M. (2018). *Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Enerji Politikaları*. Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa.
- Bekar, N. (2020). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye'nin Enerji Jeopolitiği. *Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi* 3 (1): 37-54.
- Ben Aissa, M. S. Ben Jebli, M., ve Ben Youssef, S. (2014). Output, renewable energy consumption and trade in Africa. *Energy Policy*, 66: 11-18.
- Ben Hassine, M. ve Harrathi, N. (2017). The causal links between economic growth, renewable energy, financial development and foreign trade in gulf cooperation council countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7 (2): 76-85.
- Ben Jebli, M. ve Ben Youssef, S. (2015). Output, renewable and non-renewable energy consumption and international trade: evidence from a panel of 69 countries. *Renewable Energy*, 83: 799-808.
- Ben Jebli, M. Ben Youssef, S., ve Apergis, N. (2019). The dynamic linkage between renewable energy, tourism, CO₂ emissions, economic growth, foreign direct investment, and trade. *Latin American Economic Review*, 28 (2): 1-19.
- Ben Jebli, M., Ben Youssef, S. ve Öztürk, İ. (2016). Testing environmental Kuznets curve hypothesis: the role of renewable and non-renewable energy consumption and trade in OECD countries. *Ecological Indicators*, 60: 824-831.
- Bera, A. K., Sosa-Escudero, W. ve Yoon, M. (2001). Tests for the error component model in the presence of local misspecification. *Journal of Econometrics*, 101 (1): 1-23.
- Bhargava, A., Franzni, L. ve Narendranathan, W. (1982). Serial correlation and the fixed effects model. *Review of Economic Studies*, 49: 533-549.
- Bhat, J. A. (2018). Renewable and non-renewable energy consumption—impact on economic growth and CO₂ emissions in five emerging market economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 25: 35515-35530.
- Brini, R., Amara, M. ve Jemmali, H. (2017). Renewable energy consumption, international trade, oil price and economic growth inter-linkages: the case of Tunisia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76: 620-627.

- Bulavskaya, T. ve Reynes, F. (2018). Job creation and economic impact of renewable energy in the Netherlands. *Renewable Energy*, 119: 528-538.
- Bulut Deniz, M., Bursal, M. ve Göçer, Ş. (2019). Türkiye'nin enerji sorunu ve alternati enerji kaynağı olarak biyokütle enerjisi: bir nedensellik analizi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 6 (9): 52-65.
- Cai, W., Mu, Y., Wang, C. ve Chen, J. (2014). Distributional employment impacts of renewable and new energy—A case study of China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39: 1155-1163.
- Canik, B., Çelik, M. ve Arıgün, Z. (2000). *Jeotermal Enerji*. A.Ü.F.F. Döner Sermaye İşletmesi Yayınları: 59, Ankara.
- Chen, Y., Wang, Z. ve Zhong, Z. (2019). CO₂ emissions, economic growth, renewable and non-renewable energy production and foreign trade in China. *Renewable Energy*, 131: 208-216.
- Cin, M. F., Tekin, İ. ve Kiper, K. (2017). Post Keynesyen gelir, istihdam ve enflasyon modellerinin Avrupa Birliği ülkeleri için sınanması. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26 (2): 278-290.
- Çakmak, A. İ. ve Tosun, B. (2017). Ekonomik büyüme-gelir dağılımı ilişkisi: kuznets hipotezinin seçilmiş ülkeler üzerine araştırılması. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (33): 33-44.
- Çalışkan, Ş. (2009). Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılık ve enerji arz güvenliği sorunu. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (25): 297-310.
- Çetin, S., Turan, E. ve Bayrakdar, E. (2019). Türkiye'nin güneş enerjisi politikaları. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54 (2): 949-968.
- Çetinkaya, A. (2017). Avrupa Birliği üyesi ülkelerde yenilenebilir enerjiye sağlanan teşvikler üzerine bir inceleme. *Sayıştay Dergisi*, (104): 1-26.
- Çınar, S. ve Yılmaz, M. (2015). Yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicileri ve ekonomik büyüme ilişkisi: gelişmekte olan ülkeler örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30 (1): 55-78.
- Çıtak, E. ve Kılınç Pala, P. B. (2016). Yenilenebilir enerjinin enerji güvenliğine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (25): 79-102.
- Çukurçayır, M. A. ve Sağır, H. (2008). Enerji sorunu, çevre ve alternatif enerji kaynakları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (20): 257-278.
- Dedeoğlu, D. ve Kaya, H. (2013). Energy use, exports, imports and GDP: new evidence from the OECD countries. *Energy Policy*, 57: 469-476.

- Demir, G. (2019). *Suyun gücü: Termomineral Suların Enerji ve Jeotermal Suların Sağlık Alanında Kullanımı*. Kavim Yayınları, İstanbul.
- Demirtaş, M. ve Gün, V. (2007). Avrupa ve Türkiye'deki biyokütle enerjisi. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (1): 49-56.
- Dertli, G. ve Yınaç, P. (2018). Yenilenebilir enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu, enerji ithalatı ve ekonomik büyüme: Türkiye örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15 (2): 583-606.
- DSİGM (2021). *DSİ 2020 Yılı Faaliyet Raporu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara*.
- Dinçer, H. ve Karakuş, H. (2020). Yenilenebilir enerji yatırımları ile istihdam arasındaki ilişkinin belirlenmesi: G7 ülkeleri üzerine ekonometrik bir analiz. *İstatistik ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 1 (1): 40-49.
- Doğan, H. ve Uludağ, A. S. (2018). Yenilenebilir enerji alternatiflerinin değerlendirilmesi ve uygun tesis yeri seçimi: Türkiye'de bir uygulama. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 14: 157-179.
- Durğun, B. ve Durğun, F. (2018). Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi: Türkiye örneği. *International Review Of Economics And Management*, 6 (1): 1-27.
- EC (2019). *Photovoltaic Geographical Information System, European Commission, https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_index.html European Commission (16.05.2021)*.
- Elfani, M. (2011). The impact of renewable energy on employment in Indonesia. *International Journal of Technology*, 2 (1): 47-55.
- Erdal, L. (2012). Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırımları ve istihdam yaratma potansiyeli. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 4 (1): 171-181.
- Erdoğan, S., Dücan, E., Şentürk, M. ve Şentürk, A. (2018). Türkiye'de yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine ampirik bulgular. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11 (2): 233-246.
- Ertürk, M. (2011). *Dünya'da ve Türkiye'de Doğalgaz Sektörü ve İnovasyon Etkileri*. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, İstanbul.
- Frees, E. W. (1995). Assessing cross-sectional correlations in panel data. *Journal of Econometrics*, 69 (2): 393-414.
- Frees, E. W. (2004). *Longitudinal and Panel Data : Analysis and Applications in the Social Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Friedman, M. (1937). The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *Journal of the American Statistical Association*, 32 (200): 675-701.
- Frogros, P. ve Paroussos, L. (2018). Employment creation in EU related to renewables expansion. *Applied Energy*, 230: 935-945.
- Genç, S. (2018). Sanayi 4.0 yolunda Türkiye. *Sosyoekonomi*, 26 (36): 235-243.
- Ghazouani, T., Boukhatem, J. ve Sam, C. Y. (2020). Causal interactions between trade openness, renewable electricity consumption, and economic growth in Asia-Pacific countries: Fresh evidence from a bootstrap ARDL approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 133: 1-12.
- Greene, W. (2000). *Econometric Analysis*. 4nd Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Grunfeld, Y. ve Geiliches, Z. (1960). Is aggregation necessarily bad? *The Review of Economics and Statistics*, 42 (1): 1-13.
- Gujarati, D. N. ve Porter, D. C. (2018). *Temel Ekonometri*, 5. Basım, Literatür Yayıncılık (Ü. Şenesen, ve G. Günlük Şenesen, Çev.) İstanbul.
- Güllü, M. ve Kartal, Z. (2021). Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının istihdam etkisi. *Sakarya İktisat Dergisi*, 10 (1): 36-65.
- Gürler Hazman, G., Yayla, Y. E. ve Karamıklı, A. (2021). AB ülkeleri ve Türkiye'de dolaylı ve dolaysız vergilerin gelir dağılımı üzerindeki etkisi: panel veri analizi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar* (657): 9-3.
- Güzel, F. (2021). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin Türkiye ekonomisinde geçerliliğinin ampirik analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi* (30): 59-76
- Henriques, C. O., Coelho, D. H. ve Cassidy, N. L. (2016). Employment impact assessment of renewable energy targets for electricity generation by 2020—An IO LCA approach. *Sustainable Cities and Society*, 26: 519-530.
- Hildreth C., (1950), *Combining Cross-Section Data and Time Serials*, Cowles Commission Discussion Paper: Statistics No: 347.
- Hillebrand, B., Buttermann, H. G., Behringer, J. M. ve Bleuel, M. (2006). The expansion of renewable energies and employment effects in Germany. *Energy Policy*, 34 (18): 3484-3494.
- Hung-Pin, L. (2014). Renewable energy consumption and economic growth in nine OECD countries: bounds test approach and causality analysis. *The Scientific World Journal*, 2014: 1-6.
- IEA (2020). *Key World Energy Statistics*, Uluslararası Enerji Ajansı, <https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2020> (20.05.2021)

- İlgar, R. (2018). Çevresel duyarlılık açısından petrol sektörü, çanakkale boğazının pazardaki yeri ve önemi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 23 (39): 25-44.
- İncekara, Ç. Ö. ve Oğulata, S. N. (2011). Enerji darboğazında ülkemizin alternatif enerji kaynakları. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 3 (1): 1-10.
- İraz, R., Altınışik, İ., ve Peker, H. S. (2010). Güneş enerjisi yatırımlarına yönelik teşvikler ve Türkiye'deki durum. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 13 (1-2): 69-78.
- IRENA. (2020). *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2020*. International Renewable Energy Agency ,Abu Dhabi.
- IRENA (2020). *Renewable Energy Employment by Country*, International Renewable Energy Agency, <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Benefits/Renewable-Energy-Employment-by-Country> (18.06.2021).
- İsmiç, B. (2015). Gelişmekte olan ülkelerde elektrik tüketimi, ekonomik büyüme ve nüfus ilişkisi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5 (1): 259-274.
- Kademli, M. (2017). Hidrojen teknolojisi, potansiyeli ve geleceği. *Mesleki Bilimler Dergisi (MBD)*, 6 (2): 106-110.
- Kamacı, A., Ceyhan, M. S. ve Peçe, M. A. (2019). Toplam faktör verimliliğinin ekonomik büyümeye etkisi: 15 OECD ülkesi için panel veri analizi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 5 (1): 22-36.
- Kapluhan, E. (2014). Enerji coğrafyası açısından bir inceleme: güneş enerjisinin Dünya'daki ve Türkiye'deki kullanım durumu. *Coğrafya Dergisi* (29): 70-98.
- Karaaslan, A. ve Gezen, M. (2017). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi Türkiye Örneği*. Ekin Yayınevi, Ankara.
- Karabağ, N., Çobanoğlu Kayıkcı, C. ve Öngen, A. (2021). %100 yenilenebilir enerjiye geçiş yolunda Dünya ve Türkiye. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* (21): 230-240.
- Karaca, C., Ulutaş, A. ve Eşgünoğlu, M. (2017). Türkiye’de optimal yenilenebilir enerji kaynağının COPRAS yöntemiyle tespiti ve yenilenebilir enerji yatırımlarının istihdam artırıcı etkisi. *Maliye Dergisi* (172): 111-132.
- Karakaş, E. ve Balcı İzgi, B. (2018). Yenilenebilir enerji kaynakları ve ekonomik büyüme ilişkisinin ampirik analizi. OECD örneği. *Kent Akademisi*, 11(1), 99-107.
- Karataşer, B. (2016). İstanbul'un kömür ihtiyacı ve yaşanan temel sorunlar (1855-1872). *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 38 (2): 191-205.
- Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk, Y. ve Kurt, R. (2011). Biyokütlenin Türkiye’de enerji üretiminde değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (19): 63-75.

- Kaya, İ. T. ve Abay M. Ç. (2020). Türkiye ile Avrupa Birliği üyesi 10 ekonominin ARGE-büyüme ilişkisi: panel veri analizi. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21 (2): 81-95.
- Kaya, D., Öztürk, H. ve Kayfeci, M. (2017). *Hidrojen ve Yakıt Pili Teknolojisi*. Umuttepe Yayınları, İstanbul.
- Kesbiç, C. Y. ve Salkım Er, A. (2017). Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: ab ülkeleri türkiye için bir panel veri analiz. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*, 4 (2): 135-154.
- Khobai, H., Kolisi, N., Moyo, C., Anyikwa, I. ve Dingela, S. (2020). Renewable energy consumption and unemployment in south africa. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10 (2): 170-178.
- Khodeir, A. N. (2016). The relationship between the generation of electricity from renewable resources and unemployment: an empirical study on the Egyptian economy. *Arab Economic and Business Journal*, 11 (1): 16-30.
- Kocak, E. (2014). Türkiye'de çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliği: ARDL sınır testi yaklaşımı. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2 (3): 62-73.
- Kocaman, B. (2003). *Elektrik Enerjisi Üretim Santralleri*. Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Koç, A., Yağlı, H., Koç, Y. ve Uğurlu, İ. (2018). Dünyada ve Türkiye'de enerji görünümünün genel değerlendirilmesi. *Engineer and Machinery*, 59 (692): 86-114.
- Koç, E. ve Kaya, K. (2015). Enerji Kaynakları - Yenilenebilir enerji durumu. *Mühendis ve Makina*, 56 (668): 36-47.
- Koç, E. ve Şenel, M. C. (2013). Dünya'da ve Türkiye'de enerji durumu - genel değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 54 (639): 32-44.
- Kose, N., Bekun, F. V. ve Alola, A. A. (2020). Criticality of sustainable research and development-led growth in EU: the role of renewable and non-renewable energy. *Environmental Science and Pollution Research*, 20: 12683-12691.
- Koyuncu, T. ve Bayraç, H. N. (2020). Hindistan'da yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: ARDL sınır testi yaklaşımı. *International Anatolia Academic Online Journal Social Sciences Journal*, 6 (1): 13-24.
- Kozak, M. (2020). Denizli ili jeotermal enerji kaynakları ve kullanım alanlarının araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Yekarum e-Dergi*, 5(1): 1-11. (31 5, 2021) (<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/946915>)
- Kozak, M. ve Kozak, Ş. (2012). Enerji depolama yöntemleri. *SDU International Technologic Science*, 4 (2): 17-29.

- Kuh, E. (1959). The validity of cross-sectionally estimated behavior equations in time series applications. *Econometrica*, 27 (2), 197-214.
- Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, H. ve Avcı, E. D. (2005). Türkiye'de geleneksel ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ve çevresel etkilerinin karşılaştırılması. *Yeksem 2005, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, Mersin.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American Economic Review*, 45 (1): 1-28.
- Lehr, U., Nitsch, J., Kratzat, M., Lutz, C. ve Edler, D. (2008). Renewable energy and employment in Germany. *Energy Policy*, 36 (1), 108-117.
- Lu, W.-C. (2017). Renewable energy, carbon emissions, and economic growth in 24 Asian countries: evidence from panel cointegration analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 24: 26006-26015.
- Mahmutoğlu, A. ve Seçer, F. (2009). Çevre açısından jeotermal enerji kullanımı ve il özel idarelerinin sorumlulukları. *Aksaray Üniversitesi İİBF Dergisi*, 1 (2): 9-23.
- Mangır, F., Karaçor, Z., Konya, S. ve Yardımcı, P. (2018). Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: OECD ülkeleri örneği. *International Economic Researches and Financial Markets Congress (IEFRM)*, Nevşehir, (s. 961-980).
- Marinaş, M.-C., Dinu, M., Socol, A.-G. ve Socol, C. (2018). Renewable energy consumption and economic growth. causality relationship in Central and Eastern European countries. *Plos One*, 13 (10): 1-29.
- Menegaki, A. N. (2011). Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis. *Energy Economics*, 33 (2): 257-263.
- Menyah, K., Nazlioglu, S. ve Wolde-Rufael, Y. (2014). Financial development, trade openness and economic growth in African countries: new insights from a panel causality approach. *Economic Modelling*, 37: 386-394.
- Mercan, M. (2015). Türkiye’de enerji yoğun sektörler üzerine uygulanan karbon vergilerinin refah üzerindeki etkileri: genel denge analizi. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 1 (1): 49-60.
- MTA (2021a). *Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Arama Çalışmaları*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, <https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari> (17.05.2021).
- MTA (2021b). *Enerji Haritaları*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita> (17.05.2021).
- Moreno, B. ve Lopez, A. J. (2008). The effect of renewable energy on employment. The case of Asturias (Spain). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12 (3): 732-751.

- Mu, Y., Cai, W., Evans, S., Wang, C. ve Roland-Holst, D. (2018). Employment impacts of renewable energy policies in China: a decomposition analysis based on a CGE modeling framework. *Applied Energy*, 210: 256-267.
- Murshed, M. (2020). Are trade liberalization policies aligned with renewable energy transition in low and middle income countries? An Instrumental Variable approach. *Renewable Energy*, 151: 1110-1123.
- Murshed, M. (2018). Trade liberalization and renewable energy consumption in South Asia: a panel data approach. USAEE Working Paper No: 18-371.
- Musah, M., Kong, Y., Mensah, I. A., Antwi, S. K. ve Donkor, M. (2020). The link between carbon emissions, renewable energy consumption, and economic growth: a heterogeneous panel evidence from West Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 27: 28867-28889.
- MUSİAD (2006). *Türkiye'nin Enerji Ekonomisi ve Petrolün Geleceği. Araştırma Raporları, Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği, İstanbul.*
- Mutlu, N., Tolay, M., Karaca, C. ve Öztürk, H. H. (2019). Biyokütle gazlaştırma teknolojisindeki gelişmeler. *Tarım Makinaları Bilim Dergisi*, 15(2): 53-59.
- Nakipoğlu Özsoy, F. ve Özpolat, A. (2020). Yenilenebilir enerji ve istihdam ilişkisi: bootstrap granger nedensellik analizi. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 4(2), 263-280.
- Nasreen, S. ve Anwar, S. (2014). Causal relationship between trade openness, economic growth and energy consumption: A panel data analysis of Asian countries. *Energy Policy*, 69: 82-91.
- Oral, F., Behçet, R. ve Aykut, K. (2017). Hidroelektrik santral rezervuar verilerinin enerji üretimi amaçlı değerlendirilmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2): 29-38.
- Oskay, C. (2014). Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde rüzgar enerjisinin önemi ve Türkiye'de rüzgar enerjisi yatırımlarına yönelik teşvikler. *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7(1): 76-94.
- Önal, M. (2020). Sürdürülebilir kalkınmada yenilenebilir enerjinin önemi: Türkiye üzerine bir değerlendirme. *Turkish Business Journal*, 1(1): 78-97.
- Önder, H. ve Gündüz, İ. (2019). Nükleer enerji tüketiminin makroekonomik belirleyicileri: seçilmiş OECD ülkeleri üzerine panel veri analizi. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, 14(51): 18-37.
- Örnek, İ. ve Türkmen, S. (2019). Gelişmiş ve yükselen piyasa ekonomilerinde Çevresel Kuznets Eğrisi'nin analizi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28 (3): 109-129.

- Özçalık, M. ve Tezsürücü, D. (2012). Enerjide bağımlılıktan yeşil girişimciliğe: Türkiye ekonomisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı. 4. *Uluslararası Girişimcilik Kongresi*, Manisa: 271-280.
- Özen, A. Şaşmaz, M. Ü., ve Bahtiyar, E. (2015). Türkiye’de yeşil ekonomi açısından yenilenebilir bir enerji kaynağı: rüzgar enerjisi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 17 (28): 85-93.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M. ve Gerçeker, M. (2016). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Brics-T ülkeleri üzerine panel ARLD analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4 (4): 111-130.
- Öztürk, S. ve Saygın, S. (2017). 1973 Petrol krizinin ekonomiye etkileri ve stagflasyon olgusu. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(12): 1-12.
- Öztürk, S. ve Saygın, S. (2020). Türkiye’de yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi. *Al Farabi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(1): 104-114.
- Pao, H. T. ve Fu, H. C. (2013). Renewable energy, non-renewable energy and economic growth in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25: 381-392.
- Pesaran M. H., (2004), General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Pan University of Cambridge, Faculty of Economics, Cambridge Working Papers in Papers in Economics No. 0435.
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, November Special Issue 61 (4): 653-670.
- Przychodzen, W. ve Przychodzen, J. (2020). Determinants of renewable energy production in transition economies: a panel data approach. *Energy*, 191: 1-11.
- Rahman, M. M. ve Velayutham, E. (2020). Renewable and non-renewable energy consumption-economic growth nexus: new evidence from South Asia. *Renewable Energy*, 147: 399-408.
- Sadorsky, P. (2011). Trade and energy consumption in the Middle East. *Energy Economics*, 33 (5): 739-749.
- Sadorsky, P. (2012). Energy consumption, output and trade in South America. *Energy Economics*, 34(2): 476-488.
- Saidi, K. ve Omri, A. (2020). The impact of renewable energy on carbon emissions and economic growth in 15 major renewable energy-consuming countries. *Environmental Research*, 186: 1-11.
- Sarı, A. ve Akkaya, M. (2016). Contribution of renewable energy potential to sustainable employment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 229: 316-325.

- Sekin, S. (1999). Enerji ve hammadde kaynağı olarak petrol. *Öneri Dergisi*, 2 (12): 109-112.
- Seydioğulları, H. S. (2013). Sürdürülebilir kalkınma için yenilenebilir enerji. *Planlama Dergisi*, 23 (1), 19-25.
- Shakeel, M., Iqbal, M. M. ve Majeed, M. T. (2014). Energy consumption, trade and GDP: a case study of South Asian countries. *The Pakistan Development Review*, 53 (4), 461-476.
- Shakouri, B. ve Yazdi, S. K. (2017). Causality between renewable energy, energy consumption, and economic growth. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 12 (9): 838-845.
- Siddique, H. M. ve Majeed, M. T. (2015). Energy consumption, economic growth, trade and financial development nexus in South Asia. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 9 (2): 658-682.
- Soydal, H., Mızrak, Z. ve Çetinkaya, M. (2012). Makroekonomik açıdan Türkiye'nin alternatif enerji ihtiyacının önemi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (11): 117-137.
- Swamy, P. (1970). Efficient Inference in a random coefficient regression model. *Econometrica*, 38 (2): 311-323.
- Şenol, H., Elibol, E. A., Açikel, Ü. ve Şenol, M. (2017). Türkiye’de biyogaz üretimi için başlıca biyokütle kaynakları. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6 (2): 81-92.
- TEİAŞ (2019). Yenilenebilir Kaynaklı Elektrik Enerjisi Üretiminin Türkiye Toplam Üretimi İçindeki Payının Yıllar İtibariyle Gelişimi, Türkiye Elektrik İletim A. Ş., <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> (10.05.2021).
- TDK (2021). Güncel Türkçe Sözlük, Türk Dil Kurumu Sözlükleri, <https://sozluk.gov.tr> (29.11.2021)
- Topuz, S. G. ve Dağdemir, Ö. (2016). Ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliği ilişkisi: Kuznets Ters-U Hipotezi’nin geçerliliği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11 (3): 115-130.
- Tunçsiper, B. ve Uçar, B. (2017). Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin Türkiye için geçerliliğinin sınanması: Granger nedensellik analizi. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3 (2): 657-666.
- Ummalla, M. ve Samal, A. (2019). The impact of natural gas and renewable energy consumption on CO₂ emissions and economic growth in two major emerging market economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 26: 20893-20907.

- Usupbeyli, A. ve Uçak, S. (2018). Türkiye'de yenilenebilir enerji - büyüme ilişkisi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16 (4): 223-238.
- Uysal, D., Yılmaz, K. . ve Taş, T. (2015). Enerji ithalatı ve cari açık ilişkisi: Türkiye rneği. *Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3 (1): 63-78.
- rn, E. ve Soyu, E. (2016). Türkiye'nin enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları üzerine bir değerlendirme. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31-45.
- Vaona, A. (2016). The effect of renewable energy generation on import demand. *Renewable Energy*, 86: 354-359.
- Varınca, K. B. ve Gönüllü, M. T. (2006). Türkiye'de güneş enerji potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım derecesi, yöntemi ve yaygınlığı üzerine bir araştırma. *I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi*, Eskişehir, 270-275.
- Yapıcı, M. ve Koldemir, B. (2015). Limanlarda alternatif yenilenebilir enerji kullanımının incelenmesi. *II. Ulusal Liman Kongresi*, 5-6 Kasım 2015. İzmir.
- Yapraklı, S. ve Bayramoğlu, T. (2014). Biyoktle enerji potansiyeli ve ekonomik etkileri: TRA1 bölgesi üzerine bir saha araştırması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18 (2), 319-336.
- Yelmen, B. ve akır, M. T. (2011). Yeşil enerji kaynakları ve teknolojileri. *II. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi*, İzmir, 1-11.
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2020). *Panel Veri Ekonometrisi Stata Uygulamaları*. 5. baskı, Beta Basım Yayım, İstanbul.
- Yerebakan, M. (2001). *Rüzgar Enerjisi*. 1. basım, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, İstanbul.
- Yerebakan, M. (2008). *Mikro Enerji Santralleri*. İstanbul Ticaret Odası Yayınları İstanbul.
- Yıldırım, M. ve rnek, İ. (2007). Enerjide son seçim: nükleer enerji . *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* , 6(1): 32-44.
- Yılmaz, E. A. ve Can zi, H. (2018). Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli ve gelecek hedefleri. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 8 (3): 525-535.
- Yılmaz, S. S. (2018). Türkiye'de ve Dünya'da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Durumu. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), T.C. Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, İstanbul, 132 s.
- Yılmaz, S. ve Kalkan, D. K. (2017). Enerji güvenliği kavramı: 1973 petrol krizi ışığında bir tartışma. *Uluslararası Kriz ve Siyaset Araştırmaları Dergisi*, 1 (3): 169-199.
- Yüksel Yıldırım, C. (2019). Türkiye'de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme: Granger nedensellik yaklaşımı. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi* , 4(9): 119-145.

- Zafar, M. W., Shahbaz, M., Hou, F. ve Sinha, A. (2019). From nonrenewable to renewable energy and its impact on economic growth: The role of research & development expenditures in Asia-Pacific Economic Cooperation countries. *Journal of Cleaner Production*, 212, 1166-1178.
- Zaim, A. ve Çavşı, H. (2018). Türkiye’deki jeotermal enerji santrallerinin durumu. *Engineer and Machinery*, 59(691): 45-58.
- Zellner, A. (1962). An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias. *Journal of the American Statistical Association*, 57 (298): 348-368.
- Zeren, F. ve Akkuş, H. T. (2020). The relationship between renewable energy consumption and trade openness: New evidence from emerging economies. *Renewable Energy*, 147: 322-329.
- WB (2020). *New World Bank country classifications by income level: 2020-2021*, World Bank, <https://blogs.worldbank.org/opendata/new-world-bank-country-classifications-income-level-2020-2021> (10.11.2021).
- Westerlund, J., (2005) New simple tests for panel cointegration. *Econometric Reviews*, 24 (3): 297-316.
- Westerlund, J., Hosseinkouchack, M. ve Solberger, M. (2016). The local power of the CADF and CIPS panel unit root tests. *Econometric Reviews*, 35 (5): 845-870.
- Xu, H. (2016). Linear and nonlinear causality between renewable energy consumption and economic growth in the USA. *Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci : časopis za ekonomsku teoriju i praksu*, 34 (2): 309-332.
- URL – 1 (2016). <https://www.thesisat.org/jeotermal-enerji-nedir.html>, (29.11.2021).
- URL–2 (2021). <https://www.enerjiatlas.com/ulkelere-gore-gunes-enerjisi.html>, *Ülkelere Göre Güneş Enerjisi, Enerji Atlası*, (15.05.2021).
- URL–3 (2021). <https://www.enerjiatlas.com/ulkelere-gore-ruzgar-enerjisi.html>, *Ülkelere Göre Rüzgâr Enerjisi, Enerji Atlası*, (15.05.2021).
- URL–4 (2021). <https://www.enerjiatlas.com/ulkelere-gore-jeotermal-enerji.html>, *Ülkelere Göre Jeotermal Enerji, Enerji Atlası*, (15.05.2021).
- URL -5 (2021). <https://www.enerjiatlas.com/hes-haritasi/turkiye>, *Türkiye HES Potansiyeli Haritası, Enerji Atlası*, (16.05.2021)
- URL -6 (2021). <https://www.enerjiatlas.com/elektrik-uretimi/>, *Türkiye Elektrik Üretimi, Enerji Atlası*, (16.05.2021)

