

**T.C.**  
**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**



**OECD ÜLKELERİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ  
TÜKETİMİNİN MAKRO EKONOMİK  
BELİRLEYİCİLERİ VE TÜRKİYE İÇİN POLİTİKA**

**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**  
**Prof. Dr. Ahmet UĞUR**

**HAZIRLAYAN**  
**Esmâ GÜLTEKİN**

**MALATYA - 2019**

Bu araştırma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi Tarafından SDK-2018-1050 Proje Numarası ile Desteklenmiştir

**T.C.  
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**OECD ÜLKELERİN DE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNİN MAKRO  
EKONOMİK BELİRLEYİCİLERİ VE TÜRKİYE İÇİN POLİTİKA ÖNERİSİ**

**HAZIRLAYAN  
Esmâ GÜLTEKİN**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Ahmet UĞUR**

**MALATYA - 2019**

**T.C.**  
**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**OECD ÜLKELERİNDE YENİLENEBİLİR**  
**ENERJİ TÜKETİMİNİN MAKRO**  
**EKONOMİK BELİRLEYİCİLERİ VE**  
**TÜRKİYE İÇİN POLİTİKA ÖNERİSİ**

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN  
**Prof. Dr. Ahmet UĞUR**

HAZIRLAYAN  
**Esmâ GÜLTEKİN**

Jürimiz tarafından 16/01/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda bu doktora tezi (oy birliği/oyçokluğu) ile başarılı bulunarak İktisat Anabilim dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

- | Jüri Üyelerinin Unvan Adı Soyadı | İmzası |
|----------------------------------|--------|
| 1. Prof. Dr. Ahmet UĞUR          | .....  |
| 2. Prof. Dr. Selim KAYHAN        | .....  |
| 3. Doç Dr. Tayfur BAYAT          | .....  |
| 4. Doç. Dr. Nihat AKBIYIK        | .....  |
| 5. Doç. Dr. Uğur ADIGÜZEL        | .....  |

İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../..... tarih ve ..... sayılı kararıyla bu tezin kabulü onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KUBAT

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

## ONUR SÖZÜ

Prof. Dr. Ahmet Uğur'un danışmanlığında doktora tezi olarak hazırladığım **“OECD ÜLKELERİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNİN MAKRO EKONOMİK BELİRLEYİCİLERİ VE TÜRKİYE İÇİN POLİTİKA ÖNERİSİ ”** başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

16/01/2019

Esmâ GÜLTEKİN

## ÖNSÖZ

Lisans eğitimimden bu yana sürdürmüş olduğum akademik hayatın her aşamasında desteğini, bilgisini ve sabrını benden esirgemeyen çok değerli hocam, danışmanım Prof. Dr. Ahmet Uğur'a,

En sıkışık zamanda desteğini ve varlığını her zaman hissettiren Doç. Dr. Tayfur Bayat'a, çalışma süresi boyunca yardımlarını ve değerli zamanını bana harcayan sevgili oda arkadaşım Arş. Gör. Nilgün Kahraman'a ve bu sürecin tamamında sevgilerini ve özverilerini benden asla esirgemeyen canım aileme çok teşekkür ederim

Esmâ GÜLTEKİN

## **TEŐEKKÖR**

Bu araştırma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi Tarafından SDK-2018-1050 Proje Numarası ile Desteklenmiştir.



## ÖZET

Enerji, hali hazırda temel ihtiyaçlarımızın karşılanması için gerekli olan önemli kaynaklardan biridir. Günümüz dünyasında oldukça tartışılır bir konu haline gelen enerji, özellikle artan nüfus oranı ve gelişen teknolojik şartlar ile birlikte tüketim miktarları kayda değer boyutlara ulaşmış bir kavramdır. Açık ekonomik düzen ve küresel dünya sistemi ile birlikte ülkeler arası ilişkilerin yoğunluğu artmaktadır. Ticarete konu olan temel mallardan biri olarak da fosil enerji kaynakları karşımıza çıkmaktadır. Fosil yakıtlara olan bağımlılık durumu, bu yakıtların neslinin belirli bir süre sonunda tükenmesinin göz önüne alınması yanında çevresel koşulları ve ekolojik dengeyi bozması dolayısıyla alternatif enerji kaynaklarına yönelimi sağlamıştır. Bu durum yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimini hızlı bir oranda arttırmaktadır. Bu olgudan yola çıkarak çalışmada 2000-2015 dönemleri için 14 Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (OECD) ülkesinin yenilenebilir enerji politikalarının belirlenmesine etki edebilecek kişi başına düşen enerji kullanımı, kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH), kamu kesimi toplam nihai tüketim harcamaları ve hükümet etkinliği gibi politik ve makro ekonomik değişkenler kullanılarak sınanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Türkiye ekonomisi için yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi modellemesi için herhangi anlamlı bir tahminci sonucuna ulaşılmazken, rüzgar enerjisi için toplam nihai tüketim harcamaları, hükümet etkinliği ve kişi başına düşen GSYH için anlamlı ve pozitif tahminci sonuçları elde edilmiştir. Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) panel nedensellik testi sonuçları ise ilk olarak incelenen güneş enerjisi değişkeni için kişi başına düşen GSYH nedensellik herhangi bir ülke de rastlanmamıştır. Kişi başına düşen GSYH'den güneş enerjisine nedenselliğin olduğu Avusturalya, İspanya, Avusturya ve Almanya ülkeleri ile rüzgar enerjisine tek yönlü nedenselliğin olduğu Birleşik Krallık için “koruma hipotezi” geçerlidir. Rüzgar enerjisinden kişi başına düşen GSYH'ye tek yönlü ilişkiye ise Almanya'da rastlanmaktadır. Bu ülke için “büyüme hipotezi” geçerlidir. Türkiye ve Hollanda için ise çift yönlü ilişkiyi ifade eden “geri bildirim hipotezi” geçerlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji, Yenilenebilir Enerji, Rüzgar Enerjisi, Güneş Enerjisi, Panel Veri

## ABSTRACT

Energy is already one of the most important resources needed to meet our basic needs. The concept of energy, which has become an important issue in today's world, has reached significant dimensions especially with increasing population ratio and technological developments. The intensity of relations between countries increases in open economic conditions and global world order. As one of the main commodities subject to trade, fossil energy sources are emerging. Significant dependence on fossil fuels has led to a shift to alternative energy sources as a consequence of the extinction of fossil fuels, disrupting environmental conditions and ecological balance. As a result of intensive energy consumption, environmental and renewable resources have increased in recent years. This situation increases the consumption of renewable energy sources at a high rate. The study will also affect the renewable energy policies in political and macroeconomic variables are tested by using per capita energy use, per capita GDP, government final consumption expenditures and government efficiency variables for 14 OECD countries for the period 2000-2015. According to the results obtained solar energy from renewable energy sources for Turkey's economy not achieved any meaningful estimator results for modeling, total final consumption expenditure for wind energy, government efficiency and significant and positive estimator results for the per capita GDP was obtained. According to the results of Emirmahmutoğlu and Köse (2011) panel causality test, there is no causality relation between the per capita GDP for solar energy variable in any country. The protection hypothesis is valid in Australia, Spain, Austria and Germany countries where there is one-way causality from GDP per capita to solar energy and one-way causality from GDP per capita to wind energy for the UK. One-way relationship to GDP per capita from wind energy is found in Germany. The growth hypothesis is valid for these countries. For the Turkey and Netherlands, the feedback hypothesis expressing the bidirectional relationship is valid.

**Key Words:** Energy, Renewable Energy, Wind Energy, Solar Energy, Panel Data



## İÇİNDEKİLER

KABUL ONAY .....	ii
ONUR SÖZÜ.....	iii
ÖNSÖZ .....	iv
TEŞEKKÜR .....	v
ÖZET .....	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	viii
TABLolar LİSTESİ .....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xii
KISALTMALAR .....	xiii
GİRİŞ .....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### ENERJİ KAVRAMI, GELİŞİMİ VE KAYNAKLARI

1.1. Enerji Kavramı .....	5
1.2. Enerji Türleri.....	8
1.3. Enerji Kaynakları.....	10
1.3.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları .....	10
1.3.1.1. Fosil Enerji Kaynakları .....	10
1.3.1.1.1. Kömür Rezervleri.....	12
1.3.1.1.2. Petrol Rezervleri.....	12
1.3.1.1.3. Doğal Gaz Rezervleri .....	13
1.3.1.2. Nükleer Enerji Kaynakları.....	14
1.3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	15
1.3.2.2. Rüzgar Enerjisi.....	19
1.3.2.3. Jeotermal Enerji .....	20
1.3.2.4. Hidroelektrik Enerji.....	22
1.3.2.5. Biyokütle Enerjisi .....	23
1.3.2.6. Dalga Enerjisi .....	24

## İKİNCİ BÖLÜM

### YENİLENEBİLİR ENERJİ PERSPEKTİFİNDE POLİTİKALARIN ANALİZİ

2.1. Yenilenebilir Enerji Politikaları .....	26
2.1.1. Düzenleyici Yenilenebilir Enerji Teşvik Politikaları .....	29
2.1.2. Mali Teşvikleri İçeren Yenilenebilir Enerji Politikaları .....	32
2.2. OECD Ülkelerinin Yenilenebilir Enerji Politikaları .....	32
2.3. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları .....	34
2.4. Yenilenebilir Enerji Politikalarının Belirleyicileri .....	39
2.5. Literatür İncelemesi .....	41
2.5.1. Yenilenemeyen ve Yenilenebilir Enerji ile Makro Değişkenler Arasındaki Literatür .....	41
2.5.2. Yenilenebilir Enerji'nin Politik ve Makro Ekonomik Belirleyicilerine İlişkin Literatür .....	53

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ, AMPİRİK ANALİZ VE BULGULAR

3.1. Araştırmanın Yöntemi .....	57
3.1.1. Panel Yatay Kesit Bağımlılığı, Breusch ve Pagan (1980); Peseran (2004) ve Peseran vd (2008) Testleri .....	57
3.1.2. Panel Homojenite Peseran ve Yamagata (2008) Testi .....	59
3.1.3. Yapısal Kırılmaları İçermeyen Panel Peseran (2007) CADF Birim Kök Testi .....	61
3.1.4. Yapısal Kırılmaları İçermeyen Westerlund ve Edgerton (2007) LM Bootstrap Eşbütünleşme Testi.....	61
3.1.5. Yapısal Kırılmasız Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayıları Tahmini Peseran (2006) CCE ve Eberhardt ve Teal (2010) AMG Testleri.....	63
3.1.6. Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) Panel Nedensellik Testi .....	64
3.2. Veri ve Değişkenlerin Tanımlanması.....	65
3.3. Güneş Enerjisi Modeli Uygulama Sonuçları.....	67
3.3.1. Güneş Enerjisi Modeli; Değişkenler Arasındaki Yatay Kesit Bağımlılığının Analizi.....	69

3.3.2. Güneş Enerjisi Modeli; Yapısal Kırılmaları İçermeyen Panel Birim Kök Analizi.....	71
3.3.3. Güneş Enerjisi Modeli İçin Yapısal Kırılmaları İçermeyen Panel Eşbütünleşme Analizi.....	74
3.3.4. Güneş Enerjisi Modeli; Yapısal Kırılmasız Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayıları Tahmini Pesaran (2006) CCE ve Eberhardt ve Teal (2010) AMG Analizi .....	75
3.3.5. Güneş Enerjisi Modeli İçin Emirmahmutoglu ve Köse (2011) Panel Nedensellik Analizi .....	78
3.4. Rüzgar Enerjisi Modeli Uygulama Sonuçları .....	82
3.4.1. Rüzgar Enerjisi Modeli; Değişkenler Arasındaki Yatay Kesit Bağımlılığının Analizi.....	83
3.4.2. Rüzgar Enerjisi Modeli; Yapısal Kırılmaları İçermeyen Panel Birim Kök Analizi.....	85
3.4.3. Rüzgar Enerjisi Modeli İçin Yapısal Kırılmaları İçermeyen Panel Eşbütünleşme Analizi.....	88
3.4.4. Rüzgar Enerjisi Modeli İçin Eşbütünleşme Tahmincileri Analizi İle Uzun Dönem Tahmini .....	89
3.4.5. Rüzgar Enerjisi Modeli İçin Emirmahmutoglu ve Köse (2011) Panel Nedensellik Analizi.....	92
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	96
KAYNAKÇA.....	106

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 3.1:</b> Değişkenlerin Tanımlanması .....	66
<b>Tablo 3.2:</b> Güneş Enerjisi Modeline Ait Tanımlayıcı İstatistikler.....	68
<b>Tablo 3.3:</b> Güneş Enerjisi Modeli; Değişkenler Arasında Korelasyon İlişkisi.....	69
<b>Tablo 3.4:</b> Güneş Enerjisi Modeli; Yatay-kesit Bağımlılığı ve Homojenite Testleri ....	70
<b>Tablo 3.5:</b> Güneş Enerjisi Modeli; CADF Birim Kök Testi Sonuçları.....	71
<b>Tablo 3.6:</b> Güneş Enerjisi Modeli; Yapısal Kırılmaları İçermeyen Panel Eşbütünleşme Testi.....	74
<b>Tablo 3.7:</b> Güneş Enerjisi Modeli; CCE (2006) ve AMG (2010) Panel Eş-bütünleşme Tahminleri İle Uzun Dönem Tahmini.....	75
<b>Tablo 3.8:</b> Güneş Enerjisi Modeli; Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) Panel Nedensellik Test Sonuçları .....	79
<b>Tablo 3.9:</b> Rüzgar Enerjisi Modeli; Tanımlayıcı İstatistikler .....	82
<b>Tablo 3.10:</b> Rüzgar Enerjisi Modeli; Değişkenler Arasında Korelasyon İlişkisi .....	83
<b>Tablo 3.11:</b> Rüzgar Enerjisi Modeli; Yatay-kesit Bağımlılığı ve Homojenite Testleri .	84
<b>Tablo 3.12:</b> Rüzgar Enerjisi Modeli; CADF Birim Kök Testi Sonuçları .....	85
<b>Tablo 3.13:</b> Rüzgar Enerjisi Modeli; Yapısal Kırılmaları İçermeyen Panel Eşbütünleşme Testi.....	88
<b>Tablo 3.14:</b> Rüzgar Enerjisi Modeli; CCE (2006) ve AMG (2010) Panel Eş-bütünleşme Tahminleri İle Uzun Dönem Tahmini.....	89
<b>Tablo 3.15:</b> Rüzgar Enerjisi Modeli; Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) Panel Nedensellik Test Sonuçları .....	92

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Birincil ve İkincil Enerji Kaynakları ..... 9



## KISALTMALAR

<b><math>N_2O</math></b>	Azot Oksit
<b>AB</b>	Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	Amerika Birleşik Devletleri
<b>EIA</b>	Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bilgi İdaresi
<b>ETKB</b>	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
<b>GHG</b>	Sera Gazı
<b>GSMH</b>	Gayri Safi Milli Hasıla
<b>GSYH</b>	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
<b>IEA</b>	Ulusal Enerji Ajansı
<b>IPCC</b>	Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
<b>MWh</b>	Mega watt saat
<b>OECD</b>	Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü
<b>OKP</b>	Onuncu Kalkınma Planı
<b>OPEC</b>	Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
<b>PV</b>	Fotovoltaik Güneş
<b>TEK</b>	Türkiye Elektrik İdaresi
<b>TPES</b>	Toplam Birincil Enerji Arzı
<b>UK</b>	Birleşik Krallık
<b>UNFCCC</b>	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
<b>WEC</b>	Dünya Enerji Konseyi
<b>YEKDEM</b>	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması
<b><math>CH_4</math></b>	Metan
<b><math>CO_2</math></b>	Karbondioksit

## GİRİŞ

Enerji kavramı yaşamın sürdürülebilmesi için gerekli olan ısınma, barınma, ulaşım gibi temel ihtiyaçların karşılanması açısından önem arz eden bir konumda bulunmaktadır. Günümüzde birçok ihtiyacın karşılanması için temel girdi konumunda bulunan enerji kavramının; incelenmesi, getirilerinin anlaşılması ve araştırılması gerekmektedir. Yararlı formlarda ucuz enerjiye erişim, tarih boyunca insanlık için en önemli konulardan biri olmuştur. Petrol ve elektrik ülkeler arasında dünyanın en büyük ticaret mallarından ikisi olup, toplum açısından da yüksek bir ilgi alanı olarak önemini kanıtlamaktadır. Bu nedenle iki enerji çeşidinden birinde meydana gelen herhangi bir ilerlemenin birçok açıdan insanlık üzerindeki etkisi açıkça görülmektedir. Ekonomik açıdan bu yakıtlara ciddi rekabetçi olan yenilenebilir enerji gerçek alanda sürdürülebilir büyümenin de boyutlarının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Leijon vd., 2006: 1309-1310).

Enerjinin temini ve kullanımı güçlü ekonomik, sosyal ve çevresel etkilere sahiptir. Neredeyse tüm enerji ticari olarak sağlanmaktadır. Ticari enerjiye evrensel erişim hala gelecek için hedef olmaya devam etmektedir. Afrika ve Asya'da birçok ülkede elektrifikasyon hızı artan talebin çok gerisinde kalmaktadır. Bu sorunu özellikle insanların yaşamları ve refahı, ekonomik büyüme, sosyal gelişim, sağlık, eğitim gibi temel sosyal hizmetlerin sağlanması dahil olmak üzere daha fazla gecikme olmadan ele almak zorunludur (WEC, 2013: 8).

Sadorsky (2009b: 456) ülkelerin büyüdükçe ve geliştikçe enerji taleplerinin de arttığını belirtmektedir. Hayatımızın her noktasında kullanılan enerji kavramının önemli ve sarsıcı bir noktaya gelmesini sağlayan temel etmen ise artan nüfus ve gelişen teknolojik ilerlemelere bağlı olarak, enerji tüketim miktarının artmasıdır. Artan bu tüketim miktarlarının karşılanmasına yönelik en büyük sağlayıcı hala fosil yakıtlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Belirli bir süre sonunda tükeneceği varsayılan bu yakıtların kullanımının artması insanoğlunu enerjiye daha da bağımlı hale getirmektedir. Artan enerji ihtiyacının karşılanması için alternatif kanallar belirleme yoluna gidilmesi hem bu konuda çalışan mühendislik bilimlerini hem de bu tüketim miktarını inceleyen ve kıt kaynakların en etkin şekilde kullanılmasını sağlamayı görev edinen ekonomi bilimini yakından ilgilendirmektedir.

Ekonomik büyüme, beraberinde yapısal değişiklikler ile birlikte, dünya enerji tüketimini güçlü bir şekilde etkilemektedir. Ülkeler geliştikçe ve yaşam standartları arttıkça enerji talebi de buna bağlı olarak hızla artmaktadır. Hızlı tempolu ekonomik büyümeye sahip ülkelerde, daha iyi bir yaşam sürebilmek için daha çok enerjiye ihtiyaç duyan konutlar talep edilmektedir. Artan bu talepler hem iç hem de dış pazarlar için mal ve hizmet üretme kapasitesini arttırmaktadır. Bunun doğal bir sonucu olarak daha yüksek enerji tüketiminin olmasını sağlamaktadır. Son 30 yılda, dünyada ekonomik büyüme OECD üyesi olmayan ülkeler tarafından yönlendirilmiş ve bu bölgelerde enerji talebinde güçlü bir artış oluşmuştur. 1990-2012 yılları arasında reel GSYH'de OECD üyesi olmayan ülkelerde yıllık %4.9 oranında bir artış olurken, OECD ülkelerinde bu artış %2.1 olarak gerçekleşmiştir (EIA, 2016: 13).

Yukarıda bahsi geçen temel iktisadi sorunlara çare bulunabilmesi için sürdürülebilir enerji önemli bir materyal olmaktadır. Çünkü sürdürülebilir enerjiye geçmek geliştirmekte olan ülkelerin yanı sıra gelişmiş ülkeler için de fırsatlar oluşturmaktadır (OECD, 2015: 43);

- i. Geliştirmekte olan ülkelerin gelecekteki enerji ihtiyaçlarını karşılamak için alt yapı yatırımlarını geliştirmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir enerji, kirlilik yoğun ülkelerde yeni altyapı inşasında daha temiz, daha verimli yaklaşımların olmasına olanak sağlamaktadır.
- ii. Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin artırılması ve enerji verimliliğinin artırılması, enerji ithal eden ülkelerin fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltabilir. Bunun yanında enerji fiyatlarındaki değişken dalgalanmalara karşı hassasiyet oluşturularak enerji güvenliği de artırılabilir.
- iii. Yenilenebilir enerji sektörlerinde yeni büyüme ve istihdam fırsatları yaratmanın avantajından faydalanılabilir.
- iv. Ölümcül yerel hava kirliliği azaltılacaktır ve özellikle kentsel nüfus için yüksek ekonomik ve sosyal faydalar sağlanacaktır.
- v. Sürdürülebilir enerji üretimi, fosil yakıt üretiminden daha merkezsiz hale gelerek, kırsal ve uzak bölgelerde enerjiye uygun maliyetli erişimi kolaylaştırabilir.



Yukarıda bahsi geçen birçok etmen göz önüne alınırsa özellikle fosil yakıtların meydana getirdiği sera gazı emisyonları ve nesillerinin belirli bir süre sonunda tükeneceği varsayımı dolayısıyla yenilenebilir enerji artan bir ivme kazanmıştır. Ekonomik büyüme, sürdürülebilir kalkınma, istihdam olanakları gibi temel iktisadi problemlere çözüm bulmak için enerji kavramının iktisadi açıdan tartışılması gereklidir. Ülkelerin iç dinamikleri ile gelişen yenilenebilir enerji kavramının getirilerini ve faydalarını ifade edilecek olan bu çalışmanın yapılarak arzı için gerekli politika çıkarımlarının sağlanması önem arz etmektedir. Çalışma ile planlanan yenilenebilir enerji vizyonuna katkıda bulunmak ve birincil enerji arzı içerisinde yenilenebilir enerji payının belirlenmesi için Türkiye özelinde politikaların tespiti açısından yol haritası oluşturmak istenmesidir.

Bunların yanı sıra temel ekolojik problemler de enerji kavramının gelişmesi ve daha dinamik bir yapıya kavuşmasını mecbur kılmaktadır. Tüklenen enerji kaynakları dolayısıyla doğada hazır bulunan ve daha çevreci olan yenilenebilir kaynaklara yönelmeyi zorunlu kılmıştır. Enerji kavramının elektrik üretiminin yanında ısınma, barınma gibi kavramlarla da ilişkili olması insan ihtiyaçlarının önemli bir kısmında söz sahibi olduğunu göstermektedir. Enerjide dışa bağımlılık ülke ekonomileri açısından önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yüzden öncelikle gelişmiş ülkelerin var olan bağımlılıklarını en aza indirmek için çeşitli politikalar ile desteklediği yenilenebilir enerji kavramı, gelişmekte olan ve yükselen piyasalar için de gittikçe büyük bir önem kazanmaktadır. Emisyonlarla mücadelede de önemli bir rol oynayan yenilenebilir enerji temiz çevre kapsamında gün geçtikçe yerini daha da sağlamlaştırmaktadır.

Enerjide dışa bağımlılık ülkeler açısından maddi yükümlülük dışında enerji arzı güvenliği sorununu da beraberinde getirmektedir. Enerji sağlayıcısı ülkelerde meydana gelecek siyasi ya da coğrafi bir sıkıntı dolayısıyla enerji arzının kesintiye uğrayabilme kapasitesine sahip olması, var olan sektörel durumun bir anda tersi duruma dönmesine neden olması açısından önem arz etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının belirli politikalar ile desteklenmesi ve ülke içerisinde kendi potansiyelini oluşturmasının sağlanması aynı zamanda enerji arzı güvenliği açısından da önemlidir.

Çalışmanın temel olarak ulaşmak istediği etken sonucun, özellikle yenilenebilir enerji üretim maliyetinin başlangıç aşamasında yüksek oluşu, düzenleyici finansal ve

mali politikalar aracılığı ile desteklenmesini gerekli kılmaktadır. Yenilenebilir enerji konusunda başarılı politikalar uygulayarak, önemli bir aşama kat eden ülkelerin bulunduğu OECD topluluğuna üye ülkelerin analizi ve politika çıkarımlarının incelenmesi, enerji konusunda dışa bağımlılığını azaltmak için gerekli politikaları uygulamak durumunda bulunan Türkiye açısından uygun zeminin hazırlanmasına olanak sağlayacaktır.

Çalışmanın temel amacı ve ulaşılmak istenilen sonuç kısaca özetlenmiştir. Çalışmanın devam eden kısımlarında ise izlenecek yol haritası şu şekilde ifade edilebilir; ilk olarak çalışmanın temel konusunu oluşturan enerji kavramı ile ilgili bilgiler verilecek olup, enerji çeşitlerinden çalışmanın özel başlığını oluşturan yenilenebilir enerji kavramı irdelenerek ikinci bölümde konunun teorik ve politik çerçevesi tartışılacaktır. Ardından ilgili literatür ile daha önceki çalışmalardan elde edilen sonuç ve bulgular tartışılarak yol haritasının oluşturulması sağlanacaktır. Çalışmada uygulanacak olan analiz yöntemlerine ait metodolojik altyapının sunulacağı üçüncü bölümde ayrıca analiz sonuçları tablolar aracılığı ile aktarılmaya çalışılacak ve elde edilen bulgular yorumlanacaktır. Son olarak çalışmaya ait sonuçlar değerlendirilecek ve politika önerileri sunularak tamamlanacaktır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ENERJİ KAVRAMI, GELİŞİMİ VE KAYNAKLARI

#### 1.1. Enerji Kavramı

Enerji kavramı en genel anlamı ile iş yapma kapasitesidir. Enerji hareket, ısı, ışık, elektrik, kimyasal, nükleer, yerçekimsel gibi çeşitlere sahiptir. Toplam enerji kavramından bahsedildiğinde ise bir sistemin sahip olduğu enerjinin tüm formlarının toplamı ifade edilmektedir (Demirel, 2016: 27).

Bunun yanı sıra enerji kavramı kendi başına bir amaç değil de ısıtma, aydınlatma, hareket gibi istenilen enerji hizmetlerinin üretiminde kullanılan bir girdi olarak kavramlaştırılabilir. Bu açıdan bakıldığında enerji verimliliği kavramı da enerji girdisi birimi başına sağlanan enerji hizmetleri olarak tanımlanabilir (Gillingham vd., 2009: 1).

Günümüzde enerji ile ilgili birçok zorluk olmasına rağmen özellikle üç konu enerji tartışmalarının temelini oluşturmaktadır (Apergis ve Danuletiu, 2014: 578-579):

- İlk olarak fosil yakıtlar sınırlı bir kaynaktır. Artan talep ve sınırlı arz göz önüne alındığında hala büyük miktarda kömür, petrol ve doğalgaz kaynakları olmasına rağmen günün birinde bu tedariklerin tükenmesinin muhtemel olması durumu,
- İkinci olarak iklim değişikliği meselesi, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkide yeni bir seviyeye dikkat çekmeyi sağlamıştır.
- Son olarak ise enerji arz güvenliği sorunu, özellikle enerji konusunda dışa bağımlı pek çok ülke bu durum ile karşı karşıya kalmıştır.

Yetersiz enerji kaynağı, kalkınmayı sosyal, ekonomik, çevresel açıdan etkilerken ek olarak yaşam kalitesi açısından da etkilemektedir. Ayrıca artan tarımsal ve endüstriyel üretim, verimli bir ulaşım ağının sağlanması, yeterli barınma ihtiyacı, sağlık hizmetleri ve diğer insani hizmetler ile yaşam standardında iyileşmeler ortaya çıkmakta ve bu durumların bütünü enerji tüketimini arttırmaktadır. Yukarıda belirtildiği gibi çevresel sorunlar ve enerji arz güvenliği problemi ve fosil yakıtların geleceği konusunun belirsizliği, bu yakıtlara bir alternatif arama ihtiyacı doğurmaktadır (Apergis ve Danuletiu, 2014: 578-579).

Enerji kavramına son zamanlarda oldukça farklı bir noktadan bakmayı sağlayan gelişme ise sera gazı kullanımının ve etkilerinin tartışılmaya başlanmasıdır. Sera gazı üreten insan aktiviteleri içerisinde enerji kullanımı en büyük emisyon kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji sektöründe yanma sırasında karbonun oksidasyonundan kaynaklanan karbondioksit ( $CO_2$ ), toplam sera gazı emisyonuna egemen olmaktadır. Enerji talebinin artması dünya çapındaki ekonomik büyüme ve gelişmeden kaynaklanmaktadır. Bu da daha fazla oranda sera gazı emisyonunu beraberinde getirmektedir (IEA, 2017: 3).

Sera gazı emisyonları ve bunun sonucunda ortaya çıkan iklim değişiklikleri, küresel ekonomi üzerinde ciddi bir etkiye sahiptir (VijayaVenkataRaman vd., 2012: 822). Küresel sera gazı emisyonlarının 2/3'üne neden olan enerji sektöründeki eylemler, küresel iklim hedeflerine ulaşmaya yardımcı olabileceği gibi bu durumu engelleyici konuma da gelebilir. Geçmişte sanayileşmiş ülkeler insan kökenli sera gazlarının büyük çoğunluğunu yayarken son zamanlarda gelişmekte olan ülke emisyonlarının payları, sanayileşmiş ülkelerin paylarını aşmakta ve bu artış hızlı bir şekilde yükselmeye devam etmektedir. Düşük karbon salınımı yapan bir ülke konumuna geçmek için tüm ülkeler düzenli azaltma çabaları göstermelidir. Sanayileşmiş ülkelerin enerji kaynaklarını karbondan arındırmasının yanında, gelişmekte olan ülkelerin de düşük karbonlu bir kalkınma yolu bulma gerekliliği elzem bir hal almıştır (IEA, 2017: 11).

Bütün dünya ülkeleri sera gazı etkisinden dolayı karbon dioksit ( $CO_2$ ) emisyonlarının gelecek yıllarda küresel ısınmayı daha fazla arttıracığı gerçeği ile karşı karşıyadır. Bunun için, Birleşmiş Milletler'in 1992'de Rio de Janeiro'daki Dünya zirvesinde "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi"ni (UNFCCC) imzalayarak bir atılım sürecini başlattığı kabul edilmektedir (Duic vd., 2005: 1003).

Tarihi süreç içerisinde enerji kavramının sera gazı gibi problemleri ele almasını sağlayan köşe taşlarından biri olan "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi" doğrultusunda Kyoto protokolü Aralık 1997'de Japonya'nın Kyoto kentinde kabul edilerek 16 Şubat 2005'de yürürlüğe girmiştir. Kyoto protokolü, atmosferik sera gazı konsantrasyonlarını iklim sistemi ile ilgili tehlikeli girişimlerini önleyecek düzeyde dengelemek için nihai amacını paylaşmaktadır. Bu amaca yönelik olarak, Kyoto

protokolü sözleşme kapsamında halihazırda yürürlükte olan taahhütlerin çoğunu geliştirmekte ve değiştirmektedir (UNFCCC, 2008: 12).

Bir yıl ara ile yayınlanan “Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli” (IPCC) (2007) ve “Stern Raporu” (2006), küresel ısınmanın sonuçları üzerinde daha fazla farkındalık yaratılmasını sağlayan bir yıl ara ile yayınlanan iki yeni dönüm noktası çalışmasıdır. İki çalışmadaki analizlerin arkasındaki ayrıntılar birbirinden farklı olsa da; her iki raporda fosil yakıtlı ekonomik büyümenin, karbondioksitin atmosfere salınması ile küresel ısınmanın ardındaki temel itici güç olduğu sonucuna varmaktadır.  $CO_2$ ’in kontrolsüz şekilde sürekli olarak atmosfere salınması, yükselen deniz seviyeleri, değişen yağış modelleri ve fırtına yoğunlukları gibi alanlarda etkileyebilecek olan felaket sonuçlarına yol açabilecektir (Sadorsky, 2009b: 456).

Sera gazı salınımı ve etkileri alanında çalışmalarını devam ettiren iklimbilimciler, atmosferdeki  $CO_2$  konsantrasyonlarının geçen yüzyılda milyonda 280 parça (ppm) olan sanayi öncesi döneme kıyasla önemli ölçüde arttığını gözlemlemiştir. 2016 yılında ortalama  $CO_2$  konsantrasyonu 403 ppm olarak gerçekleşmiştir. 1880’lerin ortalarına göre yaklaşık %40 artış gösteren bu rakam ve son on yılda ortalama 2 ppm artış göstermiştir. Bunun yanında diğer zararlı gazlardan Metan ( $CH_4$ ) ve Azot Oksit ( $N_2O$ ) gazlarında da önemli artışlar meydana gelmiştir (IEA, 2017: 3).

Son olarak Aralık 2015’te gelişmekte olan ve gelişen tüm ülkeler için azaltma yükümlülüklerini genişleten ilk uluslararası iklim anlaşması olan Paris Anlaşması kabul edilmiştir. 22 Kasım 2016 Taraflar Konferansı (COP22) başlamadan önce 4 Kasım 2016’da yürürlüğe girmiştir (IEA, 2017: 11).

Uluslararası iklim politikasında tarihi bir atılım olarak kabul edilen Paris Anlaşmasının ikinci maddesi, belgenin üç amacını anlatmaktadır (WEC, 2017: 10):

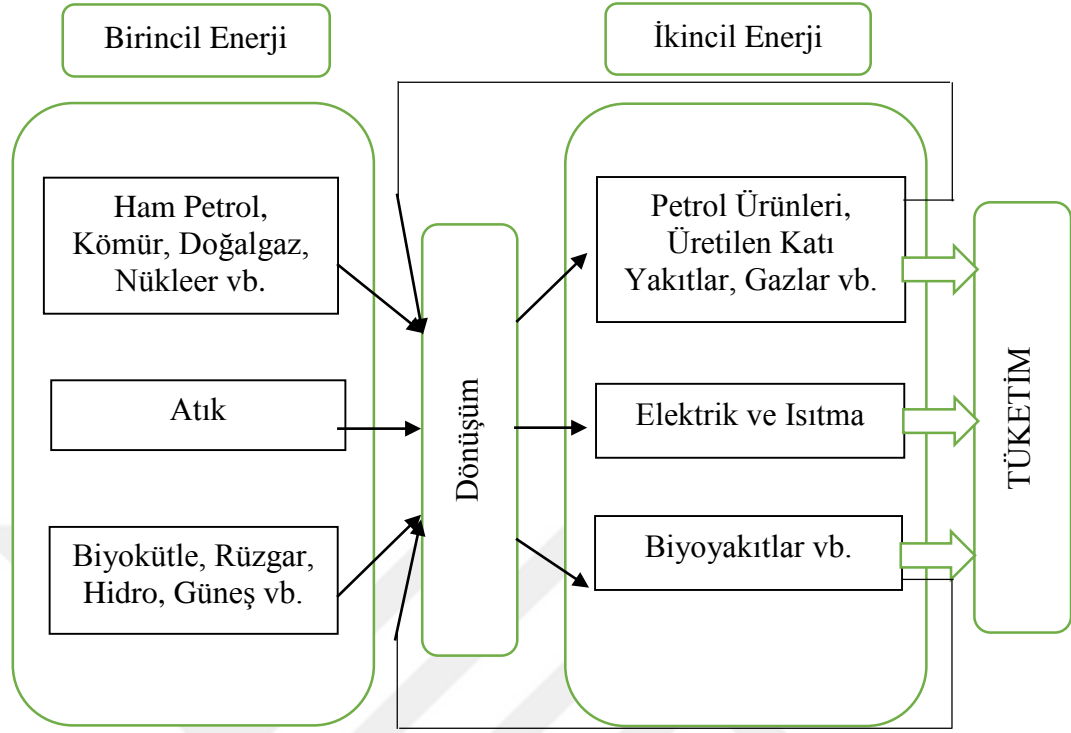
- i. Sıcaklık artışını  $2\text{ }^\circ\text{C}$ ’nin altına çekerek, sanayileşme öncesi seviyelerin üzerinde  $1.5\text{ }^\circ\text{C}$ ’de ısınmaya devam etme çabalarını sürdürerek, azaltma durumunu etkili hale getirmek,
- ii. Tüm taraflar için uyum sağlamanın mümkün olması
- iii. Düşük karbon gelişimini finanse etmek ve iklim etkilerine karşı direnç oluşturmak için finansman sağlamak.

Paris'te kararlaştırılan hedefleri i politikaya çevirmek için güvenilir ve etkili ulusal politikalar geliştirilmesi oldukça önemlidir. Bu bağlamda aşağıda belirtilen yeni politikalar devreye sokularak eskiler gözden geçirilecektir (WEC, 2017: 10):

- Karbon emisyonları fiyatlandırılacak,
- Enerji retim ve tüketim teknolojileri düzenlenecek,
- AR-GE için finansman sağlanacak,
- Düşük karbonlu varlıklar finansal piyasalar tarafından beslenecek.

## **1.2. Enerji Türleri**

Elektrik retimi rüzgar enerjisi, suyun kinetik enerjisi, yakıtların kimyasal enerjisi, radyoaktif maddelerin kimyasal enerjisini içeren çeşitli doğal kaynaklar gibi farklı biçimlerde mevcut olan enerjinin dönüştürülmesi sonucunda oluşturulur. Bu yüzden birincil ve ikincil enerji kaynaklarının sınıflandırılması elektrik üretimi için diğer sınıflandırmaların yapılması açısından çok önemlidir (Khare vd. 2019: 3-4). Şekil 1'de bu kaynakların sınıflandırılması ve nihai tüketime ulaşımı için gerekli formlar belirtilmiştir.



Kaynak: Øvergaard, 2008:5

**Şekil 1.1:** Birincil ve İkincil Enerji Kaynakları

Enerji sisteminin temel bileşeni birincil enerji şekil 1’de gösterildiği gibi doğada var olan kaynaklarda yer alan enerjidir. Fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğalgaz) veya biyokütle, kimyasal madde enerjisi, suyun potansiyel enerjisi, güneş ışınlarının elektromanyetik enerjisi, nükleer reaksiyon enerjisi olarak ifade edilir. Birincil enerji çoğunlukla direkt olarak kullanılmaz. Benzin yani yakıt ya da elektrik gibi formlara dönüştürülerek kullanıma hazır hale getirilmektedir (Nakicenovic, 1996: 78).

İkincil enerji her zaman birincil enerji kaynağının nihai hali olmaktadır (Khare vd. 2019: 4). Nihai enerji, petrol istasyonlarındaki benzin, prizdeki elektrik gibi taşınan ve nihai kullanım noktasına dağıtılan enerji olarak ifade edilmektedir. Bir sonraki enerji dönüşümü, cihazlar, makineler ve araçlar gibi uç cihazlarda son enerjinin iş ve ısı gibi yararlı enerjiye dönüştürülmesidir (Nakicenovic, 1996: 78).

### **1.3. Enerji Kaynakları**

Enerji kavramı hayatımızda oldukça önem arz eden bir noktaya gelmiştir. Temel ihtiyaçların yanı sıra ekonomik birçok faaliyetin yürütülmesi için temel teşkil eden bir konumdadır. O yüzden dünyanın sahip olduğu enerji kaynakları ve bu kaynakların durumlarının araştırılması gerekmektedir. Dünyadaki enerji kaynakları en geniş ifade ile yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynaklar olarak ikiye ayrılmaktadır. Çalışmanın devamında bu iki enerji türünün insanlık için gerekliliklerinin yanı sıra ekolojik durumları ve ekonomik faydaları ya da zararları tartışılarak açıklanmaya çalışılacaktır.

#### **1.3.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları**

Kullanılan enerji kaynağının var olan doğal süreci içerisinde ya yenilenememesi ya da çok yavaşça yerini doldurması durumunda ki kaynaklara yenilenemeyen enerji kaynakları denmektedir. Fosil yakıtlar, petrol, doğalgaz ve kömür yenilenemeyen enerji kaynaklarının en önemli örneklerindedir. Fosil yakıtların oluşumu bitki ve hayvan atıklarının ayrışması sonucu olsa da bu süreç oldukça yavaştır ve yerine yenisinin konulması ihtimali olmamaktadır. Yenilenmeyen kaynaklar sonlu kaynaklar olarak da bilinmektedir. Belirli insani zaman dilimleri içerisinde sürdürülebilir bir finansal çıkarım için kendilerini yenilememektedir (Khare vd. 2019: 5)

Bunun yanında yenilenemeyen enerjinin toplam küresel ısınmanın iklim değişikliğinin itici gücü olarak kabul edilmesi dolayısıyla yenilenebilir enerjinin toplam enerji üretimindeki payını artırmaya yönelik enerji politikaları sürdürülebilir kalkınmanın ana gerekliliği olarak kabul edilmektedir (Destek ve Aslan, 2017: 757). Yenilenemeyen enerji kaynakları fosil kaynaklı ve nükleer kaynaklı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

##### **1.3.1.1. Fosil Enerji Kaynakları**

Yenilenebilir olmayan kaynaklardan biri olan fosil yakıtların, milyonlarca yıldır yerkabuğundaki ısı ve basınca maruz kalmak suretiyle ölü bitki ve hayvan kalıntılarında olduğu kabul edilir. Yer altında ısı ve basınçla oluşarak yeryüzüne sondaj veya kazı yöntemi ile çıkarılmaktadırlar. Enerji talebinin en büyük bölümünü oluşturan bu yakıtlara olan gereksinim, nüfus artış hızı ve şehirleşmenin bir getirisi olarak endüstrileşme ile daha da artmaktadır. Fosil yakıtların yüksek oranlı karbon içerdiği bilinmektedir. Başlıca yenilenemeyen enerji kaynakları ise (Demirel, 2016: 30; Öztürk, 2013: 3-4);



- Kömür
- Petrol
- Doğalgaz olarak ifade edilir.

Fosil enerji kaynaklarının üstün yanlarından bahsedilecek olursa (Öztürk, 2013: 5);

- Fosil enerji kaynaklarının temel noktasının güneş olması dolayısıyla, her birinin aslında güneş enerjisinin bir türevi olduğu söylenebilir,
- Kullanımları için tasarlanan güç tesisleri nispeten basittir,
- Gaz ve sıvı formları bulunabilir ve boru gibi bir taşıyıcı aracılığıyla taşınabilirler,
- Çok fazla miktarda elektrik enerjisi üretebilirler,
- Rezervleri buldukları alanlarda fazla ve erişilebilirlikleri nispeten kolaydır. Bu durum maliyetlerini düşürmektedir.

Bunun yanında fosil enerji kaynaklarının olumsuz özellikleri de bulunmaktadır (Öztürk, 2013: 5);

- Sıvı veya gaz formlarının taşınması sırasında taşıyıcı boruda bir sızıntı oluşması halinde çevreye vereceği zarar ve etki yüksektir,
- Kaynaklarının belirli ve oluşumlarının uzun süreçte olması nedeniyle yenilenemeyen enerji kaynağı olarak adlandırılırlar,
- Yakıldıklarında çevreye zarar verecek gazlar üretmektedirler,
- Kömür gibi kullanım miktarı çok olan türlerde fosil kaynağın daima taşınma maliyeti vardır.

Tüm bunlara ek olarak enerji güvenliği sorunu, fosil yakıt emisyonlarının çevreye etkileri ve uzun vadede dünyada yüksek petrol fiyatları, fosil olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını azaltmak için yollar aranmasına neden olmaktadır. Bu durum nükleer enerjinin kullanımını arttırmanın yanı sıra fosil yakıtlardan en az karbon içeren doğalgazın kullanımı desteklemektedir. Bu süreçlerin sonunda birçok ülkede fosil olmayan enerji kaynaklarının kullanımını teşvik eden hükümet politikaları ve teşvikleri yenilenebilir enerjiye olan yönelimde artış olmaktadır. Yenilenebilir enerji dünyanın en hızlı büyüyen enerji kaynağı olup, yıllık büyüme ortalama %2.6 oranında gerçekleşmektedir. Bunun yanında, nükleer enerji kullanımı ise %2.3 oranında artmaktadır. Doğalgazda bu artış oranı ise %1.9 olarak gerçekleşmiştir (EIA, 2016: 9).

### **1.3.1.1.1. Kömür Rezervleri**

Kömür, 2012 yılından 2040 yılına kadar oluşturulan perspektif doğrultusunda %0.6 artış ile en yavaş büyüyecek fosil yakıt olarak tahmin edilmektedir. Dünyadaki kömür rezervlerinin %70'inden fazlasını Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Hindistan oluşturmaktadır. 2016 yılı baz alındığında dünya kömür tüketiminin neredeyse yarısının Çin tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir. Fakat Çin'de de uygulanmaya başlanacak hava kirliliği ve iklim değişikliğini ele alacak politikalar ile kömür tüketiminin azalması beklenmektedir (EIA, 2016: 3).

Kömür ve nükleer güç, baz yük elektrik üretimi için birbirine yakın ikamelerdir. Bu nedenle elektrik piyasasının önemli bir parçası için rakiplerdir (Parker ve Surrey, 1995: 821). Küresel kömür talebindeki büyüme ise geçmişe göre keskin bir şekilde yavaşlamaktadır (yılda ortalama %0.2, son 20 yılda ise %2.7). Küresel kömür tüketiminin 2020 yılları ortalarında zirve noktasına ulaşarak tamamen düşüşe geçmesi beklenmektedir. Bu azalışın nedeninde mevcut dünya kömür tüketiminin yarısına yakınına sahip olduğu belirtilen Çin'in sürdürülebilir bir büyüme politikasına geçişi ile daha düşük karbonlu enerjilere geçeceği varsayımı yatmaktadır. Bunun yanında OECD ülkeleri için kömür tüketimi %40'a kadar düşmektedir. Kömürün enerji sektöründeki payı yenilenebilir enerji ve doğalgaz ile doldurulmaktadır (BP, 2017: 36).

### **1.3.1.1.2. Petrol Rezervleri**

Dünyada petrol ve sıvı yakıtların kullanımı 2012 yılında günde 90 milyon varil olarak gerçekleşmiştir. Bu rakam 2020 yılında günde 100 milyon varile, 2040 yılında ise günde 121 milyon varile çıkması beklenmektedir. Daha çok ulaşım ve sanayi sektöründe kullanılan petrol ve diğer sıvı yakıtlar elektrik üretiminde ise pek fazla kullanılmamaktadır (EIA, 2016: 2).

Petrolün dünyada ticareti yapılan en önemli ticari mallardan biri olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Bu durumun yanında petrol endüstrisinde aşağıdaki şekilde çeşitli yapısal değişiklikler olmaktadır (WEC, 2017: 119);

- OPEC dışı arzın ortaya çıkışı,
- Enerji verimliliğindeki eğilimler,
- Geleneksel olmayan petrolün (şişt yağı, ağır yağ, sıkı yağ) ortaya çıkışı,

➤ Petrol üretiminin artışı.

Dünyadaki petrol rezervlerinin yaklaşık %50'sini Ortadoğu'da Suudi Arabistan, İran, Kuveyt gibi ülkeler oluşturmaktadır. Dünya petrol piyasaları bu rezervlerin büyük bir kısmına sahip olan ülkelere kaynaklanan ya da bu ülkelere yönelen tekel fiyatlandırma veya terörist saldırıları gibi kesintileri karşılamak için gittikçe daha savunmasız hale gelmektedir. İthal edilen petrol bağımlılığını azaltmak için çözümler üretilmediği sürece enerji güvenliğine yönelik uzun vadeli riskler artarak devam edecektir. Bu koşullar altında yenilenebilir enerji kullanımını arttırmak petrolde dışa bağımlılığı azaltmak ve enerji ihtiyaçlarını çeşitlendirmek için bir alternatif oluşturmaktadır (Sadorsky, 2009a: 4022).

### **1.3.1.1.3. Doğal Gaz Rezervleri**

Doğalgaz günümüzde en hızlı büyüyen fosil yakıttır. 2012 yılında 120 trilyon kübik feet olan dünya çapında doğalgaz tüketimi 2040 yılında 203 trilyon kübik feet'e çıkması beklenmektedir. Küresel doğal gaz tüketimi yıllık ortalama %1.9 oranında artmaktadır. Bol miktardaki doğalgaz kaynağı ve güçlü üretim teknikleri bu artışa katkıda bulunan etmenler arasındadır. Daha çok elektrik ve sanayi sektöründe kullanılan doğalgaz diğer fosil yakıtlar arasında güçlü bir rakip konumunda bulunmaktadır. Bunun yanında daha fazla hükümetin karbondioksit emisyonlarını azaltmak için ulusal veya bölgesel planlar uygulamaya başladığı günümüzde, daha fazla karbon içeren kömür ve akaryakıtların tüketiminden nispeten daha az karbon içeren doğalgaza kayma olacağı tahmin edilmektedir. Artan bu talebi karşılamak için dünya doğalgaz rezervlerinin 2012-2040 yılları arasında %44'üne sahip olacağı düşünülen Çin, Amerika Birleşik Devletleri ve Rusya'nın üretimlerini arttırma yoluna gideceği düşünülmektedir. Doğalgazın enerji kaynağı olarak, dünya birincil enerji tüketiminde en büyük paya sahip olacağı ifade edilmektedir (EIA, 2016: 1-2).

Doğalgazın giderek bölgeler arasında ticareti yapılan küresel bir mal haline gelmesi yanında bu ticari süreç ile birlikte meydana gelen doğalgaz arz ve talebi ile birlikte uluslararası piyasa yapısında ve organizasyonlarında önemli bir değişim gerçekleşmektedir. Bu sürecin devam etmesi ise küresel doğalgaz arzının, talebinin ve fiyatının modellenmesi ve tahmin edilmesi açısından zorluklar oluşturmaktadır (EIA, 2014: 1).

### 1.3.1.2. Nükleer Enerji Kaynakları

Nükleer yakıt için üç kıstas bulunmaktadır (Husdal, 2009: 14);

- Kullanılabilirlik: yakıt ekstraksiyon için yeterli miktarda ve konsantrasyonda mevcut olmalıdır,
- Füzyon için yüksek kesit: yakıtın, nötronlar tarafından vurulduğunda füzyon için yeterince büyük bir kesite sahip olması gerekliliği,
- Sürdürülebilir zincir reaksiyonu: yakıtta bulunan çekirdek yeterli nötronları serbest bırakmak zorundadır, böylece en az bir tanesinin diğer bir çekirdekte yeni bir füzyon oluşturması sağlanmalıdır.

Bu durumdaki bir nükleer reaktörün çalışma prensibi ise nükleer enerjinin ısı şeklinde serbest bırakılması ile olmaktadır, ısı buhar üretmek için nükleer enerji, elektrik üretmek için ise buhar kullanılması şeklinde özetlenebilir (Patterson, 1976: 9).

Dünyada ilk nükleer reaktör 1954'te eski Sovyetler Birliği Obninsk Nükleer santralinde görevlendirilmiştir. O dönemden bu zamana nükleer sanayi üç ayrı dönemden geçerek gelişmiştir (WEC, 2013: 188);

- i. 1954-1974 yılları arasında ilk hızlı büyüme dönemi, 1965 yılına gelindiğinde 7 reaktör var iken, 1973'te 37 reaktöre yükseldi, bu dönemi ilk petrol şoku olan 1973-1974 dönemi izledi,
- ii. 1970'lerin sonlarından 2000'lerin ortasına kadar olan ikinci dönem, her yıl yalnızca 2-3 reaktörün eklenmesi ile geçen düşük hızlı bir büyüme dönemi, nükleer reaktörlerin yüksek maliyetleri yanında düşük petrol ve doğalgaz fiyatları yavaşlamanın temel nedeni olmuştur. Bu dönemde gerçekleşen iki büyük kaza (Üç mil adası (ABD, 1979) ve Çernobil (Ukrayna, 1986)) ile daha da kötüleşmiştir,
- iii. 2000'lerin ortasından 2010'ların başına kadar olan üçüncü dönem bir kez daha Nükleer Rönesans diye adlandırılan hızlı büyüme dönemi olmuştur. Büyüme daha çok Asya (özellikle Çin) ekonomilerinde olmuştur.

Nispeten yüksek maliyetlere, son dönemde meydana gelen kazalara ve bazı bölgelerde artan kamusal muhalefetlere rağmen nükleer enerji başlıca üç nedenden dolayı birçok ülkenin gündemine geri dönmüştür (WEC, 2013: 191);

- Öngörülebilir uzun vadeli üretim maliyetleri,
- Dengesiz fosil yakıt pazarlarına maruz kalınması,
- Enerji güvenliğini arttırarak, iklim değişikliği azaltma faydasına sahip olması.

Nükleer enerjinin rekabet gücü mevcut alternatifler, piyasa yapıları ve hükümet politikaları gibi yerel koşullara bağlıdır. Dünyadaki nükleer gücün %67'sini oluşturan, 5 büyük nükleer ülke ABD, Fransa, Rusya, Güney Kore ve Almanya'dır (WEC, 2013: 189-191).

### **1.3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde enerji tüketen faaliyetlerin yaygınlaşması ve zengin ülkelerdeki atıkların kolay erişilebilen; enerji kaynaklarının petrol, gaz, kömür gibi tükenme tehlikesi ve bu duruma paralel olarak karbondioksit ve metan gazı gibi hızla artan sera gazı emisyonlarının neden olduğu küresel ısınma gibi iki kaygı verici durumun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Enerji sorunlarının bu küresel durumu, dünya enerji tüketiminin önemli bir parçası olarak karşımıza çıkan yenilenebilir enerji kaynaklarının uygun bir şekilde yönetilmesini ve kullanılmasını gerektirir. Geleneksel enerjinin tersine yenilenebilir enerji temiz, güvenli ve tükenmezdir (Apergis ve Danuletiu, 2014: 578; Öcal ve Aslan, 2013: 494).

Enerji üretimi için fosil yakıtlara olan aşırı bağımlılık eğilimi, yaşamın sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Fosil yakıtlar hem eşit olmayan bir dağılıma sahipken hem de hızlı bir şekilde tükenme eğilimine sahiptir. Aynı zamanda varoluş için gerekli ekolojik dengeyi bozmaktadır (Upadhyay ve Sharma, 2014: 47). Fosil yakıt enerji kaynaklarının sebep olduğu emisyonlar ve iklim değişikliği nedeniyle bu yakıtların kullanımlarının çevresel etkileri, hem politika yapıcılar hem de halk tarafından yenilenebilir enerji kaynaklarına ilginin kaymasına neden olmuştur. Bu artan ilgiye karşılık olarak, hükümetler, yenilenebilir portföy standartları, finansal teşvikler (vergi kredileri, indirimler, düşük faizli krediler), net ölçüm politikaları ve gönüllü yeşil güç programları gibi gelişmelerin teşvik edilmesi için sayısız politikalar başlatmıştır. Yenilenebilir enerji sektörü ve ilgili teknolojiler sadece fosil yakıtların olumsuz çevresel etkilerini azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda yabancı enerji kaynaklarına olan bağımlılığı da azaltmaktadır (Apergis; Payne, 2014: 226).

Yenilenebilir enerji kavramı son dönemlerde gelişmiş ülkeler için ulusal planlama gündeminin de bir parçası olmuştur. Tarihsel sıralamada 1980'lerde gündem enerji krizlerine özellikle petrol fiyatlarının zaman içerisindeki değişimi üzerine odaklıydı. Yenilenebilir kavramı geleneksel yakıtlara alternatif olarak ortaya çıktı. Daha sonrasında 1990'larda yenilenebilir enerji kaynakları sürdürülebilir kalkınma ile bağlantılı hale geldi ve iklim değişikliğine yönelik uluslararası eylemlerin bir parçasını oluşturdu (Aguirre; Ibikunle, 2014: 374). Kyoto Protokolü'nün ardından politika yapıcılar ve araştırmacılar, fosil yakıt enerji kaynaklarına bağımlılığı hafifletmek için yenilenebilir enerji kaynaklarının ve teknolojisinin geliştirilmesine büyük yatırımlar yapmaya başladılar. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ve teknolojilerinin yatırımı sadece enerji sektörünün bir bütün olarak modernleştirilmesini değil, aynı zamanda daha sürdürülebilir olanın geliştirilmesinde mevcut enerji tüketim karmasıyla ilgili sınırlamaları da hafifletecektir. Fosil yakıt enerji kaynaklarının aksine, yenilenebilir enerji kaynakları (hidroelektrik, jeotermal, rüzgar, güneş, odun, atık ve biyoyakıtlar) sürdürülebilir ve yenilenebilirlerdir (Barros vd., 2013: 425).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemli özelliği, karbondioksit emisyonlarını azaltmaları ve çevreyi korumaya yardımcı olmalarıdır. Teknik olarak, fosil yakıtların kendini yenileyemeyeceği varsayımına ek olarak yakın bir gelecekte yok olma ihtimalleri bulunmaktadır (Öcal ve Aslan, 2013: 494). Fosil olmayan yakıt tüketiminin yani yenilenebilir kaynakların fosil yakıt tüketiminden daha hızlı artması beklense de fosil yakıtlar 2040 yılına kadar pazarın %78'ini kaplayacak gibi görünmektedir (EIA, 2016: 1).

Günümüzde dünyadaki tüm ülkeler enerji güvenliği sorunu ve küresel ısınma ile ilgilenmekte ve yenilenebilir enerji kullanımının artması bu sorunların her ikisine de cevap vermenin bir yolu olmaktadır (Sadorsky, 2009a: 4022). Yenilenebilir enerjinin 2012 ile 2040 yılları arasında yıllık ortalama %2.6 oranında artacağı ve dünyanın en hızlı büyüyen enerji kaynağı olacağı tahmin edilmektedir (EIA, 2016: 1).

Politika yapıcıları yenilenebilir enerji sektörünün sağlayacağı faydaların farkında olmalıdırlar, bu faydalar ise şu şekilde özetlenebilir (Apergis ve Payne, 2012: 430);

- Fosil yakıtlara bağımlılığı azaltmak,
- Karbon emisyonlarını ve çevresel bozunmayı azaltmak,

- Bölgesel enerji kaynaklarının kullanılması ile bölgenin enerji arzının güvenliğini arttırmak,
- Bölgenin enerji altyapısını modernize etmek,
- Yüksek ve değişken petrol fiyatlarının makroekonomik etkilerini en aza indirmek.

Yenilenebilir enerjinin yukarıda bahsedilen faydalarını olması yanında, yenilenebilir enerji sektörünün genişlemesini sağlamak için, politika yapıcılarının yenilenebilir enerji üreticilerini teşvik edici politikalar uygulamaya koymak durumundadır. Üretilen her bir birim için vergi indirimi sağlayan üretim vergi kredisi, yenilenebilir enerji sistemleri için kurulum indirimleri, yenilenebilir enerji portföyü standartları ve yenilenebilir enerji sertifikaları için pazarların oluşturulması gibi teşvik edici politikalar uygulamaya konulmaktadır.. Bu politikalar kamu/özel sektör ortaklıklarını teşvik etmekle bağlantılı olarak, en iyi enerji kullanımı uygulamalarını, teknoloji transferlerini, finansman fırsatlarını ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik oluşturulmak istenen pazar nüfusunu arttıracaktır (Apergis ve Payne, 2012: 431).

Türkiye açısından yenilenebilir enerji durumu incelenecek olursa; 2009-2015 yılları arasında yenilenebilir enerjinin yayılımı konusunda oldukça ilerleme kaydettiği görülmektedir. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2016 yılı faaliyet raporuna göre; 596 adet hidroelektrik santrali (HES) faaliyet göstermektedir. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Denetleme Mekanizmasından (YEKDEM) faydalanan HES 2011 yılında dört adet iken, 2018 yılında 447 adettir. Rüzgar enerjisi açısından, kurulu güç 2017 yılı itibarıyla 160 adet santralden oluşurken, üretilen enerji 6.353 MW'dir (MMO, 2018: 324-332). TEİAŞ (2017) verilerine göre ise, Türkiye'de 2017 yılı baz alındığında kurulu güneş enerjisi santralleri 2,588 MW yeni sistemin eklenmesi ile 2,889 MW olarak gerçekleşmiştir.

Enerji talebinin beklenenden fazla yükseldiği son dönemlerde yenilenebilir enerjiler içerisinde hidroelektriğin payının azalmaya başlaması önem arz etmektedir. Türk enerji sektörü, cazip destek programları sayesinde yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak yeni üretim tesislerine yatırım yapmıştır. 2015 yılında yenilenebilir enerjinin toplam birincil enerji arzındaki payı % 12,1 ve elektrik üretiminde % 32,3 olarak gerçekleşmiştir. Bunun yanında Türkiye, iyi yenilenebilir elektrik penetrasyon oranlarına sahip Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) üyesi ülkeler arasındadır. (IEA, 2016, 165).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının açıklanması için ise EIA (2010: 4) ve WEC, (2013: 6) tanımlamalarına bakılırsa; 1993'te öngörü yapılan tek yenilenebilir enerji kaynakları hidroelektrik ve biyokütleydi. Yenilenebilir enerjinin katkısı o dönemde çok önemli değildi ve geri kalanlar dikkate alınmamıştı. Günümüze gelindiğinde ise yenilenebilir enerji kaynakları hidroelektrik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle ve dalga/okyanus çeşitlerinden oluşmaktadır.

### **1.3.2.1. Güneş Enerjisi**

Güneşin çekirdeğinde meydana gelen füzyon süreci sonucunda meydana gelen ışıma enerjisini güneş enerjisi olarak tanımlayabiliriz. Güneşte bulunan hidrojen gazının helyuma gazına dönüşümü füzyon süreciyle gerçekleşmektedir. Elektrik güç üretimleri, binaların ısıtılıp-soğutulması güneş enerjisiyle ilgili söz konusu çalışmalar arasında olmakla birlikte, genellikle su ısıtma, yüzme havuz sularının ısıtılması için kullanılmaktadır (Proctor ve Morse, 1977: 63).

Güneş, Dünya gezegeni için tükenmez serbest enerjinin (yani güneş enerjisinin) büyük bir kaynağıdır. Halihazırda, hasat edilmiş güneş enerjisinden elektrik üretmek için yeni teknolojiler kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlar zaten kanıtlanmış ve dünya çapında yaygın olarak geleneksel nonhidro teknolojilere yenilenebilir alternatifler olarak uygulanmaktadır (Kabir vd. 2018: 894).

Güneş enerjisi büyük bir potansiyele sahiptir ve kullanımı hızla artmaktadır, ancak çoğu bölgede maliyetler ve etkinlik üzerindeki şüpheler ile ilgili endişeler hala görülmektedir. Tüm ülkeler ve ekonomiler, güneş enerjisinin toplam enerji ihtiyacının çok büyük bir bölümünü ekonomik, güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde doldurma potansiyelini anlayarak kazanç elde etmeye çalışmaktadır. Ayrıca, gezegen için geri dönüşü olmayan iklim değişikliğini tehdit eden sera gazlarını (GHG) azaltmaya da yardımcı olabilir (IEA, 2011: 23).

Güneş enerjisinin yaygınlaşması, gelişen teknolojilerle birlikte iş imkanlarını arttırmakta ve temiz enerji kaynakları üretimine ciddi katkı sağlamaktadır. IEA (2012:216) küresel enerji raporlarına göre, 2010 yılında 34 TWh'lık güneş enerjisinin dünya elektrik üretimine katkısının 2035 yılı itibarıyla 846 TWh'a çıkacağı tahmin edilmektedir.



Fotovoltaik Güneş (PV) teknolojisi, teknik olarak büyük ölçekli sürdürülebilir enerji kaynağı haline gelmiştir. Çatılardaki PV potansiyellerinin anlaşılması, şebeke planlaması, şebeke kapasitesinin karşılanması, finansman planlarının uygulanması ve gelecekteki uygulanabilir enerji politikalarının oluşturulabilmesi için kritik bir öneme sahiptir (Wiginton vd., 2010: 345). PV 2017 yılında fosil yakıtların ve nükleer gücün bir araya getirilmesinden daha fazla yeni güç üretim kapasitesinin en büyük kaynağı olmuştur. Fotovoltaik Güneş enerjisinin her ne kadar belirli bir bölgede yoğunlaşma göstermesi gibi bir problem olsa da, 2017 yılı sonunda her kıtada en az 1 Gw kapasitenin olduğu görülmektedir. Elektrik üretiminde giderek daha önemli bir rol oynamaktadır (REN21, 2018: 22). Güneş enerjisi sektörünün istihdam verileri incelendiğinde REN21 ve ILO'nun IRENA raporlarına göre ısıl güneş sistemlerinin 900.000, CSP 40.000 ve PV'nin ortalama 820.000'lik katkısı ile birlikte toplamda ortalama 1 milyon 750 bin yeşil iş imkanı yarattığı öngörülmüştür (REN21, 2012: 27).

### **1.3.2.2. Rüzgar Enerjisi**

Hava akımının sahip olduğu mevcut kinetik enerjinin, rüzgar türbinleri vasıtasıyla elektrik enerjisine, rüzgar gülü/yel değirmeni vasıtasıyla mekanik enerjiye dönüşmesini rüzgar enerjisi olarak tanımlayabiliriz. Elektrik enerji üretilmesi amacıyla karaya (onshore) ve denize (offshore) kurulan rüzgar santrallerine ek olarak rüzgar gücü sayesinde rüzgar pompaları aracılığıyla drenaj ve su pompalama yapılabilmektedir (IEA, 2013).

Rüzgar enerjisine ait bazı avantajlı noktalara kısaca değinilecek olursa (Öztürk, 2013: 203);

- Fosil yakıtların alternatiflerindedir,
- Sera gazı salınımına neden olmadığı için temiz bir enerji kaynağıdır,
- Rüzgar gücü ile enerji elde edilmesi için gerekli teknolojik donanımlar gerçekleşmiştir,
- Son dönemde gelişen rüzgar panelleri ve kompozite malzemesi dolayısıyla tribünlerde herhangi bir kırılma meydana gelmemekte ve iş kazaları minimuma indirilmiştir,
- Rüzgar santrallerinin projeleri basittir ve geliştirildikten sonra bakımı oldukça kolaydır,

- Tribünlerden duyulan ses 100 metre (m) uzaklıkta 60 desibel (dB) iken, 400 m uzaklıkta 37 dB'e düşmektedir. Yani oldukça sessizdir,
- Ticari boyutuna bakıldığında gittikçe artan bir ivmeye sahiptir,
- Tarımsal alanları çok fazla etkilememesi yanında tribünler arasındaki arazi kullanılabilir, kullanılabilmektedir,
- Yatırım ve yer değiştirme maliyeti oldukça düşüktür. Ömrü dolan tribünleri söküp, araziye tekrar kullanıma açmak kolaydır.

Rüzgar enerjisinin arz güvenliğine olan faydalarının yanı sıra, temiz enerjiye, çevreye verilen zararların azaltılmasına çok ciddi katkıları bulunmaktadır. Rüzgar enerjisine gerçekleştirilen yatırımlarla birlikte sağlamış olduğu iş imkanları sayesinde işgücü piyasasına olan etkisi göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Rüzgar enerjisinin elektrik üretimi içerisindeki payının 2010 yılı göstergelerine göre %1,6 düzeyinde olduğu ve aynı yıl içerisinde önem sırasına göre düşünüldüğünde hidroelektrik enerjisinin ardında en önemli yenilenebilir enerji kaynağı olduğu belirtilmiştir (IEA, 2012: 216).

2015 yılı sonu itibari ile küresel rüzgar enerjisi liderleri, Çin, ABD, Almanya, Hindistan ve İspanya olarak gerçekleşmiştir. Kara rüzgar enerjisi, Avustralya, Brezilya, Almanya, Meksika, Yeni Zelanda, Güney Afrika ve Türkiye'nin en ucuz yenilenebilir kaynaklarından biridir. Karada rüzgarın küresel ağırlıklı ortalama kurulum maliyetleri, 1983'te kW başına 4.766 ABD doları iken 2014 yılında kW başına 1.623 ABD dolarına düşmüştür. Bu maliyetlerde üçte iki oranında bir düşüş anlamına gelmektedir (WEC, 2016: 657). Türkiye 2017 yılında kurulu güç toplamı olarak 17.903 MW ile ağırlıklı olarak "İzmir, Balıkesir, Manisa, Hatay, Çanakkale, Osmaniye, Kayseri, Afyon, İstanbul, Aydın ve Kırklareli" illeri yoğunlukta olmak üzere faaliyet göstermektedir (MMO, 2018: 332).

### **1.3.2.3. Jeotermal Enerji**

Jeotermal enerji kısaca tanımlanacak olursa, yer kabuğunun belirli derinliklerinde birikmiş ve var olan basınç altındaki çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen su, buhar veya gaz formunda ısıtma, soğutma, sanayi gibi birçok alanda kullanılabilen enerji türüdür. Sıcak su ve onun oluşturulduğu buhar sonucu elde edilmektedir (Öztürk, 2013: 311).

Jeotermal endüstri ise bu enerji kaynağının en önemli ayaklarından biridir. Endüstri açısından uzun proje tedarik süreleri ve yüksek kaynak riski gibi sektöre özgü çeşitli zorluklarla sınırlı kalmıştır. Endüstri geliştirme riskini azaltmak, daha fazla yerde jeotermal kaynaklarda maliyeti etkin kullanılmayı sağlamak ve potansiyel çevresel sorunları halletmek için 2017 yılı içerisinde teknolojilerin geliştirilmesine yönelmiştir (REN21, 2018: 22).

Jeotermal enerjinin tercih edilme nedenleri sıralanacak olursa (GEA, 2012:1-8);

- Jeotermal enerji güvenilir bir güçtür: tüm zaman diliminde ulaşılabilir bir kaynak olması, kömür ve nükleer güç gibi yüksek kapasite ile elde edilebilir olması da güvenilir bir güç olması açısından önem arz etmektedir.
- İş kapasitesi oluşturarak ekonomik büyümeyi teşvik eder: genellikle yüksek işsizlik oranlarına sahip kırsal alanlarda iş olanakları sağlamakta bunun aracılığı ile ekonomik büyüme desteklenmektedir.
- Ulusal güvenliği teşvik etmektedir: bu enerji türü karbon-yoğun yakıt gerektirmeyen bir tür olması dolayısıyla, fosil yakıtlarının kullanım oranını değiştirebilir. Böylece enerjide dışa bağımlılığı azaltarak, ülkelerin kendi sınırları içerisinde enerji kaynağına sahip olarak güvenliği sağlamaktadır.
- Çevre dostudur: fosil yakıtlı tesislerden farklı olarak yanma içermezler, bu nedenle ya çok düşük seviyede sera gazı salınımı yapmaktadır ya da hiç yapmamaktadır. Bunun yanında tesisin kapladığı alanın küçüklüğüyle de çevre destekleyicisidir.
- Ekonomik kalkınmayı destekler: yerel olarak elde edilmesi dolayısıyla bulunan alanların gelişmesini sağlayarak ekonomik açıdan da avantajlar sağlamaktadır.
- Çok yönlü bir enerji kaynağı olması yanında iyi bir ekonomik algı oluşturmaktadır: her alanda çeşitli şekillerde mevcut olması, yaşam döngüsünün maliyetleri açısından bakıldığında da jeotermal enerji ekonomik açıdan caziptir. Neredeyse en düşük maliyetli yenilenebilir kaynaklardan biridir. Ayrıca uzun vadeli sabit enerji fiyatları sağlaması da avantajlarından biridir.

Türkiye açısından bakıldığında ise, jeotermal enerji ülke sınırları içerisinde bulunması, uzun dönemde oluşabilecek iklim değişikliğinden etkilenmeyecek olması, maliyetinin diğer kaynaklara göre %50-80 oranında düşük olması, fosil fiyat

dalgalanmalarından etkilemiyor olması ve yerli teknoloji ile kolaylıkla gelişebilecek bir yapıya sahaya sahiptir. Bu koşulları ile petrole alternatif olabilecek konumdadır (Öztürk, 2013: 312).

#### **1.3.2.4. Hidroelektrik Enerji**

Nehirler ve akarsulardaki hareketli suyun tutulması sonucunda hidroelektrik güç olarak da adlandırılan hidroelektrik enerji elde edilebilir. Hidroelektrik ucuz olmasının yanı sıra diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından farklı olarak hava kirliliği de üretmemektedir (Demirbaş, 2006: 785).

Hidro güç şu anda dünya çapında güç üretimi için en büyük yenilebilir enerji kaynağıdır. Hidroelektrik üretimi son 50 yılda güçlü bir artış göstermiştir. Bunun yanında halihazırda büyük bir başlangıç sabit yatırım maliyetinin olması ve çevresel endişeler nedeniyle hidroelektrik gelişimi zordur. Buna ek olarak hidroelektrik enerjinin yerel halk açısından nüfusun yeniden yerleştirme ihtiyacıyla ilgili sorunlara neden olduğu bilinmektedir. Barajların inşası da kaldırılmayacak olan kamu hizmetlerinin maliyeti ile kalıcıdır. Etraf yerleşim ve tarım alanları büyük mühendislik çalışmaları nedeni ile hidroelektrik santral inşaatından etkilenmektedir. Öte yandan tarım, ev ve endüstriyel kullanım için önceden mevcut bir su kaynağı olası nedeni ile hidroelektrik çekicidir ve temizdir. Hem suyun hem de enerjinin toplamasını sağlamak açısından da önemli bir durumdur. Depolanan enerjinin hem baz yük hem de pik zaman güç üretimi için kullanılabilir olması önem arz etmektedir (Abolhosseini vd., 2014: 4).

Hidroelektrik enerji için hareketli suyun enerjisinden yararlanma eski çağlardan beri kullanılmaktadır. Fakat günümüzde türbin teknolojisinin gelişmesinin yanı sıra tasarım ve inşaat tekniklerinin de ilerlemesi önemli noktalara gelmesini sağlamıştır. Küçük ölçekli hidroelektrik santralleri tipik olarak nehir ırmağı şeklindedir. Dört tür hidroelektrik enerji üretim tesisi vardır (Abolhosseini vd., 2014: 5-6; WEC, 2013: 220);

- i. Bir ırmağın akışı ile üretilen enerji, tesis tarafından düzenlenen su akışı yoluyla günlük dalgalanmalar aracılığıyla düzenli baz yük sağlamaktadır,
- ii. Gücün depolanmış suyun serbest bırakılması ile üretildiği rezervuar, haftalar veya aylar boyunca çalışarak yeterli depolama kapasitesi ile pik yük beslemesi

- yapılması aynı zamanda üretimin kapatılıp kısa sürede başlamasına olanak sağlar,
- iii. Depolanan suyun tekrar pompalanması için depolanan suyun depolara yedeklendiği pompalanmış depolama,
  - iv. Açık deniz hidro gücü, dalga ve gelgit teknolojilerini içeren deniz ortamında hidroelektriğin üretilmesine olanak sağlar.

Hidroenerji gelişimi birçok durumda yenilenebilir enerji politikaları tarafından desteklenmektedir. Bu destek doğrudan veya dolaylı olabilir. Doğrudan destekleme tarife garantisi yada yenilenebilir bir portföy standardı kapsamında uygun bir teknoloji kullanılması yoluyla olabilir. Dolaylı destekleme durumunda ise politika/mali destek için uygun olan diğer yenilenebilir enerjilerin artan durumunda nüfuzu ile hidroelektrik gelişimin de teşvik edilmesi şeklinde olmaktadır (WEC, 2013: 220).

Hidroelektrik enerjisi 2017 yılı içerisinde iklim değişikliğinin esnekliğinin artması, tesislerin sürdürülebilirliği, modernizasyonu ve dijitalleşmesinin önceliği konuları önem arz etmektedir. Hidro güç son beş yılda görülen en düşük artışla toplam güç potansiyeline 19 Gw ekleme yapmıştır. Bu alanda Çin uzun yıllardır devam eden liderliğini korurken onu Brezilya, Hindistan, Angola ve Türkiye takip etmiştir (REN21, 2018: 22).

### **1.3.2.5. Biyokütle Enerjisi**

Isıtma, pişirme gibi evsel kullanım ve ısı, güç gibi endüstriyel kullanıma sahip katı biyokütleyi ifade eden biyoenerji ve temel olarak karayolu taşımacılığında kullanılan biyodizel ve biyoetenol gibi sıvı yakıtları ifade eden biyoyakıtların toplamından biyokütle enerjisi oluşmaktadır. Dünya enerji gereksinimlerine çevresel ve sürdürülebilir bir şekilde önemli bir katkıda bulunma potansiyeline sahip büyük bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Artan arazi kullanımı, gıda güvenliği, biyoçeşitlilik, çevre ve iklim değişikliği, düşük karbon emisyonu, sürdürülebilir kavramlarla yakından ilgilidir (Rosillo-Calle, 2016: 1933).

Biyoenerji 2017 yılında küresel nihai enerji talebine %13'lük bir oran ile en büyük katkılardan birini yapmıştır. Gelişmekte olan ülkelerde biyokütlenin yemek pişirmek ve ısıtmak gibi geleneksel kullanımı %8'i oluştururken, modern kullanım ise %5'i oluşturmaktadır. Modern biyoenerji, binalarda ısı talebinin yaklaşık %4'ünü, sanayide

%6'sını ve küresel elektrik üretiminin yaklaşık %2'sini, ulaşım ihtiyacının ise %3'ünü sağlar. (REN21, 2018: 22).

Biyokütle türlerini ve son kullanım alanlarını ayırt etmek önem arz etmektedir. Tarihsel olarak bakıldığında da insanlık için ana enerji kaynağı olduğu görülmektedir. Bu sürecin sonunda bulunduğumuz dönemde ise tarihsel rolünden sıyrılıp modern bir enerji kaynağına dönüşmektedir. Gelecekte enerji portföyüne katkısı ve mevcut potansiyeli tam olarak anlaşılmasa da ileri enerji senaryolarının önemli bir bileşeni olacağı bilinmektedir (Rosillo-Calle, 2016: 1933).

### **1.3.2.6. Dalga Enerjisi**

Temel olarak rüzgarın okyanusun yüzeyine doğru üflemesi ve güneş enerjisinin dağılımından kaynaklanan dalga kavramı, dünyanın her yerinde sıcaklık ve basınç farklılıklarının bir fonksiyonu olarak ortaya çıkmaktadır. Dalga enerjisi de hem dalga boyunun hem de dalga uzunluğunun bir fonksiyonu olarak kinetik ve yerçekimi potansiyel enerjisine sahiptir. Bu enerji bir dalga çeviricisi aracılığı ile yenilenebilir bir kaynak olan dalga enerjisi elektrik gücüne çevrilir (Barstow vd. 2007: 93-94).

Okyanus enerji kaynaklarının elektriğe dönüştürülmesi, artan küresel enerji ihtiyacının karşılanmasında, iklim değişikliğinin hafifletilmesinde, enerji arzının çeşitlendirilmesinde ve ekonomik aktivitelerin güçlendirilmesinde önemli bir rol oynayabilmektedir. Ancak bu güne kadar mevcut teknolojilerin olgunlaşmamışlığı ve yüksek maliyetlerinin yanı sıra faaliyet gösterdikleri zorlu pazar ortamı dolayısıyla yüksek oranlı bir enerji üretim kaynağı değildir. (WEC, 2107: 726).

Dalga enerjisi en yeni yenilenebilir enerji kaynağı olarak ifade edilebilir. Dalga enerjisi açısından en önemli konu maliyetinin ne olacağı ile ilgili sorunun tam olarak algılanması ve çözümün üretilebilir olmamasıdır. Gelişmesindeki temel engeller (Astariz ve Iglesias, 2015: 398);

- Gelişim için gerekli olan teknolojilerin başlangıç aşamasında olması,
- Dalga çiftliklerinin kıyı ve deniz ile etkileşimi ile ilgili belirsizlikler,
- Ekonomik olmayan sınıflandırılmanın içerisine dahil edilmiş olmasıdır.

Okyanus dalgaları yakıt maliyeti olmaması, yıl boyunca yüksek güç yoğunluğuna sahip olması ve yüksek kullanım süresi olarak önemli bir enerji kaynağı olmasına rağmen

dalga enerji dönüşümü teknolojik gerekçelerle ihmal edilen bir enerji kaynağı türüdür. Ekonomik açıdan bakıldığında büyük dalgaların öngörülemez oluşu ve birçok tesise zarar verme potansiyeli dolayısıyla, küçük ve orta ölçekli dalgalarda enerji üretimi makuldür (Leijon vd., 2006: 1310-1311).



## İKİNCİ BÖLÜM

### YENİLENEBİLİR ENERJİ PERSPEKTİFİNDE POLİTİKALARIN ANALİZİ

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım, kamunun çevre hedeflerinin gerçekleştirilmesine önemli ölçüde katkıda bulunabilir. Özellikle yenilenebilir enerjinin teknolojisinin yeni olması nedeniyle ilk aşamada maliyeti yüksek olabilmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji paylarının artmasının, fosil yakıtlar için belirsiz piyasalar karşısında daha büyük enerji güvenliği gibi diğer kamu politikası hedeflerine katkıda bulunduğu iddia edilmektedir. Yenilenebilir enerjinin fosil yakıtlara rekabet edebilirliği düşüktür. İtici bir mekanizma olmadan uygulanabilirliği zor durumdadır. Gelişimini destekleyen kamu müdahalelerinin olmaması durumunda üretim maliyetleri, yerine kullanılan fosil yakıtlardan daha yüksektir. Bu yüzden teşvik edici politikalara ihtiyaç duyulmaktadır (Johnstone vd., 2010: 134; Eser ve Polat, 2015: 205). İlgili sorunların üstesinden gelebilmek için uygun politikaların oluşturulması ve bu politikaların uygulanabilirliği için şartların sağlanması gerekmektedir. Çalışmanın devam eden kısmında ilgili teorik çerçevenin belirlenmesi için ilk olarak yenilenebilir enerji politikaları açısından OECD ülkeleri ve Türkiye özelinde politik kavramlar açıklanmaya çalışılacaktır.

#### 2.1. Yenilenebilir Enerji Politikaları

1980'ler ve 1990'larda belirli sayıda ülkede yenilenebilir enerjiyi teşvik etmeye yönelik politikalar olsa da 1998-2007 yılları aralığında teşvik edici politikalara sahip ülke sayısı 22'si gelişmekte olan ülke olmakla birlikte 66 ülke olarak gerçekleşmiştir. Çalışmanın devam eden kısmında ayrıntılı bir şekilde ifade edilecek olan politikalar ile hedeflenmek istenen temel nokta yenilenebilir enerji payının toplam birincil enerji üretimi içerisindeki oranının artırılmasıdır (REN21, 2008: 21).

Sera gazlarının ana bileşeninin karbondioksit olduğu dikkate alındığında, karbon emisyonlarının azaltılması konusunda küresel bir endişe vardır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kullanımını arttırmak ve teknolojik yenilikleri teşvik etmek gibi karbon emisyonlarını azaltıcı farklı politikalar uygulanabilir. Buna ek olarak, hükümetler tarafından enerji tasarrufu için enerjinin verimli kullanılmasının sağlanması ile birlikte yenilenebilir enerji üretimini geliştirmek için tarife garantisi, yenilenebilir portföy



standartları ve vergi politikaları gibi destekleyici mekanizmalar kullanılmaktadır (Abolhosseini vd., 2014: 3).

Kabul edilen politikaların yanı sıra zorluklar ve fırsatlar bölge, ülke ve hükümetin seviyesine göre geniş çapta değişmektedir. Yenilenebilir enerji açısından daha iyi bir seviyeye erişen politika yapıcıları var olan fosil yakıt, nükleer ve hidroelektrik üretimi için geliştirilen güç sistemlerini yenilenebilir enerjiye entegre etmeye başlamışlardır (REN21, 2018: 49). Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik hesaplanmış girdi ve çıktı maliyetleri genellikle yeni fosil yakıt üretiminden daha yüksek kalır, bu nedenle bu tip kaynakları genellikle ekonomik olarak cazip kılmak için politika desteği gerekmektedir (IEA, 2013: 16).

Yenilenebilir enerji kaynakları artan sayıda ülkeler ve koşullar altında daha cazip bir konuma gelmektedir. İyi kaynaklara sahip bölgelerdeki hidroelektrik ve jeotermal enerji kaynakları, halihazırda yeni fosil yakıtlı enerji santrallerine göre rekabetçi bir konumda bulunmaktadır. Bunun yanında büyük ölçekli biyoenerji tesisleri, hammadde fiyatları ve stok durumlarına bağlı olarak rekabet edebilir bir konuma gelmektedir. Bunlara ek olarak en dinamik teknolojilere sahip olan yenilenebilir enerjilerden, kara rüzgar ve fotovoltaik güneş nesline dayalı üretim teşvikler olmaksızın bir dizi piyasada rekabet edebilir konuma ulaştığı görülmektedir. İyi rüzgar enerjisi kaynaklara sahip bazı pazarlarda yeni yapılacak kömür veya doğalgaz ile çalışan enerji santrallerine karşı rekabet edebilir bir konuma gelen bir değere indirgenmiş elektrik üretim maliyeti bulunmaktadır (IEA, 2013: 16).

Politika yapıcıları yenilenebilir ısıtma, soğutma, yenilenebilir ulaştırma teknolojilerini geliştirmek ve yenilenebilir enerjiyi teşvik etmek için hedefler, düzenlemeler, kamu finansmanı ve mali teşvikleri ile artan bir şekilde tamamlayıcı politikalar uygulamaya devam ediyor. 2017 yılı sonunda bir önceki yıl 176 olan yenilenebilir politika hedeflerine sahip ülke sayısı 179'a yükselmiştir (REN21, 2018: 49).

Politika uygulamaları, maliyet azaltma ve teknolojik gelişimin etkileşimi, enerji sektöründe hızlı değişime yola açarak politika yapıcılarında hem proaktif hem de reaktif tepkilere yol açmıştır. Piyasa ve düzenleyici ortamlar ayarlanarak, birçok ülke yatırımları yeniliklere açık, verimli, esnek ve çevreye duyarlı teknoloji seçeneklerinin kullanımını hızlandırmak için tasarlanmış mekanizmalar sunmaktadır (REN21, 2018: 49).

Modern enerji hizmetlerine erişimi arttırmak için gelişmekte olan ülkelerdeki pek çok politika yapıcı, özellikle kırsal alanlarda çok yoğun maliyetin olmaması dolayısıyla geleneksel merkezi güç ağlarının genişletilmesine bir alternatif olarak yenilenebilir enerji destekli mikro şebekelerin potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için mekanizmalar tasarlanmaktadır (REN21, 2018: 49).

Yenilenebilir enerjiye olan yerel taahhütler sıklıkla yenilenebilir enerjiden kaynaklanan ekonomik faydaların yanı sıra iklim değişikliğinin azaltılması, yerel hava veya su kalitesinin iyileştirilmesi ve yerel iş yaratma potansiyelinden kaynaklanmaktadır (REN21, 2018: 49).

Yenilenebilir enerji, elektrik üretimi, ısıtma, soğutma ve taşıma için yenilenebilir teknolojilerin oluşturulmasının sağlaması açısından dikkat çekmektedir. Ulusal enerji güvenliği ve ekonomik büyümenin artırılması, iş sahalarının oluşturulması, yeni endüstrilerin gelişmesi, emisyonların yanında yerel kirliliğin azaltılması ve her vatandaş için ekonomik ve güvenilir enerji sağlanması dahil olmak üzere birçok politika hedefinin geliştirilmesinde temel araç olarak dünya çapındaki politika yapıcılarının dikkatini çekmeye devam ediyor (REN21, 2018: 20). Yenilenebilir enerji teknolojilerinin büyümesini teşvik eden üç temel motivasyon vardır: Bunlar; enerji güvenliği, ekonomik etkiler ve karbondioksit emisyonunu azaltmak olarak ifade edilebilir (Abolhosseini vd., 2014: 3).

Yenilenebilir enerjiye yönelik birçok tarihsel politika 2017 yılında da devam etmiştir. Dünya çapında yenilenebilir enerjinin birincil enerji içerisindeki payının artması, hedeflenen üretim kapasiteleri ile kamu politikasının bir araya getirilmesi ve enerji teknolojilerindeki gelişmelerle desteklenmesi aracılığı ile yenilenebilir enerjinin büyümesi teşvik edilmektedir. Yenilenebilir enerji için doğrudan politika desteği, bir kez daha enerji üretimine odaklanmış ısıtma, soğutma ve ulaştırma sektörlerinde geri kalmış yenilenebilir teknolojilere destek olmuştur (REN21, 2018: 20).

Yenilenebilir enerjinin küresel güç karışımında payını arttırması nedeniyle yenilenebilir enerji gelişimi daha da karmaşık hale gelmiştir. Politika belirsizlikleri bazı önemli piyasalar için yatırım görünümünü bulanıklaştırmaktadır. Güneş panellerinin güçlü bir şekilde konuşlandığı bazı ülkelerde, makroekonomik belirsizliklerle yüzleşmenin yanında uygulanan vergi indirimleri ile birlikte güneş enerjisi yatırımları

ılımlı bir hale gelmiş ve artışa geçmiştir. Bunun yanında bazı alanlarda değişen yenilenebilir modellerin daha yüksek penetrasyonlarından kaynaklanan entegrasyon zorlukları ortaya çıktığı da söylenmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji endüstrileri özellikle fotovoltaik (PV) güneş ve rüzgar, daha yoğun bir yeniden yapılanma ve konsolidasyon dönemine girmiştir (IEA, 2013: 15).

Yenilenebilir enerji dağıtımının artırılması sonucunda ulusal enerji güvenliğinde meydana gelen iyileşme bunun yanında ekonomik büyümenin artırılması, istihdam yaratılması, yeni endüstrilerin geliştirilmesi, emisyonların dolayısıyla yerel kirliliğin azaltılması ve herkes için ekonomik ve güvenilir enerji sağlanması dahil olmak üzere birçok politika hedefine katkıda bulunmaktadır (REN21, 2018: 49). Yenilenebilir enerjide rekabetin arttığı görülmektedir fakat politika ve piyasa sistemlerinin yatırımlar için anahtar konumuna geleceği tahmin edilmektedir. Uzun vadede destekleyici politika çerçevelerinin beklenen karlılığı, dağıtım ivmesini sürdürmek için çok önemli bir rol oynayacaktır (IEA, 2013: 15).

Yenilenebilir enerji politikaları, fosil yakıt sübvansiyonları veya karbon fiyatlandırma mekanizmaları gibi daha geniş enerji sektörü politikalarının sadece bir bileşimidir (REN21, 2018: 49). Etkili enerji ve çevre politikalarını tasarlamak için politika yapıcılarının enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi anlamaları önem arz etmektedir (Öztürk, 2010: 347).

Yukarıda ayrıntılı bir şekilde açıklanan yenilenebilir enerjinin birincil enerjil enerji arzı içerisindeki payını arttırmak ve getirilerinden faydalanmak ülkeler açısından temel hedeflerden biridir. Bunun ise belirli teşvik mekanizması ile gerçekleştirilmesi mümkündür. Bu tür teşvik politikası türlerini ise Eser ve Polat'ın (2015) çalışmalarında olduğu gibi düzenleyici ve mali teşvikler olarak iki başlık altında incelemek mümkündür.

### **2.1.1. Düzenleyici Yenilenebilir Enerji Teşvik Politikaları**

Yenilenebilir enerjinin önünde fosil ve nükleer yakıtlara yönelik sübvansiyonlar yanında gelecekteki maliyeti üzerine değerlendirme yapılmaması, nispeten küçük yatırımcıların kamu hizmeti şirketlerinin muhalefeti ile karşılaşması, daha büyük merkezi çözümler için devlet tercihi, gibi engeller bulunmaktadır. Bunun yanında yenilenebilir enerji kaynaklarının yönetiminde idari deneyim eksikliği, yatırım riski veya belirsizliği konuları eklenmektedir. Tüm bunlara ek olarak düzenleyici ve kurumsal sıkıntılarda

bulunmaktadır. Bu ve bunun gibi faktörler yenilenebilir enerji kaynaklarının piyasaya yayılım koşullarını bozmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise yukarıdaki durumlara ek olarak uzak bölgelere üretilen enerjiye uzun seyahat mesafeleri, zayıf ulaşım ve iletişim altyapısı, eğitilmiş personel eksikliği gibi ek engeller ortaya çıkmaktadır. Ayrıca gelişmekte olan ülkelerdeki yenilenebilir enerji projelerine yatırım yapma riski politik, düzenleyici ve piyasa istikrarı konusundaki belirsizlikler dolayısıyla yüksektir. Oldukça fazla öneme sahip yenilenebilir enerji üretiminin bu gibi engellerle yavaşlatıldığı görüşü ile bunların üstesinden gelebilmek adına önlemler alınması gerekmektedir (Mendonça, 2009: 13-14).

Özellikle karbon vergileri sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik politikalardan biri olsa da yeterince katı olmamaları dolayısıyla, birçok hükümet, yeni enerji kaynaklarının geliştirilmesinde özel yatırımları arttırmak için olumlu destek önlemleri kullanmaktadır. Yukarıda belirtilen koşullar göz önüne alındığında düzenleyici yenilenebilir enerji politikalarının geliştirilmesi, uygun politikanın ilgili ülkeler için uygulanması ve sonuçlar elde edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda Johnstone vd. (2010), Eser ve Polat (2015), Criscuolo vd. (2014) ve Yurdadoğ ve Tosunoğlu (2017) çalışmalarında genel olarak düzenleyici politikalardan, sabit fiyat garantisi (FIT), yenilenebilir enerji sertifikaları (REC), prim garantisi, kota uygulamaları gibi farklı türleri üzerinde durmuştur. Kısaca politika katkıları açıklanacak olursa;

Sabit fiyat getirisi (FIT) veya teşvik tarifeleri olarak adlandırılan yenilenebilir enerji standartları açısından dünya çapında en yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji destek politikasıdır (Cox ve Esterly, 2016: 1). Politika aracı yenilenebilir, çevreci elektriği şebekeye satmaları için uzun vadeli satın alma anlaşmaları sunarak yenilenebilir enerji yatırımlarını çekici kılan bir unsurdur. FIT politikası öğrenmeyi teşvik ederek, yeşil teknolojilerin yayılmasını hızlandırarak yenilenebilir enerji maliyetini düşürmeyi amaçlamaktadır. Bu mekanizmaya göre, hükümetler piyasa fiyatının üzerinden belirlenen tarifelerden yenilenebilir enerjiyi satın almaktadır. Bunun bir sonucu olarak bu politikanın başarısı ya da başarısızlığı tarifelerin zaman içerisinde nasıl belirlendiğine ve ayarlandığına bağlı olmaktadır. Avrupa'nın büyük bir kısmında farklı şekillerde uygulandığı görülmektedir (Alizamir vd., 2016: 52).

FIT politikaları enerji üreticilerine uzun vadeli sözleşmeler teklif ederek belirli yenilenebilir enerji kaynaklarının yüksek olan maliyetlerini karşılamaktadır. Fiyat bazlı bir enstrüman olan FIT'ler tipik olarak spesifik enerji kaynağı düzeyinde her ülke şartlarına göre farklı ayarlanmış bir uygulama biçimidir. Özellikle belirli bir yenilenebilir enerji teknolojisindeki enerji üreticilerinin fiyatlarını elektriğin piyasa fiyatından daha yüksek bir değerde sabitleyecek bir sistemdir. Tipik olarak enerji kaynağı başına ayarlandığından birbirlerine ve fosil yakıt teknolojilerine göre spesifik kaynakların üretici maliyetindeki farklılıkların telafi edilmesine olanak tanımaktadır. Kısaca FIT politikasını belirleyen hükümetler daha az gelişmiş teknolojilerin dağıtımını arttırmayı hedefleyebilir (Criscuolo vd., 2014: 8-9).

Yenilenebilir enerji sertifikaları ise, düzenleyici politikalar içerisinde FIT'ler ile birlikte en çok kullanılan mekanizmalardan biridir. Fiyat tabanlı olan FIT politikasının aksine yenilenebilir enerji sertifikaları politikası miktar bazlıdır. Bu araç ile daha büyük ölçekli işletmeler tarafından üretilen güç miktarının artırılması hedeflenmektedir. Bu mekanizma kamu hizmet şirketlerinin elektrik payları içerisinde yenilenebilir enerjiden pay almayı zorunlu kılmaktadır. Bunu yaparak üretilen her bir birim enerji için ticari sertifikalar alırlar. Bunlara aynı zamanda ticari yeşil sertifikalar da denilmektedir. FIT'in aksine uygulama alanı daha çok özel pazardır. Bu nedenle rekabeti arttırarak, farklı teknoloji türlerinin ortaya çıkmasına katkıda bulunmaktadır (Abolhosseini ve Heshmati, 2014: 881). REC'ler elektrik tedarikçisini, elektriğin belli bir yüzdesini uygun yenilenebilir enerji kaynaklarından temin etmek zorunda bırakmaktadır. Tedarikçinin yenilenebilir enerji satın aldığı belgelenmek için REC'ler düzenlenmesi dolayısıyla, farklı bir şekilde çok çeşitli yenilenebilir kaynaklar için geçerli olmaktadır. REC'ler için en önemli sorun olgun yenilenebilir enerji teknolojilerinin faydalanmasının beklenmesidir (Criscuolo vd., 2014: 8-9).

Prim garantisi sisteminde, enerji piyasasında satılan yenilenebilir enerji kaynaklarından üreticilere gelen gelirin yanı sıra garantili bir prim de ödenmektedir. Bu sistem özellikle son dönemlerde hız kazanmaya başlamıştır. Danimarka ve Hollanda'da ana destek aracı olarak kullanılmaktadır. Bazı ülkelerde primler sabit fiyat garantisi sistemine paralel bir durumda bulunurken, genel olarak ülkeler açısından farklılık

gösterebilmektedir. Ülkeler açısından güvenli bir ek gelir sağlamanın yanında enerji fiyatı riskine maruz kalma durumu da bulunmaktadır (Kanellakis vd. 2013: 1022).

Kota uygulamaları ise daha çok Birleşik Krallık, ABD ve Japonya'da uygulanmaktadır. Bu uygulama ile yenilenebilir enerji fiyatını belirlemek yerine kota uygulaması ile dağıtılacak enerjinin miktarı belirlenmektedir. Uygulanan kota ile belirli bir miktarda yeşil enerji üretilmek adına sertifikalar alınmaktadır. Bu sertifikalar alınıp satılır ve ileride değiştirilebilir konumdadır. Uygulanan ampirik çalışmalar kota uygulamalarının sabit fiyat garantisinden daha yüksek bir maliyete sahip olduğunu ve daha az yenilenebilir enerji ürettiğini doğrulamaktadır (Mendonça, 2009: 15).

### **2.1.2. Mali Teşvikleri İçeren Yenilenebilir Enerji Politikaları**

Uygulanan sübvansiyon, hibe ve vergi teşvikleri ile yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi arttırılmaya çalışılmaktadır (Eser ve Polat, 2015: 2017). Vergi muafiyetleri pek çok ülkede yenilenebilir enerji dağıtımını arttırmak için mali bir teşvik önlemi olarak kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji tarafından üretilen gücün; üretim, tüketim ve yatırım gibi çeşitli alanlarda kullanılabilmesi için vergi kredileri kullanılabilir. Bunun yanında yenilenebilir enerji tüketimini teşvik etmeyi amaçlayan politikalar, yenilenebilir enerji dağıtımının pazara girmesini kolaylaştırmak için yenilenebilir ekipman satın alma ve kurulumunda vergi kredileri uygulanabilir (Abolhosseini ve Heshmati, 2014: 880).

### **2.2. OECD Ülkelerinin Yenilenebilir Enerji Politikaları**

OECD ülkeleri dışındaki bölgelerde yenilenebilir dağıtımın orta coğrafi yayılımı, daha az şeffaf piyasalardaki gelişmeleri takip etme zorluğu yaratmaktadır (IEA, 2013: 23). Büyük fosil yakıt kaynaklarına ev sahipliği yapan Ortadoğu'da istikrarsız bölgelerin varlığı, enerji arzı ve fiyatlandırmanın güvenilirliği açısından farklı uluslar için risk oluşturmaktadır (Gnonsounou, 2008: 3735).

Gelişmekte olan ülkelerdeki politika yapıcılarının yenilenebilir enerji sektörünün gelişimine yatırım yapması gerekmektedir. Bu şekilde ülkelerin kendi kaynaklarına yönelmesi sonucunda ekonomik büyüme ve istihdam yaratması sağlanabilir. Aynı zamanda küresel düzeyde emisyonların azaltılmasının sadece uluslararası bir şirket aracılığıyla sağlanabilmesi nedeniyle kalkınma yardım projeleri de gelişmiş ülkeler için

önemlidir. Öte yandan gelişmekte olan ülkelerin hükümetlerinin sadece coğrafi ve iklim koşullarına göre yenilenebilir enerji sistemlerinin kurulması değil aynı zamanda yenilenebilir enerji piyasasını da fosil yakıt vergisi ve sübvansiyon gibi teşviklerle genişletmesi önem arz ediyor (Ito, 2017: 5).

OECD ülkeleri açısından önemli olan noktalardan yenilenebilir enerji politikasındaki durumlarına bakılacak olursa ilk olarak Avustralya'nın son 30 yıl içerisinde iklim eylemine duyarlılığı oldukça yüksektir, özellikle sera gazı emisyonlarını azaltmaya karşı dünyanın ilk hükümet ajansını kurup, tüm iklim anlaşmalarına ilk aşamada taraf olmasına rağmen son dönemlerde Avustralya hükümeti ajansları kapatarak, küresel anlaşmaları imzalamayı reddetme durumuna gelmiştir. Yenilenebilir enerji kavramı 2007 yılında tekrardan hükümet politikası kapsamına alınmıştır (Talberg vd., 2015: 1). Avustralya'da rüzgar, karbon fiyatlandırılması ile birlikte yeni kömür ve yaz yakıtlı tesislerin üretim maliyetlerine karşı rekabetçi bir konuma gelmiştir. Özellikle verimli rüzgar sahaları karbon fiyatlandırması olmadan rekabet edebilir konumdadır (IEA, 2013: 16).

Avusturya büyük ölçekli hidroenerji ve biokütle enerjisi kullanımı ile Avrupa'nın en yüksek üreticilerinden biridir. Avusturya'daki mevcut enerji politikaları, uluslararası federal eyaletler, ulusal ve Avrupa Birliği (AB) seviyesinde uluslar üstü çabanın bir karışımıdır. Bu çalışmalar yenilenebilir enerji teknolojilerinin farklı yollarla yayılmasını teşvik etmektedir. Daha spesifik olarak ifade edilirse eğer, son dönemde yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi, büyük ölçüde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim ve AB direktiflerinin öngördüğü tek elektrik piyasası yasalarını takip etmektedir. Bu bağlamda Avustralya yıllardır sabit fiyat garantisi uygulamaktadır. Uygulanan bu tarifelerin ise daha çok AB destekli değil de federal hükümet veya federal eyaletler tarafından yürütülüp finanse edildiği görülmektedir (Madlener vd., 2007: 6060).

Rüzgar endüstrisi Danimarka tarafından domine edilmektedir. Fakat Almanya ve İspanya'da daha fazla rüzgar kaynağı ve daha yüksek enerji talepleri ile birlikte rüzgar enerjisi kullanımını teşvik eden istikrarlı ve destekleyici hükümet politikaları ile hem rüzgar enerjisi için yeni bir Pazar yaratma hem de dünya standartlarını yükselterek kritik bir noktaya ulaşmaktadırlar (Lewis ve Wiser, 2007: 184).

Hollanda 2020 yılına kadar yenilenebilir enerjinin birincil enerji içerisindeki nihai payını %20 olarak hedeflerken, Almanya %25-30 bandında gerçekleştirmeyi hedeflemektedir (REN21, 2008: 21).

Yenilenebilir enerji kaynakları ABD'deki doğalgaz pazarı gibi güçlü rekabet ile karşı karşıya kalmıştır. Karadan elde edilen rüzgar enerjisi doğalgaz yakıtlı üretimden daha pahalı olsa da rüzgar enerjisi için uzun vadeli enerji satın alma anlaşmalarıyla (PPA), federal vergi teşvikleri olmasa bile, uzun vadede artan yakıt fiyatlarına karşı düşük maliyetli korumalar sağlayabilir. Türkiye ve Yeni Zelanda'da kara rüzgar enerjisi, toptan elektrik piyasasında son birkaç yıldır oldukça rekabet edebilir bir konuma gelmiştir (IEA, 2013: 15-16).

### **2.3. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları**

Gelişmekte olan ülkelerde meydana gelen hızlı ekonomik büyüme, ekonomilerin enerji ihtiyaçlarını nasıl karşılayacağı sorusunu gündeme getirmektedir. Bunun yanında gelişmekte olan ülkelerin, karşılaşacağı bir başka problem de gelişmiş ülkelerin çoğuna benzer bir şekilde enerji güvenliği sorunuyla karşı karşıya bulunmasıdır. Enerji güvenliği konusu, en büyük petrol tüketicilerinin (ABD, Avrupa, Japonya, Çin gibi) kendi ihtiyaçlarını karşılayacak yeterli kaynağı olmayan ülkeler olmadığı için ortaya çıkmaktadır (Sadorsky, 2009a: 4021).

Öte yandan yenilenebilir enerji sektörünün gelişmesi için ekonomik büyümeyi sürdürmek çok önemlidir, ancak ülkelerin çoğunun ekonomik büyümesi hala yenilenemeyen tüketime dayanmaktadır. Bu nedenle rasyonel politika, ekonomik faaliyetlere zarar vermeden yenilenemeyen enerji tüketimini azaltmaktır (Destek ve Aslan, 2017: 757).

Türkiye açısından enerji politikası çerçevesine bakılacak olursa kuruluş yılları olan 1923 ile 1930 dönemleri arasında enerji endüstri açısından dış yatırımlara bağımlı bir konumda olduğu görülmektedir. Bu dönem içerisinde sektörün özelleştirilme çabaları olsa da 1938 yılına gelindiğinde Türkiye enerji sektörü millileştirme çabaları yeni yeni başlangıç aşamasındaydı. 1940-1950 yılları arasında kömür baskın bir rol oynamaktaydı. 1944 yılında sektör neredeyse tamamen kamu denetimi altına girmiş bulunmaktaydı. Hükümetin 1960'lı yıllarla planlı kalkınma dönemine geçişi ile başlayan özel sektöre hız kazandırma çabaları, 1963 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB)



kurulmasına yol açmıştır. Bu kurum Türkiye'nin enerji politikalarından sorumlu olmuştur. Bu süreci 1970 yılında kurulan Türkiye Elektrik İdaresi (TEK) takip etmiştir. 1973-1979 yılları arasında gerçekleşen petrol krizi ile birlikte Türk sanayisinin enerji maliyeti artmıştır ve ekonomik olarak kötü etkilenen bir dönem olmuştur. Türkiye elektrik idaresinde tekel konuma sahip olan bir konumdadır. 1980'li yıllar ile birlikte özel sektörün payının artırılması çalışması başlanmıştır. Bunun için 3096 sayılı kanun 1984'te yürürlüğe girmiştir. 1993 yılında TEK özelleştirilmiştir (Yılmaz ve Uslu, 2007: 258; Erdoğan, 2007:985).

Yenilenebilir enerji kullanımı için ise Türkiye açısından önemli tarih 2005 olarak ifade edilebilir. 5346 sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun" kanun kapsamında özel sektörün yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretme yapılmasına imkan sağlamıştır. Bu kanun ile özel sektörün yatırım yapması daha cazip hale getirilmiştir. 2007 yılı içerisinde kabul edilen "Enerji verimliliği" kanunu ile de enerji potansiyelinin kullanılması hedeflenmektedir (ETKB, 2006: 13-14).

Türkiye'nin enerji politikası sürekli olarak büyüyen bir ekonomiye ve nüfusa hizmet etmek, artan ithalat bağımlılığını azaltmak ve uluslararası düzeyde dahil olmak üzere ülkenin çevresel hedeflerini karşılamak için sürekli olarak gelişmiştir (IEA, 2016: 9).

Sınırlı ulusal mevcudiyetleri göz önüne alındığında, petrol ve doğalgaz tedarikinin neredeyse tamamen ithalat ile karşılandığı görülmektedir. Dünyanın en büyük kanıtlanmış petrol ve doğalgaz rezervlerine olan yakınlığı göz önüne alındığında, Türkiye stratejik bir öneme sahiptir. Ülkenin coğrafi koşulları ve iklimi özellikle hidro, rüzgar, güneş ve jeotermal enerji olmak üzere yenilenebilir enerji için önemli bir potansiyel oluşturmaktadır (IEA, 2016: 21-23).

Onuncu Kalkınma Planında (OKP) (2013: 15-58) bahsedildiği gibi, toplam enerji ihtiyacımız dolayısıyla ithal edilen enerji miktarı Türkiye ekonomisi ithalatının dörtte birini oluşturmaktadır. Dolayısıyla dışa bağımlılığın azaltılması, cari açık problemi ve enerji arzı güvenliği için yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji üretimi içerisindeki payının artırılması önem arz etmektedir.

Bunun yanında yenilenebilir enerji kaynaklarının verimliliğini arttırması ve bu imkanlardan en iyi şekilde faydalanmak için yerli imalat düzeyi arttırılarak, yenilenebilir enerji için özgün teknolojiler geliştirilecektir (OKP, 2013: 91).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından yayınlanan stratejik planda Türkiye açısından stratejiler (2017: 44);

- Yenilenebilir enerji teşviklerinde “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizmasını (YEKDEM)” devam edecektir.
- Jeotermal enerji için uygun teşvik desteği ile arama aşamasına geçilmesi,
- Rüzgar ve Güneş enerjilerinin altyapı aşamalarının güçlendirilerek, şebekeye entegrasyonlarının sağlanması,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik pilot projelere destek sağlanması ve yürütülen projelerin izlenmesi için takip sisteminin kurulması,
- Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyellerinin belirlenmesi, gibi hedefler bulunmaktadır.

Yenilenebilir enerji büyümesinin bir sonraki aşaması, Türkiye'nin tam potansiyelini kullanmak ve 2030'a kadar iklim hedeflerini desteklemek için konuşlandırmayı hızlandırmak istiyorsa, düzenleyici ve idari değişiklikler gerektirecektir (IEA, 2016, 165).

OECD ülkeleri ve Türkiye açısından yenilenebilir enerji politikalarının uygulanması ve teşvik edici politikaların varlığına yukarıda değinilmiştir. Tüm OECD ülkeleri için 2017 yılı sonu itibari ile REN21 (2018) tarafından yayınlanan yürürlükte olan/olmayan politika türleri Tablo 2.1. ile ifade edilmiştir.

**Tablo 2.1. Yenilenebilir Enerji Politikaların OECD ülkelerinde Genel Görünümü (2017 Yılı Sonu İtibarıyla)**

Ülkeler	Düzenleyici Politikalar				Mali Teşvikler		
	Yenilenebilir Enerjinin Vartığı	Sabit Fiyat Garantisi/ Prim ödemeleri	Kotalar / Yenilenebilir Enerji Sertifikaları	Yatırım veya üretim vergisi kredileri	KDV ve diğer vergilerdeki İndirimler	Enerji Üretim Ödemesi	Kamu yatırımları, Krediler, Başlıklar, Sermaye, Sübvansiyonlar veya İndirimler
Avustralya	✓	△	◆	×	×	×	◆
Avusturya	✓	◆	×	◆	×	×	◆
Belçika	✓	×	△	◆	◆	×	△
Kanada	✓	△	△	◆	◆	×	◆
Şile	✓	×	◆	◆	◆	×	◆
Çek Cumhuriyeti	✓	◆	×	◆	◆	×	◆
Danimarka	✓	◆	×	◆	◆	×	◆
Estonya	✓	◆	×	×	×	◆	◆
Finlandiya	✓	◆	×	×	◆	◆	◆
Fransa	✓	◆	×	◆	◆	×	◆
Almanya	✓	◆	×	◆	◆	×	◆
Yunanistan	✓	◆	◆	◆	◆	×	◆
Macaristan	✓	◆	×	×	◆	×	◆
İzlanda	✓	×	×	×	×	×	×
İrlanda	✓	◆	×	×	×	×	×
İsrail	✓	◆	◆	×	◆	×	◆
İtalya	✓	◆	×	◆	◆	×	◆
Japonya	✓	◆	×	×	◆	×	◆
Kore	✓	×	◆	◆	◆	◆	◆
Letonya	✓	◆	×	×	◆	×	×
Litvanya	✓	◆	◆	×	◆	×	◆
Lüksemburg	✓	◆	×	×	×	×	◆
Meksika	✓	×	×	◆	×	×	◆
Hollanda	✓	◆	×	◆	×	◆	◆
Yeni Zelanda	✓	×	×	×	×	×	◆
Norveç	✓	×	◆	×	◆	×	◆
Polonya	✓	◆	◆	×	◆	×	◆
Portekiz	✓	◆	◆	×	◆	×	◆

<i>Slovakya</i>	✓	◆	✘	✘	◆	✘	◆
<i>Slovenya</i>	✓	◆	✘	◆	◆	✘	◆
<i>İspanya</i>	✓	✘	✘	◆	✘	◆	◆
<i>İsveç</i>	✓	◆	◆	◆	◆	✘	◆
<i>İsviçre</i>	✓	◆	✘	✘	◆	✘	◆
<i>Türkiye</i>	✓	◆	✘	✘	✘	✘	◆
<i>Birleşik Krallık</i>	✓	◆	◆	✘	◆	◆	◆
<i>ABD</i>	✓	△	△	◆	◆	✘	◆

Kaynak: REN21, 2018: 65-69.

Notlar: ✓ işareti varlığı ifade ederken, ✘ işareti olmama durumunu ifade etmektedir. ◆ ile mevcut ulusal politika veya teklif çerçevesi ifade edilmektedir (alt ulusal politikaları da içerebilir). △ şekli ile ise mevcut alt-ulusal politika veya teklif çerçevesi ifade edilmektedir, bu durumda ulusal bir politikadan bahsedilmez.

REN21 (2008: 23-24) çalışmasına bakılırsa; 2007 yılı sonu itibari ile en yüksek kullanım oranına sahip teşvik edici politika olan sabit fiyat garantisi teşvik edici politikasını uygulamayan ülkelerin Avustralya, Belçika, Finlandiya, Norveç, Polonya, İsveç ve Birleşik Krallık olduğu görülmektedir. Bunun yanında yenilenebilir enerji sertifikasını kullanmayan ülkeler ise, Kanada, Estonya, Almanya, Yunanistan, Kore, İsviçre, İspanya, Slovenya, Yeni Zelanda, Portekiz ve Türkiye olarak görülmektedir.

2017 yılı sonu itibari ile OECD ülkeleri için uygulanan düzenleyici ve mali teşvik politikaları Tablo 2.1.'de ifade edilmiştir. Tabloya ek olarak REN21 (2018) tarafından ifade edilebilecek politikaların revize edilmesi ya da ilk defa yürürlüğe girmesi etmenini ise sabit fiyat garantisi / Prim ödemeleri politika ayağı için Belçika, Almanya, Lüksemburg ve Birleşik Krallığın revize politikalara gittiği ifade edilmektedir. Ayrıca ABD için kotalar ve yenilenebilir enerji sertifikalarından oluşan politika revize edilmiştir. Bunun yanında Avusturya için kamu yatırımları grubunu içeren mali teşvik politikasının ilk defa 2017 yılı içerisinde uygulanmaya başlanmıştır. Almanya, Macaristan, Slovenya ve ABD için ise bu teşvik politikaları revize edilmiştir.

Bunun yanında tablodan görüldüğü üzere, Belçika, Şili, İzlanda, Kore, Meksika, Yeni Zelanda, Norveç ve İspanya dışındaki OECD ülkelerinde Sabit fiyat garantisi / prim ödemeleri politikası uygulanmaktadır. Ayrıca İzlanda, İrlanda ve Letonya dışındaki tüm OECD ülkelerinde kamu teşvikleri, sübvansiyonlar, indirim gibi yenilenebilir enerjiyi destekleyecek mali teşvik politikalarının da uygulandığı görülmektedir. Diğer

düzenleyici ve mali teşvik politikalarının ise ülke yapılarına göre değişiklik gösterdiği ve her ülke için farklı uygulama ayağı olduğu görülmektedir.

#### **2.4. Yenilenebilir Enerji Politikalarının Belirleyicileri**

Alt ulusal hükümetler yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği inisiyatifinde lider hale gelmektedir. Aynı zamanda, birçok gelişmekte olan ve yükselen ülkelerde yenilenebilir enerji kaynakları ve ilgili altyapı yatırımları genişletmektedir. Özel sektör ise satın alma ve yatırım kararları aracılığıyla yenilenebilir enerjinin kullanılmasını teşvik etmede giderek daha fazla rol oynamaktadır (REN21, 2018: 17).

Her türlü elektrik üretimi, sanayi kullanımı, ulaşım, konut gibi enerji kullanımı, ekonomik büyümenin ve refahın ardındaki önemli itici bir güçtür (Sadorsky, 2009b: 456). Bu olguların genel bir sonucu olarak ekonomi bilimi için önemli konulardan biri olan ekonomik büyüme kavramının da sürdürülebilir enerji kavramı ile yakından ilgili olduğu ifade edilmektedir. Yapılan birçok çalışma ile enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Fakat bu çalışmalar da belirli bir sonuca ulaşamamıştır. Bir sonuca ulaşamamanın temel nedeni ise ilişkinin yönünün belirlenmemesinden kaynaklanmaktadır. Bu yüzden enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 4 kategoride ele almak mümkündür (Öztürk, 2010: 340-341);

- İlişkinin olmaması durumu: bu duruma “tarafsızlık hipotezi” denilmektedir. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir ilişkinin olmaması durumu olarak ifade edilir. Yani enerji tüketimi ile ilişkili ne daraltıcı ne de genişletici politikaların ekonomik büyüme üzerinde herhangi bir ilişkisinin olmamasıdır.
- Ekonomik büyümeden enerji tüketimine tek yönlü ilişkinin olması durumu: daha çok “koruma hipotezi” olarak ifade edilebilir. Enerjiye daha az bağımlı bir ekonomide olduğu gibi uygulanan politikaların ekonomik büyüme üzerinde çok az etkisinin olacağı ya da hiç etkisinin olmayacağı hipotez olarak açıklanmaktadır.
- Enerji tüketiminden ekonomik büyümeye tek yönlü nedensellik olması durumu: bu durumu “büyüme hipotezi” olarak da ifade etmek mümkündür. Enerji tüketimindeki kısıtlamaların ekonomik büyümeyi olumsuz etkilerken, enerji

artışının ekonomik büyümeye katkıda bulunacağını ifade eden hipotezdir. Büyüme hipotezine göre enerji tüketimi emeğin ve sermayenin bir tamamlayıcısı olarak üretim sürecinde doğrudan ve dolaylı olarak ekonomik büyüme de önemli bir rol oynamaktadır. Bu hipotezin bir sonucu olarak enerji arzlarına yönelik şokların ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etkisinin olacağı ima edilmektedir.

- Ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik: bu durum “geri bildirim hipotezi” olarak da adlandırılmaktadır. Her iki değişkenin aynı anda ve müşterek olarak etkilendiğini ifade etmektedir.

Yenilenebilir enerji doğal ve yenilenebilir kaynaklardan yararlanılmasını sağlayarak ekonomik kalkınmaya doğal sermaye sağlama yolu ile katkıda bulunabilir (Bölük, 2013: 160). Yatırım, yenilenebilir enerji teknolojilerinin yayılması için önemli bir noktadır. Özellikle yenilenebilir enerjilerin ekonomik olarak makul bir şekilde kullanılması için, hükümetin destekleri ve özel sektörün katkılarıyla yaygın bir şekilde beslenmelidir (Aslani vd., 2013: 11).

Yükselen enerji talebi kamu yatırımlarının azalması ve çok taraflı finansal kurumların değişen rolü, hem ulusal hem de uluslararası yatırımları çekebilmek için uygun bir iş ortamı yaratmak amacıyla hükümetin rollerini değiştirmeye yönelik çabaların artmasına ihtiyaç duymaktadır (WEC, 2013: 9).

Yenilenebilir enerji portföyü sadece çevre standartlarını iyileştirme açısından değerlendirme ile kalmayıp, aynı zamanda makro ekonomik açıdan da değerlendirilmesi önemlidir (İnglesi-Lotz, 2016: 61).

Yenilenebilir enerji kullanımının yayılma maliyeti her ne kadar fosil yakıt ve nükleer enerjiden fazla olsa da diğer politika unsurları ve yenilenebilir kaynakların işletme maliyetleri öncelikle fosil yakıtlara yüksek oranda bağımlı ülkelerde bu boşluğu kapatıyor konumuna gelmektedir (Aslani vd., 2013: 1).

Enerji ekonomisi alanında ampirik olarak zor ve tartışmalı olan konulardan biri ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında ki nedensel ilişkidir. Bu sorun temelinde hangi değişkenin diğerine göre öncelikli olduğu sorusu ortaya çıkmaktadır. Enerji tüketimi ekonomik büyüme için bir teşvik mi? Yoksa ekonomik büyüme enerji tüketimine mi? Yol açıyor (Masih ve Masih, 1996: 166).

## 2.5. Literatür İncelemesi

Çalışmanın devam eden kısmında şimdiye kadar teorik çerçevesi verilen enerji kavramının literatürdeki boyutu ele alınarak ilgili çalışmalar ışığında sonuçların yorumlanması sağlanacaktır. Literatürün büyük bir çoğunluğunu yenilenemeyen enerji ile makro değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular oluşturmakta iken son yıllarda artan bir inceleme alanı kazanan yenilenebilir enerji ile makro değişkenler arasındaki ilişki de literatürde yerini almıştır. Bunların yanında özellikle 2010 yılı ve sonrası gelişmeye başlayan bu çalışmanın da temelini oluşturan literatür analiz edilerek bulgular yorumlanacaktır.

### 2.5.1. Yenilenemeyen ve Yenilenebilir Enerji ile Makro Değişkenler Arasındaki Literatür

İlk olarak tek ülkeyi ele alan çalışmaların analizi aracılığıyla fosil ve yenilenebilir enerji ile makro değişkenler arasındaki ilişkinin incelendiği literatür “Kraft ve Kraft (1978), Abosedra ve Baghestani (1989), Stern (1993), Glasure(2002), Ghali ve El-Sakka (2004), Ang (2008), Sarı vd. (2008) , Shaari vd., (2013), Lin ve Moubarak (2014), Long vd. (2015), Doğan (2016)” temel çalışmaları incelenmiştir. Elde edilen bulgular kısaca açıklanacak olursa;

Kraft ve Kraft (1978) çalışmalarında 1947-1974 yılları aralığında enerji ve gayri safi milli hasıla (GSMH) arasındaki ilişkiyi Amerika Birleşik Devletleri (ABD) için araştırmıştır. İkisi arasında güçlü bir nedensellik ilişkisine ulaşılmıştır. Bunun yanında nedensellik testleri, GSMH'den enerjiye doğru tek yönlü bir ilişki tespit ederken, enerjiden GSMH'ye nedensellik bulunmamıştır. Elde edilen bulgular ışığında ekonomik faaliyetin seviyesi enerji tüketimini etkileyebilirken, brüt enerji tüketiminin seviyesi ekonomik faaliyet üzerinde nedensel bir etkiye sahip değildir. Bu, enerji koruma programlarının ekonomik aktiviteyi bozmadan uygun bir politika aracı olduğunu göstermekte olduğu sonucuna ulaşmıştır.

ABD ekonomisi için bir diğer çalışma Abosedra ve Baghestani (1989) tarafından 1947-1972, 1947-1974, 1947-1979 ve 1947-1982 dört farklı zaman periyodu için enerji tüketimi ve GSMH arasındaki ilişki Granger nedensellik analizi ile araştırılmıştır.

Ampirik sonuçlar dördüncü gecikme döneminde GSMH'den enerji tüketime tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermektedir.

Stern (1993) ABD ekonomisine ait verileri kullanan çalışmalardan bir başkasını yapmıştır. 1947-1990 yılları arasının incelendiği çalışmada GSMH ile enerji kullanımı arasındaki ilişki araştırılmıştır. İncelenen dönem vektör otoregresyon'un (VAR) çok değişkenli bir uygulaması ile test edilmiştir. GSYH'den brüt enerjiye bir nedensellik tespit edilmezken, enerji kullanımından GSYH'ye nedensellik bulunmuştur.

Glasure (2002) Kore ekonomisi için 1961-1990 yılları arasında vektör hata düzeltme modeli (VECM) yardımıyla para arzı, reel devlet harcamaları, reel petrol fiyatları, GSYH ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, enerji tüketimi ile reel GSYH arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bunun yanında iki değişken arasındaki ilişkide para arzı, devlet harcaması ve petrol fiyatlarının bir etkisi olmadığını saptanmıştır.

Bir diğer zaman serisi çalışması olan Ghali ve El-Sakka (2004) Kanada ekonomisi için 1961-1997 yılları arasını incelemektedir. Çalışmada reel GSYH, sermaye, işgücü ve enerji tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. Uygulanan eşbütünleşme analizi enerji tüketimi ile GSYH arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Uygulanan nedensellik testi sonuçları ise iki değişken arasında çift yönlü ilişki olduğunu göstermektedir. Enerjiye yönelik bir şokun gelecekte büyüme oranında %15'lik bir etkiye sebep olacağı tespit edilmiştir.

Ang (2008) çalışmasında ise 1971-1999 yılları aralığında Malezya'daki üretim, karbondioksit emisyonu ve enerji tüketimi arasındaki uzun dönemli ilişki incelenmiştir. Eşbütünleşme testi sonuçları nedensellik ilişkisini destekler nitelikte bulgular vermektedir. Elde edilen sonuçlara göre, çevresel kirlilik ile enerji kullanımı uzun vade de çıktı ile pozitif bir ilişkiye sahiptir. Hem kısa hem de uzun dönemde ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru nedensellik bulunmuştur.

Sarı vd. (2008) çalışmalarında 2001:1-2005:6 dönemleri arasında ABD için dağıtılmış enerji tüketimi, sanayi üretimi ve istihdam arasındaki ilişki ARDL (otoregresif dağıtılmış gecikme modeli) sınır testi ile sınanmıştır. Enerji değişkenlerini ise şu şekilde ifade etmektedir; kömür, fosil yakıtlar, geleneksel hidroelektrik gücü, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, doğal gaz, odun ve atık. Elde edilen ampirik sonuçlara göre sınır testi



yaklaşımı değişkenler arasında ilişkiyi doğrulamaktadır. Bunun yanında uzun dönemde reel çıktı ve istihdam değişkeni neredeyse tüm enerji tüketimi değişkenlerinin (fosil ve yenilenebilir) belirleyicisi durumundadır.

Shaari vd. (2013) enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Malezya ekonomisi için 1980-2010 dönemleri için zaman serisi analizi ile araştırmıştır. Uzun dönem ilişkinin araştırıldığı eşbütünleşme analizi ile enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ilişkili olduğunu göstermiştir. Nedensellik analizi sonuçlarına göre, petrol ve kömür tüketiminin ekonomik büyümenin nedeni olmadığını göstermektedir. Aynı zamanda bu ilişkinin tersi durumunun da geçerli olmadığı tespit edilmiştir. Nedensellik ilişkisi ise ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru oluşmuştur. Elektrik kullanımından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ile birlikte, gaz ve ekonomik büyüme arasında da tek yönlü bir ilişki varlığı bulunmuştur.

Lin ve Moubarak (2014) çalışmalarında Çin ekonomisi için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1977-2011 dönemleri arasında incelemişlerdir. değişkenler arasında uzun dönemli ilişki tespiti için uygulanan eşbütünleşme analizi sonucunda yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişki varlığı tespit edilmiştir. Bunun yanında  $CO_2$  emisyonları ve işgücü değişkenlerinin de Çin’de yenilenebilir enerjiyi olumlu yönde etkilediği görülmektedir.

Çin için yapılan bir diğer çalışmada, Long vd. (2015) 1952 yılından 2012 yılına kadar hem yenilenebilir hem de yenilenemeyen enerji tüketimi,  $CO_2$  emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırmıştır. Uygulanan panel veri Granger nedensellik analizi sonuçlarına göre, GSYH ile  $CO_2$  emisyonu, kömür, gaz ve elektrik tüketimi arasında çift yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Bunun yanında uygulanan etki-tepki analizleri sayesinde hidro enerji ile nükleer enerjinin ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmektedir.

Doğan (2016) çalışmasında Türkiye ekonomisine ait 1988-2012 yıllarına ait GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemez enerji tüketimi, sermaye ve emek arasındaki ilişki yapısal kırılmaları içeren birim kök ve eşbütünleşme analizi ile sınanmıştır. Elde edilen sonuçlar yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi, sermaye ve emek arasında uzun dönemli bir ilişki varlığı tespit etmiştir. ARDL sınır testi ile

yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisi olmadığı, yenilenemeyen enerji tüketimi ve sermayenin reel GSYH'yi harekete geçirdiği ve emeğin hem kısa hem de uzun dönemde azaldığı tespit edilmiştir.

İkinci aşamada incelenecek olan çoklu ülke grupları için literatür; “Yu ve Choi (1985), Erol ve Yu (1987), Masih ve Masih (1996), Soytaş ve Sarı (2003), Lee (2006), Narayan ve Smyth (2008), Apergis ve Payne (2009), Sadorsky (2009a), Sadorsky (2009b), Apergis ve Payne (2010a), Apergis ve Payne (2010b), Apergis ve Payne (2011), Bayraktutan vd. (2011), Li vd. (2011), Menagaki (2011), Apergis ve Payne (2012), Marques ve Fuinhas (2012a), Salim ve Rafiq (2012), Omri (2013), Apergis ve Payne (2014), Bölük ve Mert (2014), Chang vd. (2015), Inglesi-Lotz (2016), Aslan ve Öcal (2016), Bildirici (2016), Destek ve Aslan (2017), Ito (2017), Koçak ve Şarküneşi (2017)” oldukça yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Kısaca elde edilen bulgular açıklanacak olursa,

Yu ve Choi (1985) çalışmalarının analizinde 1950-1976 yılları arasında GSMH ile hem toplam hem de ayrılmış enerji tüketimi verileri arasındaki ilişkiyi ABD, Birleşik Krallık, Polonya, Güney Kore ve Filipinler için incelenmiştir. Çalışmada Granger nedensellik analizi kullanılmıştır. Elde edilen ampirik bulgulara göre, ABD, Birleşik Krallık ve Polonya ekonomisi için GSMH ile toplam enerji tüketimi arasında nedensel bir ilişki saptanmazken, Güney Kore için GSMH'den toplam enerji tüketimine, Filipinler için ise toplam enerji tüketiminden GSMH'ye tek yönlü ilişki tespit edilmiştir. Enerji tüketiminin ayrıştırılarak nedenselliğin sınanması sonucunda ise, ABD, Polonya ve Filipinler için herhangi bir ilişki bulunmamıştır. Bununla birlikte, Birleşik krallık için doğalgaz tüketiminden GSMH'ye, Güney Kore için ise sıvı yakıtlardan GSMH'ye tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Erol ve Yu (1987) çalışmalarında Japonya, Batı Almanya, İtalya, Kanada, Fransa ve Birleşik krallık için 1950-1982 yılları arasında enerji tüketimi ile reel gelir arasındaki ilişki Granger nedensellik analizi ile sınanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Batı Almanya'da enerji tüketiminden reel gelire tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir. Ayrıca hem İtalya hem de Japonya için reel gelirden enerji tüketimine tek yönlü nedensellik saptanmıştır. Bunun yanında önem arz eden bir nokta ise önemli petrol şoklarına sahip dönemler örneklerden hariç tutulduğunda nedensellik ilişkileri ortadan

kalkmaktadır. Bu durum ise sahte nedensellik sonuçlarının oluşabileceğini ifade etmektedir. Böylece enerji ile reel gelir arasında basit ve açık bir nedensellik olmadığı sonucu savunulmaktadır.

Masih ve Masih (1996) çalışmalarında 1955-19911 yılları arasında Hindistan, Pakistan, Malezya, Singapur, Endonezya ve Filipinler için eşbütünleşme analizi ile değişkenler arasındaki ilişki incelenerek Granger nedensellik analizi ile ampirik çalışma yapılmıştır. Uygulanan eşbütünleşme testi sonuçlarına göre Malezya, Singapur ve Filipinler için herhangi bir uzun dönemli ilişki tespit edilmiştir. Bu durumda değişkenler arasındaki ilişki için nedensellik analizi uygulanmayarak VAAR analizi yapılmıştır. Hindistan, Pakistan ve Endonezya arasından eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Bu ülkeler için Granger nedensellik analizi ile uzun dönemli ilişki araştırılmıştır. Hindistan için enerji tüketiminin gelir büyümesine yol açtığı görülmektedir. Aynı zamanda Hindistan için de geçerli olarak bulunmuştur. Bunun yanında Endonezya'da ise gelir değişkeni enerji tüketimine yol açmaktadır. Bu gelirin ekzojen bir şokun ilk reseptörü olduğunu ve enerji tüketimindeki ayarlamayla dengenin yeniden kurulduğunu göstermektedir.

Soytaş ve Sarı (2003) enerji tüketimi ile GSYH arasındaki ilişkiyi G-7 ülkeleri ve Çin hariç yükselen on ekonomi üzerinde incelemiştir. Elde edilen ampirik sonuçlara göre, Türkiye, Fransa, Almanya ve Japonya'da nedensellik enerji tüketiminden GSYH'ye doğru iken İtalya ve Kore için tersi yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Ayrıca Arjantin için nedenselliğin iki yönlü olduğu ifade edilmiştir.

Lee (2006) çalışmasında G-11 için enerji tüketimi ve gelir arasındaki ilişkiyi 1960-2001 yılları aralığında incelemiştir. Birleşik krallık, Almanya ve İsveç için enerji tüketimi ile gelir arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır. Bunun yanında ABD'de iki yönlü nedensellik ilişkisi bulunurken, Kanada, Belçika Hollanda ve İsviçre'de enerji tüketiminden GSYH'ye, Fransa, İtalya ve Japonya'da ise GSYH'den enerji tüketime tek yönlü ilişki tespit edilmiştir.

Narayan ve Smyth (2008) çalışmalarında, G7 ülkeleri için panel veri analizi kullanılarak sermaye birikimi, enerji tüketimi ve reel gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Uzun dönemli ilişki varlığı sınanması yapısal kırılmalara izin verilmesi durumu altında ortaya çıkmaktadır. Bu ilişki sonrası uygulanan Granger

nedensellik analizi sonuçlarına göre sermaye birikimi ve enerji tüketiminin uzun vadede reel GSYH'ye olumlu bir şekilde neden olduğunu görülmüştür. Enerji tüketiminde %1'lik bir artışın reel GSYH'yi % 0.12-0.39 oranında artırdığını ve sermaye birikiminde ki %1'lik artışın reel GSYH'sini % 0.1-0.28 artırdığı tespit edilmiştir.

Apergis ve Payne (2009) yapmış oldukları çalışmalarında 1980-2004 dönemleri arasında altı merkezi Amerika eyaleti için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki panel veri analizi ile araştırmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında hem kısa hem de uzun dönemde anlamlı ilişki bulunmuştur.

Sadorsky (2009a) 1994-2004 yılları arasında 18 gelişmekte olan ülke için panel veri yöntemi ile yenilenebilir enerji tüketimi ve gelir arasındaki ilişki araştırılmaktadır. Panel eşbütünlük tahminleri, kişi başına düşen reel gelirdeki artışın, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Uzun vadede, kişi başına düşen reel gelirde % 1'lik bir artış, gelişmekte olan ülkelerde kişi başına yenilenebilir enerji tüketimini yaklaşık % 3,5 oranında artırmakta olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, kişi başına düşen tüketim fiyatı için uzun vadeli yenilenebilir enerji esneklik tahminleri yaklaşık % 0.70'e eşit olarak hesaplanmıştır.

Sadorsky (2009b) çalışmasında Kanada, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, Birleşik Krallık ve Birleşik devletlerin dahil olduğu G7 ülkeleri için 1980-2005 dönemleri için panel veri analizi ile yenilenebilir enerji tüketimi, gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH), nüfus, CO2 emisyonları ve petrol fiyatları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Panel eşbütünlük ampirik bulgularına göre uzun vadede kişi başına düşen reel GSYH ve kişi başına düşen karbondioksit miktarındaki artışın, kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketiminin arkasındaki temel belirleyiciler olduğunu tespit etmiştir. Petrol fiyatlarındaki artışlar, yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olsa da, daha küçük olarak bulunmuştur. Ampirik analiz sonucunda dengedeki sapmaların çoğunlukla kısa vadeli şoklara karşı hata düzeltme süresinden kaynaklanmakta olduğunu ifade etmiştir. Uzun vadeli dengeden kaynaklanan kısa vadeli sapmaların ise 1,3 yıl (Fransa) ile 7,3 yıl (Japonya) arasında gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Apergis ve Payne (2010a) çalışmalarında yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1985-2005 dönemleri için yirmi OECD ülkeleri için panel veri analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü ilişki saptanmıştır.

Apergis ve Payne (2010b) 1992-2007 dönemleri için Avrasya'da on üç ülke için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi panel veri analizi ile araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar hem kısa dönemde hem de uzun vadede yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki iki yönlü nedensellik göstermektedir.

Apergis ve Payne (2011) çalışmalarında 1980-2006 döneminde, altı merkezi Amerika eyaleti için panel veri analizi ile yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre reel GSYİH, yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi sabit sermaye oluşumu ve işgücü arasındaki uzun vadeli bir denge ilişkisi tespit edilmiştir. Panel hata düzeltme modelinin sonuçları, hem kısa hem de uzun vadede yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki iki yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir.

Bayraktutan vd. (2011) çalışmalarında 1980-2007 dönemi için OECD ülkeleri için yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri yöntemi ile incelemiştir. Analiz, yenilenebilir elektrik üretimi ile ekonomik büyüme arasında uzun vadeli pozitif bir ilişki olduğunu ve bu değişkenler arasında karşılıklı bir nedenselliğin olduğunu göstermektedir. Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminde artış, uzun vadeli büyüme performansının yanı sıra sürdürülebilir kalkınmaya da katkıda bulunmaktadır sonucuna ulaşmıştır.

Li ve diğerleri (2011) çalışmalarında 1985 ve 2007 dönemleri arasında enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Çin'deki 30 eyalet için Doğu Çin ve Batı Çin grupları olmak üzere iki bölgesel grup araştırıyor panel veri analizi ile test etmişlerdir. Ampirik sonuçlar, kişi başına düşen reel GSYİH ile enerji tüketimi değişkenleri arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Uzun vadede kişi başına düşen reel GSYH'deki % 1'lik bir artış, enerji tüketimini yaklaşık% 0,48-0,50 oranında arttırmakta ve buna bağlı olarak Çin'de karbondioksit emisyonunu yaklaşık% 0,41-0,43 oranında arttırmaktadır. Doğu Çin'deki ekonomik büyüme büyük ölçüde

enerjiye bağımlıdır ve doğu Çin'deki enerji tüketiminin gelir esnekliği batı Çin'in 2 katıdır. Karbondioksit emisyonlarının kişi başına düşen GSYH'sinin büyük çaba ile 0,2'den 0,3'e kadar kontrol edilebilmesi mümkün olduğu sonuçlarına ulaşmışlardır.

Menagaki (2011) çalışmasında 1997-2007 yılları arasında 27 Avrupa ülkesi için ekonomik büyüme yenilenebilir enerji ilişkisini panel veri analizi ile test etmiştir. Panel nedensellik testleri yenilenebilir enerji ile sera gazı emisyonları ve istihdam arasındaki kısa süreli ilişkileri ortaya koysa da, ampirik sonuçlar yenilenebilir enerji tüketimi ile GSYH arasındaki nedenselliği doğrulamamaktadır. Avrupa boyunca yenilenebilir enerji kaynaklarının dengesiz bir şekilde dağılmasının bu sonucu desteklediği ifade edilmektedir.

Apergis ve Payne (2012) çalışmalarında 1990-2007 döneminde 80 ülkeye ait yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki panel veri analizi çerçevesinde incelenmiştir. Panel hata düzeltme modelinin sonuçları, hem kısa hem de uzun vadede yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki iki yönlü nedensellik ortaya koymaktadır. Ayrıca, iki enerji kaynağı arasında ikame edilebilirliğin göstergesi olarak yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi arasında iki yönlü kısa süreli nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Marques ve Fuinhas (2012a) 24 Avrupa ülkesi için 1990-2007 yılları arasında enerji tüketimi ve enerji bağımlılığın büyüme üzerindeki etkisini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, yenilenebilir kaynakların teşvik edilmesinin yüksek maliyetleri muhtemelen ekonomiye aşırı derecede yüklenmektedir, yani elektrik tarifelerinin maliyetlerini artırarak ekonomik faaliyetlerde bir yavaşlamaya neden olmaktadır. Fosil yakıtların büyüme üzerine farklı etkileri olduğu belirtilse de doğal gazın büyüme üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Salim ve Rafiq (2012) 1980-2006 dönemleri için yenilenebilir enerji tüketiminin proaktif olarak hızlandırılmasını öngören altı büyük gelişmekte olan ekonomiyi (Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, Filipinler ve Türkiye) panel veri analizi ile yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicileri incelenmektedir. Ampirik sonuçlara göre uzun vadede, yenilenebilir enerji tüketimi, Brezilya, Çin, Hindistan ve Endonezya'da gelir ve kirlenici emisyon ile önemli ölçüde belirlenmektedir. Bunun yanında Filipinler ve Türkiye'de ise esas olarak gelir ile belirlendiği tespit edilmiştir. Nedensellik ilişkisinde

yenilenebilir enerji ve gelir arasında, ayrıca yenilenebilir enerji ile kirletici emisyon arasında kısa vadede çift yönlü olarak ifade edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre enerji verimliliğini artırarak karbon yoğunluğunu azaltmak için gelişmekte olan ülkelerin üstlendiği çabaların gerekliliği ve genel enerji karışımında yenilenebilir payın önemli ölçüde artırılması gerekliliği olarak tespit edilmiştir.

Tuğcu vd. (2012) çalışmalarında yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki klasik ve artmış üretim fonksiyonlarını kullanarak uzun vadeli ve nedensellik ilişkilerin araştırılması ve yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları arasında bir karşılaştırma yapmıştır. Bunun için 1980–2009 döneminde G7 ülkelerinde ekonomik büyüme için hangi tip enerji tüketimi daha önemli olduğu eşbütünleşme yaklaşımı için Otoresif Dağıtılmış gecikme yaklaşımı kullanılarak araştırılmıştır. Uzun vadeli tahminler, yenilenebilir ya da yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme ve artırılmış üretim fonksiyonu için önemli olduğunu düşündükleri ilişkiyi açıklamakta daha etkili olduğunu göstermiştir. Öte yandan, klasik üretim fonksiyonu durumunda tüm ülkeler için iki yönlü nedensellik bulunmasına rağmen, üretim fonksiyonu arttığında her ülke için karışık sonuçlar ortaya çıkmakta şeklinde ifade etmişlerdir.

Omri (2013) çalışmasında 14 MENA ülkesi için 1990-2011 periyodu arasında karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri analizi ile test etmiştir. Ampirik sonuçlarına göre enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü bir nedensellik ilişki olduğu görülmüştür. Ancak sonuçlar, enerji tüketiminden karbondioksit salınımlarına geri dönüş etkisi olmaksızın tek yönlü nedenselliğin ortaya çıkmasını desteklemektedir ve bir bütün olarak bölge için ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonları arasında iki yönlü bir nedensellik ilişki bulunmaktadır. Çalışma bunlara ek olarak çevre ve enerji politikalarının, MENA bölgesinde sürdürülebilir ekonomik büyümeyi sürdürmek için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki bağın farkını tanıması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Apergis ve Payne (2014) 1980-2010 dönemleri arasında yedi orta Amerika eyaleti için panel veri analizi ile kişi başına yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicilerini inceliyor. Çalışmada özellikle, kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına düşen reel GSYİH, kişi başına karbon emisyonu, gerçek kömür fiyatları ve ilgili

katsayılar ile gerçek petrol fiyatları arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Eşbütünleşme ilişkisinde yapısal kırılma, 2002 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını genişletmek amacıyla Orta Amerika inisiyatifi ile Enerji ve Çevre Ortaklığı'nın kurulmasıyla aynı zamana denk geldiği tespit edilmiştir. Eşbütünleşme ilişkisinde yapısal kırılma, 2002 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını genişletmek amacıyla Orta Amerika inisiyatifi ile Enerji ve Çevre Ortaklığı'nın kurulmasıyla aynı zamana rastlamaktadır. Elde edilen bulgulara göre kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketiminin reel kömür ve petrol fiyatları üzerindeki etkisi 2002 öncesi döneme göre güçlenmiş ve kişi başına düşen reel GSYİH 'nın kişi başına karbon emisyonuna olan duyarlılığı artmıştır sonucuna ulaşılmıştır.

Bölük ve Mert (2014) çalışmalarında 16 Avrupa Birliği ülkesi için 1990-2008 yılları aralığını kapsayan kişi başına sera gazı emisyonları ( $CO_2$ ), kişi başına reel GSYH ve toplam enerji tüketimi arasındaki ilişki araştırılmıştır. Tahmin edilen modelde yenilenebilir enerji tüketiminin AB ülkelerinde fosil enerji tüketimi sonucu ortaya çıkan sera gazı emisyonları yaklaşık olarak yarı yarıya düşürdüğü tespit edilmiştir. Bu sonuçlar yenilenebilir enerji teknolojilerine geçişin çevresel hedeflerin gerçekleştirilmesinde önemli bir rol oynayacağını ifade etmektedir. Elde edilen bulgulara göre yenilenebilir düzenlemeler kişi başına düşen  $CO_2$  emisyonlarında önemli azalmalar sağlayacağını vurgulamaktadır.

Salim ve Shafiei (2014) çalışmalarında 1980- 2011 dönemine ait STIRPAT modeli ve verileri kullanılarak kentleşmenin OECD ülkelerinde yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Toplam nüfus, kentleşme ve nüfus yoğunluğunu içeren demografik faktörler, özellikle yenilenemeyen enerji tüketimine ilişkin olarak önemli faktörler olarak bulunmuştur. Sonuçlar ayrıca, toplam nüfusun ve kentleşmenin yenilenemeyen enerji tüketimini olumlu yönde etkilediğini, nüfus yoğunluğunun yenilenemeyen enerji tüketimi üzerinde olumsuz bir etki yarattığını ortaya koymaktadır. Demografik faktörlerden sadece toplam nüfus yenilenebilir enerji üzerinde önemli bir etkisi tespit edilmiştir. Granger nedensellik sonuçları ise kısa dönemde yenilenemeyen enerji kullanımından nüfus yoğunluğuna tek yönlü bir ilişki varlığını tespit etmiştir. Ancak, kentleşme ile yenilenemeyen enerji kullanımı arasında ve



yenilenebilir enerji kullanımı ile demografik faktörler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunmamıştır.

Chang vd. (2015) çalışmalarında 1990-2013 dönemleri arasında G7 ülkeleri için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki panel veri analizi yöntemi ile incelemiştir. Ampirik sonuçlara göre Almanya, İtalya, İngiltere ve ABD için herhangi bir nedensel ilişki tespit edilmezken, Fransa, Kanada ve Japonya için yenilenebilir enerjiden GSYH'ye tek yönlü bir nedensellik vardır.

Aslan ve Öcal (2016) çalışmalarında ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, sermaye ve işgücü arasındaki ilişki yeni Avrupa birliği ülkeleri için 1990-2009 yılları arasında test etmiştir. Çalışmada ARDL ve asimetrik nedensellik yaklaşımı uygulanmıştır. Ampirik sonuçlara göre, yenilenebilir enerji tüketiminin incelen tüm ülkelerde ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkisi olduğu fakat yalnızca Bulgaristan, Estonya, Polonya ve Slovenya istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca Kıbrıs, Estonya, Macaristan, Polonya ve Slovenya'da herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Çek cumhuriyeti için ise ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine tek yönlü bir ilişki varlığı tespit edilmiştir. Bulgaristan için ise yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi varlığına rastlanmıştır.

Bildirici (2016) dünyada yüksek büyüme gösteren ülkelere Brezilya, Kanada, Finlandiya, Fransa, Japonya, Meksika, ABD, Birleşik Krallık ve Türkiye için 1980'den 2011'e kadar yıllık veriler ile hidro enerji tüketimi ile reel GSYH arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Kısa dönemli nedensellik sonuçlarına göre yüksek gelirli OECD ülkelerinde hidro enerji tüketiminden büyümeye bir nedensellik tespit eden büyüme hipotezi tespit edilirken, Brezilya, Fransa, Meksika ve Türkiye için ekonomik büyümeden hidro enerji tüketimine doğru nedenselliği ifade eden koruma hipotezi tespit edilmiştir. uzun dönemli nedensellik sonucuna göre ise Brezilya ve Fransa dışındaki tüm ülkeler için iki yönlü nedensellik desteklenmektedir. Hidro elektrik enerji tüketimindeki artış ekonomik büyümeyi arttırmakta ya da tersi durum geçerlidir.

İnglesi-Lotz (2016) çalışmasında 1990-2010 aralığında OECD ülkeleri için yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik koşullar üzerindeki etkisini Cobb-Douglas üretim fonksiyonu çerçevesinde nicel olarak araştırmaktadır. Ampirik analiz sonuçlarına

göre, reel GSYH, toplam yenilenebilir enerji tüketimi, reel brüt sabit sermaye, istihdam ve AR-GE harcamaları arasında uzun dönemli ilişki eşbütünleşme analizi ile varlığı sınanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre enerji tüketiminde %1'lik bir artış GSYH'yi %0.105 oranında arttıracaktır.

Destek ve Aslan (2017) çalışmalarında yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin 17 gelişmekte olan ekonomide ekonomik büyüme üzerindeki etkisi 1980-2012 yılları aralığında araştırılmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi öz konusu olduğunda nedensellik testi sonuçları yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye tek yönlü nedenselliğin yalnızca Peru için geçerli olduğunu göstermektedir. Ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru nedensellik ise Kolombiya ve Tayland için bulunmuştur. Çift yönlü nedensellik ise Yunanistan ve Güney Kore ülkeleri için geçerlidir. Bunu yanında Brezilya, Şili, Mısır, Hindistan, Endonezya, Malezya, Filipinler, Meksika, Portekiz, Güney Afrika ve Türkiye için herhangi bir nedensel bağlantı bulunmamıştır. Yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler incelendiğinde Çin, Kolombiya, Meksika ve Filipinler için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye tek yönlü, Mısır, Peru ve Portekiz için ekonomik büyümeden enerji tüketimine tek yönlü, Türkiye için ise çift yönlü ilişki vardır. Brezilya, Şili, Yunanistan, Hindistan, Endonezya, Güney Kore, Malezya, Güney Afrika ve Tayland için yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir ilişki varlığına rastlanmamıştır.

Ito (2017) 42 gelişmiş ülke için 2002-2011 yılları aralığında panel veri analizi yöntemi ile  $CO_2$  emisyonu, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki bağlantıyı incelemiştir. Ampirik sonuçlara göre, yenilenemeyen enerji tüketiminin gelişmekte olan ülkeler için ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etki yarattığı görülmektedir. Yenilenebilir enerjinin tüketiminin ise uzun vadede ekonomik büyümeye olumlu bir katkısı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminin  $CO_2$  emisyonlarında azalmaya katkıda bulunduğu tespit edilmiştir.

Koçak ve Şarkgüneşi (2017) çalışmalarında 1990-2012 dönemleri için 9 Karadeniz ve balkan ülkesi bağlamında yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerinde etkisini geleneksel üretim fonksiyonu çerçevesinde araştırmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre Bulgaristan, Yunanistan, Makedonya, Rusya ve Ukrayna için yenilenebilir

enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliği ifade eden büyüme hipotezi geçerlidir. Koruma hipotezinin geçerli olduğu ülkeler Arnavutluk, Gürcistan ve Romanya'dır. Türkiye'de ise herhangi bir ilişki tespit edilmemiş ve tarafsızlık hipotezi geçerlidir.

### **2.5.2. Yenilenebilir Enerji'nin Politik ve Makro Ekonomik Belirleyicilerine İlişkin Literatür**

Yenilenebilir enerji tüketimi iktisadi açıdan sürdürülebilir kalkınma bağlamında önem arz eden bir konuma geçtikçe, politik ve makro açıdan belirleyicilerine ait literatürde gelişmeye başlamıştır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar "Marques vd. (2010), Marques vd. (2011), Popp vd. (2011), Marques ve Fuinhas (2012b), Aguirre ve Ibikunle (2014), Polzin vd. (2015), Biresselioğlu vd. (2016), Cadoret ve Padovano (2016), Kılınç Ata (2016), Lucas vd. (2016), Papiez vd. (2018)" açıklanırsa eğer;

Marques vd. (2010) Avrupa ülkeleri için 1990-2006 dönemleri için panel veri metodu kullanarak yenilenebilir enerjiyi destekleyen etmenleri araştırmıştır. Elde edilen bulgulara göre hem geleneksel enerji kaynakları lobisi hem de karbondioksit emisyonları yenilenebilir enerjinin yayılmasını engellemektedir. Enerji bağımlılığını azaltmak amacı ile yenilenebilir enerji teşvik edilmelidir bunun için ise Avrupa Birliği kararları destekleyen sağlam bir direktif oluşturup teşvik mekanizması harekete geçirilmelidir.

Marques vd. (2011) çalışmalarında 1990-2006 yılları arasında 21 Avrupa Birliği (AB) üyesi ve 3 AB üyesi olmayan ama aday olan İzlanda, İsviçre ve Türkiye dahil 24 ülke için toplam yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicileri araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre, yenilenebilir enerjiyi teşvik eden politikaların, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranlarına göre dağılması gerekliliği, özellikle başlangıç aşamalarında geleneksel fosil yakıt lobilerinden gelen baskılara karşı mücadele edilmesi gerekliliği sonucuna ulaşmıştır.

Popp vd. (2011) yaptıkları çalışmada 1991-2004 dönemleri arasında 26 OECD ülkesi için rüzgar, güneş, jeotermal ve biokütle ve atıktan elde edilen elektrikten yatırımları değerlendiriyorlar. Çalışmada teknolojik değişimin yenilenebilir enerji kapasitesine olan yatırım üzerindeki etkisini değerlendirmek için PATSTAT veri tabanı

kullanılmıştır, bu teknolojilerin her biri için kapsamlı bir patent listesi elde edilmiştir. Her patent adedi için, küresel teknolojik sınırı temsil eden bilgi stokları oluşturularak, teknolojik gelişmelerin daha büyük yatırımlara yol açtığını, ancak etkinin küçük olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre hidroelektrik ve nükleer güç gibi diğer karbon içermeyen enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar, yenilenebilir enerjinin yerine geçebilir.

Marques ve Fuinhas (2012) 1990-2017 arasında 23 AB üyesi ve aday üye ülkeleri için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını açıklarken yenilenebilir kaynakları destekleyen kamu politikalarının gücünü analiz etmiştir. Ulusal Enerji Ajansı (IEA) tarafından kategorize edilen tüm kamu politikalarının etkin rolünün ampirik bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Tarife garantisi gibi teşvik/sübvansiyon politikalarının ve stratejik planlama gibi politika süreçlerinin ilgililenen Avrupa ülkelerinde yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmekte etkili olmaktadır. Bu dönemler için kirliliğin yenilenebilir enerjinin gelişmesini teşvik etmek için yeterince güçlü bir rol oynamadığını tespit edilmiştir.

Aguirre ve Ibikunle (2014) çalışmalarında 1990-2010 dönemleri arasında AB, OECD ve BRICS ülkelerini içeren için 38 ülke için yenilenebilir enerji büyümesinin belirleyicilerini araştırmıştır. Sonuçlar,  $CO_2$  emisyon seviyelerinin yenilenebilir enerji kaynakları dağılımının önemli bir göstergesi olduğunun enerji ithalat seviyesinin ise bir etken olmadığını göstermektedir. Enerji kullanımını ise yenilenebilir enerji ile negatif bağlantılıdır. Sanayi sektörü için yüksek elektrik kullanım oranlarının da yenilenebilir enerji yatırımlarının azalmasına yol açmaktadır, bu da yenilenebilir enerjinin elektrik fiyatlarının düşürülmesine yardımcı olabileceğini göstermektedir. Bunun yanında bazı devlet destekli enerji politikalarının yenilenebilir enerji yatırımlarını engellediğini ve dolayısıyla politika tasarımında önemli başarısızlıklara yol açtığını göstermektedir. Son olarak fosil enerji ve nükleer enerji lobilerinin politikaların uygulanmasının önünde bir engel olduğu ifade etmektedirler.

Polzin vd. (2015) çalışmalarında 2000-2011 yılları aralığında çeşitli OECD ülkeleri için kamu yatırımcılarının elektrik üretim kapasitesindeki yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde kamu politikası tedbirlerinin etkisini incelemiştirler. Rüzgar, güneş, biyokütle enerjisi sektörleri için sonuç vermektedir. Ampirik analiz sonuçlarına göre enerji sektöründeki tamamlayıcı geçişlerin yanında gelecekte kurulacak yenilenebilir enerji

kapasiteleri ile ilgili net bir vizyon ve politik çerçevenin oluşturulmasının zorunlu olduğu tespit edilmiştir. Piyasa koşullarına ve teknolojik ilerlemelere göre önlemlerin ayarlanması gerekmektedir.

Biresselioğlu vd. (2016) çalışmalarında 1997 ve 2014 yılları arasında Avrupa ve Avrupa dışındaki OECD ülkelerini kapsayan analizde Sisten Genelleştirilmiş Momentler Metodu (Sistem GMM) ile dünyadaki kurulu rüzgar kapasitesi gelişimi üzerindeki politik, ekonomik ve çevresel faktörlerin etkisini analiz edilmiştir. rüzgar kapasitesini geliştirmek için, kişi başına düşen GSYH, karbondioksit emisyon üretimi, doğrudan yabancı yatırım stoku, toplam enerji ithalat bağımlılığı, elektrik üretiminde rüzgar ve hidrojenin payları ve elektrik fiyatı değişkeni kullanılmıştır. Ampirik sonuçlara göre GSYH değişkeninin tüm örneklem için sürdürülebilir kurulu rüzgar kapasitesinin gelişimi için ekonomik temel sağladığı görülmektedir. Bunun yanında daha yüksek enerji yoğunluğunun rüzgar enerjisi yatırımın yanı sıra daha yüksek elektrik fiyatları ve karbon emisyon seviyelerini tetiklediği tespit edilmiştir. enerji ithalat bağımlılığının ise tüm örneklem için olumsuz bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Cadoret ve Padovano (2016) 2004-2011 yıllarını kapsayan çalışmalarında 26 AB ülkesi için yenilenebilir enerjinin yayılmasındaki politik faktörleri yönetim kalitesi, lobilerin etkisi, hükümet ideolojisi değişkenleri ile sınıanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre imalat sanayi endüstrisinin lobi faaliyetinin yenilenebilir enerji yönetimini etkin bir şekilde geciktirdiği, standart yönetim kalitesi ölçümlerinin de olumlu bir etki yarattığı görülmüştür. Çevre ve enerji politikası analiz sonuçları ise kişi başına düşen gelir yenilenebilir enerji dağılımı üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu gösterirken, ekonomik büyümenin nötr etkisi vardır.

Kılınç Ata (2016) çalışmasında 27 AB ülkesi ve 50 ABD eyaleti için 1990-2008 dönemlerini kapsayan panel veri analizi yöntemi uygulayarak, yenilenebilir enerjinin dağılımında politika araçlarının etkisini tarife garantisi, kotalar, ihaleler ve vergi teşvikleri ile araştırmaktadır. Elde edilen ampirik bulgulara göre tarife garantisi ve ihaleler ve vergi teşviklerinin hem AB hem de ABD'de yenilenebilir enerji dağıtım kapasiteleri üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca kota değişkeninin istatistiksel olarak anlamlı bir katkısı bulunmamıştır.

Lucas vd. (2016) enerji güvenliği için ithalat bağımlılığını kullanarak yenilenebilir enerji dağıtımına etkisini 21 AB ülkesi için 1990-2013 dönemleri için araştırılmıştır. Elde ettikleri bulguları, (a) yenilenebilir enerji kaynaklarının dağıtımının daha sürdürülebilir enerji politikasına kaymasına bir neden olmasının yanında çevresel kaygılarda dahil olmak üzere enerji güvenliği stratejilerinin bir kombinasyonudur. (b) farklı enerji güvenliği stratejileri arasında, yenilenebilir enerji dağılımı yoluyla enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, bağımlılığı azaltmak için yenilenebilir enerji kaynakları daha tutarlı bir stratejidir şeklinde özetlemiştir.

Papiez vd. (2018) çalışmalarında 26 AB ülkesi için 1995-2014 dönemleri aralığında yenilenebilir enerji kaynaklarının temel belirleyicilerini araştırmıştır. Çalışmaları üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada 1995'den 2014'e AB ülkelerindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının dağılımı incelenmiştir. Farklı enerji kaynakları arasındaki korelasyonları yakalayabilmek için temel bileşenler analizi (PCA) kullanılmıştır. İkinci aşamada 1995 yılında enerji yelpazesine katkıda bulunan ana unsurları belirlemek için tekrardan PCA yapılmıştır. Son olarak ise yenilenebilir enerji geliştirmede kilit faktörleri etkisi analiz edilmiştir. Çalışmanın en genel sonucu yenilenebilir enerjide düşük paya sahip ülkelerin nispeten yüksek enerjili ve fosil yakıtlar bakımından kendi kendine yetebilen ülkeler olduğu görülmüştür. İki ülke grubu dikkat çeken sonuçlara ulaşmıştır. Kömür kaynaklarına sahip ülkeler (Polonya, Çek Cumhuriyeti, Bulgaristan, Estonya) ve doğalgaz kaynaklarına sahip ülkeler (Hollanda, Birleşik Krallık, Romanya). Bunun yanında diğer faktörler açısından bakıldığında önemli bir sonuç olarak kişi başına düşen enerji tüketiminin yenilenebilir enerjinin gelişmesini engellediği sonucuna ulaşılmıştır.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ, AMPİRİK ANALİZ VE BULGULAR

#### 3.1. Araştırmanın Yöntemi

Çalışmada Hasiao (2003:1) tarafından belirli bir zaman dilimi içerisinde bir örnekleme her bir birey için çoklu gözlem sağlayan bir veri kümesini ifade eden boyamsal -panel- veri seti kullanılacaktır. Örneklemeimize ait değişkenler arasında panel veri analizi yöntemi ile her bir ülke için sonuçlar elde edilmeye çalışılacaktır. Çalışmanın devamında uygulanacak olan testlere ait metodolojik altyapı bu bölümde verilecektir. Çalışmada uygulanacak testler;

- ♦ Kesitler arası yatay kesit ilişkisini araştıran; Breusch ve Pagan (1980) ve Pesaran(2004) yatay kesit bağımlılığı testleri
- ♦ Panel Homojenite Peseran ve Yamagata (2008) Testi
- ♦ Pesaran (2007,CADF) Panel birim kök testi (yapısal kırılmasız)
- ♦ Yapısal Kırılmaları İçermeyen Westerlund ve Edgerton (2007) LM Bootstrap Eşbütünleşme Testi
- ♦ Yapısal Kırılmasız Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayıları Tahmini Pesaran (2006) CCE ve Eberhardt ve Teal (2010) AMG Testleri
- ♦ Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) Panel Nedensellik Testi

#### 3.1.1. Panel Yatay Kesit Bağımlılığı, Breusch ve Pagan (1980); Peseran (2004) ve Peseran vd (2008) Testleri

Hata terimlerinin kesitler arasındaki bağımlılığını görmezden gelmek ciddi sonuçlar doğurabilmektedir. İktisada dayalı panel veri uygulamalarında hataların kesitler arasındaki korelasyonun varlığı bir istisnadan ziyade kural olması muhtemeldir. Bu yüzden çalışmanın ilk aşamasında değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının varlığı test edilmelidir. (Chudik ve Pesaran, 2015: 3).

Düzen içermeyen kesit gözlemleri durumunda yatay kesit bağımlılık testleri çift yönlü hata korelasyonlarının ( $\rho_{ij}$ ) tahminlerine dayanır ve T ( zaman boyutu) yeterince büyük olduğu zaman geçerlidir. Bu durum altında nispeten güvenilir  $\rho_{ij}$  tahminleri elde edilir. Bu tip teste örnek ise Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen Lagrange çarpanı (LM) testi tüm çift yönlü korelasyonların sıfır olduğu (tüm  $i = j$  için  $\rho_{ij}=0$ ) boş hipotezi sınamaktadır. Bu test çift yönlü korelasyonların kare tahminlerinin ortalamasına dayanmaktadır. Standart süreklilik koşulu altında asimptotik olarak ( $T \rightarrow \infty$ ) ve  $N(N-1)/2$  serbestlik derecesi ile ki-kare ( $\chi^2$ ) dağılıma sahiptir. LM testi nispeten büyük N koşulu olan paneller için aşırı büyük olma eğilimindedir.

Bu durumu ortadan kaldırmak için Pesaran (2004);  $CD_{lm}$ ,  $CD$  testlerini geliştirmiştir. Çalışmanın devamı için izlenecek basit panel regresyon modeli;

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_i' x_{it} + u_{it} \quad (3.1)$$

Olmaktadır, burada, kesit boyutu,  $i=1,2,\dots,N$  ve zaman boyutu  $t=1,2,\dots,T$ 'dir.  $\alpha_i$  eğim katsayısı iken ve  $\beta_i$  kompakt bir set üzerinde tanımlanmıştır ve i boyunca değişmesine izin verilir.  $x_{it}$  gözlemde zamana göre değişen regresörlerin k boyutlu bir vektörünü ve  $y_{it}$  gecikmeli değerleri ifade etmektedir. Tüm  $i, u_{it} \square IID(0, \sigma_{ii}^2)$  burada IID (independent identically distributed, bağımsız özdeş dağılım). Bu regresyon modeli üzerine uygulanarak elde edilen Pesaran (2004) de Breuch ve Pagan (1980)'e dayanarak ifade edilen test istatistiği;

$$CD_{LM} = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \quad (3.2)$$

$\hat{\rho}_{ij}$ , kalıntıların çift-yönlü korelasyonunun örnek tahminidir, özellikleri;

$$\hat{\rho}_{ij} = \hat{\rho}_{ji} = \frac{\sum_{t=1}^T e_{it} e_{jt}}{\left( \sum_{t=1}^T e_{it}^2 \right)^{1/2} \left( \sum_{t=1}^T e_{jt}^2 \right)^{1/2}} \quad (3.3)$$



Ve  $e_{it}$ ,  $u_{it}$ 'nin En küçük kareler yöntemi ile elde edilmesidir.

$CD_{LM}$  testi asimptotik olarak  $N(N-1)/2$  serbestlik derecesi ile ki-kare dağılımına sahiptir ve  $N \rightarrow \infty$  durumunda ise bu test geçerli değildir.

Bu durum dolayısıyla  $N$  ve  $T$ 'nin büyük olması durumunda kullanılacak bir başka test istatistiğini Pesaran (2004) şu şekilde ifade etmektedir;

$$CD_{lm} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T \hat{\rho}_{ij}^2 - 1) \quad (3.4)$$

Bu test istatistiği sonucunda  $CD_{LM} \overset{a}{\square} N(0,1)$ ,

Pesaran (2004) tarafından son olarak elde edilen test istatistiği ise  $N$  büyük  $T$  küçük olması durumunda kullanılmaktadır;

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left( \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^n \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (3.5)$$

Son olarak Pesaran vd (2008) tarafından LM istatistiğinin küçük örnek yanlılığını düzeltmek için geliştirilen ilk olarak  $T \rightarrow \infty$  ardından  $N \rightarrow \infty$  olması durumu için test istatistiği;

$$LM_{adj} = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{(T-k) \hat{\rho}_{ij} - \mu_{Tij}}{\mu_{Tij}} \quad (3.6)$$

$$LM_{adj} \rightarrow_d N(0,1)$$

şeklinde elde edilen dört test istatistiği ile seriler arasında yatay kesit bağımlılığı sınanmaktadır çalışmanın analiz bölümünde ampirik bulgular değerlendirilecektir.

### 3.1.2. Panel Homojenite Pesaran ve Yamagata (2008) Testi

Pesaran ve Yamagata (2008: 51) tarafından eğim katsayısı homojenliğinin araştırıldığı çalışmanın temelini Swamy'nin (1970) kesit boyutunun zaman boyutundan büyük olduğu panel veri uygulaması temel alınmıştır. Elde edilecek test istatistiklerinden  $\hat{\Lambda}$ ,  $\hat{S}$  ifade edilen Swamy istatistiğinden faydalanmaktadır. Diğer test istatistiği olan  $\tilde{\Lambda}$ ,

Swamy istatistiğinin modifiye edilmiş bir versiyonu olan her bir enine kesit birimleri için regresyon standart hatalarının sıradan en küçük kareler yöntemi yerine toplanmış sabit etkiler yöntemi ile elde edilmektedir. ilgili testlere ait prosedür izlenecek olursa ilk olarak N sabit olduğu  $T \rightarrow \infty$  durum için geçerli ilk istatistiğimiz;

$$\hat{S} = \sum_{i=1}^N (\hat{\beta}_i - \hat{\beta}_{WFE})' \frac{X_i' M_{\tau} X_i}{\hat{\sigma}_i^2} (\hat{\beta}_i - \hat{\beta}_{WFE}) \quad (3.7)$$

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{(y_i - X_i \hat{\beta}_i)' M_{\tau} (y_i - X_i \hat{\beta}_i)}{(T - k - 1)} \quad (3.8)$$

Ve  $\hat{\beta}_{WFE}$  eğim katsayılarının ağırlıklı toplam etkiler tahmin edicisidir.

$$\hat{\beta}_{WFE} = \left( \sum_{i=1}^N \frac{X_i' M_{\tau} X_i}{\hat{\sigma}_i^2} \right)^{-1} \sum_{i=1}^N \frac{X_i' M_{\tau} y_i}{\hat{\sigma}_i^2} \quad (3.9)$$

Yukarıdaki istatistiki formlardan hareketle elde edilen küçük örneklerde kullanılan  $\tilde{\Delta}$  istatistiği ile büyük örnekleme uyarlanmış  $\tilde{\Delta}_{adj}$  istatistiği ise;

$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N} \left( \frac{N^{-1} \tilde{S} - k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (3.10)$$

$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left( \frac{N^{-1} \tilde{S} - E(\tilde{z}_{iT})}{\sqrt{Var(\tilde{z}_{iT})}} \right) \quad (3.11)$$

Elde edilen test istatistiklerine ait hipotezler ise ;

$$H_0 : \beta_i = \beta \quad \text{tüm } i\text{'ler için}$$

$$H_1 : \beta_i \neq \beta_j \quad \text{ikili eğimleri sıfır olmayan tüm } i \neq j \text{ için şeklindedir.}$$

### 3.1.3. Yapısal Kırılmaları İçermeyen Panel Pesaran (2007) CADF Birim Kök Testi

CADF testinin en önemli noktası kesitler için tek tek sonuç vermesidir. Pesaran (2007: 268-275) çalışmasında test işleyişini;

$$y_{it} = (1 - \phi_i)\mu_i + \phi_i y_{i,t-1} + u_{it}, i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (3.12)$$

$$\text{Hata terimi; } u_{it} = \gamma_i f_t \varepsilon_{it} \text{ şeklinde formülize etmektedir.} \quad (3.13)$$

$f_t$  gözlemlenmemiş ortak etkiyi,  $\varepsilon_{it}$  ise bireysel özgül hatayı ifade etmektedir.

Denklem 2.12 ve 2.13 bir arada uygun bir ifade ile yazılırsa;

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \gamma_i f_t + \varepsilon_{it} \quad (3.14)$$

Elde edilmiş olur. Burada  $\alpha_i = (1 - \phi_i)\mu_i$ ,  $\beta_i = -(1 - \phi_i)$  ve  $\Delta y_{it} = y_{it} - y_{i,t-1}$  göstermektedir. Birim kök testi için ise asıl önemli olan nokta  $\phi_i = 1$  olması durumu olarak ifade edilirse bu durumda hipotezler;

$$H_0 : \beta_i = 0 \text{ tüm } i \text{ 'ler için}$$

$$H_1 : \beta_i < 0, i = 1, 2, \dots, N_1, \beta_i = 0, i = N_1 + 1, N + 2, \dots, N$$

Genişletilmiş Dickey-Fuller (CADF) regresyonu;

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + b_i y_{i,t-1} + c_i \bar{y}_{t-1} + d_i \Delta \bar{y}_t + e_{it} \quad (3.15)$$

Panel sonucunu almak istediğimiz zaman ise,

$$CIPS(N, T) = t - bar = N^{-1} \sum_{i=1}^N t_i(N, T) \quad (3.16)$$

### 3.1.4. Yapısal Kırılmaları İçermeyen Westerlund ve Edgerton (2007) LM Bootstrap Eşbütünlük Testi

Westerlund ve Edgerton (2007: 186) çalışmasında McCoskey ve Kao (1998) tarafından geliştirilen yatay kesit bağımlılığını içermeyen LM test istatistiğinin yatay kesit bağımlılığını içermesi durumundaki test istatistiği prosedürü;

$$y_{it} = \alpha_i x'_{it} \beta_i + z_{it} \quad (3.17)$$

$t=1, \dots, T$  zaman serisi ve  $i=1, \dots, N$  yatay kesit endeksini ifade etmektedir.  $x_{it}$   $K$  boyutuna sahip ve rassal yürüyüş süreçlerine sahip olduğu varsayılan regresörü ve  $z_{it}$  ise;

$$z_{it} = u_{it} + v_{it} \text{ bununla birlikte } v_{it} = \sum_{j=1}^t \eta_{ij} \text{ şeklindedir ve } \eta_{ij} \sim \text{IID}, (\eta_{it}) = \sigma_i^2$$

dir.

Vektör  $w_{it} = (u_{it}, \Delta x'_{it})'$  tahmin edici ile doğrusal bir süreçtir.

$$w_{it} = \sum_{j=0}^{\infty} \alpha_{ij} e_{it-j} \quad (3.18)$$

Denklemden  $e_{it}$ 'in  $t$  boyunca iid dağılan sıfır hata olduğu durumda  $\alpha_{ij}$ 'in olağan toplanma koşullarını yerine getirdiği varsayılır.

Bu çalışmanın önemli yanı eşbütünlük varlığını boş hipotez ile sağlarken eşbütünlük yoktur savını ise alternatif hipotez ile sağlamaktadır. Hipotezler aşağıdaki notasyonlarda ifade edilmektedir;

$$H_0 : \sigma_i^2 = 0 \text{ tüm } i\text{'ler için,}$$

$$H_1 : \sigma_i^2 > 0 \text{ bazı } i\text{'ler için şeklindedir.}$$

McCoskey ve Kao (1980) tarafından işaret edilen yatay kesit bağımlılığının olmaması durumunda test istatistiği;

$$LM_N^+ = \frac{1}{NT^2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{\omega}_i^{-2} S_{it}^2 \quad (3.19)$$

Şeklindedir. Burada  $S_{it}$ ,  $\hat{z}_{it}$ 'in kısmi toplamlar süreci,  $z_{it}$ 'in ise değiştirilmiş hali iken  $\hat{\omega}_i$  ise  $u_{it}$ 'in  $\Delta x_{it}$  üzerinde ki uzun vadeli varyansını oluşturmaktadır.

### 3.1.5. Yapısal Kırılmasız Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayıları Tahmini Pesaran (2006) CCE ve Eberhardt ve Teal (2010) AMG Testleri

Pesaran (2006) çalışmasında kesitlere özgü olan, sabit ve eksojen ortak faktörleri varsaymaktadır. Elde ettiği test istatistikleri sonucunda ortak ilişkili etkiler (common correlated effects, CCE) varsayımı aşağıda ifade edilecek olan test istatistiği adımları ile sınavacaktır;

$y_{it}$ , t için i ye ait yatay kesit birim zaman gözlemini vermektedir.  $i=1,2,\dots,N$  iken  $t=1,2,\dots,T$  olan doğrusal panel veri modeline göre üretildiği varsayımı altında ;

$$y_{it} = \alpha_i' d_t + \beta_i' x_{it} + e_{it} \quad (3.20)$$

Burada,  $d_t$  gözlemlenen ortak etkilerin  $n \times 1$  vektörüdür.  $x_{it}$  ise t zaman kesiti birimi üzerinde gözlemlenen spesifik regresörlerin  $k \times 1$  vektörüdür. Hatalar ise çok faktörlü yapıya sahiptir,

$$e_{it} = \gamma_i' f_t + \varepsilon_{it} \quad (3.21)$$

$f_t$  gözlemlenmemiş ortak etkilerin  $m \times 1$  faktörüdür.  $\varepsilon_{it}$  ise bağımsız olarak dağıtılan  $d_t$ ,  $x_{it}$ 'in bireysel hatasıdır. Genel olarak prensibi ifade edilen CCE tahmincisine ait her bir yatay kesit için test istatistiği ( $\hat{b}_i$ ) aşağıda ifade edilecektir. Pesaran (2006: 982-986) eğim katsayısının heterojen olduğu durumda kullanılabilir olan CCE ortalama grup (MG,  $\hat{b}_{MG}$ ) tahmincisi ile homojen olması durumunda kullanılabilir toplanmış (pooled,  $\hat{b}_p$ ) modelini de üretmiştir ;

$$\hat{b}_{MG} = N^{-1} \sum_{i=1}^N \hat{b}_i \quad (3.22)$$

$$\hat{b}_i = (X_i' \bar{M}_w X_i)^{-1} X_i' \bar{M}_w y_i \quad (3.23)$$

$$\hat{b}_p = \left( \sum_{i=1}^N \theta_i X_i' \bar{M}_w X_i \right)^{-1} \sum_{i=1}^N \theta_i X_i' \bar{M}_w y_i \quad (3.24)$$

Heterojen ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan, ülke regresyon modeli ile ülkeler arasında farklılık göstermesine izin verilen Eberhardt ve Bond (2009: 1-3) tarafından geliştirilen Genişletilmiş Ortalama Grup (Augmented Mean Group, AMG) test istatistiği tanımlanacak olursa eğer;

İlk aşamada;

$$\Delta y_{it} = b' \Delta x_{it} + \sum_{t=2}^T c_t \Delta D_t + e_{it} \quad (3.25)$$

$$\rightarrow \hat{c}_t = \hat{\mu}_t^*$$

İkinci aşamada ise;

$$y_{it} = a_i + b' x_{it} + c_i t + d_i \hat{\mu}_t^* + e_{it} \quad (3.26)$$

$$\rightarrow \hat{b}_{AMG} = N^{-1} \sum_i \hat{b}_i \quad (3.27)$$

İstatistiği elde edilmektedir. Burada ilk aşamada  $\hat{\mu}_t^*$  olarak yeniden etkilenen yıl kuklası katsayılarının toplandığı birinci farkında T-1 yılı kuklası ile standart birleştirilmiş birinci fark tahminicisini (FD-OLS) temsil etmektedir. İkinci aşamada doğrusal eğilim terimlerini de içeren N ülke regresyonu bulunmaktadır.

### 3.1.6. Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) Panel Nedensellik Testi

Emirmahmutoğlu ve Köse (2011: 872) hem yatay kesit bağımlılığı hem de yatay kesit bağımlılığı olmaması durumlarında Monte Carlo aracıyla Granger panel nedensellik analizi aşağıda ki aşamaları izleyerek geliştirilmiştir;

Öncelikle Fisher (1932) test istatistiği takip edilmiştir;

$$\lambda = -2 \sum_{i=1}^N \ln(p_i) \quad i=1,2,\dots,N \quad (3.28)$$

İstatistikte,  $p_i$  Wald istatistiğine karşılık gelen i ye ait bireysel yatay kesit olasılık değeridir. 2N serbestlik derecesinde ki-kare dağılımına sahiptir. Bu testin geçerliliği N'nin sabit  $T \rightarrow \infty$  olması durumunda geçerlidir. Bu testin zayıf noktası çapraz korelasyon

varlığında geçerli olmamasıdır. Bu yüzden yatay kesit bağımlılığı durumunda Granger testine bootstrap uygulanarak ortadan kaldırılmaktadır. Yeni test istatistiği bootstrap metodunu takip etmektedir;

Hetorejen birleştirilmiş modellerde  $k_i + d \max_i$  gecikmeli VAR modeli göz önünde bulundurarak geliştirmiştir;

$$x_{i,t} = \mu_i^x + \sum_{j=1}^{k_i+d \max_i} A_{11,ij} x_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{k_i+d \max_i} A_{12,ij} y_{i,t-j} + u_{i,t}^x \quad (3.29)$$

$$y_{i,t} = \mu_i^y + \sum_{j=1}^{k_i+d \max_i} A_{21,ij} x_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{k_i+d \max_i} A_{22,ij} y_{i,t-j} + u_{i,t}^y \quad (3.30)$$

$d \max_i$  her bir  $i$  için en yüksek entegrasyon düzeyidir. elde edilen bireysel değerler (2.28) Fisher (1932) test istatistiğine uygulanarak elde edilir. Testler sonucunda Granger nedensellik analizine dayanarak oluşturulan hipotezler ise;

$$H_0 : A_{21,i1} = \dots = A_{21,ik_i} = 0 \text{ şeklinde olup nedensellik yoktur ifade etmektedir.}$$

### 3.2. Veri ve Değişkenlerin Tanımlanması

Ayrıntılı bir şekilde metodolojik altyapısı verilen panel veri analizine ait testleri 2000-2015 dönemlerine ait yıllık veriler kullanılarak yenilenebilir enerji kaynaklarının dağılımını etkileyen politik ve makro ekonomik değişkenler ilgili dönem ve değişkenlere sahip 14 OECD ülkesi (Avustralya, Avusturya, Kanada, Danimarka, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, Hollanda, Portekiz, İspanya, Türkiye, ABD, Birleşik Krallık (UK)) için incelenmiştir. Çalışmaya konu olan diğer OECD ülkelerine (Belçika, Şili, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Finlandiya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İzlanda, İsrail, Kore, Lüksemburg, Meksika, Yeni Zelanda, Norveç, Polonya, Slovakya, Slovenya, İsveç ve İsviçre) ait veri setleri bulunmadığından analize dahil edilmemiştir. Çalışmada incelenecek ülke grubunun rüzgar ve güneş enerjisi üretiminde dünyada öncü konumda bulunan ülkeler olması çalışma sonucunda elde edilmesi planlanan politika önerilerine yol göstermesi açısından önem arz etmektedir. Değişkenlere ait ayrıntılı açıklama Tablo 3.1'de sunulmuştur.

**Tablo 3.1:** Değişkenlerin Tanımlanması

Değişken	Tanım	Kaynak	Zaman
<b>Lnsolar</b>	Toplam Birincil Enerji Kaynağı (TPES) Güneş PV, Mwh	Uluslararası Enerji Ajansı	2000-2015
<b>Lnwind</b>	TPES Rüzgar, Mwh	Uluslararası Enerji Ajansı	2000-2015
<b>Lnenergy</b>	Enerji kullanımı (kişi başına düşen petrol eşdeğeri kg)	Dünya Kalkınma Göstergeleri	2000-2015
<b>Lngdp</b>	Kişi başına düşen GSYH (sabit 2010 ABD \$)	Dünya Kalkınma Göstergeleri	2000-2015
<b>Lncons</b>	Genel hükümet nihai tüketim harcamaları (GSYH'nin% 'si)	Dünya Yönetişim Göstergeleri	2000-2015
<b>Lneffect</b>	Hükümet Etkinliği	Dünya Yönetişim Göstergeleri	2000-2015

Politika güdümlü yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji güvenliğini iyileştirme, iklimi koruma ve ekonomik gelişmeyi teşvik etme konusunda artan bir rolü bulunmaktadır. Bu yüksek beklentiler için uygun metodolojinin oluşturulması önem arz etmektedir (Benedek vd., 2018: 516). Bahsedilen bu kavramdan yola çıkarak uygun metodolojinin oluşturulması ve ilgili analizlerin yapılarak doğru ve yol gösterici bir çalışma planının sunulması için çalışmada toplam yenilenebilir enerji yüzdesel payının alındığı Marques vd. (2010) çalışmasından yola çıkarak oluşturulan teorik çerçevede ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarının ayrı ayrı ele alınması ve yorumlanmasını sağlayan Popp vd. (2011), Polzin vd. (2015) ve Papiez vd. (2018) literatürlerinden yola çıkarak güneş ve rüzgar enerjisinin bağımlı değişken olduğu iki farklı denklem oluşturularak, iki uygulama sonucu elde edilecektir. Çalışmada makro ekonomik değişkenin sınanması açısından literatürde en fazla tercih edilen ve araştırılan (Kraft ve Kraft (1978), Stern (1993), Sarı vd. (2008), Sadorsky (2009b), Apergis ve Payne (2011), Menagaki (2011), Bildirici (2016), Doğan (2016) ve Ito (2017) vb.) kişi başına düşen enerji kullanımı ve ekonomik büyümeyi ölçmemizi sağlan kişi başına düşen GSYH değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmanın politika değişkenlerinin sınanmasını sağlayan kısmı nispeten yeni çalışılmaya başlanmış ve daha kısıtlı bir çalışma sahasına sahiptir.



Politika değişkenlerinin belirleyici özelliklerinin sınanması için Karakaş'ın (1994: 164) belirttiği üzere kamu büyüklüğü sınanmasının zor bir enstrümandır. Bunu ölçmenin yollarından biri harcamalar yöntemidir. Kamu kesimi nihai tüketim harcamaları ile kamu büyüklüğü sınanacak, bir diğer değişken ise hükümet etkinliği olarak analizde yer alacak (Marques vd. (2010), Marques vd. (2011), Marques ve Fuinhas (2012), Polzin vd. (2015), Biresselioęlu vd. (2016), Kılınç-Ata (2016) ve Papież vd. (2018) vb.) Uygulanacak analizlerde değişkenlerin doğal logaritmaları alınarak modele dahil edilmişlerdir.

Çalışmanın devam eden kısmı: güneş ve rüzgar enerjisi için ayrı ayrı oluşturulan denklemler ve sonuçlarının değerlendirilerek, bulguların yorumlanmasını içermektedir.

### 3.3. Güneş Enerjisi Modeli Uygulama Sonuçları

Çalışmanın ilk aşamasında güneş enerjisine ait regresyon modeli Marques vd. (2010), Popp vd. (2011) ve Lucas vd. (2016) çalışmalarını takip ederek oluşturulmuştur;

$$\ln solar_{it} = \alpha_i + \beta_{1i} \ln cons_{it} + \beta_{2i} \ln effect_{it} + \beta_{3i} \ln energy_{it} + \beta_{4i} \ln gdp_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.31)$$

Bu model ışığında öncelikle değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler ve değişkenler arasındaki korelasyon ilişkileri hesaplanacaktır. Ardından uygulanacak olan panel veri analizi yönteminin ilk aşamasında değişkenler arasında Breusch ve Pagan (1980), Pesaran (2004) ve Pesaran vd. (2008) testleri aracılığıyla yatay kesit bağımlılığı ve Pesaran ve Yamagata (2008) homojenite varsayımları sınanacaktır. Pesaran (2007) CADF birim kök analizi ile değişkenlerin durağanlık seviyesi tespit edilecektir. Uzun dönemli ilişki varlığı Westerlund ve Edgerton (2007) LM bootstrap ile analiz edilerek, Pesaran (2006) CCE ve Eberhardt vd. (2010) ve Eberhardt ve Teal (2010) tarafından geliştirilen AMG tahminicileri kullanılacaktır. Analizin son aşamasında Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) tarafından geliştirilen panel nedensellik testi uygulanacaktır.

**Tablo 3.2:** Güneş Enerjisi Modeline Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	<i>Ortalama</i>	<i>Maksimum</i>	<i>Minimum</i>	<i>Standart Sapma</i>	<i>Çarpıklık</i>	<i>Basıklık</i>	<i>Jarque-Bera</i>
<i>Insolar</i>	11.38320	17.47202	0.000000	4.033759	-1.12441	4.566652	70.10868 (0.000)***
<i>Lnenergy</i>	2.262480	3.566550	-0.159151	0.793644	-0.64720	3.248053	16.21230 (0.000)***
<i>Lngdp</i>	10.53116	11.02149	8.940059	0.433919	-2.00168	6.695153	277.0232 (0.000)***
<i>Lncons</i>	2.957755	3.329881	2.483781	0.167871	-0.32256	3.308075	4.770348 (0.092)*
<i>Lneffect</i>	0.205169	0.856115	-4.728570	0.779716	-3.32166	16.92894	2222.726 (0.000)***

**Not:** Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir. .\*\*\*, \*\* ve \* rakamları sırasıyla % 1,% 5 ve% 10 seviyelerini göstermektedir.

Tanımlayıcı istatistiklerden görüldüğü üzere oynaklığın bir belirtisi olarak ifade edilebilecek olan standart sapma değeri en düşük Lncons değişkenine ait iken Insolar değişkeninde en büyük değere ulaşmaktadır. Ayrıca serilerin simetriye uzaklığını gösteren çarpıklık katsayısı<sup>1</sup> dikkate alındığında, tüm değişkenlerin sola çarpık olduğu görülmektedir. Bunun yanında serilerin normal seri yüksekliklerinden ne kadar uzaklaştığını gösteren basıklık katsayısı<sup>2</sup> sonuçlarına göre tüm değişkenler diktir. Jarque-Bera analizinde boş hipotez serinin normal dağılıma sahip olduğunu ifade ederken alternatif hipotez serinin normal dağılmadığını ifade etmektedir. Değişkenler için olasılık değerleri göz önüne alındığında her biri anlam seviyesinden küçük olduğu için boş hipotezin reddedildiği ve bütün değişkenlerin normal dağılıma sahip olmadıkları görülmektedir.

<sup>1</sup> Ortalamaya göre üçüncü derece moment çarpıklık için  $S = \alpha_3 = \begin{cases} <0 & \text{için sola çarpık} \\ =0 & \text{için simetrik} \\ >0 & \text{için sağa çarpık} \end{cases}$

<sup>2</sup> Ortalamaya göre dördüncü moment basıklık için  $K = \alpha_4 = \begin{cases} <3 & \text{için basık} \\ =3 & \text{için normal} \\ >3 & \text{için dik} \end{cases}$

**Tablo 3.3:** Güneş Enerjisi Modeli; Değişkenler Arasında Korelasyon İlişkisi

	<i>Insolar</i>	<i>Lncons</i>	<i>Lneffect</i>	<i>Lnenergy</i>	<i>Lngdp</i>
<i>Insolar</i>	1				
<i>Lncons</i>	0.25968	1			
<i>Lneffect</i>	0.47510	0.55295	1		
<i>Lnenergy</i>	-0.05823	0.06881	-0.1715	1	
<i>Lngdp</i>	0.60998	0.58634	0.80915	-0.19323	1

-1 ile +1 arasında değerler alan korelasyon katsayısı bize değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ile ilgili bilgi vermektedir. Uç değerlere yaklaşmak güçlü bir ilişki varlığından bahsetmemize neden olmaktadır. Analiz sonuçlarına göre *Lnenergy* ile *Insolar*, *Lnenergy* ile *Lneffect* ve *Lngdp* ile *Lnenergy* arasında negatif yönlü bir ilişkinin olması beklenmektedir. Bunun dışında kalan değişkenler arasında pozitif yönlü bir ilişkinin varlığından bahsedebiliriz. *Lngdp* ve *Lneffect* değişkenleri arasındaki ilişkinin güçlü olduğunu ifade edebiliriz. Çalışmanın girişi niteliğinde tanımlayıcı kavramlar açıklandıktan sonra bir sonraki aşamada panel veri analizi uygulamasına başlanacaktır.

### **3.3.1. Güneş Enerjisi Modeli; Değişkenler Arasındaki Yatay Kesit Bağımlılığının Analizi**

Hemen hemen tüm panel veri analizi yöntemlerinde parametre tahmini ve çıkarımı üzerinde potansiyel etkileri olan değişkenlerin birbirine bağlı olması ihtimali araştırılmalıdır (Sarafidis ve Wansbeek, 2010: 2). Bu bağlamda bakıldığında, çalışmanın başlangıç aşamasında değişkenler arasındaki ilişkinin varlığına ait oldukça önem arz eden yatay kesit bağımlılığı testi ve homojenite testi uygulanmak durumundadır. Panel veri analizi yönteminde uygulanacak testleri seçmek açısından temel arz eden bir noktadır.

**Tablo 3.4:** Güneş Enerjisi Modeli; Yatay-kesit Bağımlılığı ve Homojenite Testleri

Regresyon Modeli:		
$\ln solar_{it} = \alpha_i + \beta_{1i} \ln cons_{it} + \beta_{2i} \ln effect_{it} + \beta_{3i} \ln energy_{it} + \beta_{4i} \ln gdp_{it} + \varepsilon_{it}$	İstatistik	p-value
<u>Yatay-kesit bağımlılığı testi:</u>		
$LM$ (BP,1980)	121.832	0.017**
$CD_{lm}$ (Pesaran, 2004)	2.285	0.011**
$CD$ (Pesaran, 2004)	2.600	0.004***
$LM_{adj}$ (PUY, 2008)	0.371	0.355
<u>Homojenlik testi:</u>		
$\tilde{\Delta}$	6.818	0.000***
$\tilde{\Delta}_{adj}$	8.223	0.000***

Not: \*\*\*, \*\* ve \* rakamları sırasıyla % 1,% 5 ve % 10 seviyelerini göstermektedir.

Yatay kesit bağımlılığının sınanması için kullanılan test yöntemleri, Breusch ve Pagan (1980) tarafından LM testi, Pesaran (2004) tarafından  $CD_{lm}$  ve  $CD$  testleri son olarak Pesaran vd. (2008) tarafından geliştirilen  $LM_{adj}$  testi literatüre eklenerek analiz yapılmıştır. Dört testin boş hipotezi de seriler arasında yatay kesit bağımlılığı yoktur iken alternatif hipotezi seriler arasında yatay kesit bağımlılığı vardır şeklindedir. Elde edilen sonuçlara göre LM ve  $CD_{lm}$  testlerinin olasılık değerlerinin %5 anlamlılık düzeyinden ( $0.017 < 0.05$  ve  $0.011 < 0.05$ ) küçük olması dolayısıyla reddedilmesi,  $CD$  testinin ise %1 anlamlılık seviyesinden ( $0.004 < 0.01$ ) küçük olduğu için reddedildiği görülmektedir. Her üç test için alternatif hipotezinin kabulü gerçekleşmiştir.  $LM_{adj}$  testi olasılık değerinin anlam seviyelerinden büyük olması boş hipotezi kabul ettiğini işaret etmektedir. Çalışmanın devamının seyri açısından önem eden yatay kesit bağımlılığı analizi sonuçları incelenen testler arasında, üç test açısından seriler arasında yatay kesit bağımlılığı vardır alternatif hipotezini kabul etmiştir.

Homojenlik yaklaşımına bakılacak olursa, eğim homojenliği varsayımı, tahmin ve çıkarım sürecini büyük ölçüde basitleştirir ve önerilen tahminci bireysel eğimde heterojenlik yoksa verimli olabilir. Bununla birlikte eğim homojenliği varsayımı doğru değilse homojen eğimli panel veri modellerine dayanan tahminler tutarsız ve yanıltıcı

istatistiki çıkarımlara yol açabilir (Su ve Chen, 2013: 2-3). Bu varsayım altında homojenlik varsayımının test edilmesi gerekmektedir. Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen boş hipotezi eğim katsayıları homojendir, alternatif hipotezinin ise eğim katsayıları homojen değildir sınavasının yapıldığı  $\tilde{\Delta}$  ve  $\tilde{\Delta}_{adj}$  testleri uygulanmıştır. Olasılık değerlerinin %1 anlamlılık düzeyinden küçük olması dolayısıyla boş hipotez reddedilerek alternatif hipotez kabul edildiği görülmektedir.

Çalışmanın devamında seriler arasında yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil panel veri uygulamaları ve heterojenlik yaklaşımını içeren testler ile devam edilecektir.

### 3.3.2. Güneş Enerjisi Modeli; Yapısal Kırılmaları İçermeyen Panel Birim Kök Analizi

Ekonometrik çalışmaların en önemli adımını oluşturan seriler arasındaki durağanlık ilişkisinin ölçülmesini sağlayan birim kök analizi için ikinci nesil testlerden olan CADF panel birim kök testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.5 ile rapor edilmiştir.

**Tablo 3.5:** Güneş Enerjisi Modeli; CADF Birim Kök Testi Sonuçları

	Sabit		Sabit ve Trend	
	Lags	CADF-Test istatistiği	Lags	CADF-Test istatistiği
<i>Insolar</i>				
Avustralya	1	-3.475*	2	-1.662
Avusturya	2	-1.651	2	-0.240
Kanada	1	-2.165	2	-2.373
Danimarka	1	-2.110	2	-2.338
Fransa	1	-4.578**	2	-3.893*
Almanya	1	0.033	1	-2.057
İtalya	1	-1.880	2	-1.123
Japonya	2	-1.949	2	-0.825
Hollanda	2	-3.743**	2	-2.907
Portekiz	2	-0.447	2	-4.282**
İspanya	2	0.121	2	-4.957**
Türkiye	1	0.000	1	0.000
ABD	1	-3.719**	2	-2.555
Birleşik Krallık	1	-4.598**	1	-4.399**
Panel		-2.154		-2.401
<i>Incons</i>				
Avustralya	2	-1.28	2	-1.720

Avusturya	1	-3.17
Kanada	1	-1.36
Danimarka	1	-1.46
Fransa	1	-0.717
Almanya	1	0.972
İtalya	2	-1.27
Japonya	1	-2.84
Hollanda	1	-2.34
Portekiz	1	-1.23
İspanya	1	-1.45
Türkiye	1	-3.43*
ABD	1	-0.558
Birleşik Krallık	1	-1.03
Panel		-1.51
<i>lneffect</i>		
Avustralya	2	0.512
Avusturya	1	-0.329
Kanada	1	0.214
Danimarka	2	-1.494
Fransa	1	-0.530
Almanya	1	-2.801
İtalya	2	-1.669
Japonya	1	-0.812
Hollanda	1	-1.929
Portekiz	1	-2.517
İspanya	1	-1.758
Türkiye	1	-1.295
ABD	1	-1.275
Birleşik Krallık	1	-0.687
Panel		-1.169
<i>lnenergy</i>		
Avustralya	2	-3.74
Avusturya	2	-5.87***
Kanada	2	-4.14**
Danimarka	1	-0.361
Fransa	2	-0.941
Almanya	1	0.0524
İtalya	2	-2.41
Japonya	1	-0.989
Hollanda	1	-0.584
Portekiz	1	-3.54*
İspanya	1	-0.0153
Türkiye	1	-2.67
ABD	1	-1.55

2	-2.265
1	-0.974
1	-0.989
1	0.152
1	1.306
2	-1.750
1	-1.244
1	-3.648**
2	-1.886
1	-2.326
2	-2.314
1	2.489
1	-1.416
	-1.185
1	-3.047
1	-2.836
1	-0.904
2	-1.405
1	-1.308
1	-1.444
2	-4.338**
1	-2.663
1	-3.182
1	-2.574
1	-3.638*
1	-1.789
1	-3.052
1	-0.037
	-2.301
1	-2.640
2	-2.947
2	-2.509
1	-3.311
1	-2.209
1	-1.237
2	-3.685*
2	0.208
2	0.529
1	-4.876**
1	-0.607
1	-1.897
1	-1.534

Birleşik Krallık	2	-12.7***	1	-2.633
Panel		-2.81***		-2.096
<i>lngdp</i>				
Avustralya	2	-1.022	2	-0.862
Avusturya	2	-2.280	2	1.526
Kanada	1	-2.132	1	-1.976
Danimarka	1	-1.217	1	-2.567
Fransa	1	-0.724	1	-1.797
Almanya	1	-2.562	2	-1.518
İtalya	1	0.190	1	-2.124
Japonya	1	-1.164	1	-1.354
Hollanda	1	-1.253	1	-1.699
Portekiz	1	-1.406	1	-6.704***
İspanya	1	-2.176	1	-1.982
Türkiye	1	0.962	1	-2.612
ABD	1	-1.484	1	0.071
Birleşik Krallık	1	-2.259	1	-0.804
Panel		-1.323		-1.743

Notlar: Maksimum gecikme süresi 2 olarak kabul edilir ve Schwarz Bilgi Kriterlerine göre belirlenir. Sabit model için CADF test istatistikleri değerleri aşağıdaki gibidir; -4.65 (% 1), -3.57 (% 5) ve -3.08 (% 10) (Pesaran 2007, tablo I (b), s: 275); sabit ve trend modeli için -5.46 (% 1), -4.17 (% 5) ve -3.63 (% 10) (Pesaran 2007, tablo I (c), s: 276). Sabit model için panel istatistikleri kritik değerler; -2.52 (% 1), -2.25 (% 5) ve -2.16 (% 10) (Pesaran 2007, tablo II (b), s: 280); sabit ve trend modeli için -3.09(-3.07) (% 1), -2.83(-2.82) (% 5) ve -2.69(-2.68) (% 10) (Pesaran 2007, tablo II (c), s: 281). Panel istatistikleri, CADF istatistiklerinin ortalamasıdır. \*\*\*, \*\* ve \* rakamları sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 seviyelerinde durağan oldukları durumu göstermektedir.

Serilerin durağanlık seviyelerinin belirlenmesi bir sonraki aşamada uygulanacak eşbütünleşme analizi için önem arz etmektedir. Boş hipotezinin birim kök varlığı olduğunu ifade eden ikinci nesil birim kök testlerinden Pesaran (2007) tarafından geliştirilen hem yatay kesit bağımlılığını dikkate alan hem de heterojenite yaklaşımını içeren CADF test istatistiği sonuçları tabloda gösterilmiştir. Kritik değerler Pesaran'ın (2007) çalışmasından elde edilmiştir. Tablo 3.5'de gösterilen sonuçların kritik değerler ile karşılaştırılması sonucuna göre belirli kesitlerde durağanlık olduğu görülmektedir. Bunun yanında Inenergy sabitli model panel istatistiği durağan çıksa da sabit ve trend modelinde birim kök süreç kabul edilmektedir. Geri kalan tüm değişkenlerin panel istatistikleri alternatif hipotezi kabul etmektedir. Serilerin durağan olduğu ülke kesitleri görünse de serilerin uzun hafızaya sahip olduğu bilindiği için bu değişkenlerin birim kök süreci içerisinde olduğu varsayılmaktadır. Çalışmanın devamında güneş enerjisi modeli için serilerin birim kök süreç taşıdığı varsayımı ile yola devam edilecektir.

### 3.3.3. Güneş Enerjisi Modeli İçin Yapısal Kırılmaları İçermeyen Panel Eşbütünlüşme Analizi

Güneş enerjisi modeli için uygulanan birim kök analizi sonrasında değişkenlerin düzey değerinde birim kök içermesi çalışmanın devamında eşbütünlüşme analizi yapmamızı sağlamıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.6 ile sunulmuştur.

**Tablo 3.6:** Güneş Enerjisi Modeli; Yapısal Kırılmaları İçermeyen Panel Eşbütünlüşme Testi

Test	Sabit			Sabit ve Trend		
	İstatistik	p-value	Bootstrap p-value	İstatistik	p-value	Bootstrap p-value
<b>LM bootstrap</b>						
$LM_N^+$	11.321	0.000	0.998*	34.764	0.000	0.745*

Notlar: Bootstrap olasılık değerleri 1.000 tekrarlı dağılımdan elde edilmiştir. Asimptotik olasılık değerleri, standart normal dağılımdan elde edilmiştir. \*\*\*, \*\* ve \* rakamları sırasıyla % 1,% 5 ve % 10 seviyelerini göstermektedir.

Westerlund ve Edgerton (2007) tarafından üretilen  $LM_N^+$  istatistiğine ait sonuçlar tabloda verilmiştir. Çalışmayı benzerlerinden ayıran temel nokta boş hipotezinin eşbütünlüşme vardır olmasıdır. Bunun yanında alternatif hipotez eşbütünlüşme yoktur şeklindedir. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olması asimptotik dağılıma sahip analiz sonuçlarını yorumlamamızı engellemektedir. Bu yüzden sonuçlar incelenirken bootstrap değeri göz önüne alınmıştır. Ampirik sonuçlara göre hem sabit hem de sabit ve trendli modelde olasılık değerleri %10 anlamlılık düzeyinde boş hipotezi kabul etmemizi sağlamaktadır. Bu sonuç bize serilerin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini göstermektedir. Çalışmanın devamında serilerin uzun dönemde hangi yönde ve oranda etkilendiğinin ifade edilmesini sağlayan panel eşbütünlüşme tahmincileri ile tahmin edilmeye çalışılacaktır.



### 3.3.4. Güneş Enerjisi Modeli; Yapısal Kırılmasız Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayıları Tahmini Pesaran (2006) CCE ve Eberhardt ve Teal (2010) AMG Analizi

Elde edilen eş bütünleşme sonuçları değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve oranını belirlememizi sağlayan eşbütünleşme analizini yapmamıza olanak sağlamaktadır. CCE ve AMG eş bütünleşme tahmincilerinin yatay kesit bağımlılığını dikkate alması dolayısıyla çalışmanın devam eden kısmında uygulanacaktır.

**Tablo 3.7:** Güneş Enerjisi Modeli; CCE (2006) ve AMG (2010) Panel Eş-bütünleşme Tahmincileri İle Uzun Dönem Tahmini

	Pesaran (2006) CCE		Eberhardt ve Teal (2010) AMG	
	Katsayı	t-value	Katsayı	t-value
<b><i>Lncons</i></b>				
Avustralya	18.5376	14.8408	8.7120	10.29583
Avusturya	-13.3177	12.9801	1.5960	2.8242
Kanada	12.2699	11.4864	1.8569	2.9480
Danimarka	-64.7277 ***	21.0286	-21.9169***	6.4109
Fransa	16.6456	15.0898	11.0983*	6.5946
Almanya	-7.4909	16.1457	10.9175**	4.4208
İtalya	9.4353	28.755	0.4649	11.0841
Japonya	-4.3808	4.1070	2.6715	2.6751
Hollanda	-1.9703	5.776	-2.1203	3.1032
Portekiz	-10.1765**	4.3137	7.1461*	4.2275
İspanya	10.0930	10.0200	13.1668***	3.9203
Türkiye	40.5784	37.2203	-23.4356	17.1909
ABD	-2.7509**	1.3454	-1.5077***	0.4057
Birleşik Krallık	16.512	11.3605	-4.0189	2.4950
Panel	1.3755	6.3817	0.3307	2.9714
<b><i>lneffect</i></b>				
Avustralya	0.51607	3.6733	0.8373	2.3793
Avusturya	-2.0381	2.264	-0.0737	1.4845
Kanada	1.9810	5.6944	0.8619	3.6669
Danimarka	12.77***	3.8358	4.7974	4.3062
Fransa	-2.4462	3.2019	-6.3491***	2.2690
Almanya	-1.1317	1.0609	-1.5665*	0.8099
İtalya	0.9600	1.6995	1.3507	1.5083
Japonya	1.7213*	0.9152	0.62751	0.678
Hollanda	-1.6027	6.2490	5.1698	3.1032
Portekiz	0.8524	0.9485	1.0864	1.6829
İspanya	0.5762	1.8161	-0.7415	0.9500
Türkiye	-2.4996	3.2658	-0.8899	1.0944
ABD	2.1604***	0.5472	0.6788	0.4841

Birleşik Krallık	-8.5194**	4.0041	-4.8821*	2.6088
Panel	0.2356	1.2155	0.0678	0.8218
<b><i>Lnenergy</i></b>				
Avustralya	2.02314	2.7847	0.9882	1.8322
Avusturya	-5.0997	3.1979	-4.2117***	1.1302
Kanada	-4.4111	6.6645	-0.8974	5.8011
Danimarka	5.8029**	2.8767	1.7764	3.0074
Fransa	-2.2935	4.1333	2.8362	2.05572
Almanya	2.1510	1.6321	4.0557***	0.3983
İtalya	-1.9906	5.0077	3.3939	3.5773
Japonya	-0.8959	1.0622	0.7962	1.0293
Hollanda	0.3131	1.0934	1.4850	1.5061
Portekiz	0.8340	1.3270	4.0825**	4.0825
İspanya	2.0308	2.2008	2.7691	1.8259
Türkiye	-8.6426	16.1185	-11.07102	13.932
ABD	0.5604**	0.2781	0.2301	0.2858
Birleşik Krallık	0.0262	1.3039	-1.8530**	0.8287
Panel	-0.6851	0.9699	0.3128	1.0755
<b><i>Lnrdp</i></b>				
Avustralya	16.3794	23.47898	1.4247	6.1720
Avusturya	-1.7896	14.6338	6.7237***	2.1428
Kanada	21.6213	32.5319	-10.78885**	4.6523
Danimarka	11.8989	31.3794	-27.4337**	11.284
Fransa	85.8521**	39.0017	-4.8829	7.495
Almanya	0.7000	11.0308	1.6942**	5.0302
İtalya	37.6824	37.6395	3.2666	19.4239
Japonya	5.0078	5.3094	8.7512**	3.4065
Hollanda	-22.0248**	10.2058	0.093	10.6052
Portekiz	4.4022	5.8555	14.8586*	8.4168
İspanya	8.7749	11.07899	7.7689	5.9748
Türkiye	-9.7208	40.918	-18.16105	18.263
ABD	0.5338	2.2524	0.2503	0.6646
Birleşik Krallık	-4.9279	8.6141	9.1569***	3.2444
Panel	11.0278	6.9117	0.2658	3.2160

**Notlar:** t istatistiği Newey-West değişen varyansın standart hatasını ifade etmektedir. \*\*\*, \*\* ve \* rakamları sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 seviyelerini göstermektedir.

Bir önceki analiz ile değişkenler arasında uzun dönemli ilişki varlığının tespiti ile birlikte, bu ilişkiye ait katsayıları tahmin etmemizi sağlayan eşbütünlüme tahmincilerinden Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE tahmincisi ve Eberhardt ve Teal (2010) tarafından geliştirilen AMG tahmincisinden faydalanılmıştır. Panel istatistikleri sonuçlarında bir bütün olarak değişkenler arasında etkileşim varlığını ifade eden anlamlı bulgulara rastlanmamıştır. Fakat bizim çalışmamızın temelini oluşturan

ülkeler bağlamında Türkiye özelinin test edilmesi stratejisi kesitleri yorumlamamız ve ilgili değişkenleri belirlememiz açısından önem arz etmektedir.

Bu bağlamda ilk olarak Incons değişkeni kesitleri yorumlanarak başlanacaktır. Nihai tüketim harcamaları değişkeni ile kamu büyüklüğünün sınındığı bu durumda kesitler CCE tahmincisi için yorumlanırsa, Toplam nihai tüketim harcamalarda meydana gelecek %1'lik bir artış, güneş enerjisi değişkeni üzerinde Danimarka'da %64.7, Portekiz'de %10.17 ve ABD'de de %2.75'lik bir azalışa neden olacaktır. AMG tahmincisine göre de ise Danimarka'da %21.9 oranında, ABD'de %1.507 oranında bir azalışa neden olacakken, İspanya'da yüzde 13.166, Portekiz ekonomisi için yüzde 7.14 ve Almanya için yüzde 10.91'lik bir artışa neden olduğu görülmektedir. Nihai tüketim harcamaları değişkeninin etkisi incelendiği zaman ilk olarak düşünülen dışlama etkisinin varlığıdır. Kamu harcamalarında bir artış ile birlikte değişim olması durumunda özel sektör harcamalarının dışlandığı varsayımı iktisat literatüründe kabul edilmektedir. Bu durumun etkisinin güneş enerjisi modelleri üzerinde etkisi ise politika belirleyicilerin etkinliğini arttırmasını, kamu sektörünün ağırlık kazanması olarak ifade etmek mümkündür. Danimarka ve Portekiz'de meydana gelen yüksek oranlı değişimler için güneş enerjisi modelinde özel sektör ağırlıklı olduğu ihtimalini doğurmaktadır. ABD'de de nispeten daha düşük oranlı bir azalışın gerçekleşmesi ise kamu kesiminin büyüklüğünün özel sektörü daha az dışladığını göstermektedir. Bunun yanında İspanya, Portekiz ve Almanya'da meydana gelen yüzdesel artış, güneş enerjisi modeli için politikaların oluşturulmasında daha yoğun kamu sektörü varlığını göstermektedir.

Lneffect değişkeni ile hükümet etkinliğinin güneş enerjisi değişkeni üzerindeki etkilerine bakılacak olursa; CCE tahmincisi için hükümet etkinliğinde meydana gelecek %1'lik bir artış, güneş enerjisi değişkenini, Danimarka'da %12.77, Japonya'da %1.72 ve ABD'de %2.16 oranında arttırırken UK'de %8.51 oranında azaltmaktadır. AMG tahmincisine göre de ise Fransa'da yüzde %6.34, Almanya'da %1.56 ve UK'de %4.88 oranında azaltıcı etkisi olduğu görülmüştür.

Lnenergy değişkeni ile kişi başına düşen enerji kullanımının güneş enerjisi değişkeni üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Ampirik sonuçlar CCE tahmincisi için kişi başına düşen enerji kullanımında meydana gelecek %1'lik bir artış, güneş enerjisi değişkenini Danimarka'da %5.802 ve ABD'de %0.56 oranında artırdığı tespit edilmiştir.

AMG tahmincisine göreyse Almanya'da %4.05 ve Portekiz'de %4.08 oranında arttırırken Avustralya'da %4.21 ve UK'de %1.85 oranında azaltmaktadır.

Lngdp Değişkeni ile kişi başına düşen GSYH değeri yani ekonomik büyüme ile güneş enerjisi tüketimi arasındaki ilişki incelenmiştir. CCE tahmincisi için kişi başına düşen reel GSYH da meydana gelecek %1'lik bir artış, güneş enerjisi değişkenini, Fransa'da %85.85 arttırırken, Hollanda'da %22.02 oranında azalttığı görülmektedir. AMG tahmincisine göreyse Avusturya'da %6.72, Almanya'da %1.69, Japonya'da %8.75 Potekiz'de %14.85 ve UK'de %9.15 oranında arttırırken, Kanada'da yüzde %10.78 ve Danimarka'da %27.43 gibi büyük bir oranda azalttığı görülmektedir.

Özellikle analiz sonuçlarının anlamlı çıktığı ülkelerin incelenmesi durumunda 2000'li yılların çok büyük bir kısmında güneş enerjisi hem yıllık artış oranı hem de var olan kapasite bakımından Almanya, İspanya, Japonya ve ABD dikkat çekmektedir. Var olan kapasite bakımından lider konumda olan Almanya için kamu büyüklüğündeki değişimin güneş enerjisini pozitif etkilemesi, hükümet etkinliğindeki bir değişimin ise negatif etkilemesi dikkat çeken bir unsurdur. Burada uygulanan politikaların daha ağırlıklı kamu ayağı ile yürütüldüğü bunun yanında uygulanan bu politikaların serbest şartlarda gelişimine izin verildiği ifade edilebilir.

ABD ekonomisi toplam yenilenebilir enerji üretimi bakımından 2014 yılında beşinci sırada iken, 2015 yılına gelindiğinde dördüncü sırada yer almaktadır. Bu duruma neredeyse paralel bir sıralama izleyen Almanya'nın aksine ABD ekonomisi için kamu harcamalarında meydana gelecek bir değişim güneş enerjisini negatif etkilerken, hükümet etkinliğinde meydana gelecek bir değişimin pozitif etkilemesini ABD'de uygulanan politikaların eyalet sistem bazlı olduğu gerçeğine bağlamak mümkün olmaktadır. Özellikle her eyalette farklı bir politik yapılanma izlenmesi güneş enerjisi sisteminin daha çok özel sektör bağlantılı yürütüldüğü gerçekliğini yansıtmaktadır. Bunun yanında her eyaletin farklı yapılanmasının olması hükümet etkinliğinin önemini vurgulanmaktadır.

### **3.3.5. Güneş Enerjisi Modeli İçin Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) Panel Nedensellik Analizi**

Değişkenler arasında ilişkinin yönünün ve anlamlılığının test edilmesini sağlamak için Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) tarafından geliştirilen hem yatay kesit bağımlılığı

hem de heterojenite yaklaşımı varsayımında uygulanan panel nedensellik testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.8’de sunulmuştur.

**Tablo 3.8:** Güneş Enerjisi Modeli; Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) Panel Nedensellik Test Sonuçları

Ülke	Lag	Incons=>Insolar		Insolar=>Incons	
		Wald	p-value	Wald	p-value
Avustralya	2	17.989	0.000***	1.604	0.448
Avusturya	2	1.166	0.558	1.157	0.561
Kanada	1	0.097	0.755	0.989	0.320
Danimarka	1	0.097	0.756	0.285	0.594
Fransa	2	6.013	0.049**	7.414	0.025**
Almanya	1	0.836	0.361	1.425	0.233
İtalya	2	1.151	0.562	6.150	0.046**
Japonya	2	6.741	0.034**	1.166	0.558
Hollanda	2	2.982	0.225	2.895	0.235
Portekiz	1	0.268	0.605	0.151	0.698
İspanya	2	0.920	0.631	41.083	0.000***
Türkiye	1	0.000	0.989	0.036	0.849
ABD	2	8.535	0.014**	5.471	0.065**
Birleşik Krallık	1	0.091	0.763	0.719	0.396
<b>Fisher</b>		50.136	0.006***	76.078	0.000***
Ülke	Lag	Ineffect=>Insolar		Insolar=>Ineffect	
		Wald	p-value	Wald	p-value
Avustralya	2	0.023	0.988	4.359	0.113
Avusturya	2	0.869	0.648	6.478	0.039
Kanada	1	7.789	0.005***	1.395	0.238
Danimarka	1	0.181	0.670	1.026	0.311
Fransa	2	1.668	0.434	6.068	0.048
Almanya	1	2.189	0.139	0.542	0.462
İtalya	1	1.181	0.277	0.027	0.870
Japonya	2	18.663	0.000***	1.125	0.570
Hollanda	2	0.603	0.740	2.563	0.278
Portekiz	1	1.672	0.196	0.005	0.945
İspanya	2	31.503	0.000***	2.102	0.350
Türkiye	1	0.132	0.717	0.082	0.774
ABD	1	3.518	0.061*	0.837	0.360
Birleşik Krallık	1	0.000	0.990	1.034	0.309
<b>Fisher</b>		80.686	0.002***	34.742	0.120
Ülke	Lag	Inenergy=>Insolar		Insolar=>Inenergy	
		Wald	p-value	Wald	p-value
Avustralya	1	0.910	0.340	0.134	0.715
Avusturya	2	3.612	0.164	4.552	0.103
Kanada	1	5.024	0.025**	1.192	0.275

Danimarka	1	3.636	0.057*	0.051	0.821
Fransa	2	1.529	0.466	6.902	0.032**
Almanya	1	0.492	0.483	2.886	0.089*
İtalya	1	0.652	0.420	0.638	0.424
Japonya	1	0.012	0.911	2.364	0.124
Hollanda	2	0.309	0.857	1.826	0.401
Portekiz	2	1.081	0.583	14.049	0.001***
İspanya	1	0.504	0.478	1.344	0.246
Türkiye	1	0.904	0.342	0.781	0.377
ABD	2	7.264	0.026**	2.156	0.340
Birleşik Krallık	1	0.034	0.854	0.323	0.570
<b>Fisher</b>		36.396	0.032**	49.729	0.040**
<b>Ülke</b>	<b>Lag</b>	<b>Ingdp=&gt;Insolar</b>		<b>Insolar=&gt;Ingdp</b>	
		<b>Wald</b>	<b>p-value</b>	<b>Wald</b>	<b>p-value</b>
Avustralya	2	7.788	0.020**	0.776	0.678
Avusturya	2	5.570	0.062*	1.561	0.458
Kanada	1	0.014	0.904	0.174	0.676
Danimarka	1	0.001	0.972	0.072	0.788
Fransa	2	2.946	0.229	0.129	0.937
Almanya	1	7.906	0.005***	0.030	0.862
İtalya	1	0.639	0.424	2.127	0.145
Japonya	1	0.900	0.343	0.051	0.822
Hollanda	2	0.963	0.618	6.175	0.046
Portekiz	1	2.132	0.144	2.773	0.096
İspanya	1	6.237	0.013**	1.013	0.314
Türkiye	1	0.285	0.594	0.214	0.643
ABD	2	1.259	0.533	1.797	0.407
Birleşik Krallık	1	0.508	0.476	0.053	0.818
<b>Fisher</b>		48.429	0.010**	24.540	0.990

Notlar: \*\*\*, \*\* ve \* rakamları sırasıyla% 1, % 5 ve% 10 seviyelerini göstermektedir.

Çalışmada son olarak Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) tarafından literatüre katılan panel nedensellik analizi ile değişkenler arasındaki ilişki kesitler açısından ele alınacaktır. Analizin geneline bakıldığında Insolar'dan Ineffect'e ve Ingdp'ye panel nedenselliği bulunmamıştır. Bunun dışında kalan değişkenler arasında panelin tamamında nedensel bir ilişki varlığından bahsedilmesi mümkündür. Panel sonuçlarının anlamlı çıktığı değişkenler için kesit sonuçları analiz edilmelidir.

Tabloda yer alan sonuçlara göre %1 anlamlılık düzeyinde Avustralya da, %5 anlamlılık seviyesine göre ise, Fransa, İtalya ve ABD ekonomilerinde toplam nihai tüketim harcamalarından güneş enerjisine bir nedensellik bulunmuştur. Ters yöndeki nedensellik ilişkisi ise %1 anlam seviyesinde İspanya, %5 anlam seviyesinde Fransa, İtalya ve ABD ekonomileri için tespit edilmiştir. Avustralya, Fransa ve ABD için

yenilenebilir enerji politik tabanında kamu harcamaları, krediler ve hibeler uygulamalarında son dönemde revizyona gidilmiş olması, özellikle küresel sermayeyi çekerek yenilenebilir enerji yatırımlarının arttırılmasına yönelik bir uygulama olduğu düşünülürse, bu durumun kamu harcamalarını arttırıcı etkisinin, telafi edici etki hipotezi ile nedensellik ilişkisini sağladığı ifade edilebilir. Bunun yanında güneş enerjisi üretiminde meydana gelecek artışın kamu harcamalarına neden olma nedenini de benzer etki ile açıklamak mümkündür.

Ayrıca hükümet etkinliğinden güneş enerjisi değişkenine doğru nedensellik %1 anlam seviyesinde Kanada, Japonya ve İspanya ekonomileri için geçerli iken, %10 anlam düzeyinde ise ABD ekonomisi için geçerli bir ilişki varlığından bahsedilebilir. Ters durumdaki ilişkinin panel sonucunun anlamsız çıkması dolayısıyla kesitler yorumlanmamıştır. Hükümet etkinliği kavramı özellikle yatırımcılar açısından önem arz etmektedir. Daha az şeffaf ve istikrarsız bir hükümetin varlığı yatırımın geleceğini görmemek adına yatırım yapmaktan çekinmeye neden olacaktır. Bu durumda Kanada, Japonya, İspanya ve ABD ekonomilerinde meydana gelecek değişimlerin özellikle istikrarlı bir hükümet varlığı ile güneş enerjisinin nedeni olacağı görülmektedir.

Kişi başına düşen enerji kullanımı değişkeninden güneş enerjisine doğru nedensellik ilişkisine bakıldığında Kanada ve ABD ekonomileri için %5 anlam seviyesinde nedensellik varlığı tespit edilirken, Danimarka ekonomisi için ise %10 anlam seviyesinde nedensel ilişki varlığından bahsedilebilir. Bunun yanında Fransa (%5 anlam seviyesi), Almanya (%10 anlam seviyesi) ve Portekiz (%1 anlam seviyesi) ekonomileri için güneş enerjisinden kişi başına enerji kullanımına doğru nedensellik tespit edilmiştir.

Son olarak GSYH'dan güneş enerjisine doğru nedensellik ilişkisini araştırılan test sonuçlarına göre, Avustralya ve İspanya (%5 anlam seviyesi) ekonomileri, Avusturya (%10 anlam seviyesi) ve Almanya (%1 anlam seviyesinde) ekonomisi için geçerlidir. Ters durumdaki analiz için gerekli olan panel istatistiği anlamlılığı sağlamadığı için yorumda bulunulmamıştır. Avustralya, İspanya, Avusturya ve Almanya ekonomileri için "koruma hipotezi" geçerlidir. Güneş enerjisini teşvik mekanizması sonucunda ekonomik büyümenin daha az etkileceğini ifade etmektedir.

### 3.4. Rüzgar Enerjisi Modeli Uygulama Sonuçları

Çalışmanın ikinci aşamasında Marques vd. (2010), Popp vd. (2011) ve Lucas vd. (2016) çalışmaları takip edilerek oluşturulan rüzgar enerjisine ait regresyon modeli;

$$\ln wind_{it} = \alpha_i + \beta_{1i} \ln cons_{it} + \beta_{2i} \ln effect_{it} + \beta_{3i} \ln energy_{it} + \beta_{4i} \ln gdp_{it} + \varepsilon_{it}$$

(3.32)

Çalışmanın bu bölümünde yukarıdaki logaritmik modele dayanarak 3.1. başlığında literatürü sunulan Güneş enerjisi değişkeni için uygulanan analiz adımları tekrardan uygulanacaktır. İkinci bağımlı değişken olan rüzgar enerjisi için de sonuçları not edilecek ve bulgular açıklanarak devam edilecektir. İlk olarak rüzgar değişkeninin eklenmesi ile değişkenler arasındaki tanımlayıcı istatistikler incelenecek olursa,

**Tablo 3.9:** Rüzgar Enerjisi Modeli; Tanımlayıcı İstatistikler

	<i>Ortalama</i>	<i>Maksimum</i>	<i>Minimum</i>	<i>Standart Sapma</i>	<i>Çarpıklık</i>	<i>Basıklık</i>	<i>Jarque-Bera</i>
<i>Lnwind</i>	15.26503	19.07816	10.40426	1.777431	-0.52604	3.130566	10.49006 (0.005)**
<i>Lncons</i>	2.957755	3.329881	2.483781	0.167871	-0.32256	3.308075	4.770348 (0.09)*
<i>Lneffect</i>	0.205169	0.856115	-4.72857	0.779716	-3.32166	16.92894	2222.726 (0.00)***
<i>Lnenergy</i>	2.262480	3.566550	-0.15915	0.793644	-0.64720	3.248053	16.21230 (0.00)***
<i>Lngdp</i>	10.53116	11.02149	8.940059	0.433919	-2.00168	6.695153	277.0232 (0.00)***

**Not:** Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir. . \*\*\*, \*\* ve \* rakamları sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 seviyelerini göstermektedir.

Tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde oynaklığın belirtisi olarak ifade edilen standart sapma değeri en düşük Lncons değişkenine aittir. Lwind değişkeninde ise en büyük değere ulaşmaktadır. Ayrıca serilerin simetriye uzaklığını gösteren çarpıklık katsayısı dikkate alındığında, tüm değişkenlerin sola çarpık olduğu görülmektedir. Bunun yanında serilerin normal seri yüksekliklerinden ne kadar uzaklaştığını gösteren basıklık katsayısı



sonuçlarına göre tüm değişkenlerin diktir. Jarque-Bera analizinde boş hipotez seri normal dağılıma sahiptir iken alternatif hipotez seri normal dağılmamaktadır şeklindedir. Olasılık değerleri göz önüne alındığında anlam seviyesinden küçük olması dolayısıyla tüm değişkenler için boş hipotezin reddedildiği ve alternatif hipotez olan normal dağılıma sahip olmadıkları kabul edilmektedir.

**Tablo 3.10:** Rüzgar Enerjisi Modeli; Değişkenler Arasında Korelasyon İlişkisi

	<i>Lnwind</i>	<i>Lncons</i>	<i>Lneffect</i>	<i>Lnenergy</i>	<i>Lngdp</i>
<i>Lnwind</i>	1				
<i>Lncons</i>	0.1442	1			
<i>Lneffect</i>	0.304	0.5529	1		
<i>Lnenergy</i>	0.0105	0.068	0.1715	1	
<i>Lngdp</i>	0.321	0.5863	0.8091	0.1932	1

-1 ile +1 arasında değerler alan korelasyon katsayısı bize değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ile ilgili bilgi vermektedir. Uç değerlere yaklaşmak güçlü bir ilişki varlığından bahsetmemize neden olmaktadır. Analiz sonuçlarına göre tüm değişkenler arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olması beklenmektedir. Ayrıca değişkenler arasında en güçlü ilişki varlığı *Lngdp* ile *Lneffect* değişkenleri arasında ki görülmektedir. Çalışmanın girişi niteliğinde tanımlayıcı kavramlar açıklandıktan sonra bir sonraki aşamada panel veri analizi uygulamasına başlanacaktır.

### 3.4.1. Rüzgar Enerjisi Modeli; Değişkenler Arasındaki Yatay Kesit Bağımlılığının Analizi

Çalışmanın devam eden kısmında değişkenlerin analizi için devam edilecek olan test stratejisinin belirlenmesi açısından oldukça önem arz eden yatay kesit bağımlılığı test edilmelidir. Ayrıca değişkenlere uygulanacak testler sonucunda bulguların yorumlanması için homojenite testi de bu kısımda uygulanacaktır.

**Tablo 3.11:** Rüzgar Enerjisi Modeli; Yatay-kesit Bağımlılığı ve Homojenite Testleri

Regresyon Modeli:		
$\ln wind_{it} = \alpha_i + \beta_{1i} \ln cons_{it} + \beta_{2i} \ln effect_{it} + \beta_{3i} \ln energy_{it} + \beta_{4i} \ln gdp_{it} + \varepsilon_{it}$	İstatistik	p-value
<b><u>Yatay-kesit bağımlılığı testi:</u></b>		
$LM$ (BP,1980)	145.519	0.000***
$CD_{lm}$ (Pesaran, 2004)	4.041	0.000***
$CD$ (Pesaran, 2004)	1.568	0.058*
$LM_{adj}$ (PUY, 2008)	4.964	0.000***
<b><u>Homojenlik testi:</u></b>		
$\tilde{\Delta}$	9.022	0.000***
$\tilde{\Delta}_{adj}$	10.880	0.000***

Not: \*\*\*, \*\* ve \* rakamları sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 seviyelerini göstermektedir.

Yatay kesit bağımlılığının sınanması için kullanılan test yöntemleri, Breusch ve Pagan (1980) tarafından LM testi, Pesaran (2004) tarafından  $CD_{lm}$  ve  $CD$  testleri son olarak Pesaran vd. (2008) tarafından geliştirilen  $LM_{adj}$  testi literatüre eklenerek analiz yapılmıştır. Dört testin boş hipotezi de seriler arasında yatay kesit bağımlılığı yoktur iken alternatif hipotezi seriler arasında yatay kesit bağımlılığı vardır şeklindedir. Elde edilen sonuçlara göre boş hipotezler LM,  $CD_{lm}$  ve  $LM_{adj}$  testlerinin olasılık değerlerinin %1 anlamlılık düzeyinden ( $0.000 < 0.01$ ) küçük olması dolayısıyla reddedilmesi,  $CD$  testinin ise %10 anlamlılık seviyesinden ( $0.058 < 0.1$ ) küçük olması nedeniyle reddedildiği görülmektedir. Tüm testler için alternatif hipotezin kabulü gerçekleşmiştir. Çalışmanın devamının seyri açısından önem eden yatay kesit bağımlılığı analizi sonuçlarına göre yatay kesit bağımlılığı vardır alternatif hipotezi kabul edilmiştir.

Homojenlik varsayımının da test edilmesi gerekmektedir. Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen boş hipotezinin eğim katsayıları homojendir, alternatif hipotezin ise eğim katsayıları homojen değildir olan test sonucunda  $\tilde{\Delta}$  ve  $\tilde{\Delta}_{adj}$  testleri uygulanmıştır. Olasılık değerlerinin %1 anlamlılık düzeyinden küçük olması dolayısıyla boş hipotez reddedilerek alternatif hipotez kabul edilmiştir.

Çalışmanın devamında seriler arasında yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil panel veri uygulamaları ve heterojenlik yaklaşımını içeren testler ile devam edilecektir.

### 3.4.2. Rüzgar Enerjisi Modeli; Yapısal Kırılmaları İçermeyen Panel Birim Kök Analizi

Rüzgar Enerjisi modeline ait değişkenlerin durağanlık seviyesinin belirlenmesi için ilk aşamada panel veri analizi yönteminin ilk adımı olan birim kök sınaması yapılmak zorundadır. Devam eden test stratejisinin belirlenmesi açısından serilerin birim kök içerip içermediği test edilmiştir. değişkenlere ait sonuçlar Tablo 3.12’de sunulmuştur.

**Tablo 3.12:** Rüzgar Enerjisi Modeli; CADF Birim Kök Testi Sonuçları

	Sabit		Sabit ve Trend	
	Lags	CADF-Test istatistiği	Lags	CADF-Test istatistiği
<i>Inwind</i>				
Avustralya	2	-31.173***	2	-27.868***
Avusturya	2	-3.076	2	-0.638
Kanada	2	-1.324	2	-3.373*
Danimarka	1	-0.792	2	-2.937
Fransa	1	-2.332	1	-4.261**
Almanya	2	-0.964	2	-0.977
İtalya	1	-2.545	1	-1.037
Japonya	1	-2.660	1	-1.735
Hollanda	1	-2.596	1	-1.892
Portekiz	1	-1.222	2	-4.633**
İspanya	1	0.166	1	-1.016
Türkiye	2	-0.279	2	-0.868
ABD	1	-1.491	1	-0.496
Birleşik Krallık	1	-1.686	1	-2.720
Panel		-3.712***		-3.889***
<i>Incons</i>				
Avustralya	2	-1.28	2	-1.720
Avusturya	1	-3.17	2	-2.265
Kanada	1	-1.36	1	-0.974
Danimarka	1	-1.46	1	-0.989
Fransa	1	-0.717	1	0.152
Almanya	1	0.972	1	1.306
İtalya	2	-1.27	2	-1.750
Japonya	1	-2.84	1	-1.244
Hollanda	1	-2.34	1	-3.648**

Portekiz	1	-1.23
İspanya	1	-1.45
Türkiye	1	-3.43*
ABD	1	-0.558
Birleşik Krallık	1	-1.03
Panel		-1.51
<i>lneffect</i>		
Avustralya	2	0.512
Avusturya	1	-0.329
Kanada	1	0.214
Danimarka	2	-1.494
Fransa	1	-0.530
Almanya	1	-2.801
İtalya	2	-1.669
Japonya	1	-0.812
Hollanda	1	-1.929
Portekiz	1	-2.517
İspanya	1	-1.758
Türkiye	1	-1.295
ABD	1	-1.275
Birleşik Krallık	1	-0.687
Panel		-1.169
<i>lnenergy</i>		
Avustralya	2	-3.74
Avusturya	2	-5.87***
Kanada	2	-4.14**
Danimarka	1	-0.361
Fransa	2	-0.941
Almanya	1	0.0524
İtalya	2	-2.41
Japonya	1	-0.989
Hollanda	1	-0.584
Portekiz	1	-3.54*
İspanya	1	-0.0153
Türkiye	1	-2.67
ABD	1	-1.55
Birleşik Krallık	2	-12.7***
Panel		-2.81***
<i>lngdp</i>		
Avustralya	2	-1.022
Avusturya	2	-2.280
Kanada	1	-2.132
Danimarka	1	-1.217
Fransa	1	-0.724

2	-1.886
1	-2.326
2	-2.314
1	2.489
1	-1.416
	-1.185
1	-3.047
1	-2.836
1	-0.904
2	-1.405
1	-1.308
1	-1.444
2	-4.338**
1	-2.663
1	-3.182
1	-2.574
1	-3.638*
1	-1.789
1	-3.052
1	-0.037
	-2.301
1	-2.640
2	-2.947
2	-2.509
1	-3.311
1	-2.209
1	-1.237
2	-3.685*
2	0.208
2	0.529
1	-4.876**
1	-0.607
1	-1.897
1	-1.534
1	-2.633
	-2.096
2	-0.862
2	1.526
1	-1.976
1	-2.567
1	-1.797

Almanya	1	-2.562	2	-1.518
İtalya	1	0.190	1	-2.124
Japonya	1	-1.164	1	-1.354
Hollanda	1	-1.253	1	-1.699
Portekiz	1	-1.406	1	-6.704***
İspanya	1	-2.176	1	-1.982
Türkiye	1	0.962	1	-2.612
ABD	1	-1.484	1	0.071
Birleşik Krallık	1	-2.259	1	-0.804
Panel		-1.323		-1.743

Notlar: Maksimum gecikme süresi 2 olarak kabul edilir ve Schwarz Bilgi Kriterlerine göre belirlenir. Sabit model için CADF test istatistikleri değerleri aşağıdaki gibidir; -4.65 (% 1), -3.57 (% 5) ve -3.08 (% 10) (Pesaran 2007, tablo I (b), s: 275); sabit ve trend modeli için -5.46 (% 1), -4.17 (% 5) ve -3.63 (% 10) (Pesaran 2007, tablo I (c), s: 276). Sabit model için panel istatistikleri kritik değerler; -2.52 (% 1), -2.25 (% 5) ve -2.16 (% 10) (Pesaran 2007, tablo II (b), s: 280); sabit ve trend modeli için -3.09(-3.07) (% 1), -2.83(-2.82) (% 5) ve -2.69(-2.68) (% 10) (Pesaran 2007, tablo II (c), s: 281). Panel istatistikleri, CADF istatistiklerinin ortalamasıdır. \*\*\*, \*\* ve \* rakamları sırasıyla % 1,% 5 ve% 10 seviyelerinde durağan oldukları durumu göstermektedir.

Serilerin durağanlık seviyelerinin belirlenmesi bir sonraki aşamada uygulanacak eşbütünleşme analizine temel teşkil etmektedir. Boş hipotezinin birim kök varlığı olan ikinci nesil birim kök testlerinden Pesaran (2007) tarafından geliştirilen hem yatay kesit bağımlılığını dikkate alan hem de heterojenite yaklaşımını içeren CADF test istatistiği sonuçları tabloda gösterilmiştir. Analizin güneş enerjisi birim kök testi sonuçlarından farkı lnwind değişkenine testin uygulanmasıdır. Geri kalan değişkenler bir önceki aşamada uygulanan değerleri korumaktadır. Kritik değerler Pesaran'ın (2007) çalışmasından elde edilmiştir. lnwind değişkeni sonuçlarının kritik değerler ile karşılaştırılması sonucuna göre panelin durağan olduğu fakat kesitlerin büyük bir çoğunluğunun birim kök taşıdığı görülmektedir. Bu durumda serilerin uzun hafızaya sahip olduğu bilindiği için lnwind değişkeni için birim kök süreci içerisinde olduğu varsayılmaktadır. Çalışmanın devamında rüzgar enerjisi modeli için serilerin birim kök süreç taşıdığı varsayımı ile yola devam edilecektir.

### 3.4.3. Rüzgar Enerjisi Modeli İçin Yapısal Kırılmaları İçermeyen Panel Eşbütünleşme Analizi

Değişkenlere ait birim kök analizinin yapılmasının ardından rüzgar enerjisi modeli için değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket edip etmediğinin araştırılmasını sağlayan eş bütünlüşme analizi uygulanmıştır.

**Tablo 3.13:** Rüzgar Enerjisi Modeli; Yapısal Kırılmaları İçermeyen Panel Eşbütünlüşme Testi

Test	Sabit			Sabit ve Trend		
	Asimptotik		Bootstrap	Asimptotik		Bootstrap
	İstatistik	p-value	p-value	İstatistik	p-value	p-value
<b>LM bootstrap</b>						
$LM_N^+$	12.292	0.000	0.997*	34.537	0.000	0.744*

Not: Bootstrap olasılık değerleri 1.000 tekrarlı dağılımdan elde edilmiştir. Asimptotik olasılık değerleri, standart normal dağılımdan elde edilmiştir. \*\*\*, \*\* ve \* rakamları sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 seviyelerini göstermektedir.

Westerlund ve Edgerton (2007) tarafından üretilen  $LM_N^+$  istatistiğine ait sonuçlar tabloda verilmiştir. Çalışmayı benzerlerinden ayıran temel noktası boş hipotezinin eşbütünlüşme vardır olmasıdır. Bunun yanında alternatif hipotez eşbütünlüşme yoktur şeklindedir. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olması asimptotik dağılıma sahip analiz sonuçlarını yorumlamamızı engellemektedir. Bu yüzden sonuçlar incelenirken bootstrap değeri göz önüne alınmıştır. Ampirik sonuçlara göre hem sabit hem de sabit ve trend modelde olasılık değerleri %10 anlamlılık düzeyinde boş hipotezi kabul etmemizi sağlamaktadır. Bu sonuç bize serilerin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini göstermektedir. Çalışmanın devamında serilerin uzun dönemde hangi yönde ve oranda etkilendiğinin ifade edilmesini sağlayan panel eşbütünlüşme tahmincileri ile tahmin edilmeye çalışılacaktır.

### 3.4.4. Rüzgar Enerjisi Modeli İçin Eşbütünleşme Tahminleri Analizi İle Uzun Dönem Tahmini

Elde edilen eş bütünleşme sonuçları değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve oranını belirlememizi sağlayan eşbütünleşme analizini yapmamıza olanak sağlamaktadır. CCE ve AMG eş bütünleşme tahminlerinin yatay kesit bağımlılığını dikkate alması dolayısıyla çalışmanın devam eden kısmında uygulanacaktır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.14’de sunulmuştur.

**Tablo 3.14:** Rüzgar Enerjisi Modeli; CCE (2006) ve AMG (2010) Panel Eş-bütünleşme Tahminleri İle Uzun Dönem Tahmini

	Pesaran (2006)		Eberhardt and Teal (2010)	
	CCE		AMG	
	Katsayı	t-value	Katsayı	t-value
<b><i>Lncons</i></b>				
Avustralya	-6.5544	-1.07	-12.489*	-1.86
Avusturya	18.3452**	0.013	-1.211	-0.261
Kanada	-2.8198	-0.63	-1.475	-0.25
Danimarka	-2.7484	-0.92	-3.598**	-2.45
Fransa	-8.6541**	-1.98	-14.467***	-2.77
Almanya	7.9826***	2.72	-0.9021	-0.62
İtalya	3.666	1.10	-0.5779	-0.34
Japonya	-0.8659	-0.30	4.7530	0.08
Hollanda	-2.4753	-1.06	1.1882	0.85
Portekiz	1.4763	0.83	2.768***	2.66
İspanya	-1.263	-0.90	1.4425	1.64
Türkiye	-7.3029***	-2.64	12.6536**	2.33
ABD	-0.1121	-0.03	-1.8070***	-3.11
Birleşik Krallık	-0.5038	-0.11	-1.9183**	-1.98
Panel	-0.1037	-0.07	-1.117	-0.63
<b><i>Lneffect</i></b>				
Avustralya	0.829	0.53	-0.1166	-0.08
Avusturya	1.1037	0.096	-1.402	-0.76
Kanada	3.0395	1.05	1.5472	0.57
Danimarka	-0.9640	-1.45	0.7931**	2.03
Fransa	-1.2203	-1.53	-0.823	-1.13
Almanya	-0.107	-0.21	-0.7823	-1.23
İtalya	-0.046	-0.20	0.0339	1.23
Japonya	0.1642	0.25	1.6112	1.03
Hollanda	-0.222	-0.14	1.9901	1.35
Portekiz	-0.3672	-0.89	-0.7242	-1.63
İspanya	0.0452	0.27	0.10469	0.47
Türkiye	0.4123**	1.96	0.1397	0.55

ABD	0.5235	0.38	0.4406	0.72
Birleşik Krallık	-1.414	-1.58	-0.8460	-1.28
Panel	0.1268	0.43	0.162	0.58
<b><i>Lnenergy</i></b>				
Avustralya	0.511	0.44	-0.174	-0.22
Avusturya	0.5428	0.35	-4.8351***	-3.94
Kanada	-1.584	-0.51	-3.772	-1.14
Danimarka	0.3158	0.64	1.202***	3.06
Fransa	-0.003	-0.001	-2.6763***	-4.78
Almanya	0.3091	0.50	1.2903	1.48
İtalya	-0.4107	-0.59	0.6274	0.90
Japonya	0.0239	0.05	-3.2501***	-2.98
Hollanda	0.5134	1.22	0.4065	0.97
Portekiz	-0.0915	-0.17	-0.1922	-0.36
İspanya	-0.231	-0.86	-0.8750**	-2.21
Türkiye	0.0540	0.45	3.2148	1.22
ABD	0.851	1.25	0.9459**	2.49
Birleşik Krallık	1.168**	2.43	0.7795***	3.22
Panel	0.1736	0.99	-0.5219	-0.85
<b><i>Lngdp</i></b>				
Avustralya	-15.018	-1.43	-22.2204**	-2.45
Avusturya	-9.6410	-1.44	7.6326	1.11
Kanada	2.7362	0.20	-5.1348	-0.41
Danimarka	-10.1735**	-2.34	-4.716**	-2.05
Fransa	-9.7348	-0.74	-27.4731***	-2.85
Almanya	3.4545	1.33	0.2213	0.12
İtalya	7.8260*	1.73	1.5470	0.40
Japonya	3.1093	0.73	6.0270	1.01
Hollanda	0.4517	0.12	6.9017**	1.98
Portekiz	-7.3651**	-2.11	2.1986	0.89
İspanya	-4.1958***	-2.96	-0.646	-0.36
Türkiye	-13.5944***	-4.32	10.3048**	2.23
ABD	-5.3502	-0.84	-7.3599***	-5.42
Birleşik Krallık	0.0534	0.02	1.0866	0.61
Panel	-4.103**	-2.16	-2.259	-0.78

**Notlar:** t istatistiği Newey-West değişen varyansın standart hatasını ifade etmektedir. \*\*\*, \*\* ve \* rakamları sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 seviyelerini göstermektedir.

Çalışmanın bu aşamasında eşbütünleşme ilişkisi sonrası uzun dönem katsayı tahmin etmemizi sağlayan eşbütünleşme tahmincilerinden Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE tahmincisi ve Eberhardt ve Teal (2010) tarafından geliştirilen AMG tahmincisi sonuçları görülmektedir. Panel istatistikleri sonuçları CCE tahmincisi için Incons, Ineffect, Inenery değişkenleri için anlamlı bir sonuç vermezken lngdp değişkeninde meydana gelecek %1'lik bir artışın rüzgar enerjisinde yüzde %4.103 gibi bir oranda azalmaya neden olmaktadır. AMG tahmincisi ise panel sonuçlarında bir bütün



olarak değişkenler arasında etkileşim varlığını ifade eden anlamlı bulgulara rastlanmamıştır. Bizim çalışmamızın temelini oluşturan ülkeler bağlamında Türkiye özelinin test edilmesi stratejisi kesitleri yorumlamamız ve ilgili değişkenleri belirlememiz açısından önem arz etmektedir.

Bu bağlamda ilk olarak Incons değişkeni kesitleri yorumlanarak başlanacaktır. Nihai tüketim harcamaları değişkeni ile hükümet büyüklüğünün sınıandığı bu durumda kesitler CCE tahmincisi için yorumlanırsa, Toplam nihai tüketim harcamalarda meydana gelecek %1'lik bir artış, rüzgar enerjisi değişkeni üzerinde Avusturya'da %18.34 ve Almanya'da %7.98 oranında bir artışa neden olurken Fransa'da yüzde %8.65 ve Türkiye'de %7.03'lük bir oranda azalışa neden olmaktadır. AMG tahmincisine göre ise Avusturalya'da %12.48, Danimarka'da %3.59, Fransa'da %14.46, ABD'de %1.807 ve UK'de %1.91 oranında bir azalışa neden olurken, Portekiz'de %2.768'lik ve Türkiye'de %12.65'lik bir artışa neden olduğu görülmektedir. AMG testinin CCE testinden daha güçlü olduğu varsayımı dolayısıyla yorumlarda çelişen sonuçlarda AMG testi yorumlanacaktır. Dışlama etkisinin varlığı düşünölmelidir. Özellikle kamu harcamalarında bir artış ile birlikte ülke ekonomilerinde meydana gelen değişim, özel sektör harcamalarının dışlandığı varsayımını düşöndürmektedir. Bu durumun etkisinin rüzgar enerjisi modeli üzerinde etkisi ise politika belirleyicilerin etkinliğini arttırmasını, kamu sektörünün ağırlık kazanması olarak ifade etmek mümkündür. Türkiye açısından meydana gelen meydana gelen yüzdesel artış, rüzgar enerjisi modeli için politikaların oluşturulmasında daha yoğun kamu sektörü varlığının ağırlığını göstermektedir.

Lneffect değişkeni ile hükümet etkinliğinin rüzgar enerjisi değişkeni üzerindeki etkilerine bakılacak olursa; CCE tahmincisi için hükümet etkinliğinde meydana gelecek %1'lik bir artış, rüzgar enerjisi değişkenini, sadece Türkiye'de %0.41 oranında arttırmaktadır. AMG tahmincisine göre de ise yalnızca Danimarka'da %0.79 oranında arttırmaktadır. Etkin hükümet politikalarının yansıması olarak değerlendirilebilen bu sonuçlar ile Türkiye için küçük de olsa pozitif etki, siyasi tutumun önemini ve rüzgar enerjisinde olumlu bir sonuç doğurduğu şeklinde ifade edilebilir.

Lenergy değişkeni ile kişi başına düşen enerji kullanımının rüzgar enerjisi değişkeni üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Ampirik sonuçlar CCE tahmincisi için kişi başına düşen enerji kullanımında meydana gelecek %1'lik bir artışın rüzgar enerjisi

değişkenini yalnızca UK'de %1.168 oranında arttırmaktadır. AMG tahmincisine göreyse Danimarka'da %1.02, ABD'de %0.94 ve UK'de %0.77 oranlarında arttırırken Avusturya'da %4.83, Fransa'da %2.67, Japonya'da %3.25 ve İspanya'da %0.87 oranlarında azaltmaktadır. Negatif etkiye sahip ekonomilerde daha yoğun fosil yakıt tüketimine yöneldiği ifade edilebilir. Pozitif etkiye sahip ekonomilerin ise rüzgar enerjisi açısından kendi iç dinamikleri ile beslendiği ve artan enerji tüketimini yenilenebilir enerji ile karşıladıkları görülmektedir.

Son olarak, Ingdp değişkeni ile kişi başına düşen GSYH değeri ile rüzgar enerjisi değişkeni arasındaki ilişki incelenmiştir. CCE tahmincisi için kişi başına düşen reel GSYH da meydana gelecek %1'lik bir artış, rüzgar enerjisi değişkenini, İtalya'da %7.82 oranında arttırırken, Danimarka'da %10.17, Portekiz'de %7.36, İspanya'da %4.19 ve Türkiye'de %13.59 oranlarında azalttığı görülmektedir. AMG tahmincisine göre ise Hollanda'da %6.901 ve Türkiye'de %10.304 oranında arttırırken, Avustralya'da %22.22, Danimarka'da %4.716, Fransa'da %27.47 ve ABD'de %7.35 gibi bir oranda azalttığı görülmektedir.

### 3.4.5. Rüzgar Enerjisi Modeli İçin Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) Panel Nedensellik Analizi

Değişkenler arasında ilişkinin yönünün ve anlamlılığının test edilmesini sağlamak için Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) tarafından geliştirilen hem yatay kesit bağımlılığı hem de heterojenite yaklaşımı varsayımında uygulanan panel nedensellik testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.15'de sunulmuştur.

**Tablo 3.15:** Rüzgar Enerjisi Modeli; Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) Panel

Nedensellik Test Sonuçları

Ülke	Lag	Incons=>Inwind		Inwind=>Incons	
		Wald	p-value	Wald	p-value
Avustralya	1	0.001	0.982	0.054	0.816
Avusturya	1	0.013	0.911	0.768	0.381
Kanada	1	0.108	0.743	1.887	0.170
Danimarka	1	0.522	0.470	0.007	0.932
Fransa	1	0.371	0.542	2.764	0.096*
Almanya	1	0.474	0.491	0.115	0.734
İtalya	2	12.674	0.002***	0.374	0.830
Japonya	2	3.592	0.166	12.205	0.002***

Hollanda	1	0.627	0.428	0.010	0.919
Portekiz	1	0.001	0.971	0.565	0.452
İspanya	1	1.174	0.279	0.930	0.335
Türkiye	1	0.363	0.547	5.083	0.024**
ABD	2	1.393	0.498	1.629	0.443
Birleşik Krallık	1	1.163	0.281	0.047	0.829
<b>Fisher</b>		30.692	0.380	37.294	0.050**

Ülke	Lag	Ineffect=>lnwind		lnwind=>Ineffect	
		Wald	p-value	Wald	p-value
Avustralya	2	8.990	0.011**	6.135	0.047**
Avusturya	1	0.857	0.355	1.654	0.198
Kanada	1	0.018	0.893	0.495	0.482
Danimarka	1	0.002	0.966	1.684	0.194
Fransa	2	4.788	0.091**	0.473	0.789
Almanya	2	0.329	0.848	0.199	0.905
İtalya	2	1.623	0.444	0.593	0.744
Japonya	2	7.903	0.019**	0.662	0.718
Hollanda	2	0.000	1.000	7.576	0.023**
Portekiz	2	2.132	0.344	37.279	0.000***
İspanya	1	1.417	0.234	0.932	0.334
Türkiye	1	2.806	0.094*	2.717	0.099*
ABD	1	0.067	0.796	2.656	0.103
Birleşik Krallık	2	2.656	0.265	12.347	0.002***
<b>Fisher</b>		38.884	0.083*	84.590	0.00***

Ülke	Lag	lnenergy=>lnwind		lnwind=>lnenergy	
		Wald	p-value	Wald	p-value
Avustralya	2	15.163	0.001***	0.334	0.846
Avusturya	1	0.748	0.387	0.486	0.486
Kanada	2	7.042	0.030**	0.348	0.840
Danimarka	2	5.943	0.051*	3.515	0.172
Fransa	2	2.337	0.311	4.358	0.113
Almanya	1	2.996	0.083*	0.005	0.945
İtalya	1	0.020	0.888	4.215	0.040**
Japonya	2	3.600	0.165	3.464	0.177
Hollanda	1	0.000	0.987	3.207	0.073
Portekiz	1	0.690	0.406	0.531	0.466
İspanya	1	0.000	0.985	1.210	0.271
Türkiye	1	6.231	0.013**	0.273	0.601
ABD	1	0.470	0.493	3.043	0.081*
Birleşik Krallık	2	0.185	0.912	5.554	0.062*
<b>Fisher</b>		53.399	0.003***	40.968	0.054*

Ülke	Lag	lngdp=>lnwind		lnwind=>lngdp	
		Wald	p-value	Wald	p-value
Avustralya	2	2.603	0.272	1.150	0.563
Avusturya	1	3.139	0.076*	0.898	0.343
Kanada	1	0.050	0.822	0.008	0.930
Danimarka	1	0.008	0.927	0.088	0.767
Fransa	1	0.182	0.670	0.157	0.692

Almanya	1	0.660	0.416	6.649	0.010***
İtalya	1	1.007	0.316	0.201	0.654
Japonya	1	0.540	0.463	0.178	0.673
Hollanda	2	16.384	0.000***	10.406	0.006***
Portekiz	1	1.175	0.278	1.615	0.204
İspanya	2	2.579	0.275	1.013	0.603
Türkiye	2	5.541	0.066*	4.751	0.093*
ABD	2	0.402	0.818	3.761	0.153
Birleşik Krallık	2	12.131	0.002***	1.796	0.407
<b>Fisher</b>		54.195	0.002***	40.476	0.060*

Notlar: \*\*\*, \*\* ve \* rakamları sırasıyla% 1,% 5 ve% 10 seviyelerini göstermektedir.

Çalışmanın incelenen son analiz kısmında Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) panel nedensellik analizinin rüzgar enerjisi değişkeni ile de ilişkisinin açıklanmasıdır. İlk olarak panel Fisher istatistikleri incelenecek olursa toplam nihai tüketim harcamalarından rüzgar enerjisine nedensel ilişkinin olasılık değerinin anlam seviyelerinden büyük olması dolayısıyla boş hipotez olan neden değildir kabul edilmektedir. Geri kalan tüm değişkenler arasında olasılık değerlerinin anlam seviyelerinden düşük olması dolayısıyla alternatif hipotez kabul edilmiştir. Kesitler incelenecek olursa ülke ekonomilerinin nedensellik ilişkilerine ait yorumları yapmak daha kolay olacaktır. Bu nedenle çalışmanın devam eden kısmında kesitler yorumlanacaktır.

Rüzgar enerjisinden toplam nihai tüketim harcamalarına nedensellik analizi için kesit sonuçları, Fransa (%10 anlam seviyesi ), Japonya (%1 anlam seviyesinde) ve Türkiye (%5 anlam seviyesinde) ekonomileri için geçerlidir.

Avustralya, Fransa, Japonya (%5 anlam seviyesinde) ve Türkiye (%10 anlam seviyesinde) ekonomileri için hükümet etkinliğinden rüzgar enerjisine nedensellik tespit edilmiştir. Bunun yanında Avustralya, Hollanda (%5 anlam seviyesinde), Portekiz ve Birleşik Krallık (%1 anlamlılık seviyesinde) ve Türkiye (%10 anlamlılık seviyesinde) ekonomileri için rüzgar enerjisi değişkeninden hükümet etkinliğine nedensellik bulunmaktadır.

Avustralya (%1 anlam seviyesinde), Kanada, Türkiye (%5 anlam seviyesinde), Danimarka ve Almanya (%10 anlamlılık seviyesinde) ekonomileri için kişi başına enerji kullanımından rüzgar enerjisine nedensellik bulunmuştur. Ayrıca İtalya (%5 anlam

seviyesinde), ABD ve Birleşik Krallık (%10 anlamlılık seviyesinde) ekonomileri için de tersi bir ilişki varlığı tespit edilmiştir.

Son olarak ekonomik büyümeyi temsilen modele dahil olan kişi başına düşen GSYH değişkeninden rüzgar enerjisine nedensellik bulunan ülkeleri sıraladığımızda bunlar Avusturya, Türkiye (%10 anlamlılık seviyesinde), Hollanda ve Birleşik Krallıktır (%1 anlam seviyesinde). Rüzgar enerjisi değişkeninden kişi başına düşen reel GSYH'ya Almanya, Hollanda (%1 anlam seviyesinde) ve Türkiye (%10 anlamlılık seviyesinde) ekonomilerinde nedensellik bulunmuştur. Bu açıdan bakıldığında Avusturya ve UK için “koruma hipotezi” geçerli iken, Almanya için “büyüme hipotezi” geçerlidir. Türkiye ve Hollanda için ise “geri bildirim hipotezi” geçerlidir.



## SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerji kavramı son dönemin en çok tartışılan konularından biri haline gelmiştir. Gelişen teknolojiye uyum sonucunda barınma, ısınma, soğutma gibi insani ihtiyaçların yükselen bir seyir izlemesi, nüfus artış hızı sonucunda tüketim miktarının artması gibi durumlar insanoğlunu enerji ihtiyacı ile yüz yüze bırakmaktadır. Ülkeler bir yandan iç dinamiklerini sağlam tutarak ana hedeflerinden biri olan ekonomik büyümeyi sürdürmek ve mevcut toplumun refahını sağlamak için çalışmalar yapmakta iken bir yandan da dış dinamiklerini aktif tutarak ticari faaliyetlerine devam etmek durumundadır.

Enerji ülkeler arasında ticarete konu olan malların başında gelmektedir. Büyük enerji kaynaklarına sahip ülkeler enerjiyi işleyip ihraç etmekte iken, enerjide dışa bağımlı ülkeler ithal ederek bu büyük ticari faaliyeti sürdürmektedir. Bir sirkülasyona dönüşen bu süreç için özellikle gelişmiş ülkeler öncülüğünde dışa bağımlılığının azaltılması için son yirmi yılı kapsayan bir dönemde artan oranlı olarak belirli bir süre sonunda tükenmesi beklenen ve çevreye vermiş olduğu zararları oldukça yoğun olan fosil yakıt diye tabir edilen kaynaklara karşı kendi iç dinamikleri ile elde edilebilecek yenilenebilir enerji kaynakları kavramı hız kazanmaya başlamıştır.

Bu bağlamda, çevresel kaygılara ek olarak fosil yakıt fiyatlarındaki dalgalanmaların yatırım kararlarını negatif etkilemesi ve fosil yakıt kaynaklarının tükenebilir özelliği dolayısıyla yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerjiye alternatif konuma gelmiştir (Destek ve Aslan, 2017: 757). Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemli özellikleri, karbondioksit emisyonlarını azaltmak, çevreyi korumaya yardımcı olmak, yurtiçinde üretilen bir enerji kaynağı olması dolayısıyla dışa bağımlılığı azaltmak ve istihdam artışına katkıda bulunmak olarak ifade edilir (Aslan ve Öcal, 2016: 953). Daha çok öncülüğünü gelişmiş ülkelerin yürüttüğü belirtilen yenilenebilir enerji kavramını, geliştirmekte olan ülkeler açısından ise konuya daha yeni yönelmeye başladığı görülmektedir.

Çalışma açısından enerji akışları ve onları itici güçler yakından etkilidir. Bu nedenle enerji sektörü hiçbir zaman yalnız olarak analiz edilmemelidir. Sadece enerjinin nasıl sağlandığını dikkate almak yeterli değildir. (Nakicenovic vd., 1996: 78). Bu konuya dayanarak çalışma 2000-2015 yılları aralığında yenilenebilir enerji kavramında öncü konumda olan 14 OECD ülkesi bağlamında Türkiye özelini incelenmektedir.

Yenilenebilir enerjinin sağlanmasına neden olan politik ve makro ekonomik değişkenler üzerinde inceleme yapılarak ampirik sonuçların analizi ile politika önerilerine yön verilmeye çalışılmıştır.

Çalışmada panel veri analizi yöntemi kullanılarak ilk olarak yenilenebilir enerji türleri arasında hem maliyeti açısından ucuz hem de getirisi yüksek olan güneş ve rüzgar enerjisi modelleri ayrı ayrı analiz edilerek sonuçlar değerlendirilmiştir. Analiz kısmında kullanılan güneş enerjisi (TPES, MWh) ve rüzgar enerjisi (TPES, MWh) değişkenleri, oluşturulan iki ayrı model için bağımlı değişken durumundadır. Sınama yapılmasını sağlayan bağımsız değişkenlerimiz ise kişi başına düşen enerji tüketimi, kişi başına düşen GSYH, nihai kamu tüketim harcamaları ve hükümet etkinliği değişkenleridir.

Dinamik panel veri analizi yöntemi ile çalışma yapılmasının ilk koşulu olan yatay kesit bağımlılığının analizi Breusch ve Pagan (1980), Peseran (2004) ve Peseran vd (2008) geliştirdiği test yöntemleri ve eğim katsayısının homojenitesinin sınanmasını sağlayan Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen homojenlik testi ile analiz uygulanmıştır. Hem güneş enerjisi modeli hem de rüzgar enerjisi modeli için seriler arasında yatay kesit bağımlılığı tespit edilmiştir. Ayrıca serilerin eğim katsayılarının homojenliği sınavında heterojenlik sonucuna ulaşılmıştır. Analizin devam eden kısmında seriler arasında yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil testler ile devam edilirken uygulanan analiz yöntemleri heterojenlik varsayımını dikkate almaktadır.

Bir sonraki aşamada seriler arasında durağanlık analizinin sınanmasını sağlayan panel birim kök Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF testi uygulanmıştır. Bu test panel ve kesitler için tek tek sonuç elde etmemize izin vermektedir. Bu analiz ile kesitlerden bazıları durağan çıksa da tüm değişkenler için kesitlerin birçoğunun birim kök içermesi ve genel panel sonuçlarının birim kök içermesi dolayısıyla her iki denklem grubu içinde değişkenleri çalışmanın devam eden kısmında birim kök içerdiği varsayımı ile yola devam edilmiştir.

Çalışmada değişkenler arasındaki ilişkinin uzun dönemde varlığını sınavan ve yapısal kırılmaları içermeyen panel eşbütünleşme analizi Westerlund ve Edgerton (2007) testi uygulanarak sınanmıştır. Hem güneş enerjisi için oluşturulan modelde hem de rüzgar enerjisi için oluşturulan modelde değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığına

dair hipotez kabul edilmiştir. Bu sonuç bizim değişkenler arasındaki ilişkinin yönünün ve yüzdesel değişiminin sağlanmasına olanak veren ve çalışma açısından önem arz eden politika hedeflerine ulaşmamızı sağlayan eşbütünleşme tahmincileri Pesaran (2006) CCE ve Eberhardt ve Bond (2009) AMG tahmincilerini kullanarak sonuçlara ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular,

Güneş enerjisi modeli sonuçlarına bakılacak olursa; ilk olarak hükümet büyüklüğünün sınanması için nihai tüketim harcamaları değişkeni ile güneş enerjisi değişkeni arasındaki ilişki de ülkeler bağlamında değişim oranları CCE tahmincisi için, Toplam nihai tüketim harcamalarda meydana gelecek %1'lik bir artış, güneş enerjisi değişkeni üzerinde Danimarka'da yüzde -64.7, Portekiz'de yüzde -10.17 ve ABD'de de yüzde -2.75'lik bir azalışa neden olacağı, AMG tahmincisine göre ise Danimarka'da yüzde -21.9 oranında, ABD'de yüzde -1.507 oranında bir azalışa neden olacakken, İspanya'da yüzde 13.166'lık bir artışa neden olduğu görülmektedir. Kamu büyüklüğünün ekonomik olarak varsayımlarından birinin artışının özel sektör yatırımlarını dışlaması ve ekonomik büyümeyi olumsuz etkisinin olduğu ifade edilebilir. Bu durumda Danimarka, Portekiz ve ABD ekonomileri için negatif ve büyük oranlı etkilenmeleri güneş enerjisi modellemesinin hükümet eli ile değil de özel sektör eli ile yapıldığının bir göstergesi olabileceği ifade edilebilir. Bu durumda özel sektörün dışlanması güneş enerjisini negatif etkileyecektir.

Hükümet etkinliğinin güneş enerjisi değişkeni üzerindeki etkileri incelendiğinde elde edilen sonuçlar; CCE tahmincisi için hükümet etkinliğinde meydana gelecek %1'lik bir artış, güneş enerjisi değişkenini, Danimarka'da yüzde 12.77, Japonya'da 1.72 ve ABD'de 2.16 oranında arttırırken UK'de -8.51 oranında azaltmaktadır. AMG tahmincisine göre de ise Fransa'da yüzde -6.34, Almanya'da -1.56 ve UK'de -4.88 oranında azaltıcı etkisi olduğu görülmüştür. Hükümet etkinliği kavramından bahsedilecek olursa özellikle toplumun teknoloji seviyesi, beşeri ve fiziksel sermayesi gibi konuları kapsadığı düşünüldüğü zaman Danimarka, Japonya ve ABD ekonomilerinin güneş enerjisi üzerinde sağladığı pozitif etki daha iyi bir teknolojik seviye ve sermaye olgusuna sahip olduklarını göstermektedir. Bunun yanında özellikle UK'de hükümet etkinliği hem CCE hem de AMG tahmincisi için güneş enerjisi değişkeni üzerinde negatif etkiye sahiptir. Hükümet etkinliği değişkeni ile kamu hizmetlerinin kalitesine ilişkin olguları,



kamu hizmetlerinin kalitesini ve politik baskılardan bağımsız politika oluşturma ve uygulama kalitesini ve hükümetin bu tür politikalara olan bağlılığını ölçmeyi sağlamaktadır. Bu bağlamda UK, Fransa ve Almanya ekonomileri için politikaların siyasi baskı altında oluşturulduğunu ifade etmektedir.

Kişi başına düşen enerji kullanımının güneş enerjisi değişkeni üzerindeki etkisinin sonuçları CCE tahmincisi için kişi başına düşen enerji kullanımında meydana gelecek %1'lik bir artış, güneş enerjisi değişkenini Danimarka'da yüzde 5.802 ve ABD'de 0.56 oranında artırdığı tespit edilmiştir. AMG tahmincisine göreyse Almanya'da yüzde 4.05 ve Portekiz'de 4.08 oranında arttırırken Avustralya'da -4.21 ve UK'de -1.85 oranında azaltmaktadır. Kişi başına düşen enerji tüketiminin artması Danimarka, ABD, Almanya ve Portekiz ekonomilerinde pozitif etkiye sahip olmasını uygulanan yenilenebilir enerji politikalarının başarısına bağlamak mümkündür. Enerji tüketimi artışının yenilenebilir enerji ile karşılanmakta olduğu görülmektedir. Fakat bunun yanında Avustralya ve UK için bu durumun tersinin geçerli olduğu görülmektedir. Demek ki enerji tüketimindeki bu değişim fosil yakıtlar aracılığı ile karşılanmaktadır.

Kişi başına düşen GSYH değeri yani ekonomik büyüme ile güneş enerjisi tüketimi arasındaki ilişkinin incelenmesi sonucunda ulaşılan bulgular, CCE tahmincisi için kişi başına düşen reel GSYH da meydana gelecek %1'lik bir artış, güneş enerjisi değişkenini, Fransa'da yüzde 85.85 arttırırken, Hollanda'da -22.02 oranında azalttığı görülmektedir. AMG tahmincisine göreyse Avusturya'da yüzde 6.72, Almanya'da 1.69, Japonya'da 8.75 Portekiz'de 14.85 ve UK'de 9.15 oranında arttırırken, Kanada'da yüzde -10.78 ve Danimarka'da -27.43 gibi büyük bir oranda azalttığı görülmektedir. Ülke ekonomileri açısından keskin ve büyük değişikliklerin olduğu görülmektedir. Özellikle Fransa ekonomisi için değişim oranının yüksekliği dikkat çekmektedir. Bu durum Fransa ekonomisinin kişi başına düşen GSYH değişkeni için yenilenebilir enerjiye oldukça fazla duyarlı olduğunu göstermektedir. Yani gelirlerdeki artışın büyük oranda yenilenebilir enerji tarafından karşılandığı ifade edilebilir. Avusturya, Almanya, Portekiz ve UK ekonomileri içinde aynı durumun geçerli olduğunu bunun yanında Hollanda, Kanada ve Danimarka'da belirli bir zamanda ülke sınırları içerisinde üretilen tüm mal ve hizmetlerin nüfusa bölümü ile elde edilen kişi başına düşen GSYH meydana gelen değişimden güneş enerjisi değişkeninin yüksek oranda negatif oranda etkilendiği görülmektedir. Bunun

nedeni ise, bu gelir artışının yenilenebilir enerji kaynaklı değil de fosil enerji kaynaklı olduğu varsayımını ifade etmemizi sağlamaktadır.

Güneş enerjisine ait kurulan modelde incelenen dönemde ve tahmin edilen OECD ülkeleri içerisinde Türkiye ekonomisine ait herhangi bir değişken için anlamlı sonuçlara ulaşılamamıştır. Bunun nedenini ilk olarak yetersiz yenilenebilir enerji politikalarına bağlayabiliriz. Yenilenebilir enerjide oldukça yeni teşvik yasaları ve uygulama tedbirleri çıkartan Türkiye ekonomisi için güneş enerjisi sistemine yapılan yatırım teşviklerinin yetersiz olduğu görülmektedir. Yıl içerisinde kesintiye uğrayan bu enerji üretim çeşidi için sürdürülebilir bir altyapı hizmetinin ve geçerli hükümet politikalarının oluşturulması gerekmektedir.

Rüzgar enerjisine ait model için panel istatistikleri sonuçları CCE tahmincisi için nihai tüketim harcamaları, hükümet etkinliği ve kişi başına düşen enerji tüketimi değişkenleri için anlamlı bir sonuç vermezken kişi başına düşen GSYH değişkeninde meydana gelecek %1'lik bir artışın rüzgar enerjisinde yüzde -4.103 gibi bir oranda azalmaya neden olacağı tespit edilmiştir. Bu sonuca göre panele dahil olan ülkelerin çoğunluğu için GSYH'deki artışın fosil yakıtlara yöneldiği tahmin edilmektedir. AMG tahmincisi için ise panel sonuçlarında bir bütün olarak değişkenler arasında etkileşim varlığını ifade eden anlamlı bulgulara rastlanmamıştır. Çalışmanın temelini oluşturan OECD ülkeleri bağlamında Türkiye özelinin test edilmesi stratejisi kesitleri yorumlamamız ve ilgili değişkenleri belirlememiz açısından önem arz etmektedir. Bu yüzden elde edilen bulgulara bakılması gerekmektedir.

Nihai tüketim harcamalarının değişkeni kesitleri yorumlanarak başlanacaktır. Nihai tüketim harcamaları değişkeni ile kamu büyüklüğünün sınındığı bu durumda kesitler CCE tahmincisi için yorumlanırsa, Toplam nihai tüketim harcamalarda meydana gelecek %1'lik bir artış, rüzgar enerjisi değişkeni üzerinde Avusturya'da %18.34 ve Almanya'da %7.98 oranında bir artışa neden olurken Fransa'da yüzde %8.65 ve Türkiye'de %7.03'lük bir oranda azalışa neden olmaktadır. AMG tahmincisine göre ise Avusturya'da %12.48, Danimarka'da %3.59, Fransa'da %14.46, ABD'de %1.807 ve UK'de %1.91 oranında bir azalışa neden olurken, Portekiz'de %2.768'lik ve Türkiye'de %12.65'lik bir artışa neden olduğu görülmektedir. Kamu kesimi harcamalarını finanse etme yoluna gitmek durumundadır. Elde edilen sonuçlar kamu kesimi harcamalarını iç borçlanma yolu ile

gidermeyi varsaydığı durumda faizlerin yükselip özel sektör harcamalarını kısıtıldığı bilinmektedir. Bu noktadan hareketle negatif değişimlere uğrayan ülke ekonomilerinde (Fransa, Avusturalya, Danimarka, ABD, UK) rüzgar enerjisinin özel sektör harcamaları yolu ile gerçekleştiği söylenebilir. Bunun yanında pozitif değişim sağlayan ülkeler (Avusturya, Almanya, Portekiz ve Türkiye) için ise rüzgar enerjisine yapılan harcamaların kamu eli ile gerçekleştiği ifade edilebilir.

Hükümet etkinliğinin rüzgar enerjisi değişkeni üzerindeki etkilerine bakıldığında elde edilen sonuçlar CCE tahmincisi için hükümet etkinliğinde meydana gelecek %1'lik bir artışın rüzgar enerjisi değişkenini, sadece Türkiye'de %0.41 oranında arttırdığı, AMG tahmincisine göre de ise yalnızca Danimarka'da %0.79 oranında arttırdığı görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlar güneş enerjisi değişkeni ile oldukça farklı sonuçlar teşkil etmektedir. Özellikle hükümet etkinliği denildiğinde uygun politikaların belirlenmesi ifade edilirse, Türkiye ve Danimarka ekonomileri için politik baskılardan ayrı bir politika oluşturulduğu ifade edilebilir. Küçük oranlı bir değişim de olsa elde edilen sonuçlar Türkiye için rüzgar enerjisi adına umut vericidir.

Kişi başına düşen enerji kullanımının rüzgar enerjisi değişkeni üzerindeki etkisinin sonuçları CCE tahmincisi için kişi başına düşen enerji kullanımında meydana gelecek %1'lik bir artışın rüzgar enerjisi değişkenini yalnızca UK'de %1.168 oranında arttırmaktadır. AMG tahmincisine göreyse Danimarka'da %1.02, ABD'de %0.94 ve UK'de %0.77 oranlarında arttırırken Avusturya'da %4.83, Fransa'da %2.67, Japonya'da %3.25 ve İspanya'da %0.87 oranlarında azaltmaktadır. Kişi başına düşen enerji kullanımının pozitif etki ettiği ülkeler (UK, Danimarka ve ABD) ekonomileri için enerji kullanımının yenilenebilir enerji ile karşılandığı ifade edilse de negatif etki ettiği ülkeler (Avusturya, Fransa, Japonya ve İspanya) için ise enerji kullanımındaki artışın rüzgar enerjisi değil de yenilenebilir diğer kaynaklar ya da fosil kaynaklar aracılığı ile karşılandığı ifade edilebilir.

Kişi başına düşen GSYH değişkeni ile rüzgar enerjisi tüketimi arasındaki ilişkinin incelenmesi sonucunda ulaşılan CCE tahmincisi için kişi başına düşen reel GSYH da meydana gelecek %1'lik bir artış, rüzgar enerjisi değişkenini, İtalya'da %7.82 oranında arttırırken, Danimarka'da %10.17, Portekiz'de %7.36, İspanya'da %4.19 ve Türkiye'de %13.59 oranlarında azalttığı görülmektedir. AMG tahmincisine göreyse Hollanda'da

%6.901 ve Türkiye’de %10.304 oranında artırırken, Avustralya’da %22.22, Danimarka’da %4.716, Fransa’da %27.47 ve ABD’de %7.35 gibi bir oranda azalttığı görülmektedir.

Son olarak değişkenler arasında nedensellik ilişkisi yatay kesit bağımlılığı varsayımını dikkate alan Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) tarafından geliştirilen panel nedensellik testi ile sınanmıştır. Elde edilen sonuçlar, güneş enerjisi modeli için güneş enerjisinden hükümet etkinliğine ve kişi başına düşen GSYH’ye, rüzgar enerjisi modeli için ise toplam nihai tüketim harcamalarından rüzgar enerjisine panel nedenselliği bulunmamıştır. Bunun dışında kalan değişkenler arasında panelin tamamında nedensel bir ilişki varlığından bahsedilmesi mümkündür. Panel sonuçlarının anlamlı çıktığı kesitlerde nedensel ilişkiler incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, toplam nihai tüketim harcamaları ile güneş enerjisi arasındaki ilişki için Avustralya’da harcamalardan güneş enerjisine, İspanya’da ise güneş enerjisinden harcamalara bir nedensellik tespit edilirken, Fransa, İtalya ve ABD için çift yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Rüzgar enerjisinden harcamalara nedensellik ilişkisine bakıldığında Fransa, Japonya ve Türkiye için ilişki görülmektedir. Ülkedeki bireysel gelirler veya ihtiyaçların doğrudan temini için kullanılan mal ve hizmetlere yönelik devlet harcamalarını temsil eden ulusal gelir hesaplarındaki toplam işlem tutarını ifade eden kamu harcamalarının yenilenebilir enerji sağlayıcılarından rüzgar ve güneş enerjisinin belirtilen ülkeler için nedeni olduğu görülmektedir. Kamu harcamaları açısından özel sektörün payını belirtmesi açısından da önemli bir değişken ve sonuçtur.

Kamu etkinliği ile yenilenebilir enerji değişkenlerinden güneş enerjisi modellemesinde Kanada, Japonya, İspanya ve ABD için nedensellik var iken, rüzgar modellemesi için Fransa ve Japonya’da kamu etkinliğinden rüzgar enerjisine, Hollanda, Portekiz ve UK’de ise rüzgar enerjisinden kamu etkinliğine tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Bunun yanında Avustralya ve Türkiye için ise kamu etkinliği ile rüzgar enerjisi arasında çift yönlü ilişki tespit edilmiştir. Hükümetlerin kamu hizmetleri kalitesi ve politika oluşturma ve uygulama kalitesi düşünüldüğü zaman belirtilen ülkeler için kamu etkinliğinin rüzgar enerjisi için politikaların belirleyicisi olduğu ifade edilmektedir.

Bir başka değişken olan kişi başına düşen enerji kullanımı ile güneş enerjisi değişkeni arasındaki ilişkide, Kanada, ABD ve Danimarka için enerji tüketiminden Güneş

enerjisine, Fransa, Almanya ve Portekiz için ise güneş enerjisinden enerji kullanımına tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Ayrıca rüzgar enerjisinden enerji tüketimine nedensellik ilişkisine İtalya, ABD ve UK’de ulaşılrken enerji kullanımından rüzgar enerjisine Avusturalya, Kanada, Türkiye, Danimarka ve Almanya’da rastlanmıştır. Kişi başına düşen enerji kullanımının nedensellik ilişkisi kullanılan enerji kaynağını belirtmesi açısından önem arz etmektedir. Elde edilen sonuçlara göre belirtilen ülkeler için enerji kullanımı yenilenebilir enerji kaynaklarının bir nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır.

Son olarak enerji literatüründe oldukça büyük bir alana sahip olan nedensellik ilişkisi açısından kişi başına düşen GSYH ile yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar toplu bir biçimde ifade edilecek olursa; bu çalışmada benzerlerinden farklı olarak yenilenebilir enerji kaynakları ayrıştırılarak nedensellik bağı iki denklem için incelenmiştir. İlk olarak incelenen güneş enerjisi değişkeni için büyümeye doğru nedensellik herhangi bir ülkede rastlanmamıştır. Büyümeden güneş enerjisine nedenselliğin olduğu Avusturalya, İspanya, Avusturya ve Almanya ülkeleri ile rüzgar enerjisine tek yönlü nedensellik bulunan UK’de “koruma hipotezi” geçerlidir. Rüzgar enerjisinden ekonomik büyümeye tek yönlü ilişkiye ise Almanya ve Türkiye’de rastlanmaktadır. Bu ülkeler için “büyüme hipotezi” geçerlidir. Hollanda için ise çift yönlü ilişkiyi ifade eden “geri bildirim hipotezi” geçerlidir.

İklim değişikliği uzun vadeli, küresel bir sorundur. Uzun vadeli sorunlar için ise genellikle zaman içerisinde istikrarlı ancak esnek bir politika uygulanması gerekmektedir (Talberg vd., 2015:1). Yenilenebilir enerji sektörünün emisyon azaltma hedeflerini karşılamak ve gerekli yatırımları sağlamak için istikrarlı politika ayarları aramakta ve uygulamak durumundadır. İncelenen OECD ülkelerine bakıldığında her birinin güçlü bir enerji politikasına sahip olduğu görülmektedir. Daha önceden uygulanmaya başlanan yenilenebilir enerji politikaları ile var olan potansiyel konumlarını iyileştirmişlerdir.

Türkiye özelinde bakılacak olursa enerji dışı bağımlılığı oldukça yüksek bir ülke konumundadır. Türkiye’nin enerji ithalatı 2016 yılında 27 milyar dolar gibi bir rakamda gerçekleşmiştir. 2017 yılında ise 37 milyar dolar gibi bir seviyeye çıkmıştır. 2018 yılının Ocak-Ekim döneminde ise bir önceki yıla göre artarak 50 milyar seviyesinde gerçekleşmiştir. Bu oranlar gelişmekte olan bir ülke için oldukça yüksek rakamlardır. Bu artışın temel nedenlerinden biri varil başına petrol fiyatlarının artmasıdır. Doğalgaz

tüketimindeki artış da gösterilebilir. Bu durum enerji güvenliği sorununu da beraberinde getirmektedir.

Enerji güvenliği sorunu sürdürülebilir enerji politikası açısından önem arz eden noktalardan biridir. Enerji kaynağında meydana gelecek herhangi bir aksaklık veya artan talebe yetememek gibi olgular sonucunda enerji arzı güvenliği tehlikeli bir boyuta ulaşabilir. Bu aşamalar giderek artan iç dinamiklerle beslenen enerji politikalarını desteklemeyi teşvik etmektedir.

Çalışmanın genelinde elde edilen sonuçlar güneş enerjisi için Türkiye'nin oldukça geride olduğunu göstermektedir. Hem tahminler hem de nedensellik analizi sonuçları için anlamlı bulgulara rastlanmamıştır. Bu açıdan geliştirilmesi gereken bir politika ayağı olduğu görülmektedir. Sabit fiyat garantisi, vergi indirimleri gibi politikaların hükümet destekli uygulanmaya koyulması ve özel sektöründe içinde olduğu sağlıklı bir yenilenebilir enerji sahası geliştirilmelidir. Güçlü bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olan Türkiye için durumda kalmasının önüne geçilmelidir.

Güneş enerjisi üretimi durumunda lider konumda olan Almanya, Japonya, ABD, İspanya, Fransa, İtalya gibi ülkelerin hem yıllık artış oranlarının hem de toplam enerji içerisindeki payları bakımından öncü konumda bulunmaktadır. Daha yoğun ve ağırlıklı olarak uyguladıkları ama Türkiye'de incelenen dönemde uygulanmayan enerji şebekesi içerisine kota yükümlülüğü politika ayağının uygulanması önem arz etmektedir. Ayrıca özellikle mali teşviklerin en önemli ayaklarından biri olan vergi teşvikleri ile ilgili uygulamalara yer verilmesi gerekmektedir 7103 sayılı Vergi Kanunları ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnelerde Değişiklik Yapılması Hakkında Kanunla yapılan değişikliklerin uygulanmasına ilişkin usul ve esaslar 2018 yılı itibariyle belirlenmiştir. Buna göre, konutların çatısına kurulacak tek bir elektrik üretim tesisinde üretilecek ihtiyaç fazlası elektrik enerjisini satanlar "vergiden muaf esnaf" kabul edilecektir. Bu gibi uygulamalar örnek teşkil etmektedir. Yatırım ve üretim vergisinin uygulanması, satış aşamasında üreticiden güneş enerjisi haricinde karbon vergisi ve katma değer vergisi gibi politikaların uygulanmaya koyulmasının Türkiye güneş enerjisi potansiyelini kullanarak enerji dışa bağımlılığını azaltarak, kalkınmada ki rolünü üstlenmesine neden olmaktadır.

Rüzgar enerjisi sonuçları Türkiye açısından özetlenecek olursa eğer nihai tüketim harcamalarının ve hükümet etkinliği değişkeninin politik belirleyiciler açısından anlamlı

oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum etkili ve istikrarlı bir uygulama ile başarılı bir sonuç elde edileceğini göstermektedir. Yenilenebilir enerji politikası açısından Türkiye'nin izlediği sabit fiyat garantisi politikasına ek olarak sektörde öncü konumunda olan ABD, Almanya, İspanya, Danimarka gibi OECD üyesi ülkelerin uyguladığı net ölçüm, kotalar, ticari yenilenebilir enerji sertifikaları gibi düzenleyici politikalarına ek olarak, üretim vergisi kredisinin yanında enerji üretimi için ödeme yapılması gibi mali teşvik politikalarını en kısa sürede ilgili mevzuat ve altyapı çerçevesinde uygulamaya koyması halinde rüzgar enerjisi pazarından pay alabilir hale gelip enerji bağımlılığımızı en aza indirmemize katkıda bulunacaktır.

Tüm bunlara ek olarak Türkiye ekonomisi açısından yenilenebilir enerjinin birincil enerji arzında payını arttırmanın en önemli aşamısını ise AR-GE altyapısını geliştirmek ve yenilenebilir enerji ile ilgili gerekli bilgilendirme seminerleri, eğitimleri düzenledikleri görülmektedir.

Devam edecek çalışmalarda OECD ülkeleri için veri setini genişletilmesi ve ilgili dönemin değiştirilmesi ile farklı sonuçların elde edilebileceği görülmektedir. Oldukça geniş bir çalışma sahasına sahip olan yenilenebilir enerji için güneş ve rüzgar dışındaki diğer kaynaklar da uygun veri setleri yardımıyla sınanabilir. Bunun dışında Türkiye özelinde diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha güçlü olunan hidroelektrik enerjisi ile politika değişkenleri bireysel olarak sınanabilir.

## KAYNAKÇA

- Abolhosseini, A., A. Heshmati, J. Altmann, (2014), “A Review of Renewable Energy Supply and Energy Efficiency Technologies”, IZA Discussion Paper No. 8145, ss.1-35.
- Abolhosseini, S., A. Heshmati, “The main support mechanisms to finance renewable energy development”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014/40, ss. 876–885.
- Abosedra, S., H. Baghestani, “New Evidence On The Causal Relationship Between United States Energy Consumption And Gross National Product”, *The Journal of Energy and Development*, 1989, 14/2 ss. 285-292.
- Aguirre, M., G. Ibikunle, “Determinants of renewable energy growth: A global sample analysis”, *Energy Policy*, 2014/60, ss. 374-384.
- Alizamir, S., F. de Véricourt, P. Sun, "Efficient Feed-In-Tariff Policies for Renewable Energy Technologies", *Operations Research*, 2016/64(1), ss. 52-66.
- Ang, J. B. “Economic development, pollutant emissions and energy consumption in Malaysia”, *Journal of Policy Modeling*, 2008/30, ss. 271–278.
- Apergis, N., D. C. Danuletiu, “Renewable Energy and Economic Growth: Evidence from the Sign of Panel Long-Run Causality”, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2014/4 (4), ss. 578-587.
- Apergis, N., J. E. Payne, “Energy consumption and economic growth in Central America: Evidence from a panel cointegration and error correction model”, *Energy Economics*, 2009/31, ss. 211–216.
- Apergis, N., J. E. Payne, “Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries”, *Energy Policy*, 2010a/38, ss. 656–660.
- Apergis, N., J. E. Payne, “Renewable energy consumption and growth in Eurasia”, *Energy Economics*, 2010b/32, ss. 1392–1397.



- Apergis, N., J. E. Payne, “Renewable energy, output, CO2 emissions, and fossil fuel prices in Central America: Evidence from a nonlinear panel smooth transition vector error correction model”, *Energy Economics*, 2014/42, 226–232.
- Apergis, N., J. E. Payne, “The Electricity Consumption-Growth Nexus: Renewable Versus Non-Renewable Electricity in Central America”, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 2012, (7/4), ss.423-431.
- Apergis, N., J. E. Payne, “The renewable energy consumption–growth nexus in Central America”, *Applied Energy*, 2011/88, ss. 343–347.
- Aslan, A., O. Ocal, “The Role Of Renewable Energy Consumption In Economic Growth: Evidence From Asymmetric Causality”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016/60, ss. 953-959.
- Aslani, A., P. Helo, M. Naaranoja, "Evaluation of renewable energy development in power generation in Finland", *Journal Of Renewable and Sustainable Energy*, 2013/5, ss. 1-13.
- Astariz, S., G. Iglesias, "The economics of wave energy: A review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015/45, ss. 397–408.
- Barros, C. P., L. A. Gil-Alana, J. E. Payne, “U.S. Disaggregated renewable energy consumption: Persistence and long memory behavior”, *Energy Economics*, 2013/40, ss. 425–432.
- Barstow, S., G. Mørk, D. Mollison, J. Cruz, (2007) “The Wave Energy Resource” *Ocean Wave Energy*, Springer.
- Bayraktutan, Y., M. Yılğör, S. Uçak, “Renewable Electricity Generation and Economic Growth: Panel-Data Analysis for OECD Members”, *International Research Journal of Finance and Economics*, 2011/66, ss. 59-66.
- Benedek, J., T-T. Sebestyéna, B. Bartóka, “Evaluation of renewable energy sources in peripheral areas and renewable energy-based rural development”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018/90, ss. 516–535.
- Bildirici, M., “The Relationship Between Hydropower Energy Consumption and Economic Growth”, *Procedia Economics and Finance*, 2016/38, ss. 264-270.

- Biresselioglu, M. E., D. Kılınç, E. Onater-Isberk , T. Yelkenci, “Estimating the political, economic and environmental factors’ impact on the installed wind capacity development: A system GMM approach”, *Renewable Energy*, 2016/96, ss. 636-644.
- Bölük, G., “Renewable Energy: Policy Issues and Economic Implications in Turkey”, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2013/3(2), ss. 153-167.
- Bölük, G., M. Mert, “Fossil & Renewable Energy Consumption, Ghgs (Greenhouse Gases) And Economic Growth: Evidence From A Panel Of EU (European Union) Countries”, *Energy*, 2017/74, ss. 439-446.
- BP Energy Outlook, 2017 Edition.
- Breusch, T. S., A. R. Pagan, “The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics”, *The Review of Economic Studies*, 1980/47, ss. 239-253.
- Cadoret, I., F. Padovano, “The political drivers of renewable energies policies”, *Energy Economics*, 2016/56, ss. 261–269.
- Chang, T., R. Gupta, R. Inglesi-Lotz, B. Simo-Kengne, D. Smithers, A. Trembling, “Renewable energy and growth: Evidence from heterogeneous panel of G7 countries using Granger causality”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015/52, ss. 1405–1412.
- Chudik, A., M. H. Pesaran, “Common correlated effects estimation of heterogeneous dynamic panel data models with weakly exogenous regressors”, *Journal of Econometrics*, 2015/188(2), ss. 393-420.
- Cox, S., S. Esterly, (2016), Feed-in Tariffs: Good Practices and Design Considerations, Technical Report NREL/TP-6A20-65503.
- Criscuolo, C., N. Johnstone, C. Menon, V. Shestalova, (2014), “Renewable Energy Policies and Cross-border Investment: Evidence from Mergers and Acquisitions in Solar and Wind Energy”, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2014/03, OECD Publishing, Paris.

- Demirbaş, A., “Global Renewable Energy Resources”, *Energy Sources*, 2006/28, ss. 779-792.
- Demirel, Y., (2016), *Energy Production, Conversion, Storage, Conservation and Coupling*, Springer, U.S.A.
- Destek, M.A., A. Aslan, “Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth in Emerging Economies: Evidence From Bootstrap Panel Causality”, *Renewable Energy*, 2017/111, ss. 757-763.
- Doğan, E., “Analyzing the linkage between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth by considering structural break in time-series data”, *Renewable Energy*, 2016/99, ss. 1126-1136.
- Duic, N., F. Juretic, M. Zeljkoc, Z. Bogdana, “Croatia energy planning and Kyoto Protocol”, *Energy Policy*, 2005/33, ss. 1003–1010.
- Eberhardt, M., F. Teal, “Aggregation versus Heterogeneity in Cross-Country Growth Empirics”, *CSAE WPS*, 2010/32, ss. 1-28.
- Eberhardt, M., S. Bond, “Cross-Section Dependence In Nonstationary Panel Models: A Novel Estimator”, *Munich Personal RePEc Archive*, 2009, ss. 1-26.
- Emirmahmutoğlu, F., N. Köse, “Testing For Granger Causality in Heterogeneous Mixed Panels”, *Economic Modelling*, 2011/28, ss. 870-876.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), (2006), “Faaliyet Raporu”, Ankara.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), (2017), 2015-2019 Stratejik Plan, Ankara.
- Erdoğdu, E., “Regulatory reform in Turkish energy industry: An analysis”, *Energy Policy*, 2007/35, ss. 984–993.
- Erol, Ü., E. S. H. Yu, “On The Causal Relationship Between Energy and Income For Industrialized Countries”, *The Journal Of Energy And Development*, 1987/13(1), ss. 113-122.
- Eser, L. Y., S. Polat, “Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımına Yönelik Teşvikler: Türkiye Ve İskandinav Ülkeleri Uygulamaları”, *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, 2015/12, ss. 201-225.

- Fisher R. A., (1932), *Statistical Methods for Research Workers*, 4th edition. London: Oliver and Boyd.
- Geothermal Energy Association (GEA), (2012), *Why Support Geothermal Energy?*.
- Ghali, K. H., M.I.T., El-Sakka, “Energy use and output growth in Canada: a multivariate cointegration analysis”, *Energy Economics*, 2004/26, ss. 225–238.
- Gillingham, K., R. G. Newell, K. Palmer, (2009), *Energy Efficiency Economics and Policy*, NBER Working Paper Series, Cambridge, MA 02138.
- Glasure, Y. U., “Energy and national income in Korea: further evidence on the role of omitted variables”, *Energy Economics*, 2002/24, ss. 355-365.
- Gnansounou, E., “Assessing The Energy Vulnerability: Case of Industrialised Countries”, *Energy Policy*, 2008/36, ss. 3734-3744.
- Hsiao, C., (2003), *Analysis of Panel Data*, Cambridge University Press, Cambridge: United Kingdom.
- Husdal, L. (2009), *An Introduction to Nuclear Power and Resources*, Universitas Bergensis.
- Inglesi-Lotz, R., “The Impact of Renewable Energy Consumption to Economic Growth: A Panel Data Application”, *Energy Economics*, 2016/53, ss.58-63.
- International Energy Agency (IEA), (2011), *World Energy Outlook*, 9 rue de la Fédération 75739 Paris Cedex 15, France.
- International Energy Agency (IEA), (2012), *World Energy Outlook*, 9 rue de la Fédération 75739 Paris Cedex 15, France.
- International Energy Agency (IEA), (2013), *Renewable Energy Medium-Term Market Report2013*, 9 rue de la Fédération 75739 Paris Cedex 15, France.
- International Energy Agency (IEA), (2016), *Energy Policies of IEA Countries Turkey 2016 Review*, 9 rue de la Fédération 75739 Paris Cedex 15, France.
- International Energy Agency (IEA), (2017), *World Energy Outlook*, 9 rue de la Fédération 75739 Paris Cedex 15, France.

- Ito, K., "CO2 Emissions, Renewable and Non-Renewable Energy Consumption, and Economic Growth: Evidence From Panel Data For Developing Countries", *International Economics*, 2017/15, ss. 1-6.
- Johnstone, N., I. Haščič, D. Popp, "Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts", *Environmental and Resource Economics*, 2010/45, ss. 133-155.
- Kabir, E., P. Kumar, S. Kumar, A. A. Adelodund, K-H Kim, "Solar energy: Potential and future prospects", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018/82, ss. 894-900.
- Kanellakis, M., G. Martinopoulos, T. Zachariadis, "European energy policy—A review", *Energy Policy*, 2013/622, ss. 1020-1030.
- Karakaş, E., (1994), Devlet Ekonomi İlişkileri Üzerine Bazı Düşünceler, Maliye Araştırma Merkezi Konferansları.
- Khare, V., C. Khare, S. Nema, P. Baredar, (2019), "Introduction to Energy Sources", *Tidal Energy Systems Design, Optimization and Control*, ss. 1-39.
- Kılınç-Ata, N., "The evaluation of renewable energy policies across EU countries and US states: An econometric approach", *Energy for Sustainable Development*, 2016/31, ss. 83-90.
- Koçak, E., A. Şarkgüneşi, "The Renewable Energy And Economic Growth Nexus In Black Sea and Balkan Countries", *Energy Policy*, 2017/100, ss. 51-57.
- Kraft, J., A. Kraft, "On the Relationship Between Energy and GNP", *The Journal of Energy and Development*, 1978/3(2), ss. 401-403.
- Lee, C-C., "The causality relationship between energy consumption and GDP in G-11 countries revisited", *Energy Policy*, 34, ss.1086–1093.
- Leijon, M., O. Danielsson, M. Eriksson, K. Thorburn, H. Bernhoff, J. Isberg, J. Sundberg, I. Ivanova, E. Sjöstedt, O. Ågren, K.E. Karlsson, A. Wolfbrandt, "An electrical approach to wave energy conversion", *Renewable Energy*, 2006, 31, ss.1309–1319.

- Lewis, J. I., R. H. Wiser, "Fostering a Renewable Energy Technology industry: An international Comparison of Wind Industry Policy Support Mechanisms", *Energy Policy*, 2007/35, ss. 1844-1857.
- Li, F., S. Dong, X. Lia, Q. Liang, W. Yang, "Energy consumption-economic growth relationship and carbon dioxide emissions in China", *Energy Policy*, 2011/39, ss. 568-574.
- Lin, B., M. Moubarak, "Renewable Energy Consumption – Economic Growth Nexus For China", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014/40, ss. 111-117.
- Long, X., E. Y. Naminse, J. D, J. Zhuang, "Non renewable energy, renewable energy, carbon dioxide emissions and economic growth in China from 1952 to 2012", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015/52, ss. 680-688.
- Lucas, J. N. V., G. E. Francés, E. S. M. González, "Energy security and renewable energy deployment in the EU: Liaisons Dangereuses or Virtuous Circle?", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016/62, ss. 1032-1046.
- Madlenera, R., K. Kowalski, S. Stagl, "New ways for the integrated appraisal of national energy scenarios: The case of renewable energy use in Austria", *Energy Policy*, 2007, (35), ss.6060–6074.
- Makine Mühendisleri Odası (MMO), (2018), "Türkiye'nin Enerji Görünümü 2018", *Oda Raporu*, MMO/691, Ankara.
- Marques, A. C., J. A. Fuinhas, "Are public policies towards renewables successful? Evidence from European countries", *Renewable Energy*, 2012a/44, ss. 109-118.
- Marques, A. C., J. A. Fuinhas, "Is renewable energy effective in promoting growth?", *Energy Policy*, 2012b/46, ss. 434-442.
- Marques, A. C., J. A. Fuinhas, J. P. Manso, "A Quantile Approach to Identify Factors Promoting Renewable Energy in European Countries", *Environmental and Resource Economics*, 2011/49, ss. 351-366.
- Marques, A. C., J. A. Fuinhas, J. R. P. Manso, "Motivations driving renewable energy in European countries: A panel data approach", *Energy Policy*, 2010/38, 6877-6885.

- Masih, M.M.A., R. Masih, “Energy Consumption, Real Income And Temporal Causality: Results From A Multi-Country Study Based On Cointegration And Error-Correction Modelling Techniques”, *Energy Economics*, 1996/18, ss. 165-183.
- McCoskey, S., C. Kao, “A Residual-based Test of the Null of Cointegration in Panel Data”, *Econometric Reviews*, 1998/17(1), ss. 57-84.
- Mendonça, M., (2009), Feed-in Tariffs Accelerating the Deployment of Renewable Energy, World Future Council, London, Sterling, VA.
- Menegaki, A. N., “Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis”, *Energy Economics*, 2011/33, ss. 257-263.
- Nakicenovic, N., A. Grubler, H. Ishitani, T. Johansson, G. Marland, J. R. Moreira and H.-H. Rogner, 1996 : Energy primer. In Climate Change 1995 – Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses, Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. R. T. Watson, M. C. Zinyowera and R. H. Moss (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, ss.75–92.
- Narayan, P. K., R. Smyth, “Energy consumption and real GDP in G7 countries: New evidence from panel cointegration with structural breaks”, *Energy Economics*, 2008/30, ss. 2331-2341.
- Omri, A., "CO2 emissions, energy consumption and economic growth nexus in Onuncu Kalkınma Planı (OKP), (2013), Kalkınma Bakanlığı, Ankara.
- Øvergaard, S., “Definition of Primary And Secondary Energy”, *Issue paper*, 2008, ss. 1-7.
- Öcal, O., A. Aslan, “Renewable Energy Consumption–Economic Growth Nexus In Turkey”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2013/28, ss. 494-499.
- Öztürk, H. H., (2013), Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Öztürk, İ., “A literature survey on energy–growth nexus”, *Energy Policy*, 2010 (38), ss.340–349.

- Papież, M., S. Śmiech, K. Frodyma, “Determinants of renewable energy development in the EU countries. A 20 year perspective”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018/91, ss. 918-934.
- Parker M., J. Surrey, “Contrasting British policies for coal and nuclear power, 1979-92”, *Energy Policy*, 1995/23(9), ss. 821-850.
- Patterson, W. C., (1976), *Nuclear Power* (2. Baskı), Penguin Books Ltd, Harmondsworth, Middlesex, England.
- Pesaran, M. H., “ Estimation And Inference in Large Heterogeneous Panels With a Multifactor Error Structure”, *Econometrica*, 2006/74, ss. 967-1012.
- Pesaran, M.H., “A Simple Panel Unit Root Test In The Presence Of Cross-Section Dependence”, *Wiley InterScience*, 2007/22, ss. 265-312.
- Pesaran, M.H., “General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels”, *University of Cambridge & USC*, 2004, ss. 1-39.
- Pesaran, M.H., A. Ullah, T. Yamagata, “A Bias-Adjusted LM Test Of Error Cross-Section Independence”, *Econometrics Journal*, 2008/11, ss. 105-127.
- Pesaran, M.H., T. Yamagata, “Testing Slope Homogeneity In Large Panels”, *Journal of Econometrics*, 2008/142, ss. 50-93.
- Polzin, F., M. Migendt, F. A. Täube, P. Flotow, “Public policy influence on renewable energy investments—A panel data study across OECD countries”, *Energy Policy*, 2015/80, ss. 98-111.
- Popp, D., I. Hascic, N. Medhi, “Technology and the diffusion of renewable energy”, *Energy Economics*, 2011/33, ss. 648-662.
- Proctor, D., R. N. Morse, “Solar energy for the Australian food processing industry”, *Solar Energy*, 1977/19(1), ss. 63-72.
- REN21, (2008), “Renewables 2007 Global Status Report”, Paris.
- REN21, (2012), “Renewables 2012 Global Status Report”, Paris.
- REN21, (2018), “Renewables 2018 Global Status Report”, Paris, ISBN 978-3-9818911-3-3.



- Rosillo-Calle, F., “A review of biomass energy – shortcomings and concerns”, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 2016/91(7), ss. 1933-1945.
- Sadorsky, P., “Renewable energy consumption and income in emerging economies”, *Energy Policy*, 2009a (37), ss.4021-4028.
- Sadorsky, P., “Renewable energy consumption, CO<sub>2</sub> emissions and oil prices in the G7 countries”, *Energy Economics*, 2009b, (31), ss.456–462.
- Salim, R. A., S. Rafiq, “Why do some emerging economies proactively accelerate the adoption of renewable energy?”, *Energy Economics*, 2012/34, 1051-1057.
- Salim, R. A., S. Shafiei, “Urbanization and renewable and non-renewable energy consumption in OECD countries: An empirical analysis”, *Economic Modelling*, 2014, 581-591.
- Sarafidis, V., T. Wansbeek, (2010), Cross-sectional Dependence in Panel Data Analysis, The University of Sydney, Munich Personal RePEc Archive.
- Sarı, R., B. T. Ewing, U. Soytas, “The relationship between disaggregate energy consumption and industrial production in the United States: An ARDL approach”, *Energy Economics*, 2008/30, ss. 2302-2313.
- Sarı, R., U. Soytas, “Energy consumption, economic growth, and carbon emissions: Challenges faced by an EU candidate member”, *Ecological Economics*, 2009/68, ss. 1667-1675.
- Shaari, M. S., N. E. Hussein, M. S. Ismail, “Relationship between Energy Consumption and Economic Growth: Empirical Evidence for Malaysia”, *Business Systems Review*, 2013/2, (1), ss. 17-28.
- Stern, D. I., “Energy and economic growth in the USA: A multivariate approach”, *Energy Economics*, 1995/15(2), ss. 137-150.
- Su, L., Chen, Q. “Testing Homogeneity in Panel Data Models with Interactive Fixed Effects”, *Econometric Theory*, 2013/29(6), ss. 1079-1135.
- Swamy, P.A.V.B., “Efficient Inference In a Random Coefficient Regression Model”, *Econometrica*, 1970/38, ss. 311-323.

- Talberg, A., S. Hui, K. Loynes, "Australian climate change policy: a chronology", Research Paper Series, 2015–16.
- Tuğcu, C. T., İ. Öztürk, A. Aslan, "Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth relationship revisited: Evidence from G7 countries", *Energy Economics*, 2012/34, 1942-1950.
- Türkiye Elektrik İletim A. Ş. (TEİAŞ), (2018), "2017 Yılı faaliyet Raporu", Ankara.
- U.S. Energy Information Administration (EIA), (2010), *International Energy Outlook 2010*, Washington, DC 20585.
- U.S. Energy Information Administration (EIA), (2014), *Global Natural Gas Markets Overview: A Report Prepared by Leidos, Inc., Under Contract to EIA, Working Paper Series*, Washington, DC 20585.
- U.S. Energy Information Administration (EIA), (2016) *International Energy Outlook 2016 With Projections to 2040*, Office of Energy Analysis U.S. Department of Energy, Washington.
- United Nation Framework Convention On Climate Change (UNFCCC), (2008), *Kyoto Protocol Reference Manual On Accounting Of Emissions And Assigned Amount*.
- Upadhyay, S., M. P. Sharma, "A Review on Configurations, Control and Sizing Methodologies of Hybrid Energy Systems", 2014/38, ss. 47-63.
- VijayaVenkataRamana, S., S. Iniyamb, R. Goicc, "A review of climate change, mitigation and adaptation", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012, (16), ss.878–897.
- Westerlund, J., D. L. Edgerton, "A Panel Bootstrap Cointegration Test", *Economics Letters*, 2007/97, ss. 185-190.
- Wiginton, L. K., H. T. Nguyen, J. M. Pearce, "Quantifying rooftop solar photovoltaic potential for regional renewable energy policy", *Computers, Environment and Urban Systems*, 2010/34, ss. 345-357.
- World Energy Council (WEC), (2013), *World Energy Resources*.
- World Energy Council (WEC), (2016), *World Energy Resources*.

World Energy Council (WEC), (2017), World Energy Resources.

Yılmaz, A. O., T. Uslu, “Energy policies of Turkey during the period 1923–2003”, *Energy Policy*, 2007/35, ss. 258-264.

You, E. S. H., J. Y. Choi, “The Causal Relationship Between Energy and Gnp: An International Comparison”, *The Journal of Energy and Development*, 1985/10, ss. 249-272.

Yurdadoğ, V., Ş. Tosunoğlu, “Renewable Energy Support Policies In Turkey”, *Eurasian Academy of Sciences Eurasian Business & Economics Journal*, 2017/9, ss. 1-21.

