

**T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
EKONOMETRİ ANA BİLİM DALI  
EKONOMETRİ PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ BİRİNCİL ÜRETİMİN  
EKONOMİK BÜYÜME VE İŞGÜCÜ İLİŞKİSİ : AB-28  
PANEL VERİ ANALİZİ**

**Selena KANTARMAÇI**

**Danışman  
Prof. Dr. Şenay ÜÇDOĞRUK BİRECİKLİ**

**İZMİR – 2019**

## TEZ ONAY SAYFASI



## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘‘Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimin Ekonomik Büyüme ve İşgücü İlişkisi : AB-28 Panel Veri Analizi’’ adlı çalışmamda, tarafımdan akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım tüm yapıtların kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Selena KANTARMACI

.../.../2019

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimin Ekonomik Büyüme ve İşgücü İlişkisi :

AB-28 Panel Veri Analizi

Selena KANTARMAÇI

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Ekonometri Anabilim Dalı

Ekonometri Programı

Dünyada tükenir enerji kaynaklarının kullanımının artması fiyatların artmasına, emisyon sorununun giderek büyümesine ve kaynakların giderek tükenmesine neden olmaktadır. Bunun sonucunda ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiştir. Tez çalışması yenilenebilir enerji birincil üretiminin ekonomik büyüme ve işgücüne olan katkısını araştırmıştır.

Tez çalışmasının amacı Avrupa Birliği'ne üye olan 28 ülkenin panel olarak 2006 ile 2016 yılları arasındaki yenilenebilir enerji birincil üretiminin ekonomik büyüme ve işgücüne katkısını panel veri analizi kullanılarak araştırmaktır. İlk olarak seriler arasında ilişkilerin tespit edilebilmesi için birim kök testleri kullanılarak durağanlık durumu incelenmiştir. Daha sonra uzun dönemli ilişkilerin varlığının sınanması amacıyla eşbütünleşme testleri kullanılmıştır.

Sonuç olarak AB-28 panelinde çeşitli değişkenler kullanılarak oluşturulan modeller aracılığıyla yenilenebilir enerji birincil üretiminin ekonomik büyüme ve işgücü ile uzun dönem ilişkisi mevcuttur. Eşbütünleşme ilişkisine ait katsayılar FMOLS ile tahmin edilmiştir. Yenilenebilir enerji birincil üretiminin ekonomik ve işgücüne katkısı pozitif yönde ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Elde edilen analiz sonuçları literatürdeki çalışmaları desteklemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi, Avrupa Birliği, Ekonomik Büyüme, İşgücü, Panel Veri Analizi

## **ABSTRACT**

**Master's Thesis**

**Research Into Relationship Between Renewable Energy Primary Production  
and Economic Growth, Labor Force : EU-28 Panel Data Analysis**

**Selena KANTARMAÇI**

**Dokuz Eylül University**

**Graduate School of Social Sciences**

**Department of Econometrics**

**Econometrics Program**

The increase in the use of non-renewable energy sources in the world leads to an increase in prices, an increase in the emission problem and a depletion of resources. As a result, countries have turned to renewable energy sources. The thesis examined the contribution of primary production of renewable energy to economic growth and labor force.

The purpose of this thesis is to investigate the contribution of the primary production of renewable energy to the economic growth and labor force of 28 member states of the European Union between 2006 and 2016 by using panel data analysis. In order to determine the relationships between the series, first of all, the stationary state was examined using unit root tests. Then, cointegration tests were used to test the existence of long-term relationships.

As a result, there is a long-run relationship between economic growth and labor force with the primary production of renewable energy through models created using various variables in the EU-28 panel. The coefficients of the cointegration relationship were estimated by FMOLS. The contribution of renewable primary energy production to the economic and labor force was positive and statistically significant. The results of the analysis support the studies in the literature.

**Keywords: Renewable Energy Primary Production, European Union, Economic Growth, Labor Force, Panel Data Analysis**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ BİRİNCİL ÜRETİMİN EKONOMİK BÜYÜME  
VE İŞGÜCÜ İLİŞKİSİ : AB-28 PANEL VERİ ANALİZİ**

**İÇİNDEKİLER**

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	ix
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
EKLER LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1

**BİRİNCİ BÖLÜM**

**ENERJİ KAVRAMI, STRATEJİLERİ ve KAYNAKLARININ  
SINIFLANDIRILMASI**

1.1. ENERJİ KAVRAMI	2
1.2. ENERJİ İSTATİSTİKLERİ	4
1.2.1. AB-28 Enerji İstatistikleri	4
1.2.2. Türkiye Enerji İstatistikleri	10
1.3. ENERJİ POLİTİKALARI	14
1.3.1. AB Enerji Stratejisi	15
1.3.2. Türkiye Enerji Stratejisi	18
1.4. ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI	19
1.4.1. Fosil (Tükenebilir) Enerji Kaynakları	21
1.4.1.1. Kömür	23
1.4.1.2. Petrol	26

1.4.1.3. Doğal Gaz	28
1.4.1.4. Uranyum	29
1.4.1.5. Toryum	31
1.4.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	34
1.4.2.1. Güneş Enerjisi	37
1.4.2.2. Rüzgar Enerjisi	40
1.4.2.3. Hidrolik Enerji	43
1.4.2.4. Jeotermal Enerji	45
1.4.2.5. Biyokütle Enerjisi	48
1.4.2.6. Deniz Kaynaklı Enerji	50
1.5. EKONOMİK BÜYÜME KAVRAMI	52

## **İKİNCİ BÖLÜM**

### **PANEL VERİ MODELLERİ**

2.1. TEMEL KAVRAMLAR ve PANEL VERİ MODELLERİNİN AVANTAJLARI ile DEZAVANTAJLARI	55
2.2. PANEL VERİ MODELLERİ	59
2.2.1. Sabit Etkiler Modeli	59
2.2.2. Rassal Etkiler Modeli	62
2.2.3. Hausman Testi	64
2.3. BİRİM KÖK TESTLERİ	64
2.3.1. Birinci Nesil Birim Kök Testleri	65
2.3.1.1. Harris ve Tzavalis Panel Birim Kök Testi	65
2.3.1.2. Levin, Lin ve Chu Panel Birim Kök Testi	66
2.3.1.3. Breitung Panel Birim Kök Testi	67
2.3.1.4. Hadri Panel Birim Kök Testi	68
2.3.1.5. Im, Pesaran ve Shin Panel Birim Kök Testi	69
2.3.1.6. Fisher Panel Birim Kök Testi	70
2.3.2. İkinci Nesil Birim Kök Testleri	71
2.3.2.1. Bai ve Ng Panel Birim Kök Testi	71
2.3.2.2. Moon ve Perron Panel Birim Kök Testi	72

2.3.2.3. Phillips Sul Panel Birim Kök Testi	73
2.3.2.4. Paseran Panel Birim Kök Testi	73
2.3.2.5. Choi Panel Birim Kök Testi	74
2.4. EŞBÜTÜNLEŞME TESTLERİ	75
2.4.1. Pedroni Eşbütünleşme Testi	75
2.4.2. Kao Eşbütünleşme Testleri	77
2.4.3. Westerlund Eşbütünleşme Testi	78
2.4.4. McCoskey ve Kao Panel Eşbütünleşme Testi	79

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### UYGULAMA

3.1. LİTERATÜR TARAMASI	81
3.1.1. Yenilenebilir Enerji Alanındaki Çalışmalar	81
3.1.1.1. Çift Yönlü Nedensellik Bulunan Çalışmalar	81
3.1.1.2. Tek Yönlü Nedensellik Bulunan Çalışmalar	86
3.1.1.3. Nedensellik Bulunamayan Çalışmalar	88
3.1.1.4. Diğer Çalışmalar	89
3.1.2. Yenilenebilir Enerji Dışında Kalan Çalışmalar	91
3.2. UYGULAMANIN AMACI	93
3.3. VERİLER VE ANALİZ YÖNTEMLERİ	94
3.4. MODELLER	95
3.5. TAHMİN YÖNTEMLERİ	96
3.5.1. Tanımlayıcı İstatistikler	96
3.5.2. Birim Kök Testleri	97
3.5.3. Eşbütünleşme	102
3.5.4. Hata Düzeltme Modelleri	111
3.5.5. Pedroni Eşbütünleşme	118
3.5.6. Tam Değiştirilmiş En Küçük Kareler	122
SONUÇ	127
KAYNAKÇA	131



## KISALTMALAR

<b>kWh</b>	Kilowattsaat
<b>BTU</b>	İngiliz Isı Birimi
<b>Therme</b>	Termi
<b>TEP</b>	Ton eşdeğer petrol
<b>cal</b>	Kalori
<b>Ktoe</b>	Bin Ton Petrol Eşdeğeri
<b>AB-28</b>	Avrupa Birliği'ne Üye 28 Ülke
<b>Mtoe</b>	Milyon Ton Petrol Eşdeğeri
<b>Toe</b>	Ton Petrol Eşdeğeri
<b>Eurostat</b>	Avrupa İstatistik Ofisi
<b>OECD</b>	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
<b>ABD</b>	Amerika Birleşik Devleti
<b>AB</b>	Avrupa Birliği
<b>Mt</b>	Milyon Ton
<b>Tmb</b>	Bin Milyon Varil
<b>Tmt</b>	Bin Milyon Ton
<b>Tcm</b>	Trilyon Küp Metre
<b>IAEA</b>	Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı
<b>BP</b>	İngiliz Petrolleri
<b>MW</b>	Megawatt
<b>GWh</b>	Gigawattsaat
<b>TJ</b>	Terajoule
<b>PJ</b>	Petajoule
<b>IRENA</b>	Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
<b>kW</b>	Kilowatt
<b>IEA</b>	Ulusal Enerji Ajansı
<b>GSYİH</b>	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
<b>IMF</b>	Uluslararası Para Fonu
<b>EKK</b>	En Küçük Kareler
<b>ARDL</b>	Otoregresif Dağıtılmış Lag Modeli

<b>FMOLS</b>	Tam Değiştirilmiş En Küçük Kareler
<b>DOLS</b>	Dinamik En Küçük Kareler
<b>VECM</b>	Vektör Hata Düzeltme Modeli
<b>GMM</b>	Genelleştirilmiş Momentler Metodu
<b>DEKK</b>	Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi
<b>GSMH</b>	Gayri Safi Milli Hasıla
<b>BRICS</b>	Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika
<b>MIST</b>	Meksika, Endonezya, Güney Kore, Türkiye
<b>MENA</b>	Orta Doğu ve Kuzey Afrika
<b>VAR</b>	Vektör Otoregresyon
<b>GEKK</b>	Genelleştirilmiş En Küçük Kareler
<b>PP</b>	Phillips Perron
<b>IPS</b>	Im, Pesaran, Shin
<b>ADF</b>	Genişletilmiş Dickey Fuller
<b>WDI</b>	World Development Indicators

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 1:</b> Enerji Birimlerinin Joule'a Dönüşümü	s. 2
<b>Tablo 2 :</b> Kömürlerin Özellikleri	s. 24
<b>Tablo 3 :</b> Kömürlerin Jenetik Sınıflandırılması	s. 25
<b>Tablo 4 :</b> Tanımlayıcı İstatistikler	s. 97
<b>Tablo 5 :</b> IPS Birim Kök Testi Sonuçları	s. 99
<b>Tablo 6 :</b> Fisher ADF ve Fisher PP Birim Kök Testi Sonuçları	s.100
<b>Tablo 7 :</b> Model 1 İçin Uygun Gecikmeye Dair Kriterler	s.103
<b>Tablo 8 :</b> Model 2 İçin Uygun Gecikmeye Dair Kriterler	s.103
<b>Tablo 9 :</b> Model 3 İçin Uygun Gecikmeye Dair Kriterler	s.104
<b>Tablo 10 :</b> Model 1 İçin VAR(4) Sonucu	s.105
<b>Tablo 11 :</b> Model 2 İçin VAR(4) Sonucu	s.106
<b>Tablo 12 :</b> Model 3 İçin VAR(4) Sonucu	s.107
<b>Tablo 13 :</b> Model 1 İçin Johansen Eşbütünleşme Analiz Sonuçları	s.108
<b>Tablo 14 :</b> Model 2 ve Model 3 İçin Johansen Eşbütünleşme Analiz Sonuçları	s.109
<b>Tablo 15 :</b> Tüm Modeller İçin Normalize Edilmiş Eşbütünleşme Vektörü	s.110
<b>Tablo 16 :</b> Model 1 Hata Düzeltme Modeli Sonucu	s.111
<b>Tablo 17 :</b> Model 2 Hata Düzeltme Modeli Sonucu	s.112
<b>Tablo 18 :</b> Model 3 Hata Düzeltme Modeli Sonucu	s.114
<b>Tablo 19 :</b> LM Otokorelasyon Test Sonuçları	s.117
<b>Tablo 20 :</b> White Değişen Varyans Test Sonuçları	s.118
<b>Tablo 21 :</b> Model 1 İçin Pedroni Eşbütünleşme Sonuçları	s.119
<b>Tablo 22 :</b> Model 2 İçin Pedroni Eşbütünleşme Sonuçları	s.119
<b>Tablo 23 :</b> Model 2 İçin Kao Eşbütünleşme Analiz Sonuçları	s.120
<b>Tablo 24 :</b> Model 3 İçin Pedroni Eşbütünleşme Sonuçları	s.121
<b>Tablo 25 :</b> Model 1 İçin FMOLS	s.122
<b>Tablo 26 :</b> Model 2 İçin FMOLS	s.123
<b>Tablo 27 :</b> Model 3 İçin FMOLS	s.124

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 1</b> : Yakıtlara Göre AB-28 Birincil Enerji Üretimi (Ktoe)	s. 6
<b>Şekil 2</b> : Yakıtlara Göre AB-28 Gayri Safi Yurt İçi Enerji Tüketimi (Ktoe)	s. 7
<b>Şekil 3</b> : Yakıtlara Göre AB-28 Nihai Enerji Tüketimi (Ktoe)	s. 10
<b>Şekil 4</b> : Türkiye’de Kaynağa Göre Toplam Birincil Enerji Üretimi	s. 11
<b>Şekil 5</b> : Türkiye’de Kaynağa Göre Toplam Nihai Tüketim	s. 12
<b>Şekil 6</b> : Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması	s. 21
<b>Şekil 7</b> : Mtoe Cinsinden Bölgelere Göre Kömür Üretimi(sol) ve Tüketimi(sağ)	s. 26
<b>Şekil 8</b> : Günlük Milyon Varil Cinsinden Bölgelere Göre Petrol Üretimi(sol) ve Tüketimi(sağ)	s. 27
<b>Şekil 9</b> : Milyar Küp Metre Cinsinden Bölgelere Göre Doğal Gaz Üretimi(sol) ve Tüketimi(sağ)	s. 29
<b>Şekil 10</b> : Ülkelere Göre Ton Cinsinden Uranyum Üretimi ve Öngörümleme	s. 31
<b>Şekil 11</b> : AB-28 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elde Edilen Birincil Enerji Üretimi(Mtoe)	s. 36
<b>Şekil 12</b> : Bölgeye Göre Mtoe(sol) ve Yüzdelik(sağ) Ölçütü Yenilenebilir Enerji Tüketimi	s. 37
<b>Şekil 13</b> : Dünya Güneş Enerjisi Kaynaklı Elektrik Üretimi	s. 40
<b>Şekil 14</b> : Dünya Rüzgar Enerjisi Kaynaklı Elektrik Üretimi	s. 42
<b>Şekil 15</b> : Bölgelere Göre Hidroelektrik Enerjisi Tüketimi (Mtoe)	s. 45
<b>Şekil 16</b> : Dünyada Jeotermal Enerji Kaynaklı Elektrik Üretimi	s. 48
<b>Şekil 17</b> : Bölgelere(sol) ve Yakıtı(sağ) Göre Dünya Biyoyakıt Üretimi (Mtoe)	s. 50
<b>Şekil 18</b> : Dünya Deniz Enerjisi Kaynaklı Elektrik Üretimi	s. 52
<b>Şekil 19</b> : Avrupa Birliği (kırmızı) ve Türkiye(mavi) Reel GSYİH Büyüme Oranı	s. 54
<b>Şekil 20</b> : Model 1 İçin VAR(4) Karakteristik Ters Kökleri	s.115
<b>Şekil 21</b> : Model 2 İçin VAR(4) Karakteristik Ters Kökleri	s.116
<b>Şekil 22</b> : Model 3 İçin VAR(4) Karakteristik Ters Kökleri	s.116

## EKLER LİSTESİ

**EK 1 :** Uygulamaya Dair Akış Şeması

ek s.1



## GİRİŞ

Dünyada tükenir enerji kaynaklarının elde edilmesinin giderek zorlaşması, emisyon sorunu ve fiyat artışı birçok ülkenin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesine neden olmuştur. Kaynağının doğaya bağlı ve sonsuz olması, tükenir kaynaklara kıyasla emisyona negatif etkisinin çok daha az olması, ithalata çok fazla ihtiyaç duyulmaması ve kaynaklardan yararlanma teknolojilerinin gelişmesi gibi birden fazla neden yenilenebilir enerji kaynaklarını ülkelerin gözünde eskiye kıyasla çok daha önemli bir hale getirmiştir. Çalışmada AB-28 ülkeleri için panel veri analizi yapılmıştır. Çalışmanın amacı panel veri kullanarak yenilenebilir enerji birincil üretiminin ekonomik büyüme ile işgücüne katkısını incelemektir. Bu amaçla biri doğrudan olmak üzere iki model kurulmuştur. Kurulan son model ise yenilenebilir enerji birincil üretiminin işgücüne katkısını araştırmak amacıyla oluşturulmuştur. Analizde kullanılan veriler Eurostat ve Dünya Bankası WDI veri tabanından alınmıştır.

Birinci bölümde enerji kavramına, ölçü birimlerine, enerjinin fizik bilimi ile ilgili bazı kavramlarına, AB-28 ülkelerinin ve Türkiye'nin enerji istatistiklerine, Avrupa Birliği ve Türkiye'nin enerji politikalarına, enerji kaynaklarının detaylı sınıflandırılmasına son olarak ekonomik büyümenin iktisadi anlamı, iktisat bilimi ile olan ilişkisine değinilmiştir.

İkinci bölüm panel veri analizi temeli, panel veri modelleri, panel veri avantajları ve dezavantajları, birim kök testleri ve eşbütünleşme analizleri teorik olarak incelenmiştir.

Son bölümde literatürde bundan önce yapılan gerek yenilenebilir enerji ekonomik büyüme ilişkisi gerek enerji ekonomik büyüme ilişkisini araştıran birden çok çalışma incelenmiş ve uygulamaya katılan AB-28 paneli için tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur. Ayrıca bu bölümde IPS Birim Kök Testi, Fisher ADF Birim Kök Testi, Fisher PP Birim Kök Testi yapıp durağanlık sınanmış Johansen Eşbütünleşme, Pedroni Eşbütünleşme ve Kao Eşbütünleşme analizleri yapılmıştır. Bu bağlamda gerekli Vektör Otoregresyon ve Vektör Hata Düzeltme modelleri kurulmuş olup analiz sonucunda etkiler Tam Değiştirilmiş En Küçük Kareler üzerinden yorumlanmıştır.

# BİRİNCİ BÖLÜM

## ENERJİ KAVRAMI, STRATEJİLERİ ve KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI

### 1.1. ENERJİ KAVRAMI

Enerji sözcüğü, eski Yunanca terimi olan  $\epsilon\nu$  = aktif ve  $\epsilon\rho\nu\nu$  = iş sözcüklerinden oluşmuştur. Enerji, fiziğin yapı taşlarından oluşan doğrudan ölçülemeyen bir ölçüttür. Fizik biliminde enerji “iş yapabilme kapasitesi” olarak açıklanırken, ekonomik açıdan enerji; tüm enerji kaynaklarını, üretim ve tüketimini içerir. Ayrı bir tanımlama ise, “Fiziksel bir sistemin ne kadar iş veya ne kadar ısı transfer yapabileceğini belirleyen bir durum fonksiyonudur.” şeklindedir (Öztürk,2013:1). Uluslararası alanda enerji ölçü birim Joule’dür. Joule adını İngiliz bilim adamı James Prescott Joule’dan miras almıştır. Enerji birimlerinin Joule’a dönüşümleri Tablo 1’de verilmiştir (Kaltschmitt ve diğerleri, 2007:2).

**Tablo 1:** Enerji Birimlerinin Joule’a Dönüşümü

Enerji Birimi	Tanımı	Dönüşümü
<b>Kilovatsaat (kWh)</b>	1 saat süresinde tüketilen enerji miktarıdır.	1 kWh=3.6 x 10 <sup>6</sup> J=3.6 MJ
<b>İngiliz ısı birimi (BTU)</b>	1 atmosfer basınç altında 453.6 g suyun sıcaklığını 63° F’den 64° F’ye çıkartmak için gerekli olan enerji miktarıdır.	1 BTU=252 cal 1 BTU=1055.08 J 1 BTU=0.000293 kWh
<b>Termi (Therme)</b>	Gaz üretim endüstrisinde kullanılan bir birimdir.	1 therme=10 x 10 <sup>4</sup> BTU 1therme=1.055 x 10 <sup>8</sup> J
<b>Ton eşdeğer petrol (TEP)</b>	Petrol endüstrisinde kullanılan bir birimdir.	1 TEP=4.5 x 10 <sup>10</sup> J
<b>Varil(Barrel)</b>	Petrol endüstrisinde kullanılan bir birimdir.	1 TEP=7.5 varil 1 varil=6 x 10 <sup>9</sup> J
<b>Kalori (cal)</b>	Atmosfer basıncında, 1 g suyun sıcaklığını 1°C arttırmak için gerekli olan enerji miktarıdır.	1 cal=4.184 J

**Kaynak:** Öztürk, 2013:1

Enerji ile ilgili bilinmesi gerekenlerden biri de termodinamiğin yasalarıdır. Termodinamiğin birinci yasası yani enerji korunumu yasasına göre dışı kapalı bir

sistemin enerji miktarı değişmeyecektir ve yalıtılmış sistemin içinde barındırdığı enerji toplamı zaman içerisinde farklılık göstermeyecektir. Yasanın öngördüğü diğer bir yargı enerjinin parçalanamaz, yok edilemez fakat biçim değiştirerek dönüştürebilir olduğudur. İkinci yasa ise ısı enerjisinin tamamının işe dönüştüremeyeceğini fakat işin tamamının ısı enerjisine dönüştürülebileceğini açıklar. Bu açıklama enerjinin sürekli olarak dönüştüremeyeceği gerçeğini ortaya koymakla birlikte bizi ekserji ve anerji kavramları ile karşı karşıya getirmektedir. Enerjinin diğer bir enerji türüne dönüştürülebilen kısmı kullanılabilir enerji (ekserji), dönüştürülemeyen bölümü ise kullanılmayan enerji (aneri) olarak adlandırılır (Öztürk,2013:2).

Fizik biliminde enerjinin varoluş biçimleri mevcuttur. Tüm enerji biçimleri iki temel sınıfa ayrılmış şekilde özetlenebilir. Bunlar kinetik enerji ve potansiyel enerjidir. Kinetik enerji uzayda yer kaplayan bir cisim belirli bir hıza ulaştırmak için ihtiyaç duyulan iştir. Potansiyel enerji ise cismin var olan pozisyonundan belirlenen pozisyona geçmek için ‘bir kuvvete yapılan iş’ olarak tanımlanır. Unutulmaması gereken nokta ise enerji biçimlerinin tamamını bilemeyeceğimizdir. Enerjinin korunumu yasasına göre zaman içerisinde yeni biçimler bulunabilir. Bu yüzden var olan tüm enerji biçimleri için bilinen enerji biçimleri kavramını kullanmak daha doğru olacaktır. Buna göre bilinen enerji biçimleri:

- Kütle
- Işık enerjisi
- Termal enerji
- Esneklik enerjisi
- Elektrik enerjisi
- Işınım enerjisi
- Nükleer enerji
- Manyetik enerji
- Ses enerjisi
- Kimyasal enerji
- Mekanik enerji şeklindedir (Eskin, 2018)



Kütle en temel tanımı cisme uygulanan kuvvet sonucunda ivmelenmeye karşı cismin tepki olarak göstermiş olduğu dirençtir. Bu tanımın dayandığı yasa Newton'un ikinci yasasıdır. Işık enerjisi külesinin varlığı söz konusu olmayan bir enerjidir. Bu yüzden yoktan var edilemeyeceği kuramı göz önüne alınarak ışık enerjisinin başka bir enerjinin dönüşümü sonucunda ortaya çıktığı bilinmektedir. Kimyasal enerjisi veya elektrik enerjisi dönüştüğünde ışık enerjisini meydana getiren örneklerden bazılarıdır. Termal enerji ortam sıcaklığı sonucunda bir cismin veya maddenin potansiyel ve kinetik enerjilerinin birleşimi olarak tanımlanabilir. Esneklik enerjisi var olan bir maddenin bünyesinde mevcut olan ve cismin var olduğu şekli değiştirmek için ihtiyaç duyulan işin potansiyel mekanik enerjisidir. Elektrik enerjisi basit tanımıyla elektriksel potansiyel enerjinin değişmesi ile meydana gelen enerjidir. Işınım enerjisi cisimden yayılan parçacıkların, elektromanyetik dalgaların oluşturduğu ve sonucunda ısı, ışık, elektrik enerjisi gözlenen enerji olarak tanımlanır. Atomun çekirdeğinden elde edilen enerji türü ise nükleer enerjidir. Elektrik enerjisi ile bağı olan bir enerji çeşidi manyetik enerjidir. Ses enerjisi titreşim, salınım ile meydana gelen enerjidir. Kimyasal enerji kimyasal maddenin tepkime sırasında dönüşüm potansiyelidir. Mekanik enerji ise mekanik sistemin içerisindeki potansiyel ve kinetik enerjinin toplamı olarak ifade edilir.

## **1.2. ENERJİ İSTATİSTİKLERİ**

### **1.2.1. AB-28 Enerji İstatistikleri**

Birincil enerji üretimi, enerji ürünlerinin kullanıma hazır bir şekilde enerji kaynaklarından elde edilmesidir. Doğal kaynaklardan faydalandığında veya biyoyakıt üretiminde kullanılır. Enerjiyi bir formdan diğerine dönüştürmek birincil enerji üretimi olmayacaktır. Konuyu somutlaştıracak bir örnek vermek gerekir ise birincil enerji kaynaklarının yakıldığı termik santrallerde elde edilen elektrik veya ısı enerjisi birincil üretim değildir.

Eurostat (Avrupa İstatistik Ofisi) aracılığı ile elde edilen veriler ve hesaplanan yüzdelerle AB-28 ülkelerinin enerji istatistiklerine değinilecektir. 2016'da AB-28 ülkelerinde öncül enerji üretimi, 2015 yılından %1.6 düşük ve

yaklaşık olarak 755.000 olarak ölçülmüştür. Birincil enerji üretimi 1990 yılında 943009.9 Ktoe (bin ton petrol eşdeğeri), 2000 yılında ufak fark ile gene 943132.3 Ktoe, 2010 yılında 837528.2 Ktoe, 2016 yılında ise 755389.4 Ktoe'dir.

Katı yakıtların birincil enerji üretimi içerisindeki payı süreç içerisinde azalmıştır. 1990 yılında %38.8 pay ile 366710.6 Ktoe, 2000 yılında %22.5'lik pay ile 213022.1 Ktoe, 2010 yılında %19.6'lık pay ile 164147.5 Ktoe, 2016 yılında %17.4'lük pay ile 131850.0 Ktoe'dir.

Petrol ürünlerinin birincil üretimdeki payı 1990 yılında %13.9, 2000 yılında %18.2, 2010 yılında %11.5, 2016 yılında %9.8'dir. Miktar bazında 1990 yılında 131516.6 Ktoe, 2000 yılında 172227.8 Ktoe, 2010 yılında 97139.5 Ktoe, 2016 yılında ise 74353.6 Ktoe'ye ulaşmıştır.

Gazın birincil enerji üretim miktarı 1990 yılında 163992.9 Ktoe, 2000 yılında 209785.4 Ktoe, 2010 yılında 159279.5 Ktoe, 2016 yılında bir önceki yıllara aynı şekilde 107238.2 Ktoe'dir. Pay anlamında düşünülürse gazın birincil üretimde oranı 1990 yılında %17.3, 2000 yılında %22.2, 2010 yılında %19, 2016 yılında %14.1'dir.

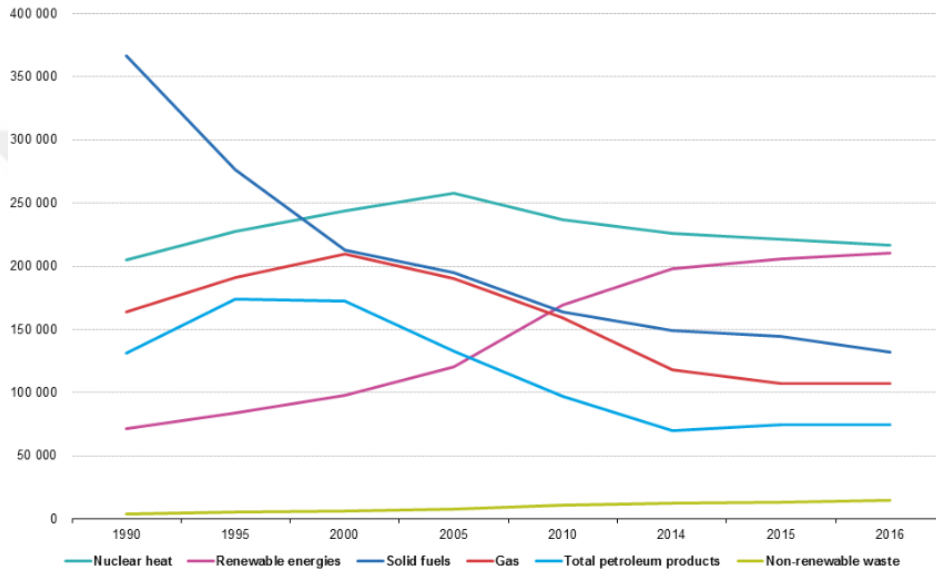
Nükleer ısı birincil üretimde 1990 yılında 205205.3 Ktoe ile %21.7'lik, 2000 yılında 243840.8 Ktoe ile %25.8'lik, 2010 yılında 236562.4 Ktoe ile %28.2'lik, 2016 yılında ise 216702.6 Ktoe ile %28.7'lik paya sahiptir.

Birincil enerji üretimindeki yenilenebilir enerji miktarı iki istisna hariç istenildiği gibi yıldan yıla artış göstermiştir. İlk istisna 2001'den 2002'ye geçerken 101375.0 Ktoe'den 99908.2 Ktoe'ye gerileme, ikinci olarak ise 2010 yılından 2011 yılına geçerken 169160.9 Ktoe'den 165795.3 Ktoe'ye gerileme yaşanmıştır. Bu yıllar haricinde sürekli olarak artış söz konusudur. Buna göre yenilenebilir enerji birincil üretimde 1990 yılında 71802.4 Ktoe ile %7'lik, 2000 yılında 98198.2 Ktoe ile %10.4'lük, 2010 yılında 169160.9 Ktoe ile %20.1'lik, 2016 yılında 210708.0 Ktoe ile %27.8'lik paya sahiptir (Eurostat, 2018).

Katı yakıtlar %9.0, nükleer ısı %2.0 ve petrol ürünleri %0.8 azalarak yıldan yıla üretimini düşüren ve buna bağlı olarak en büyük düşüş izlenen enerji türleri olmuşlardır. Artış izlenen türler ise %2.4 ile yenilenebilir enerji, %9.4 ile yenilenemeyen atıklar olmuştur. 2016 yılında AB-28 ülkelerinde öncül enerji üretimi içerisinde ki en yüksek pay %28.7 ile nükleer ısı olurken bunu takiben yenilenebilir enerji %27.9, katı yakıtlar %17.5, gaz %14.2, petrol ürünleri %9.8 ve yenilenemeyen

atıklar %1.9 paya sahiptir. 2006-2016 yıllarını kapsayan zaman içerisinde 2010 ve 2011 yılı dışında öncül enerji üretimindeki trend fosil yakıtlar ile nükleer enerjiyi olumsuz yönde etkilemiştir. Ayrıca %41.2 ile gaz, %39.0 ile petrol ürünleri en büyük düşüşleri yaşarken fosil yakıt üretimi de %30.8 azalmıştır. Aynı periyod içerisinde öncül enerji üretim trendinin olumlu yönde etkilediği türler ise, 2011 yılı hariç %66.5 artışla yenilenebilir enerji ve %70.6 ile yenilenemeyen atıklardır.

**Şekil 1 :** Yakıtlara Göre AB-28 Birincil Enerji Üretimi (Ktoe)



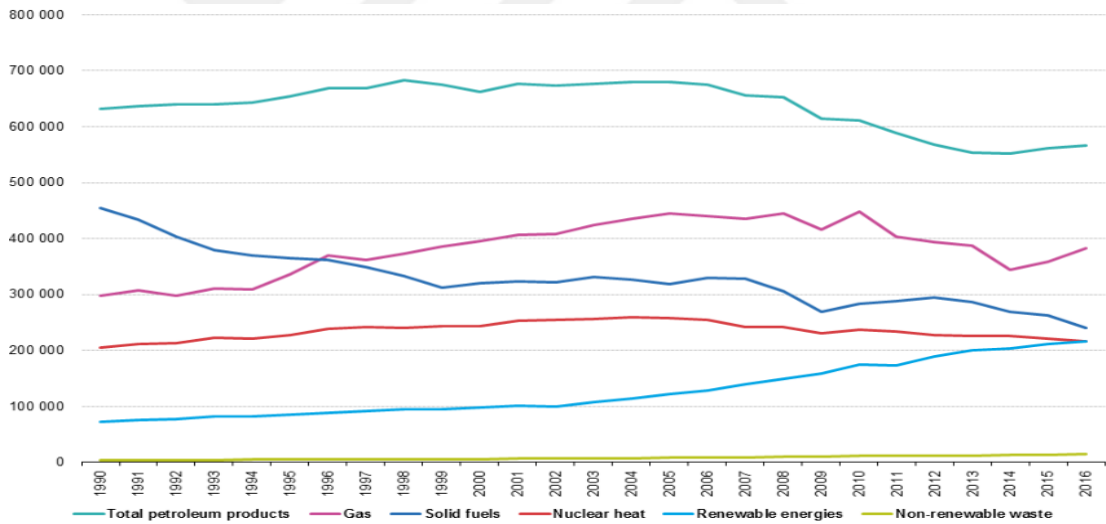
**Kaynak:** Eurostat (nrg\_110a), 2018

Gayri safi yurt içi enerji tüketimi birçok alanda gayri safi yurt içi tüketim olarak kısaltılmaktadır. Bir ülkenin veya belirli bir bölgenin toplam enerji talebini ifade etmektedir. Ele alınan hangi coğrafi yer ise oranın iç tüketimini karşılamak için gerekli enerji miktarını ifade eder. Gayri safi yurt içi enerji tüketimi enerji sektörlerinin tüketimini, dağıtımdan ve dönüşümden kaynaklanan kayıpları, istatistiksel farkları, nihai enerji tüketimini içermektedir. Hesaplama birincil üretim, geri dönüşümden sağlanan ürünler, net ithalat, stok değişimlerinin toplamından bunkerların çıkartılmasıyla elde edilir. Gayri safi yurt içi enerji tüketimi ile brüt enerji tüketimi arasındaki fark brüt enerji tüketiminin dönüşüm çıktısını kapsamaması konusudur. Bu ayrım, brüt enerji tüketimini ürüne özgü bir kullanım haline getirmek ile birlikte brüt enerji tüketiminin birincil enerji talebini yansıtmamasının nedenidir.

Gayri safi yurt içi enerji tüketimi olarak Eurostat'ın 2018 yılında çektiği verilerden elde ettiği sonuçlara göre, 2016 yılında AB-28 ülkelerinde gayri safi yurt içi enerji tüketimi 2015 yılına göre %0.7 artış göstererek 1640 Mtoe (milyon ton petrol eşdeğeri) olarak belirlenmiştir. 1990-2010 yılları arasında durağan bir seyir gösteren gayri safi yurt içi enerji tüketimi 2009 yılında yaşanan finansal ve ekonomik krizler sonucunda önemli, belirgin bir düşüş göstermiştir. Beklenilenin aksine 2009 brüt enerji tüketiminde 2008 yılına göre %5.8 azalma görülürken, katı yakıtlardaki %11.9 oranı en belirgin düşüş olarak gözlemlenip bunu takiben gaz %6.4 ve petrol ürünleri %5.7 azalmıştır.

Elde edilen kayıtlara göre 2010 yılında gayri safi yurt içi enerji tüketimi %3.8 artmış bu toparlanmanın ardından tekrar yükselmeye başladığı yıl olan 2015 yılına kadar birbirini takip eden düşüşler yaşamıştır.

**Şekil 2 : Yakıtlara Göre AB-28 Gayri Safi Yurt İçi Enerji Tüketimi (Ktoe)**



**Kaynak:** Eurostat(online data code nrg\_110a), 2018

2016 yılında petrol ürünleri gayri safi yurt içi enerji tüketimi içerisinde en büyük paya 567142.5 Ktoe miktar %34.6'lık oran ile sahiptir. Gaz 382969.5 Ktoe ile %23.3 ve katı fosil yakıtlar 240724.0 Ktoe ile %14.7 paya sahiptir. Bu veriler AB-28 ülkelerinde tüm enerjinin %71.5'inin fosil kaynaklardan (kömür, ham petrol, doğal gaz) üretildiğini gösteriyor. Nükleer ısı ve yenilenebilir enerjilerin payı ise aynı oran izleyerek %13.2'yi oluşturmuştur.

AB ülkeleri içerisinde sadece İsveç, Finlandiya ve Fransa'da fosil yakıtların gayri safi yurt içi enerji tüketimindeki payı %50'nin altındadır. Bu oranlar sırasıyla %29.6, %46.6 ve %48.4'dür. Nükleer ısının brüt iç enerji tüketimine katkısının en yüksek olduğu ülkelerin %41.2 ile Fransa ve %32.4 ile İsveç olduğunu unutmamak gerekir.

AB-28 ülkelerinde 2016 yılı, ortalama brüt iç tüketim için katı fosil yakıt payı %14.7 iken Estonya tüketimin büyük bir çoğunluğunu katı fosil yakıtlarla karşılamaktadır. Oran ise %59.4 olarak ölçülmüştür. Brüt iç enerji tüketiminde 2016 yılında %2'nin altında kalarak en düşük paylara Lüksemburg, Letonya, Kıbrıs ve Malta sahip olmuştur.

Petrol ürünleri için en büyük paylar ise Kıbrıs'ta % 93.1 Malta'da %78.6 ve Lüksemburg'da %62.8 gözlenmiştir. Malta ve Kıbrıs'ın küçük adalar olması ve Lüksemburg'da tüketim, taşımacılık sektöründe kullanılan yakıt fiyatlarının düşük olmasından dolayı yakıt turizmi gelişmiş olması bu istatistiklere neden olarak gösterilebilir. Doğal gaz, Hollanda'da %38.4, İsveç, Kıbrıs ve Malta'da %2'nin altında paya sahiptir. Ayrıca İtalya, İngiltere ve Macaristan'ının %30'un üzerinde önemli paya sahip olduğu doğal gaz konusunda İrlanda %30 seviyesine ulaşmak üzeredir (Eurostat, 2018).

Letonya ve İsveç'te, 2016 yılında brüt iç enerji tüketiminin % 35'ini sırasıyla %37.0 ve %36.4 paya sahip olarak yenilenebilir enerji oluşturuyor. Yenilenebilir enerjinin brüt iç tüketimdeki en düşük payı ise Malta %3.4, Hollanda %4.7 ve Lüksemburg %5.3 ile bu üç ülkededir.

2016'da nükleer santrale sahip olan 14 Üye Devlet olup, en yüksek nükleer paya sahip olan ülkeler sırasıyla; Fransa % 41,2'lik nükleer ısı payı, ardından İsveç %32.4, Slovakya %23.4, Bulgaristan % 21.9 ve Slovenya %21.4 oldu.

2016 yılında, Lüksemburg ve Finlandiya'daki kişi başına düşen gayri safi yurt içi tüketim 6 Toe (ton petrol eşdeğeri) üzerindeyken, Romanya ve Malta'da tüketim kişi başına 2 Toe altında kalmıştır. Eurostat'a göre bu göstergenin, her ülkedeki sanayinin yapısından, kış havasının ciddiyetinden ve Lüksemburg örneğindeki akaryakıt turizmi gibi diğer faktörlerden etkilenmektedir. 2016 yılında AB-28 ortalaması kişi başına 3.2 Toe'dir.

Gayri safi yurt içi enerji tüketimi için son olarak, 1990 ve 2016 arasında, AB-28 ortalaması %8.5 azaldı. Portekiz %23.5, ardından Avusturya %18.9 ve Slovenya %15.1 ile en büyük artışlara, Litvanya %43.5, Romanya %34.5 ve Almanya %32.1 ile en yüksek düşüslere sahip oldu.

Nihai enerji tüketimi hanehalkı, sanayi, tarım gibi son kullanıcıların tükettiği toplam enerji tüketimidir. Nihai enerji tüketimi enerji sektörlerinin tükettiği enerji miktarını, sektörler tarafından gerçekleştirilen dönüşümleri, teslimatları dışlayan bir ölçektir. Ölçeğin kapsadığı son kullanıcılar özel hanehalkı, tarım, sanayi, yol taşımacılığı, hava taşımacılığı, diğer taşımacılıklar, hizmetler ve diğerleridir. AB hedef yıl 2020 bağlamında enerji tüketimini %20 azaltma konusunda karara vardı. AB bu politikaya bağlı olarak enerji verimliliğini artırma, enerji talebini azaltma ve enerji talebini ekonomik büyümeden ayırmak için belirli girişimlerde bulundu.

Eurostat verilerinden yola çıkarak AB-28 ülkelerinde 2015 yılına göre nihai enerji tüketimi %2 artmış ve 1107 Mtoe olmuştur. 1994'ten 2006'ya kadar geçen süreçte nihai enerji tüketimi sürekli olarak artmış ve zirve değeri 194 Mtoe'ye 2006'da ulaşmıştır. Bundan sonraki 10 yıllık süreçte zirve değeri %7.3 değer kayberek yeni seviyesini 179 Mtoe olarak belirlemiştir. Katı yakıtların miktarı 1990'da %27.2'den 2000'de %18.6'ya, 2010'da %16'ya, 2016'da ise %14.7'ye düşerek 10 yıllık aralarla düşen bir trend izlemektedir. Bu düşümlerle birlikte 1990'dan başlayarak 2016 yılına kadar olan katı yakıt miktarları sırasıyla 124131.9 Ktoe, 61941.7 Ktoe, 50151.6 Ktoe, 45338.0 Ktoe'dir.

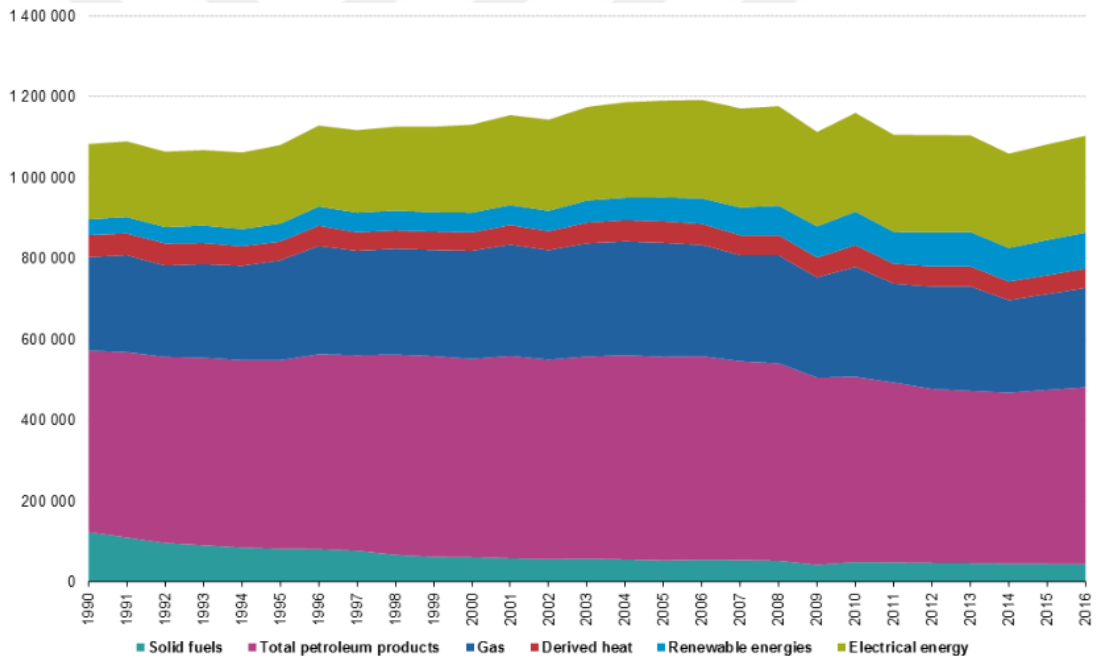
Yenilenebilir enerji kaynaklarının nihai tüketimdeki payı ise 1990'da %4.3'lük pay ile 38949.9 Ktoe, 2000'de %5.7'lik pay ile 49143.8 Ktoe, 2010'da %9.9'luk pay ile 82777.2 Ktoe ve 2016'da %13.2'lik pay ile 88949.5 Ktoe'dur. Açıkça görüleceği ve istenildiği gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının nihai enerji tüketimindeki payı gitgide artış göstermiştir.

Nihai enerji tüketimi içerisinde gazın payı ise 1990'da %17.9 ile 230943.6 Ktoe, 2000'de %22.9 ile 267565.8 Ktoe, 2010'da %25.4 ile 272046.1 Ktoe, 2016'da %23.3 ile 245283.7 Ktoe olmuştur. 10 yıllık aralıklarla 2010 yılına kadar artışlar gözlemlenmiş olsada 2016 yılında ölçümlenen sonuca göre 2010 yılına kıyasla düşüş yaşanmıştır.

Elektrik enerjisi miktarına geldiğimizde 1990 yılında 185847.3 Ktoe, 2000 yılında 217399.8 Ktoe, 2010 yılında 244045.0 Ktoe, 2016 yılında 239404.7 Ktoe'dir. Yıllar içerisinde küçük düşüşler gösterse bile beklenildiği gibi pozitif yönde seyir izlemiştir.

AB-28 ülkeleri için nihai enerji tüketiminde en büyük pay petrol ürünlerindedir. 1990 yılında 448785.8 Ktoe, 2000 yılında 490294.1 Ktoe, 2010 yılında 458058.3 Ktoe, 2016 yılında ise 437130.8 Ktoe'dir. 2016 yılında toplam enerji tüketimi yapsında en büyük pay %39.5 ile petrol ürünleri ardından %22.1 ile gaz ve %21.6 ile elektrik şeklindedir. Katı fosil yakıtlar sadece %4.1'lik paya sahiptir. İstatistikler Eurostat verilerinden ve Şekil 1.4'ten hareketle elde edilmiştir.

**Şekil 3 : Yakıtlara Göre AB-28 Nihai Enerji Tüketimi (Ktoe)**



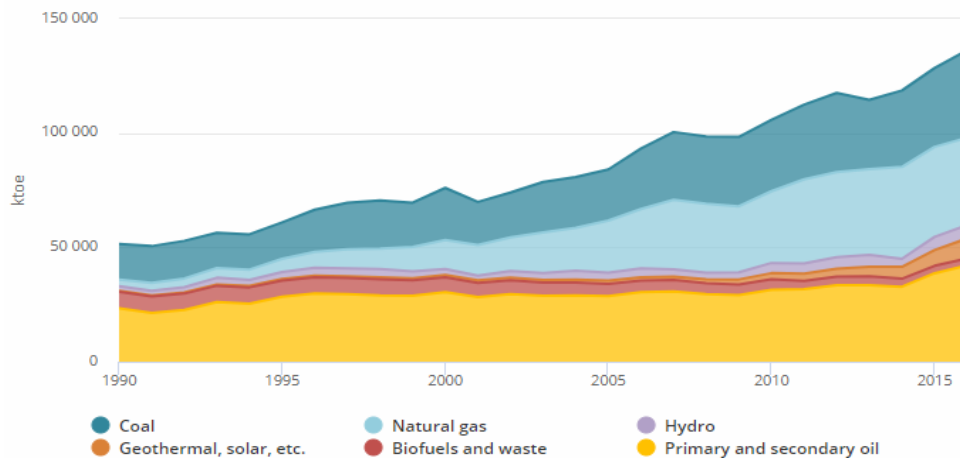
**Kaynak:** Eurostat (nrg\_100a), 2018

### 1.2.2. Türkiye Enerji İstatistikleri

Türkiye enerji kullanımı, yıllar içerisinde belli düşüşler gösterecek şekilde genel olarak artan bir izlenime sahiptir. Öncül veya birincil olarak adlandırılan enerji tüketiminin artması genellikle nüfus artışı ile gelir artışının sonucudur. Popülasyondaki artış enerjiye olan ihtiyacı arttıracak ve enerji talebi çoğalacaktır.

Her ne kadar OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) ülkelerinin gelişmişlik düzeyi fazla olsada buna karşın Çin, Hindistan gibi popülasyonu yüksek olan ülkelerin GSYİH (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla) büyüme ivmesi, enerji ihtiyaçları bu ülkelerin önüne geçmiştir. Çin enerji ihtiyacının artması sonucu enerji talebi artışında birinci sıradadır. İkinci sırada ise Türkiye yer almaktadır. BP 2018 raporuna göre Türkiye’de birincil enerji tüketimi 2017 yılında 157.7 Mtoe olarak ölçülmüştür. 48.8 Mtoe petrol, 44.4 Mtoe doğal gaz, 44.6 Mtoe kömür, 13.2 Mtoe hidroelektrik ve 6.6 Mtoe yenilenebilir enerji tüketimi şeklinde dağılım mevcuttur. Dikkate alınması gereken unsur üretimdir. Türkiye birçok kaynak için dışa bağımlı durumdadır. Türkiye’nin enerji kaynakları ticareti göz önüne alındığında kömürde %50, doğal gazda %98, petrolde %92 dışa bağımlı durumda olduğu görülmektedir. Bu % 72 oranda dışa bağımlı olduğu anlamına gelmektedir. Hidroelektrik santralleri elektrik üretimine dışa bağımlı olmadan katkı sağlar. Bu oran %34’dür. Gündemde sıklıkla bahsedilen bor madeni ise Türkiye’nin en yüksek oranla sahip olduğu kaynaktır. Dünya genelinde var olan bor kaynaklarının %73’ü Türkiye’dedir. Bor ihracatında ABD’den (Amerika Birleşik Devleti) sonra ikinci sıradadır. Enerji ülkelerin gelişmiş düzeyinde hem ekonomik, hem kültürel, hem sosyal açıdan büyük önem taşımaktadır. Türkiye’nin dışa bağımlılığı ekonomik büyümenin önünü kesebilecek bir sorundur (Ulusoy, 2018).

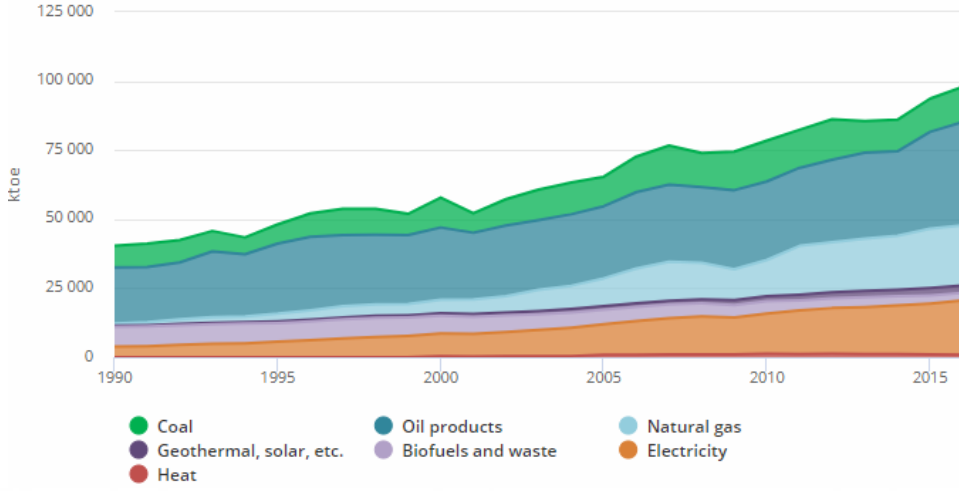
**Şekil 4 :** Türkiye’de Kaynağa Göre Toplam Birincil Enerji Üretimi



**Kaynak:** IEA (Ulusal Enerji Ajansı), 2018



**Şekil 5 : Türkiye’de Kaynağa Göre Toplam Nihai Tüketim**



**Kaynak:** IEA, 2018

Eurostat aracılığı ile elde edilen veriler ve hesaplanan yüzdelerle Türkiye'nin enerji istatistiklerinden bahsedilecektir. Türkiye’de birincil enerji üretimi miktarları 1990 yılında 24939.7 Ktoe, 2000 yılında 26412.8 Ktoe, 2010 yılında 31474.1 Ktoe, 2016 yılında ise 35629.0 Ktoe’dir. 1990-2016 yılları arasında küçük artışlar ve düşüşler yaşanmıştır. Zirve değeri 35629.0 Ktoe ile 2016 yılında, minimum değer 23710.2 Ktoe ile 2005 yılındadır.

Katı yakıtların birincil enerji üretimindeki payı 1990 yılında 11387.4 Ktoe ile %45.6, 2000 yılında 13022.8 Ktoe ile %49.3, 2010 yılında 16740.8 Ktoe ile %53.1 ve 2016 yılında 15497.6 Ktoe ile %43.3 şeklindedir. Ayrıca birincil enerji üretiminde katı yakıtlar, toplam petrol ürünleri, gaz, yenilenebilir enerji, yenilenmeyen atıklar içerisinde maksimum pay sahibi 2008 yılında kayıt altına alınan %57’lik oranla katı yakıtlardır.

Toplam petrol ürünlerinin birincil enerji üretimindeki payı katı yakıtlarda olduğu gibi yüksek değildir. 1990 yılında %14.9, 2000 yılında %10.7, 2010 yılında %8, 2016 yılında %7.4’lük pay petrol ürünlerinin hanesindedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının payı, katı yakıtlardan sonra en yüksek değerlerdir. 1990 yılında 9658.1 Ktoe miktarı %38.7’lik pay, 2000 yılında 10102.2 Ktoe miktarı %38.2’lik pay, 2010 yılında 11627 Ktoe miktarı %36.9’luk pay, 2016 yılında 17135 Ktoe ile %48’lik pay söz konusudur.

Gayri safi yurt içi enerji tüketimi Türkiye’de 1990 yılında 51000.7 Ktoe’ye, 2000 yılında, 76963.1 Ktoe’ye, 2010 yılında 105930.9 Ktoe’ye, 2016 yılında ise 139794.3 Ktoe’ye ulaşmıştır. Bir önceki yıla göre düşüş yaşanan beş yıl sırasıyla 1994, 1999, 2001, 2008, 2013 şeklindedir. Maksimum değer 2016 yılında 139794.3 Ktoe, minimum değer 51000.7 Ktoe ile 1990 yılındadır.

Katı yakıtların gayri safi yurt içi enerji tüketimindeki payı 1990 yılında 15570 Ktoe ile %30.5, 2000 yılında 22811.3 Ktoe ile %29.6, 2010 yılında 31202.2 Ktoe ile %29.4, 2016 yılında 38414.3 Ktoe ile %27.4’tür. Katı yakıtların gayri safi yurt içi enerji tüketiminde en yüksek payı 1991 yılında 16103 Ktoe ile %31.1’dir. Minimumda seyrettiği yıl ise 1995 yılı %25.9’dur.

Gazın gayri safi yurt içi tüketimindeki payları 1990 yılında 2855.4 Ktoe ile %5.5, 2000 yılında 12637.7 Ktoe ile %16.4, 2010 yılında 31395 Ktoe ile %29.6, 2016 yılında 38261.8 Ktoe ile %27.3’tür. Birkaç istisnai yıl sayılmaz ise gazın gayri safi yurt içi tüketimi sürekli olarak artış göstermiştir.

Petrol ürünlerinin gayri safi yurt içi enerji tüketimindeki payı beklenildiği gibi yüksektir. Paylar sırasıyla 1990 yılında 22980 Ktoe ile %45, 2000 yılında 31121.3 Ktoe ile %40, 2010 yılında 31769.4 Ktoe ile %29.9 ve 2016 yılında 45514.4 Ktoe ile %32.5’tir.

Yenilenebilir enerjiye geldiğimizde yıllar içerisinde birkaç düşüş yaşansada artan bir durum söz konusudur. Ülkelerin genel olarak istediği bir durum olmakla birlikte özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülke için bu artış iyi bir durumdur. Yenilenebilir enerji gayri safi yurt içi enerji tüketiminde 1990 yılında 9658.1 Ktoe ile %18.9, 2000 yılında 10102.2 Ktoe ile %13.1, 2010 yılında 11627 Ktoe ile %10.9 ve 2016 yılında 17135 Ktoe ile %12.2 pay sahibidir. Her ne kadar bu süreç içerisinde tüketilen Ktoe artsada pay gitgide düşmektedir. Bunun nedeni diğer enerji kaynaklarının tüketimine daha fazla yönelmedir. Ayrıca nükleer ısı ilgililenen yıllar arasında hiç tüketilmediğinden herhangi bir pay söz konusu değildir.

Son olarak ilgilenecek alan nihai enerji tüketimidir. Türkiye’de nihai enerji tüketiminde bir önceki yıla göre düşüş yaşanan yıllar sırasıyla 1994, 1998, 1999, 2001, 2008, 2009 ve 2013’tür. Genel olarak artan bir izlenim görülmektedir. 1990 yılında 38967.9 Ktoe, 2000 yılında 56155.8 Ktoe, 2010 yılında 74699.2 Ktoe, 2016 yılında 96553.7 Ktoe nihai enerji tüketimi kaydedilmiştir.

Katı yakıtları nihai enerji tüketimindeki payı 1990 yılında 8292.9 Ktoe ile %21.2, 2000 yılında 11267.9 Ktoe ile %20, 2010 yılında 16041.7 Ktoe ile %21.4, 2016 yılında 14232.5 Ktoe ile %14.7'dir. Katı yakıtların zirve nihai tüketim değeri 2010 yılında 16041.7 Ktoe, nihai tüketim içerisindeki zirve payı ise 1991 yılında 8899.2 Ktoe ile %22.5'tir.

Petrol ürünleri gayri safi yurt içi tüketimde olduğu gibi nihai tüketimde de yüksek paylara sahiptir. Türkiye'de petrol ürünleri nihai enerji tüketiminde 1990 yılında 18039.9 Ktoe ile %46.2, 2000 yılında 23354.2 Ktoe ile %41.5, 2010 yılında 22746.9 Ktoe ile %30.4 2016 yılında 34310.2 Ktoe ile %35.5 pay sahibidir. Maksimum tüketim değeri 2016 yılında 34310.2 Ktoe, maksimum pay ise 1995 yılında 22596 Ktoe ile %49.5'tir. Belirlenen yıl aralığında payların düşmesine neden olarak, yıllar geçtikçe artan petrol ürünleri fiyatları ve enerji kaynaklarının çeşitlenmesi verilebilir.

Gazın nihai enerji tüketiminde birkaç yıl dışında hep artış gözlemlenmiştir. Paylar 1990 yılında 1171 Ktoe ile %3, 2000 yılında 5567.5 Ktoe ile %9.9, 2010 yılında 13801.4 Ktoe ile %18.4, 2016 yılında ise 22002.3 Ktoe ile %22.7'dir.

Türkiye'de yenilenebilir enerji nihai tüketimi 1990-2016 yılları arasında belirli bir yapıya sahip değildir. Sürekli olarak artan/azalan veya çoğunlukla artan/azalan bir yapısı yoktur. 1990 yılında 7598.9 Ktoe ile %19, 2000 yılında 7336 Ktoe ile %13, 2010 yılında 6264.6 Ktoe ile %8, 2016 yılında 5442.4 Ktoe ile %5 pay söz konusudur.

Nihai enerji tüketiminde ele alınan son kaynak elektrik enerjisi olacaktır. 1990 yılında elektrik enerjisinin nihai tüketimi ve payı 3865.2 Ktoe'ye %9.9'dur. 2000 yılında 8243.6 Ktoe'ye %14.6, 2010 yılında 14618.6 Ktoe'ye %19.5, 2016 yılında ise 19638.7 Ktoe'ye %20.3'tür.

### **1.3. ENERJİ POLİTİKALARI**

Enerji, ekonominin sürdürülebilir gelişimi için önemli bir faktör olarak görülür. Gitgide artan dünya nüfusundan kaynaklanan enerji ihtiyacı, ülkelerin ulaşmak istedikleri ekonomik refah düzeyini tehlikeye atmaktadır. Bununla birlikte enerji kaynakları ve teknolojilerinin çevreye zarar vermemesi ile toplumun enerji

ihtiyacını karşılaması istendiğinde ortaya “sürdürülebilir kalkınma” kavramı ortaya çıkmıştır. Bunun çevresinde enerji-ekonomi-ekoloji dengesi üçgenini dikkate alan enerji politikaları oluşturulmaya başlamıştır. Enerji, ülkelerin gelişimi ve ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği konularında etken bir unsur olduğundan enerji stratejileri büyük önem taşımaktadır. Toplumun ihtiyaç duyduğu enerjiyi az maliyetli, temiz, güvenilir yollarla temin etmek için enerji kaynakları çeşitlendirilmeli ve karbon emisyonu göz önünde bulundurulmalıdır.

### **1.3.1. AB Enerji Stratejisi**

Avrupa ülkelerinin hedef yıllara göre ulaşmaya çalıştıkları amaçlara yönelik birden fazla enerji stratejileri ve enerji yol haritaları mevcuttur. Bunlardan bazıları hedef yıla yönelik 2020, 2030 ve 2050 enerji stratejileridir. Ortak amaç emisyonu indirmek, yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimini arttırmak, enerji teknolojileri üzerine yoğunlaşmak ve enerji pazarında söz sahibi olmak üzerine kurulmuştur.

Avrupa Birliği 2020 Enerji Stratejisi emisyonu minimum %20 azaltmayı, yenilenebilir enerjinin kullanımını %20 arttırmayı ve en az %20 enerji tasarrufunu hedeflemektedir. Ayrıca AB (Avrupa Birliği) ülkeleri hedeflerinde, ulaştırma sektörü için %10'luk bir yenilenebilir enerji payı aramaktadır. Belirlenen hedefler çevre kirliliği, iklim değişikliği, hava kirliliğini indirmeye yönelik seçilmiştir. Tüketici ve işletmeler için fosil yakıtlara bağımlılığın azaltılması ile uygun, ulaşılabilir enerji sağlamak diğer hedefler gibi önemli konumdadır. AB 2020 Enerji Stratejisi kendine 5 önemli amaç belirlemiştir (European Commission, 2018).

Bu amaçlar :

- Verimli binalara, ürünlere ve taşımacılığa yatırımları hızlandırarak Avrupa'nın enerji verimliliğini arttırmak hedeflerinden biridir. Bu amacın gerektirdiği önlemlerde mevcuttur. Enerji etiketleme planlanmaları, kamuya bağlı binaların yenilenmesi ve enerji yoğun ürünler için ekodizayn bu önlemlerden bazılarıdır.

- Sıvılaştırılmış doğal gaz terminallerini, gerekli iletim hatlarını, boru hatlarını ve diğer altyapıları inşa ederek Pan-Avrupa Enerji Pazarı oluşturmak istenmektedir. Enerji konusunda yoğunlaşan ve yeterli sermayesi bulunmayan projelere destek sağlanması ile 2015 yılına kadar hiçbir Avrupa ülkesinin iç pazardan izole edilmemesi yan hedefdir.
- Tüketicilerin enerji tedarikçilerini kolayca değiştirebilmesi, enerji kullanımını kayıt altına almaları, şikayetleri hızla çözümlenebilmelerini içeren tüketici haklarını korumak ve enerji sektöründe yüksek güvenlik standartlarına ulaşmak diğer bir amaçtır.
- Stratejik Enerji Teknoloji Planının uygulanması, AB'nin güneş enerjisi, akıllı şebekeler ve karbon yakalama-depolama gibi düşük karbonlu teknolojilerin geliştirilmesinin ve kullanılmasının hızlandırılması stratejisi mevcuttur.
- AB Enerji Topluluğu aracılığıyla komşu ülkeleri kendi iç enerji pazarına entegre etmek, AB'nin enerji transit ülkeleri, dış enerji tedarikçileri ile iyi ilişkiler sağlanması bahsedilecek beşinci ve son hedefdir.

Diğer stratejiler gibi 2030 stratejisinde temiz enerji, enerji verimliliği, uzun dönemde hedef olarak 2050'ye kadar olan dönemde emisyonun azaltılmasını hedeflemiştir. Rekabetçi, güvenilir ve sürdürülebilir enerji sistemleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Düşük karbon teknolojileri, elektrik şebekeleri ve yeni boru hatları için yapılacak her türlü yatırıma teşvik edilmiştir. 2050 yılı için yapılan bir ekonomik analiz, dekarbonizasyonun etkin maliyetle nasıl yapılacağına kanıt olmuştur. Bu amaçlara bağlı olarak 2030 yılı için hedefler ve politikalar belirlenmiştir.

#### Hedefler :

- 90'lı yıllara göre sera gazı emisyonunda %40'lık bir kesinti
- Tüketimde %27'lik yenilenebilir enerji payı
- En az %27'lik enerji verimliliği
- %10'luk mevcut elektrik ara bağlantısını, 2030'a kadar %15'e çıkarmak için iç enerji pazarının desteklenmesi

Avrupa Komisyonu bu hedeflere yönelik politiklara belirlemiştir. Bunlar:

- Yenilenmiş AB emisyon ticareti programı
- Enerji sistemlerinin güvenilirliği, rekabet edilebilirliği için arz çeşitliliği, fiyat farklılıkları, AB ülkeleri arası ara bağlantı kapasitesi gibi yeni göstergeler
- Rekabet edilebilir, güvenli, sürdürülebilir enerji için ulusal planlamaya dayanan, AB yaklaşımını izleyen yeni bir yönetim sistemi planı. Buna bağlı olarak yatırımcı kazanma, şeffaflık, politika tutarlılığı AB genelinde daha iyi koordinasyon sağlayacaktır.

Avrupa Komisyonu 2011 Enerji Yol Haritası enerji sisteminin sürdürülebilir, rekabetçi, güvenilir bir enerji sistemine dönüşümü için geliştirilmiş 2050 Enerji Yol Haritası oluşturulmuştur. 2050 Enerji Yol Haritası için dört ana unsur belirlenmiştir ve bunlar sırasıyla enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, nükleer enerji, karbon depolama şeklindedir. Bu unsurlar uzun dönemde hedef yıla kadar oluşabilecek yedi senaryo oluşturmak ve analiz etmek için farklı yollarla birleştirilmiş ve bu analizlerin sonucunda birkaç sonuca ulaşılmıştır (European Commission, 2018).

Sonuçlar :

- Yenilenebilir enerjinin, enerji üretimi ve tüketimi içerisindeki payını arttırmak, enerjiyi daha verimli kullanmak gerekmektedir.
- Karbon emisyonu konusunda enerji sisteminin dekarbonize edilmesi teknik olarak mümkün olduğu gibi aynı şekilde ekonomik olarak uygundur. Emisyon azaltma hedefine ulaşan tüm senaryolar mevcut politikaların sürdürülmesinden daha maliyetsizdir.
- Erken altyapı yatırımları her ne kadar daha az maliyetli olsada AB'deki 30-40 yıl önce inşaa edilen altyapının değiştirilmesi gerekmektedir. Derhal düşük karbonlu alternatiflerle değiştirilmesi ileride yüksek maliyetli değişikliklerden kaçınılmasını sağlayacaktır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın enerji sektörüne yapılan 2020'den sonraki yatırımların

2020'den önceki yatırımlara göre 4.3 kat maliyetli olacağı çıkarımı önemle vurgulanmaktadır.

- Son olarak ortak bir enerji piyasası ile enerjiyi en ucuz yerde üretip ihtiyaç duyulan yere ulaştırmak mümkün olacaktır. Avrupa yaklaşımının, bireysel ulusal yaklaşımlara göre daha ucuz maliyet ile daha güvenilir enerji kaynaklarına neden olacağı beklenmektedir. (European Comission, 2018).

### 1.3.2. Türkiye Enerji Stratejisi

Türkiye tıpkı diğer ülkeler gibi zaman içerisinde nüfus arttıkça enerji ihtiyacı artan bir ülkedir. Yıllar geçtikçe enerji üretim ve tüketimi belirli inişler gösterse bile artan bir trende sahiptir.

Türkiye'nin enerji politikası belirli unsurlardan oluşmaktadır. Bu unsurlar özetle:

- Gitgide artan enerji ihtiyacını ithalattan bağımsız şekilde karşılamak için enerjiye bağlı konulara öncelik verilmesi
- Enerjinin ekonomik büyümeye etkisi üzerinde durmak ile birlikte, emisyon ve diğer çevre problemlerini göz önünde tutmak
- Yenilikçi ve özgür bir ortam oluşturularak rekabetçi piyasa yaratmak ve enerji verimliliği, enerji üretkenliği konuları üstünde durmak
- Araştırma ve geliştirme çalışmalarının enerji teknolojileri üzerinde yoğunlaşması

Bu unsurlara bağlı olarak ise,

- Dışarıdan alınan petrol ve doğal gaz ihtiyacının tedarik edilmesinde kaynak, güzegah çeşitlendirmesi
- Ulusal ve yenilenebilir enerjinin arttırılması
- Enerji verimliliğinin arttırılması

- Nükleerin enerji kaynaklarına eklenmesi amaçlanmaktadır (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, 2011).

#### **1.4. ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI**

Enerjinin birden fazla tanımı bulunmaktadır. En yalın anlamı ile enerji hareket ettirici güç olarak tanımlanır. Kısaca iş yapma şeklinde düşünmek doğru olacaktır. Güneş, petrol, kömür, odun, rüzgar akarsular vb kaynakları çeşitli yöntemler kullanarak ekonomik amaçlarla enerji elde edilen kaynaklara genel anlamı ile enerji kaynakları denmektedir. Enerji kaynakları ise herhangi bir teknik ile enerji üretimi sağlayan kaynaklar olarak tanımlanmıştır (Doğanay ve Coşkun, 2017:1; Öztürk, 2013:2).

Enerji kaynaklarından elde edilen enerji ekonomik amaçlarla değişik ihtiyaçlarda kullanılır. Enerji kaynakları ısınmak için, hayatın her alanında kullanılan makineleri çalıştırmak yani işleten güç olmak için, aydınlanma ihtiyacının karşılanması için veya doğrudan sanayiye hammadde sağlamak için kullanılır. Hammadde söz konusu olduğunda çağdaş sanayi kavramı ile karşılaştırılır. Üretimin enerjisi hammadde olarak kullanıp makineler aracılığı ile yapıldığı şekli olarak tanımlanabilen çağdaş sanayinin temeli 18. yy (yüzyıl) sonları ile 19 yy başları arası gerçekleşen Sanayi Devrimi'dir. Enerji kaynaklarının değerlendirilmesi devrimi olarak görülen Sanayi Devrimi öncesi ve süresince enerji kaynaklarının kullanımı konusunda çeşitlilik söz konusudur. Bunlardan birkaçı 1760 yılında buhar makinesi ile taş kömürü enerji kaynağı kullanımı, 1873 yılında dinamo icadı ile beyaz kömür kaynaklarının kullanımı, 1900'lü yıllarda içten patlamalı motor ve 1910'lu yıllarda içten yanmalı dizel motorlar ile petrol kaynaklarının kullanımı önem kazanmıştır (Doğanay ve Coşkun, 2017:2).

Sınıflandırma iki türlü incelenebilir fakat çalışmanın amacına paralel olarak ilgilenilen sınıflandırma tükenirliğe göre olmalıdır. Bu durum söz konusu olsada diğer sınıflandırmalara değinmek gerekir. Literatürde enerji kaynaklarının sınıflandırılması üç şekilde gerçekleştirilmiştir. Bunlar:

- Yeraltı ve Yerüstü Kaynakları Olup Olmadıklarına Göre



Yeraltı Enerji Kaynakları

Yerüstü Enerji Kaynakları

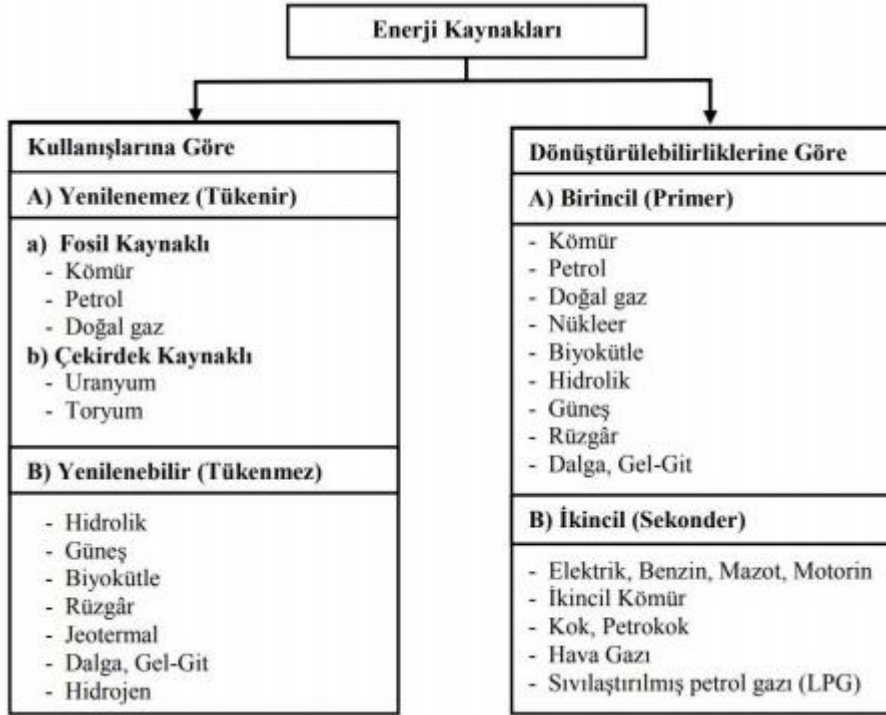
- Tükenebilir Kaynaklar Olup Olmadıklarına Göre  
Tükenebilir (Fosil) Enerji Kaynakları  
Yenilenebilir Enerji Kaynakları
- Genetik Açıdan Organik Olup Olmadığına Göre  
İnorganik Kökenliler  
Organik Kökenliler

Yeraltı enerji kaynakları tam olarak terimden anlaşılabilceği gibi yerin altından elde edilen veya oluşumlarında toprağın etkisi olan kaynaklardır. Toprak kaynakların fosilleşmesine olanak sağladığından önemli bir etken olarak görülür. Kömürler, jeotermal kaynaklar, şistler, doğal gaz, petrol, termo-nükleer petrol, nükleer enerji kaynakları, uranyum, toryum yeraltı enerji kaynaklarıdır. Sayılanlar istisnai kaynaklar hariç fosil yakıtlar sınıfına girmektedir. Bu istisnalar metalik olan uranyum ile toryum ve jeotermal kaynaklardır. Yerüstü enerji kaynakları ise aynı yeraltı enerji kaynaklarında olduğu gibi terimden anlaşılacağı gibi yer üstünden elde edilen enerji kaynaklarıdır. Hidro-elektrik, odun, tezek, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, biyogaz enerjisi yerüstü enerji kaynaklarıdır (Doğanay ve Coşkun, 2017:4-5).

Enerji kaynaklarının diğere bir sınıflandırma şekli yaygın olarak görülmeyen jenerasyon sınıflandırmasıdır. İnorganik enerji kaynakları uranyum ve toryum metal grubudur. Var olan enerji kaynaklarının çoğu organik enerji kaynakları sınıfındadır. Kömürler, fosilleşen tortul kayaçlar, petrol, odun, biyogaz, biyomas organik enerji kaynaklarıdır. Tortul kayaçlar Lepidodendronlar, Siggillarialar, Pecopterisler, Galamitesler, Filicalesler gibi büyük yapılı bitkilerin fosilleşmeleri sonucu ortaya çıkmışlardır. Petrol yatakları ise alçak denizlerin koylarında kum, çamur neritik depolar arasına sıkışan mikroskobik bitkisel kalıntılar ve değişik deniz canlılarının (Foraminifer, Radyoler, Sünger, Mercan, Molluks, Omurgalılar) metaformoz

geçirmesi sonucu oluşmuştur (Doğanay ve Coşkun, 2017:5-6 ; Nakoman, 1971:15-18; Levorsen, 1967:723-724).

**Şekil 6:** Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması



**Kaynak:** Koç ve Şenel, 2013:33 (Türkoğlu, 1972)

#### 1.4.1. Fosil (Tükenebilir) Enerji Kaynakları

Tükenebilir enerji kaynaklarına literatürde çeşitli isimler verilmiştir. Primer, tükenir, fosil, yenilenemez, birincil veya konvansiyonel verilen isimlerden bazılarıdır. Fosil enerji kaynaklarının oluşturan temel unsur fosil yakıtlardır. Fiziksel veya kimyasal varlığında metaformoz geçirip ısı meydana getirebilen her türlü maddeye genel kavram olarak yakıt denilmektedir. Yakıldığı takdirde ısı yayan olarak tanımlanabilirler. Karşımıza çıkacak olan terimler destilasyon, kraking, sentezdir. Destilasyon, damıtma olarak bilinen sıvıları birbirinden ayırmak için kullanılan yöntemdir. Kraking, genelde petrol endüstrisinde kullanılan benzin, propen vb. gibi ürünleri kullanarak daha hafif ürünler elde etmek amacı ile hidrokarbon moleküllerini parçalayan endüstri tekniğidir. Son olarak sentez ise

kelime anlamı ile farklı parçaların birleşmesi tekniğidir. Yakıtlar üç temel sınıfta incelenmektedir. Bunlar:

- Katı Yakıtlar: En temel klasik ve temel olanıdır. Üç alt gruba ayrılırlar.
  - I. Doğal Katı Yakıtlar: Var olan fosil kömürlerdir. Zaman içerisinde oluşum sıralarına göre; antrasit, taşkömürü, esmer kömür, linyit kömürü, turba şeklindedir.
  - II. Yapay Katı Yakıtlar: Birinci sınıf yani doğal katı yakıtlardan oluşan kok ve odun kömürü şeklinde sınıflanmıştır.
  - III. Biyokütle Katı Yakıtlar: Sanayi ve endüstri atıklarından biyolojik yapıya sahip olan odun, biyokütle briketi, biyokütle peleti vb. Yakıtlardır.
- Sıvı Yakıtlar: Saf petrol ve kömür katranından oluşurlar. İki alt sınıfa ayrılırlar.
  - I. Doğal Sıvı Yakıtlar: Ham petrolün destilasyonu ile oluşurlar
  - II. Yapay Sıvı Yakıtlar: Oluşumuna neden olan kaynağa göre üçe ayrılır. Taşkömürü, odun, linyit vb. yakıtların destilasyonu ile oluşan sıvı yakıtlar, ağır petrol ürünlerinden kriting ile oluşan sıvı yakıtlar, sentez tekniği kullanarak elde edilen sıvı yakıtlar gruplandırılması şeklindedir.
- Gaz Yakıtlar: Fosil kömürlerden destilasyon yoluyla elde edilen jeneratör gazı, havagazı, su gazı, doğal yer gazı bu kategoride yer alır (Öztürk, 2013:3).

Fosil yakıtlar yüzyıllar içerisinde bitkilerin, hayvanların çürümesi ile oluşmaktadır. Dünya üzerinde kullanılan enerjinin çoğu fosil yakıtlardan oluşmaktadır. Elde etme yöntemi ise sondaj veya kazmadır. Yakıtın birim kütlelerinin tam yakılması ile ortaya çıkan enerji ısı adıyla verilen değer ile ölçülür. Bir birim yakıtın yanması ile elde edilen suyun buhar faz aşamasında kalması ile oluşan enerji alt ısı değeridir. Ürünün bu değerinde yakılması ile 150°'ye kadar soğutulması sonucu ortaya çıkan enerji hesaplanır. Üst ısı enerjisi ise bir birim yakıtın yanması sonucunda

suyun sıvı aşamasında kalarak elde edilen enerji türüdür. Bu değerde yanan ürünün ise 25°'ye kadar soğutulması ile elde edilecek enerji ölçülür. Yakıtlar içlerinde barındırdığı enerjiyi dışarı çıkarmak için iki yol kullanırlar. Bunlardan biri yanma diğeri ise füzyondur (Öztürk, 2013:4).

#### **1.4.1.1. Kömür**

Kömürün tarihine, oluşumuna, sınıflandırmasına, Türkiye ve Avrupa ülkelerindeki rezervleri ile istatistiklerine değinmek gerekir. Kömürün milattan önce Çinliler tarafından kullanıldığı varsayılsada buna dair kesin bir bilgi yoktur. İlk ticari kayıt 12. yüzyıla aittir. Ayrıca 9. yy'da Britanya'da evlerin ısı ihtiyacını karşılaması için kullanıldığı bilinmektedir. Tüm bunları bir yana koyduğumuzda kömürün asıl enerji kaynağı olarak kullanılmaya başlayıp önemli bir unsur haline geldiği tarih ise 18. yy sonlarına doğrudur. İlk olarak Britanya ile başlayıp daha sonra diğerkülkelerde kullanılan ve Sanayi Devrimi temelini atan şey ise demir çelik üretimi için taş kömürünün yakıt olarak kullanılmasıdır (Doğanay ve Coşkun, 2017:9-10).

Jeolojik zamanlar ve devirlere ayırarak kömür oluşumlardan bahsedilmektedir. Birinci Jeolojik Zaman'ın Karbonifer Devri olarak adlandırılan süresinde karbon içeriği %95'i bulan antrasitler ve karbon içeriği %80 ile %90 arasında değişen taşkömürleri oluşmuştur. Ayrıca antrasit ve taşkömürü sadece Birinci Jeolojik Zaman içerisinde bulunan arazilerde değil, İkinci ve Üçüncü Jeolojik Zaman içerisinde bulunan bazı arazilerde de oluşmaktadırlar. Fakat bu zaman dilimlerinde oluşan kömürlerin karbon oranları düşük olup uçuculuk seviyeleri yüksektir. Bu yüzden ekonomik olarak tercih edilmezler. Üçüncü Jeolojik Zaman'ın yaygın olarak Tersiyer Devri'nde oluşan kömürler ise linyitlerdir. Linyitlerin kullanım alanı ise termik santrallerde elektrik üretmektir. Kömürler basit bir şekilde ifade edilirse belirli şartlar altında bitkilerin fosilleşmesi ile oluşurlar. Şartlar genellikle sıcaklık, nem, zaman, bitki yapısı, bulunulan ortam gibi değişiklik göstermektedir. Bu şartlar bitkilerin fiziksel veya kimyasal yapılarında değişiklikler meydana getirecek ve fosilleşmeye temel sağlayacaklardır. Oluşumlarla ilgili iki görüş vardır. Bu görüşler fosilleşen bitkinin daha öncede orada mıydı veya oraya zaman içerisinde taşındılar mı sorularında ayrılırlar. Allohton kuramı, kömür

yataklarının oluşumunun başka yerlerden taşınarak gelen malzemelerin değişime uğrayarak fosilleştiğini savunur. Otokton kuramı ise, fosilleşme sürecinin kömürün olduğu yerde başlayıp olduğu yerde bittiği konusunda kararlıdır. Herhangi bir taşınmanın söz konusu olmadığını savunurlar (Doğanay ve Coşkun, 2017:13-15).

**Tablo 2 : Kömürlerin Özellikleri**

Kömür Çeşitleri	Karbon Yüzdesi	Uçuculuk Yüzdesi	Isıl Değerleri
Antrasit	%90 - %95	%8 ve altı	8500 – 9000
Taşkömürü	%80 - %90	%10 - %40	7000 – 8500
Linyit	%65 - %80	%10 - %30	2000 – 7000
Turba	%55 - %65	%60 - %90	1500 - 2000

**Kaynak:** Türkoğlu'ndan aktaran , Doğanay ve Coşkun, 2017:16

Kronolojik sıralarına göre sınıflandırma yaygın bir yöntemdir. Jenetik sınıflandırma olarak bilinir. Bu sınıflandırma türüne göre dört grup mevcuttur. Bunlar:

- Antrasitler
- Taşkömürleri
- Linyitler
- Turbalar

Maden kömürlerinin yani diğer adı ile taş kömürlerinin çok zayıf bir metaformoz geçirerek nem ile uçucu maddelerini kaybetmesi sonucu ve Birinci Jeolojik Zaman'ın Devoniyen ve Karbonifer Devri'nde oluşan kömürler antrasitlerdir. Karbon içeriklerinin fazla olması sahip oldukları ısıl değerlerini yükseltmektedir. Hem nadir olmaları hem uçuculuk yüzdelerinin düşük olması hem de karbon içeriklerinin yüksek olması bu kömürleri ekonomik açıdan karlı hale getirmektedir. Demir-çelik endüstrisinde kullanılan ve en ucuz ekonomik kömür çeşidi olan kok kömürleri antrasit kömürlerinden elde edilir. Antrasitlerden sonra en yüksek karbon yüzdesi ve ısıl değerlerine sahip olan kömür taşkömürüdür. Birinci Jeolojik Zaman'ın Karbonifer ve az da olsa Permian Devri süresince meydana gelmişlerdir. Aynı antrasit kömürleri gibi taşkömürleride demir-çelik sanayisinde

büyük bir önem taşımaktadır. Linyitler ise Üçüncü Jeolojik Zaman'ın Tersiyer Devri'nde oluşmuşlardır ve elektrik üretmek amacı ile termik santrallerde kullanılırlar. Tam anlamıyla kömür sayılmayan ve değinilecek son grup turbalardır. Turbalar organik kökenli oluşumların fosilleşme yolundaki hazırlığında bulunan oluşuklardır. Kuaterner diliminde var olmuşlardır. Ekonomik sınıflandırma yapılacak olursa ilk sırada antrasitler, daha sonra taşkömürleri daha sonra linyitler gelmektedir. Turbaların ekonomik bakımdan bir değeri yoktur (Doğanay ve Coşkun, 2017:16-18).

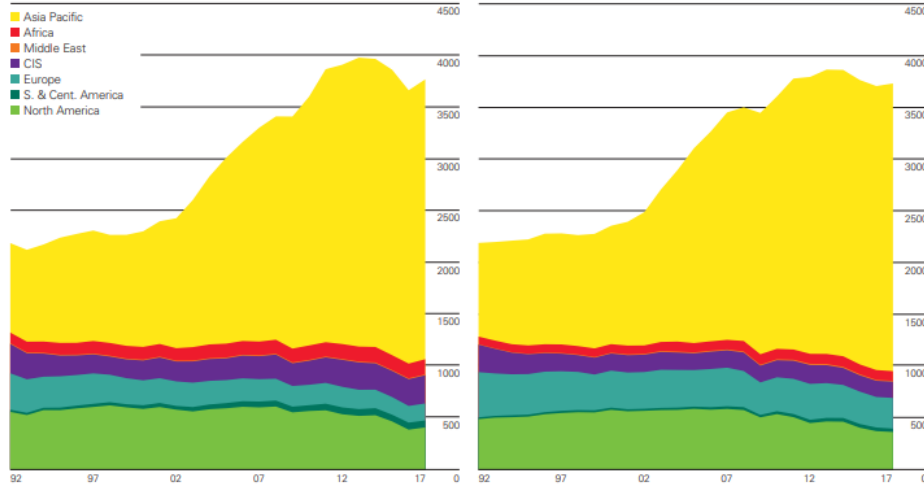
**Tablo 3 :** Kömürlerin Jenetik Sınıflandırılması

Kömür Çeşitleri	Jeolojik Zaman	Jeolojik Devir	Yaş (milyon yıl önce)
Antrasit	I . Zaman	Devoniyen	350 – 400
Taşkömürü	II . Zaman	Karbonifer	270 - 350
Linyit	III .Zaman	Tersiyer	60 - 70
Turba	IV .Zaman	Kuaterner	1 - 2

**Kaynak:** Türkoğlu'ndan aktaran , Doğanay ve Coşkun, 2017: 18

BP 2018 Enerji Raporu'nda AB-28 ülkeleri ayrı incelenmemiştir. Türkiye'ninde içinde bulunduğu istatistiklerde Avrupa bölge olarak toplam 100405 Mt (milyon ton) kömür rezervine sahiptir. 2017 sonunda Türkiye'nin kayıt altına alınmış elinde bulundurduğu rezervler milyon ton cinsinden toplam 11353'tür. Ayrıca kömürün ton başına fiyatı 2017 sonunda Kuzey Batı Avrupa Piyasa Fiyatı ile \$84.51 'dir. 2007'de gene bölge olarak Avrupa toplam kömür üretimi 216.6 Mtoe, 2012 yılında 199.2 Mtoe, 2017'de bu ölçüm 164.6 Mtoe'ye çıkmıştır. 2007'de Türkiye'nin toplam kömür üretimi 14.8 Mtoe iken, 2012 yılında 17.0 Mtoe ve son olarak 2017'de 20.8 Mtoe'ye çıkmıştır. Aynı verilerinden elde edilen diğer bir istatistik kömür tüketimidir. 2007'de Avrupa 372.9 Mtoe tüketim yaparken, 2012'de 347.3 Mtoe'ye, 2017'de 296.4 Mtoe'ye gerilemiştir. 2007'de Türkiye'de 29.5 Mtoe kömür tüketimi mevcutken, 2012 yılında 36.5 Mtoe, 2017'de 44.6 Mtoe tüketim mevcuttur. Avrupa ülkeleri içerisinde 2007 yılında en yüksek kömür üretimine sahip olan ülke 62.5 Mtoe ile Polonya iken, 2012 yılında 57.8 Mtoe ile gene Polonya, 2017 yılında ise 49.6 Mtoe ile tekrar Polonya olmuştur. Avrupa ülkeleri içerisinde kömür tüketiminde hem 2007 yılında hem 2012 yılında hem de 2017 yılında zirvede olan ülke Almanya'dır. Sırasıyla tüketim miktarları 86.7 Mtoe, 80.5 Mtoe, 71.3 Mtoe'dir.

**Şekil 7 : Mtoe Cinsinden Bölgelere Göre Kömür Üretimi(sol) ve Tüketimi(sağ)**



**Kaynak:** BP Dünya Enerjisi İstatistiksel Değerlendirme Raporu, 2018

#### 1.4.1.2. Petrol

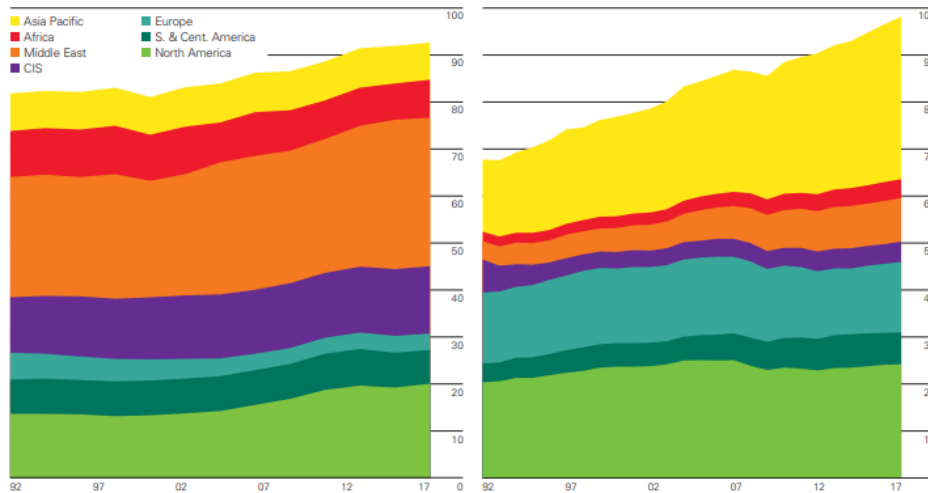
Latince’de kullanılan petra kelimesi ile oleum kelimesinin birleşmesi sonucunda petra oleum yani petrol kelimesi oluşmuştur. Petra taş, oleum ise yağ anlamına gelmektedir. Petrol naturel durumda yerin altından çıkarılan ve işlem uygulanmamış ham petrolü ifade eder. Sudan daha az ağırlığa sahip olmakla birlikte suda eriyen bir yapıya sahip değildir. Petrolün tarihi, oluşumu, rezervleri ve istatistiklerine değinilecektir (Öztürk, 2013 :6).

Petrol tarihte ilk kez 1860 yılında Pennslyvania’da konutları aydınlatma amacı ile gazyağı olarak tüketilip bu amaçla çıkarılıyordu. Daha sonra 1900’lü yıllarda içten yanmalı motorlar ile içten patlamalı motorların icadı sonucunda petrol popüler hale gelmiştir. Daimler ve Benz otomobilin üretiminde adı geçen iki Alman mühendis olmuşlardır. Otomobil petrolü çok önemli bir yere getirmiştir. Daimler 1885 yılında benzin kullanan motoru icat etmiş ve 1888 yılında Benz bunu geliştirip otomobile uyarlamıştır. Daha sonra Ford’un Detroit’te fabrika kurması ile 1908 yılında seri ticari otomobillerin piyasaya düşmesi bu süreci devam ettirmiştir. Bununla birlikte Diesel tarafından defalarca yapılan deneylerden sonra icat edilen dizel motor zaman içerisinde otomobil, otobüs, kamyon, demiryolu lokomotifleri, gemilerde kullanılmıştır. 1912 yılında ilk dizel motorlu gemi Selandia, 1920 yılında dizel motorlu lokomotifler, 1930 yılında havayolu ulaştırmasının gelişimi petrol

tarihinin önemli olaylarından. Fakat tüm bunlardan önce Mezopotamya’da asfalt harç malzemesi olarak kullanıldığı, gemilerde dış iskeletin zift ile kaplanarak kullanıldığı bilinmektedir. Herodotes petrole siyah yağ demiş ve yakıldığında aydınlattığını söylemiştir. Marco Polo ise ilaç ve aydınlanmada kullanıldığını belirtmiştir (Doğanay ve Coşkun 2017: 89-98).

BP 2018 Dünya Enerji İstatistiksel Değerlendirme Raporu’na göre 2017 yılı sonunda Avrupa bölge olarak 13.4 Tmb (bin milyon varil) veya başka bir ölçütle 1.7 Tmt (bin milyon ton) rezerve sahiptir. 1997 yılında Avrupa 21.3 Tmb, 2007 yılında 15.1 Tmb, 2016 yılında 13.1 Tmb rezerve sahiptir. Norveç 1997, 2007, 2016 ve 2017 yılında en yüksek rezerve sahiptir. Norveç için sırasıyla istatistikler 12.0 Tmb, 8.2 Tmb, 7.6 Tmb, 7.9 Tmb’dır. Avrupa bölgesi petrol üretim istatistikleri için günlük bin varil ölçeği kullanılmıştır. Avrupa’da 1997 yılında 5032 Tbd (günlük bin varil), 2012 yılında 3523 Tbd, 2017 yılında 3519 Tbd petrol üretimi mevcuttur. Son olarak tüketim istatistikleri verilecektir. Ölçüt olarak yine günlük bin varil kullanılmıştır. Türkiye için 2007 yılında tüketim 695 Tbd, 2012 yılında 704 Tbd, 2017 yılında ise 1007 Tbd’dır. Avrupa bölgesinin toplam petrol tüketimi 2007 yılında 16356 Tbd, 2012 yılında 14443 Tbd, 2017 yılında 14980 Tbd’dır. Avrupa ülkeleri içerisinde en yüksek tüketim miktarına Almanya sahiptir. Almanya’nın 2007 yılında tüketimi 2380 Tbd, 2012 yılında 2356 Tbd, 2017 yılında 2447 Tbd’dır.

**Şekil 8 :** Günlük Milyon Varil Cinsinden Bölgelere Göre Petrol Üretimi(sol) ve Tüketimi(sağ)



**Kaynak:** BP Dünya Enerjisi İstatistiksel Değerlendirme Raporu, 2018



### 1.4.1.3. Doğal Gaz

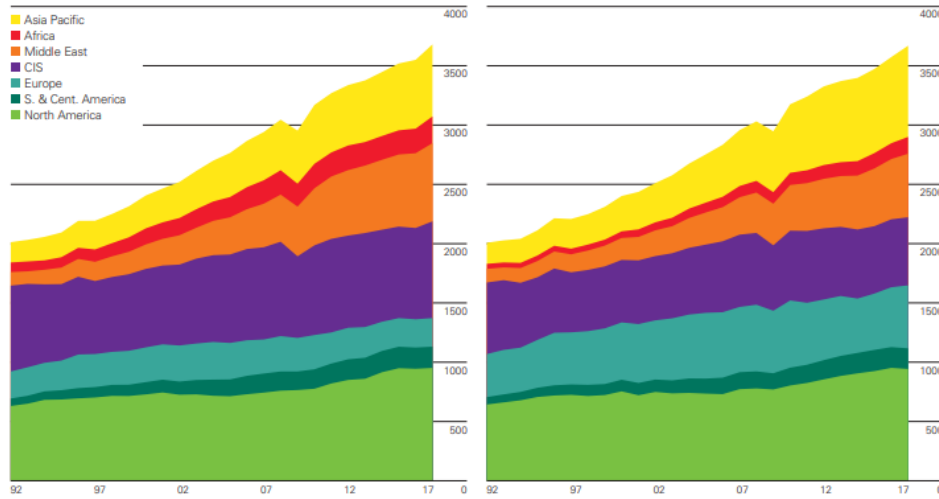
Doğal gaz yeraltında bulunan ve petrolün bir türevi olan yanıcı gaz bileşimidir. Fosil yakıtlar içerisinde önem olarak petrolden sonra ikinci sıradadır. %80'i metan, %7'si etan, %6'sı propan, %1.5'i izobütan, %2.5'i bütan, %3'ü pentan bileşiminden oluşmuştur. Ayrıca izobütan, pentan yüzdeleri değişerek karbondioksit, azot, hidrojen sülfür, helyum içermektedir. Dünya'da Antartika haricinde her yerde üretilmektedir. Doğal gaz oluşum kuramları aynı petrol oluşum kuramlarına benzemektedir. Yani organik köken söz konusudur.

Doğal gaz yeni bir kaynak değildir. Fakat yakın zamana kadar doğal gazın elde edilmesi, çıkarılması, teknolojileri konusunda gelişmeler yaşanmıştır. Tarihte varlığı bilinmeden önce düşen yıldırımlar sonucunda alevler oluşması insanoğlu için gizem olarak görülmüştür. Hatta çoğu batıl inancın ve mitolojik efanelerin nedenidir. Tarihsel kanıtlar doğal gaz kullanımının ilkinin M.Ö 500 veya 900'lü yıllarda Çin'de olduğu yönündedir. Çinliler bambu ağaçlarından boru hattı oluşturarak deniz suyunu kaynatarak tuzlu halde tatlı hale getirmek için gazı kullanmışlardır. İngiltere doğal gaz kullanımını ticarileştiren ilk ülke olmuştur. 1785 yılında evleri ve sokakları aydınlatmak için kömürden elde edilen doğal gaz kullanılmıştır. Kömürden elde edilen doğal gaz verimi az ve çevre dostu olmayan bir çeşittir ve 1816 yılında Amerika'ya getirilmiştir. Doğal olarak oluşan yeraltından gelen doğal gaz 1626 yılında Amerika'da Fransız kaşiflerin göl çevresinde yerlilerin gazı tutuşturduklarını görünce keşfedilmiştir. 1859'da kasaba şefi Drake halkı etkilemek için ilk kuyuyu kazarak, doğal gaz ve petrole ulaşmıştır. 1821'de Hart doğal gaz elde etmek için üretilen ilk kuyuyu kazmıştır. Daha sonra bu çalışmaları genişleten Fredonia Gaz Işık Şirketi kuruldu. 1885 yılında Bunsen, Bunsen Brülörü denilen bir ürün icat etti. Bu icat doğal gazı hava ile karıştırıp pişirme ısıtma gibi gibi işlemlerde kullanılan güvenli bir alev cihazıydı. İlk büyük boru hattı 1891'de inşa edilmiştir. 1938'de ABD doğal gaz endüstrisini düzenledi. Bu endüstrinin doğal tekel olduğuna inanılıyordu. Daha sonra Doğal Gaz Yasası kabul edildi. 1990 ve 1980'lerle birlikte doğal gaz piyasası tamamen oluşmuştur.

Doğal gazın rezervlerine, istatistiklerine değinilecektir. Kaynak olarak BP 2018 Dünya Enerjisi İstatistiksel Değerlendirme Raporu kullanılacaktır. 1997 yılında

Avrupa bölge olarak 4.9 Tcm (trilyon küp metre) rezerve sahiptir. Avrupa’da bölge olarak 2007 yılında 5.0 Tcm, 2016 yılında 3.0 Tcm ve 2017 sonunda 3.0 Tcm rezerv mevcuttur. Gene bölge olarak Avrupa’da doğal gaz üretimi 2007 yılında 247.4 Mtoe, 2012 yılında 229.2 Mtoe, 2017 yılında 208.0 Mtoe’dir. 2007-2017 yılları arasında doğal gaz üretiminde zirve Norveç’tedir. 2007 yılında 77.1 Mtoe, 2012 yılında 97.9 Mtoe, 2017 yılında 106.0 Mtoe üretimi mevcuttur. Avrupa doğal gaz tüketimi 2007’de 473.5 Mtoe, 2012 yılında 440.5 Mtoe, 2017 yılında 457.2 Mtoe’dir. Türkiye’de 2007 yılında doğal gaz tüketimi 29.1 Mtoe, 2012 yılında 37.2 Mtoe, 2017 yılında 44.4 Mtoe’dir. Doğal gaz tüketiminde 2007 yılında 82.0 Mtoe ile İngiltere, 2012 yılında 69.7 Mtoe ile Almanya, 2017 yılında 77.5 Mtoe ile Almanya birincidir (BP Dünya Enerjisi İstatistiksel Değerlendirme Raporu, 2018).

**Şekil 9 :** Milyar Küp Metre Cinsinden Bölgelere Göre Doğal Gaz Üretimi(sol) ve Tüketimi(sağ)



**Kaynak:** BP Dünya Enerjisi İstatistiksel Değerlendirme Raporu, 2018

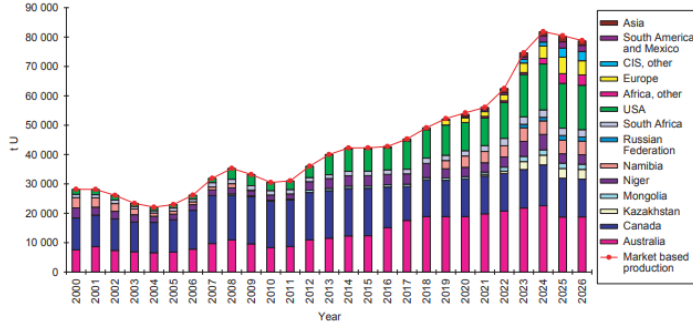
#### 1.4.1.4. Uranyum

Uranyum periyodik tablo simgesi U olan, radyoaktif bir kimyasal bir elementtir. Doğada serbest halde bulunmaması ile birlikte çeşitli elementlerle birleşim göstererek uranyum minerali ortaya çıkar. Nadir olarak suda, yaygın olarak ise neredeyse her kayaç içersinde bulunur (Eroğlu ve Şahiner, 2017:2).

Alman kimyacı olan Klaproth uranyumu 1789 yılında Çek Cumhuriyeti'nde Joachimstal gümüş madenlerinden örnekler çıkarılırken analiz edip keşfetmiş daha sonra Mendeleev uranyum elementini radyoaktif element olarak gruplandırılmıştır. 1800'lerde uranyum cam ve seramiklerin boyması için kullanılıyordu. Klaproth kadar bilim dünyasında radyum ve uranyumlu maden cevherinden çıkarılanın saf uranyum olduğuna inanıyordu. Fakat çıkarılan uranyum dioksitti. Saf uranyumun, uranyum tetraklorür ile reaksiyona girmesini farkedene Fransız kimyager Peligot uranyum dioksit ile potasyumu platin olan eritme potunda ısıtarak saf uranyumu izole etti. Radyoaktivite ilk olarak 1896 yılında Fransız fizikçi Becquerel'in ve öğrencisi Curie'nin uranyumdan aldığı örneklerle tespit edildi. Eşi ile birlikte çalışmaya devam eden Curie 1898'de radyumu keşfetti. Radyumun gramını elde etmek için tonlarca uranyum cevheri kullandı. Radyumun kanser için bir umut olduğu farkedildiğinde ise ons başına fiyat 1930'ların sonlarına doğru \$75000'a kadar çıktı. Radyumla birlikte uranyum madenciliği genişlemiştir. 1939'da ilk nükleer fisyon Almanya'da Hanh tarafından yapıldı. İşlem görmeden yani doğal olarak radyoaktif olduğu için genelde uranyum dioksit formundaki uranyum elektrik üretmek için nükleer enerji endüstrisinde kullanılır. 1942 yılında ilk güvenli nükleer reaksiyon bir grup önderliğinde yapıldı. 1945'te ilk patlama yaşandı bu tarihten sadece bir ay sonra Hiroşima ve Nagazaki yaşandı. Ampül yakmak ile sonuçlanan kullanım 1951'de gerçekleşmiştir. 1954 yılında ilk ticari amaçla üretilen reaktörden nükleer güç üretimi meydana geldi. 1956 yılında sanayi alanında amaç güden santral kuruldu. Elektrik ise 1956 yılında reaktör ile üretildi. İlk ihracat güç reaktörleri satın almak amacı ile 1958'de yapıldı.

Dünyada 2017 yılı sonunda 5718400 uranyum rezervi bulunmaktadır. Bu rezervin büyük bir kısmı %29'u miktar olarak 1664100 tonu Avustralya'ya aittir. Kazakistan %13'lük pay 745300 ton ile ikinci sıradadır. Türkiye 2017 yılı sonunda toplam 12614 ton uranyum rezervine sahiptir. Dağılım 3487 ton Manisa-Köprübaşı, Uşak-Eşme-Fakılı 490 ton, Yozgat-Sorgun 6700 ton, Aydın-Küçükçavdar 208 ton, Aydın-Demiretepe 1729 ton şeklindedir. 2016 yılında dünyada toplam olarak 62366 ton uranyum üretilmiştir. Kanada 14039 ton ile birinci sıradadır (IAEA, 2016).

**Şekil 10 : Ülkelere Göre Ton Cinsinden Uranyum Üretimi ve Öngörümleme**



**Kaynak:** IAEA (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı), 2001

### 1.4.1.5. Toryum

Toryum erime özelliği olan, koyu gri renkte, hava ile temas ettiğinde yapısında değişiklik meydana gelmeyen, ve enerjisinin özü atomdan gelen radyoaktif element olarak tanımlanır. Çeşitli mineralin özünde bulunmaktadır. Thorium 232 izotopunun yapısına tek nötron alıp fisyon yeteneğine sahip olan U 233'e çevrilmesi gerekmektedir (Eroğlu ve Şahiner,2017:20).

Toryum 1828 yılında kinyager olan İsveçli Berzelius tarafından rahip Esmark sayesinde keşfedilmiştir. Esmark şüphe duyduğu maddeyi Berzelius'a teslim etmiş ve keşifin önünü açmıştır. Toryumun yakıt olarak kullanılması denenmiştir. 1960 yılında başlayan bu macera 1976 yılınca güç reaktörlerinde kullanılmasıyla yoluna devam etmiştir. Arge çalışmaları bu yıldan sonra sürmüştür. 1983 ile 1989 yılları arasında toryum yakıtlı sıcaklık reaktörü başarı ile çalıştırılmıştır. 1977 ile 1982 yılları arasında ise yapısında az da olsa su içeren reaktörler denenmiştir ve başarılı olunmuştur. Hindistan ise 2016 yılında toryumu kullanacağı nükleer santral açmıştır. Toryum gaz lambalarında, sinemalarda kullanılması ile birlikte yakıt olarak uranyumdan çok daha temiz olduğundan nükleer alanında en temiz yakıt olarak görülmektedir. Erime potalarının içeriğinde, kamera merceklerinde, elektronik cihazlardada kullanılır.

Dünyada 2014 yılı verilerine göre bilinen toryum rezervi 6355000 tondur. Hindistan 846000 ton ile %13 'lük, Brezilya 632000 ton ile %10'luk, Avustralya 595000 ton ile %9'luk, ABD 595000 ile %9'luk, Mısır 380000 ton ile %6'luk, Türkiye 374000 ton ile %6'luk, Venezuela 300000 ton ile %5'lik, Kanada 172000 ton

ile %3'lük, Rusya 155000 ton ile %2'lik, Güney Afrika 148000 ton ile %2'lik, Çin 100000 ton ile %2'lik, Norveç 87000 ton ile %1'lik, Grönland 86000 ton ile %1'lik, Finlandiya 60000 ton ile %1'lik, İsveç 50000 ton ile %1'lik, Kazakistan 50000 ton ile %1'lik ve geriye kalan ülkeler 1725000 ton ile %27'lik paya sahiptir (World Nuclear Association,2017).

Tüm bunlara değindikten sonra son olarak fosil yakıtların etkileri, avantajları ve dezavantajlarından bahsetmek doğru olacaktır. Bilindiği gibi fosil yakıtlar çevre, atmosfer, insan sağlığı üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. İlk olarak avantajları ve dezavantajları üstünde durulacaktır. Buna göre avantajları:

- Ekonomik olarak elde edilmesi daha ucuz, kaynakları çok, ulaşılabilirliği kolaydır.
- Lojistiği ile dağıtımını oldukça rahat ve kolaydır.
- Fosil yakıtları işlemek için kurulacak olan tesislerin mimarisi kolay bir şekilde halledilebilir. Bu yüzden bu tesislerde fazlaca yakıt stoğu bulundurma olanağı mevcuttur.
- Sektör olarak otomotiv alanında fosil yakıtların birçok türevi kullanılmaktadır.
- Yaygın olmayan enerji kaynaklarına göre çıkarım ve işlenme safaları daha kolaydır.
- Elektrik arzı kapasiteleri çok yüksektir.
- Fosil yakıtların dağıtımını maddenin hem gaz hem sıvı halinde boru hatları ile sağlanabilir.
- Fosil yakıtların enerjisinin özü güneştir. Bu durum fosil yakıtların aslında güneş enerjisi türevi olduğunu doğrulamaktadır.

Dezavatajları:

- Fosil yakıtların hem sıvı hem gaz halde boru hatları ile dağıtımını sırasında oluşabilecek herhangi bir sızıntı insan sağlığı ve çevre için negatif sonuçlara yol açar.

- Her ne kadar ekonomik ve ulaşılmaları kolay olsada oluşumları çok uzun zaman dilimini kapsamaktadır.
- Ham petrol kullanımı hem çevreye hem denizlere hem insan sağlığına zararlıdır. Kullanımı sonucu hava kirliliğine de neden olmaktadır.
- Kaynakların ne zaman tükeneceği konusunda herhangi bir yargı olmadığından dolayı gün geçtikçe fiyatlar yükselmektedir.
- Kömürü yakıt olarak kullanan tesisler için düzenli olarak dağıtım sağlanmalıdır. Bunun nedeni tesisde çok fazla kömür tüketimi olmasıdır.

#### İklima genel etkileri:

- Deniz seviyesinde olumsuz yönde seyreden artış
- Mevsimlerin yer değiştirmesi
- Toprak kaymaları
- Sel gibi doğal afetlerin eskisinden daha fazla meydana gelmesi ve etkilerinin daha önemli boyutta olması
- Kuraklık
- llerin giderek yayılması
- Giderek dünyayı saran hastalıklar
- Yiyecek bulma zorluğu ve kıtlık
- Doğal tabiat dengesinin sarsılması ile insan sağlığının bozulması

#### Tarımsal olan etkileri:

- Suların giderek tükenmesi
- Su tüketiminin ve tarımsal ilaç kullanımının giderek fazlalaşması
- rn verimliliğin gün geçtikçe azalması
- Toprak verimliliğinin azalması
- Tarım işsinin umudu kesip başka yerlere taşınması
- Bataklıkların artması
- Toprak kayması

- Kuraklığın etkilerinin her sene daha fazla hissedilmesi
- Negatif etkilere bağılı olarak ürünler üzerindeki hastalıklarına artması ve kontrol işlemlerinin giderek güç hale gelmesi
- Tarım arazisinde yapılacak her türlü işin gün geçtikçe güçleşmesi şeklindedir (Öztürk, 2013:5-11).

#### **1.4.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

Yenilenebilir enerji kaynakları, önce değinilen tükenir enerji kaynaklarına göre hem insan sağığına hem çevreye daha pozitif yönden etki eden biyokütle, dalga, gel-git, güneş, hidrolik, rüzgar, jeotermal gibi gücünü doğadan alan naturel enerji kaynaklarıdır. Sıkça kullanıldığı şeklinden de anlaşılacağı gibi dünya üzerinde denizler, güneş, ısı, rüzgar vb. kaybolmadıkça sürekli güncellenecek olan kaynaklardır. Daha genel tanımı ile işleme işlemine ihtiyaç duymadan doğada serbest ve doğal olarak bulunan, özünün fosillere dayanmadığı, elektrik arz ederken minimum düzeyde karbondioksit emisyonu ortaya çıkaran, kendini doğa koşulları dahilinde sürekli güncelleyen, tükenir enerji kaynaklarına kıyasla çevre için çok daha sağılıklı olan enerji kaynaklarıdır.

Yenilenebilir enerji tarihi çok öncelere dayanmaktadır. İlk karşılaşma tükenir yakıtlardan yaklaşık 2000 yıl önce gerçekleşmiştir. Avrupa'da kullanılan su çarkları her ne kadar basit gibi görünsede bugüne gelinmede önemli bir adım olmuştur. Hidroelektrik santrallerinde bulunan su çarkları suyu sürekli olarak hareket ettirme kuvveti ile mekanik ya da elektrik enerji formuna çevirir. Diğer ilkel yapıt ise yel değirmenleridir. İlkel desek bile bugünün rüzgar enerjisini oluşturmada güzel bir adımdır. Milattan sonra yaklaşık 635 yılında görülmüştür. Orta Doğu ile Orta Asya'da karşılaşmıştır. Ama asıl varlığını gösterdiği yer bugünde bildiğimiz üzere Hollanda'dır. Rüzgar olduğu sürece bıçaklarının dönüşü sonucunda tahılları öğütmek için kullanılmıştır. Ayrıca yel değirmenleri aracılığı ile o zamanlarda su pompalanmıştır. Diğer bir adım ise güneş enerjisi üstünde Fransız bir yatırımcının attığıdır. 1860 yılında Mouchot ilk kaynağını güneşten alan sistemi oluşturdu. Bunu tetikleyen şeyin ise kömür rezervlerinin bitecek olması düşüncesi olduğu söylenmektedir. 1876 yılında ise kaynağını güneşten alan paneller keşfedilmiştir.

1888'de Brush elektrik ihtiyacını karşılayan ilk değirmeni inşa etti. 1927 yılında ilk defa rüzgar türbini ticareti gerçekleşti. 1935 yılında ilk hiroelektrik santrali Amerika Birleşik Devletleri'nde kuruldu. 1958 yılında uzaya gönderilen ve güneşi enerji kaynağı olarak kullanan uydular icat edildi. 1978'de tamamen bir köy güneş enerjili oldu.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Kısaca bunlara değinmek doğru olacaktır. Genel olarak avantajları:

- Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen her türlü elektrik üretimine ekonomik açıdan destek sağlanır.
- İthalata başvurmadan ülkelerin elinde bulundurduğu kaynakları değerlendirmeyi sağlar.
- İthalatı azaltması ile birlikte kaynak farklılığı fazla olduğu için üretim artar.
- Uluslararası anlamda belirlenen şartlara uygundur.
- Daha önce önemsenmeyen fakat yenilenebilir enerji kaynağı açısından kapasitesi olan coğrafi bölgeleri değerlendirir ve iş imkanı sağlar.
- Ekonomik büyüme ve kalkınma konusunda önemli bir rolü vardır.
- Çevre kirliliği, atmosfer, insan sağlığı, hava kirliliği konusunda tükenir kaynaklara göre çok daha az zarar içermektedir.
- Tükenir kaynaklara göre daha fazla yere ulaşma olanağı bulunduğundan devletin yapacağı ekstra harcamaları kısımaya yardımcı olur.

Dezavantajları:

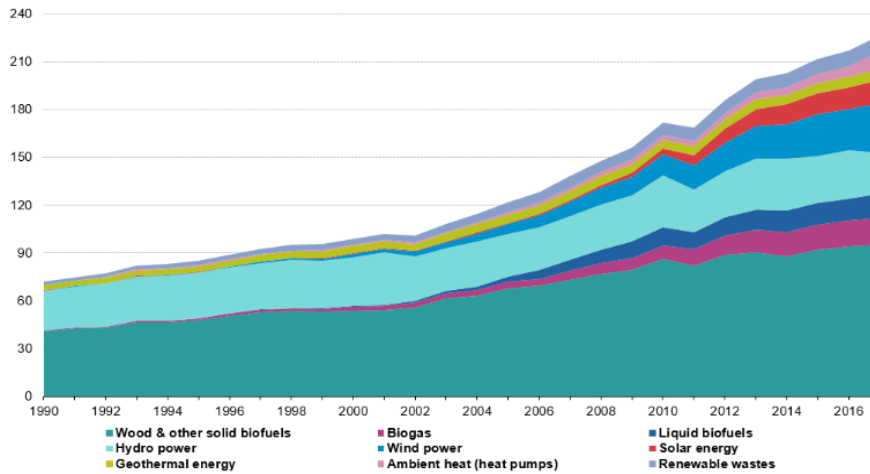
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetleri oldukça fazladır.
- Her ne kadar tercih edilmesi gereken kaynaklar olsada tükenir kaynakları ile rekabet gücü mevcuttur.
- Ulaşılabilecek yerlere veya ulaşılması istendiği yerlere tesis kurmakta zorluk yaşanabilir.
- Üretiminde yaşanan dalgalanmalar dengeyi bozabilir.
- Performansı yüksek olarak bilinsede bu kesin bir yargı değildir.



- Son olarak bazı yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik veya ısı enerjisi çok yeni olduğundan bilgisizliğin getirmiş olduğu sorunlarla karşılaşılabilir.

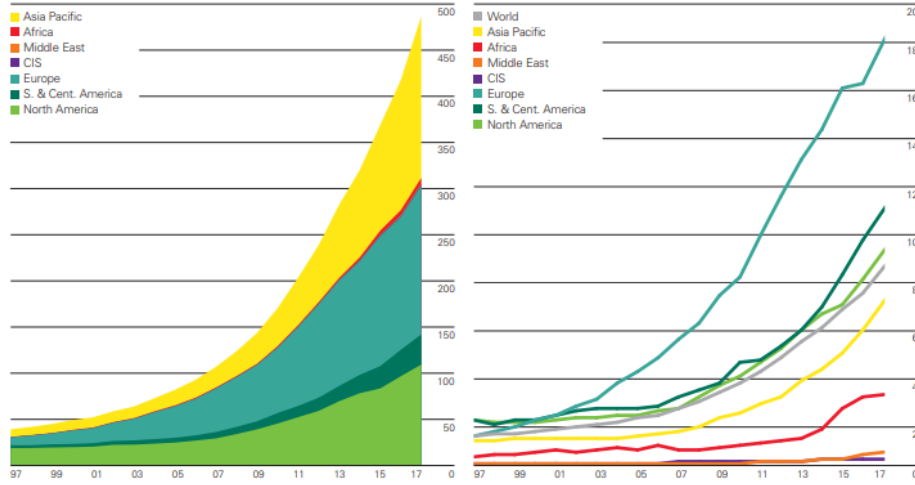
Üstünde durulacak bir konuda yenilenebilir enerji kaynaklarının istatistikleridir. Yenilenebilir enerji kaynakları ülkelerin gelişimlerine hem sosyal hem ekonomik açıdan olanak sağlar. Kullanılan enerji kaynaklarının etkileri azaldıkça sosyal yaşam kalitesi yükselmektedir. BP 2018 Dünya Enerjisi İstatistiksel Değerlendirme Raporu'na göre 2016 yılında yapılan birincil tüketim içerisinde Türkiye 5.4 Mtoe, 2017 yılı içerisinde 6.6 Mtoe yenilenebilir enerji tüketimi yapmıştır. Avrupa bölgesi olarak birincil enerji tüketimi dahilinde 2016 yılında toplam 144.2 Mtoe, 2017 yılında toplam 161.8 Mtoe yenilenebilir enerji tüketimi yapmıştır. Hem 2016 hem 2017 yılında birincil enerji tüketimi kapsamında yenilenebilir enerji tüketiminde birinci olan ülke sırasıyla 38.3 Mtoe, 44.8 Mtoe ile Almanya'dır. 2016 yılında yenilenebilir enerji ve biyoyakıt birincil enerji üretimi AB-28 ülkeleri için 216677.645 Ktoe iken, 2017 yılında 226585.963 Ktoe'dir. Türkiye için ise bu miktarlar 2016 yılında 17135.329 Ktoe, 2017 yılında 17739.143 Ktoe'dir.

**Şekil 11** : AB-28 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elde Edilen Birincil Enerji Üretimi(Mtoe)



**Kaynak:** Eurostat, 2019

**Şekil 12 : Bölgeye Göre Mtoe(sol) ve Yüzdalik(sağ) Ölçütüle Yenilenebilir Enerji Tüketimi**



**Kaynak:** BP Dünya Enerjisi İstatistiksel Değerlendirme Raporu, 2018

### 1.4.2.1. Güneş Enerjisi

Bahsedilen enerji kaynaklarının kökeni aslında güneşten gelmektedir. İlk bakışta bu garip gelse bile Güneş Sistemi içerisinde yer alan bir gezegende yaşadığımız gerçeği göz önüne alındığında oldukça geçer bir yargı olarak kabul edilebilir. Güneş bilinen kaynaklar içerisinde gücü zirve olandır. Sıcaklığı 6000° olmakla birlikte uzay derinliğine radyasyon yaymaktadır. Güneş enerjisi miktarının dünyaya eşit dağıldığı kabul edilmiştir. Fakat buna karşı çıkan birkaç bilimsel gerçeklik söz konusudur. Işınlardan geliş açılarındaki farklılıklar ile aydınlanma zaman farklılıkları bunlardan biridir. Sıcaklığın değişimine neden olan yeryuvarı ve yeryuvarının gün içerisinde dönüşünden etkilenen sıcaklık diğer bir gerçekliktir. Yıllık dönüş ile eksen eğimi değişikliklerinin sıcaklığa etkisinde eşit dağılımı reddeden bir gerçekliktir. Işınlardan kutuplara doğru açı olarak daralması sayesinde ısı azalır. Bu literatürde enlem faktörü olarak bilinmektedir. Dünya 24 gün içinde batıdan doğuya doğru dönüş sergiler. Bu ise yerin rotasyonu olarak adlandırılır. Bu hareket gece ve gündüzü oluşturur ve faktör olarak yerini alır. Tüm bunlara yükseklik, bitki örtüsü, denize yakınlık vb. etkenler dahil edildiğinde eşit dağılmama gerçeği bir kere daha hatırlanmaktadır (Doğanay ve Coşkun, 2017:259-261).

Güneş enerjisi Öztürk tarafından "Güneş çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışınım enerjisidir." şeklinde tanımlanmıştır. Karşımıza çıkan ayırım

ışık ile ışınım ayırımıdır. Işınım sistem veya madde içeriğinden radyasyon yayılmasıdır. Işık ise belirli dalga boyları arasında görünen elektromanyetik spektrum içerisindeki ışınımdır. Güneş enerjisini kullanabilmek için araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Güneş ısısının toplanması için düzenekler oluşturulmuştur. Bu düzenekleri sınıflandırmak mümkündür. İlk sınıf düz toplayıcılarıdır. Bunlar tamamen ayna sistemidir ve 100° altında sıcaklık barındırırlar. İkinci sınıf odaklı toplayıcılarıdır. Bunlar mercek sistemi ile enerjiyi depolarlar. 100° ile 350° arasında sıcaklık barındırırlar. Son grup ise büyük güneş fırınlarıdır. Bunlar ise kuleler şeklinde inşa edilen hem mercek hem ayna yöntemini içinde barındıran sistemlerdir. 2500°-4000° ve 350°-400°C arasında sıcaklık barındırırlar (Öztürk, 2013:22; Doğanay ve Coşkun, 2017:263)

Güneşten faydalanmak için kullanılan teknolojilerin ve fotovoltaik teknolojinin temeli Sanayi Devrimi sırasında atıldı. 1839 yılında fotovoltaik etkiyi, güneş paneli yardımıyla güneş ışığını elektriğe çevirmeyi keşfedildi. Fransız fizikçi Becquerellar bu keşifin yıldızıydı. 1883 yılında ilk enerjisini güneşten alan tesis kuruldu. Bunun mimar ise Amerikan olan Fritts'di. Işığın elektriği nasıl ürettiği Einstein makalesi ve nobeline kadar anlaşılmamıştır. 1954 yılında modern fotovoltaik hücre bulunmuştur. 1958'de güneş panelleri barındıran ilk uzay aracı yapıldı. İlk güneş panelli uydu ise 1964 yılında icat edildi. 1974 yılında yasa çıkarıldı. Bu yasaya göre hükümet kurumsal binalarda güneş enerjisini ısıtmak ve soğutmak için kullanacaktı. 1977 yılına kadar sürece olan bu istek halkı alıştırmak içindi. 1974 yılında okullara güneş enerjileri eklendi. 2007 yılında konut kredilerinde fotovoltaik sistemler için \$2000 fayda sağlandı. 2011 ve 2012 yılında hükümet tarafından teşvik edilen tam 345 girişim gerçekleşti (Sabas, 2016).

Güneş enerjisinde her kaynak gibi avantajları, dezavantajları ve etkileri mevcuttur. Havaya doğrudan herhangi bir gaz yaymaz, doğrudan yol haricinde yaysa bile emisyon miktarı çok düşüktür. Herhangi bir sorun yaşanmadığı sürece suya da denge bozucu bir etkisi yoktur. Atık olarak sadece ilk kurulduklarında sistemler bu konuda sorun yaratırlar fakat ömürleri uzun olduğu için atıkların zaman içerisinde çoğalmasını engellemektedirler. Habitat üzerindeki etkileri ise tamamen koşullara bağlıdır. Avantajı konusuna gelecek olursak bunlar:

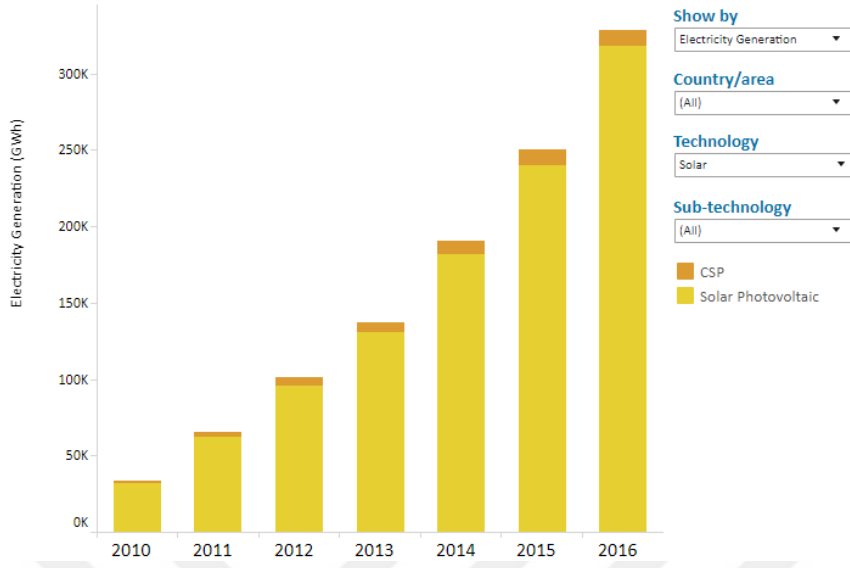
- Kaynak süreklidir.
- Ekonomik olarak uygundur.
- Doğaldır.
- İthalatı gerektirecek bir durum söz konusu değildir.
- Çevre kirliliği üzerinde bir etkisi yoktur.

#### Dezavantajlar:

- Verimliliği yüksek değildir.
- Güneşin ulaşmadığı yerlerde kapasite azalır.
- Stoklanması gerekebilir.
- İhtiyaç karşılayanlar için pahalıdır.
- Kurulumda harcanan sermaye yüksektir.
- Mevsimsel geçişlerden etkilenir.

2018 yılında IRENA (Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı) istatistiklerine göre tüm dünyada güneş enerjisi kapasitesi 2016 yılında güneş panelleri dahilinde 480357 MW (megawatt), yoğunlaştırılmış güneş sistemleri dahilinde 5469 MW'dir. Elektrik üretme bazında ise 2016 yılında güneş panelleri dahilinde 317673 GWh (gigawattsaat), yoğunlaştırılmış güneş sistemleri dahilinde 11037 PJ (petajoule)'dir. Türkiye'de 2018 yılında kapasite olarak güneş panelleri dahilinde 5062 MW, yoğunlaştırılmış güneş sistemleri dahilinde 1 MW kapasite mevcuttur. Elektrik üretme olarak düşündüğümüzde ise 2018 yılında güneş panelleri dahilinde 1043 GWh, yoğunlaştırılmış güneş sistemleri dahilinde 3 GWh elektrik üretilmiştir. 2010 yılında Türkiye güneş enerjisinden sadece 8 GWh üretmiştir. Bu miktarın hepsi paneller ile gerçekleşmiştir. Gene 2010 yılında dünyada ise 32203 GWh güneş panellerinden, 1664 GWh yoğunlaştırılmış güneş sistemlerinden elektrik üretilmiştir.

**Şekil 13 : Dünya Güneş Enerjisi Kaynaklı Elektrik Üretimi**



**Kaynak:** IRENA, 2018

#### 1.4.2.2. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisinin kökeni tıpkı diğer enerji kaynakları gibi güneş enerjisidir. Güneşten gelen toplam enerjisinin sadece %2'lik bir kısmı rüzgar enerjisine dönüşür. Yani rüzgar enerjisi güneşten alınan %2'lik enerjinin hız enerjisine çevrilmiş halidir. Rüzgar, havanın serbest hareketidir. Bu hareketlerin temel nedeni basınçtır. Rüzgarın diğer bir tanımı ise basınç bölgeleri içerisinde fazla bölgeden az bölgeye akan hava akımı olduğudur. Bu hava akımı hızına göre farklı isimler almaktadır. Bunlardan bazıları hortum ve fırtınadır. Rüzgarın içinde barındırdığı kinetik enerji, belli koşullar altında elektrik üretmektedir. Rüzgar hızı, sıklığı ve yönü rüzgar türbinlerinin elektrik üretmesine olanak sağlayan etkenlerdir. Rüzgardan ekonomik anlamda kar sağlamak için belirli şartlar bulunmaktadır. Aslında bu şartlar rüzgar enerji tesislerinin kurulması için gerekli unsurlardır. İlk olarak rüzgar hızınının 5-6 m/sn olması beklenmektedir. Bir diğer şart rüzgar esme sıklığının yüksek olmasıdır. Bir diğeri ise sistemlerin rüzgar yönüne göre inşa edilmesine dikkat edilmesidir. Rüzgarın enerjisinden mekanik anlamda pompaj istasyonu yöntemi ile faydalanılır. Un değirmenlerinde, yağ değirmenlerinde, su pompaları vb yerlerde de rüzgar

enerjisinden yararlanılmaktadır (Öztürk, 2013:175 ; Doğanay ve Coşkun, 2017:252, 253, 256).

Milattan önce 500 yılında rüzgarın barındırdığı enerjiden faydalanılmıştır. Nil Nehrinde rüzgar yönü sayesinde tekneler ilerletilmiştir. Milattan önce 200 yılında su pompaları rüzgar aracılığıyla çalıştırılıyordu. Ayrıca bıçaklı yel değirmenleride mevcuttu. Bu değirmenler tahıl öğütüyordu. 11. yy'da yel değirmeni ve su pompalarının kullanımı dünya çapında yaygınlaşmıştı. 1900'lü yılların başlarında rüzgar türbinleri dünyanın çoğu yerinde kullanılmaya başlandı. 1980'lerde devlet teşviği ve politikalar sayesinde rüzgar türbinleri binlere ulaştı. Daha sonra hükümetlerin izlediği yenilenebilir enerjiye teşvik politikaları rüzgar türbinlerini arttırmakla birlikte rüzgar enerjisinden elde edilen elektrik miktarını da arttırdı (U.S Energy Information Administration, 2019).

Rüzgar enerjisinin hava kirliliğine ve emisyonu hiçbir şekilde katkısı yoktur. Su kaynaklarının kirliliğini düşündüğümüzde ise rüzgar enerjisi elde etmek için herhangi bir su girdisi olmadığı için bu konuda temiz kaynaktır. Herhangi bir atık söz konusu değildir. Ses kirliliği açısından etkisi olduğu düşünülse de doğru bir yargı değildir. Türbinler insan kulağının günlük algıladığı bir çok sesten daha düşük desibele sahiptir. Canlı yaşamına etkileri ise titreşim, ses, frekans parazitleri gibi çok önemli olmayan şeylerdir. Tek sorun olarak kuşların ölümüne sebebiyet görülebilir. Her enerji kaynağındaki gibi avantajlar ve dezavantajlar mevcuttur. Avantajlardan bahsederek:

- Kaynak olarak sonsuzdur.
- İthalat gerektirme durumu yoktur.
- Teknoloji ile maliyeti düşüktür.
- Neredeyse tüm kirliliklerde hiçbir negatif etkiye sahip değildir.
- Neredeyse her yerde elde edilebilir.

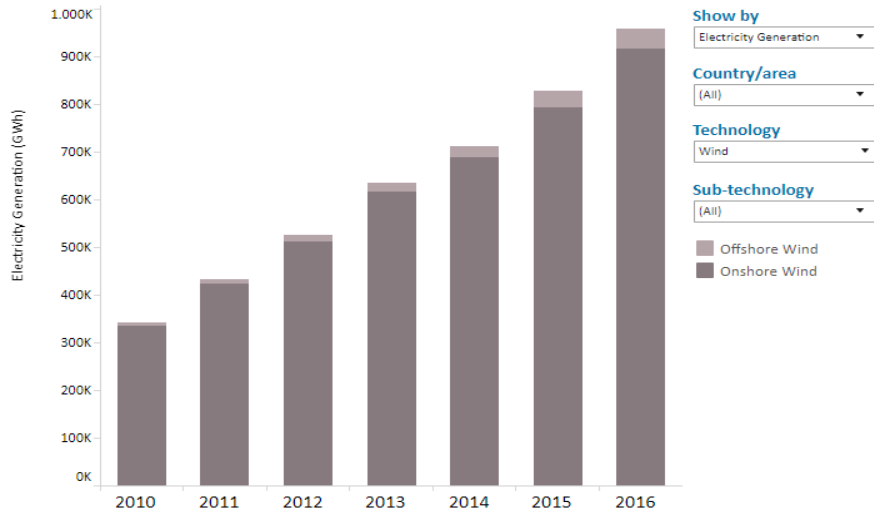
Dezavantajları:

- Rüzgar enerjisini elde etmek için kurulan türbinler büyük alana ihtiyaç duyar.

- Frekans parazitlenmesi, kuş ölümleri, ses ve titreşimler olumsuzluk olarak nitelendirilebilir.
- Çok verimli bir enerji kaynağı değildir. Fakat oran bölgesel olarak farklılık gösterir.
- Bozulma, devrilme, yıkılma, parçalanma sorunu güvenlik sıkıntısı yaratabilir.

2018 yılında IRENA verilerine göre tüm dünya genelinde rüzgar enerjisi kapasitesi kara üstü rüzgar enerjisinde 540370 MW, deniz tipi rüzgar enerjisinde 23356 MW'dir. Rüzgar enerjisinden elektrik üretiminde ise 2018 yılında tüm dünyada kara üstü rüzgar enerjisinde 916343 GWh, deniz tipi rüzgar enerjisinde 41596 GWh elektrik üretilmiştir. Türkiye'de ise 2018 yılında rüzgar enerjisi kapasitesi bakımından kara üstü rüzgar enerjisinde 7005 MW kapasiteye sahiptir. Deniz tipi rüzgar enerjisi ölçümü gözlenmemiştir. Rüzgar enerjisinden üretilen elektrik bakımından ise 2018 yılında kara üstü rüzgar enerjisi tipinde 15517 GWh elektrik üretilmiştir.

**Şekil 14 : Dünya Rüzgar Enerjisi Kaynaklı Elektrik Üretimi**



**Kaynak:** IRENA, 2018

### 1.4.2.3. Hidrolik Enerji

Hidrolik enerjisi bilindiği gibi su kaynaklı olan enerjidir. Aktif bulunan akarsuların barındırdığı enerji ise akarsu enerjisidir. Rüzgar vb gibi. doğal olaylar suyun salınımını sağlar ve devamlı akış sağlanmış olur. Diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi hidrolik enerjiye sınırsızdır denilememektedir. Hızla artan nüfus ve gereksiz kullanımlarla yeryüzünde bulunan su miktarı her yıl daha da azalmaktadır. Gene yakın zaman içerisinde tükenen kaynaklar sınıfında değildir. Kirlilik açısından sınırsız olmayan, verimliliği yüksek enerji kaynağıdır. Hidrolik güç yağış-buharlaştırma-yağış döngüsü sayesinde sürekli olarak tekrarlanabilen güçtür. Su ağırlığını, basıncını, kinetik enerjisini ve ağırlığı ile kinetiğinin birleşmesini güç olarak kullanır. Hidrolik enerjinin kullanılmasını sağlayan tesisler hidroelektrik santralleridir. Bu tesislerde akarsu enerjisinden faydalanıp elektrik üretimi yapılmaktadır. Hidroelektrik santralleri su gücünü elektrik enerjisine çevirmektedirler. Akış aşamasındaki suyun kinetik, durgun suyun ise potansiyel enerjisi elektriği elde etmede önemli rol oynamaktadır. Bahsedilen tesislerin faydaları olduğu gibi riskli durumları da mevcuttur. Zaman içerisinde verimliliğinin azalmaması, zararın az olması, sağlık ve çevre için negatif etkiye sahip olmaması, emek gücüne fazla ihtiyaç duymaması, maliyetinin az olması, sağlamlığı, zaman içerisinde yapılan bakım maliyetinin düşük olması, enerji stoklama ve dağıtım kolaylığı faydalarından bazılarıdır. Riskleri ise elektrik stoklanamadığı için talebe göre arz gerekmektedir. Baraj inşa etmek, su kaynağını elektrik arzı için hazır hale getirmek çevreye ve habitata zarar verebilir. Son olarak ise uygun akıma ulaşmak gerekir ve değişim sonucunda zarar görmemek için yedek akım kaynağı bulunmalıdır (Öztürk, 2013:253, 254, 257).

Tarihte ilk olarak Antik Yunanlılar hidrolik gücü tahıl öğütmek amacı ile kullanmışlardır. Hidroelektrik enerjisi ise Sanayi Devrimi yıllarında değişik amaçlarla kullanılmıştır. Tekstil ve makine sanayi bunlardan bazılarıdır. İlk elektrik jeneratörü 1831 yılında icat edildi. Keşif Faraday tarafından yapılmıştı. Wisconsin'deki ilk hidroelektrik tesisi 1882'de işe koyulup 12.5 kW (kilowatt) üretim yapıyordu. 1889'da tesis sayısı 200'e ulaştı. En büyük hidroelektrik santrali ise Colorada Nehri sayesinde açıldı. Hoover Barajı Santrali 1345 MW elektrik üretti.



Çin’de 2008 yılında Üç Boğazlı Baraj açıldı. En büyük santral ünvanını eline geçirdi. Dönüm noktalarından biri ise 1873 yılında Gramme tarafından bulunan dinamodur. Bu icat sayesinde su gücünün elektrik enerjisine dönüşümü başarılı olmuştur.

Hidrolik enerjinin üstün olduğu yönler ile zayıf olduğu yönler mevcuttur. Bunlara değinmek gerekirse üstün olduğu yönler:

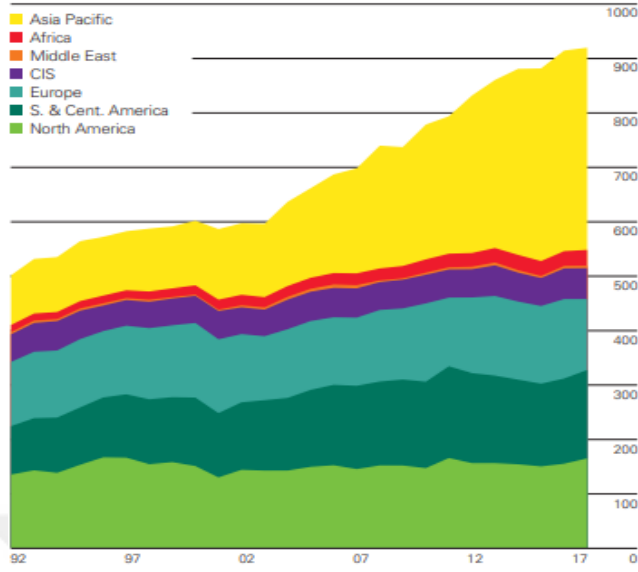
- Çevre üzerinde olumsuz etkisi yoktur.
- Talep yükseldiğinde acil cevap verebilmektedir.
- Bir durum söz konusu ise hızla devreden çıkartılabilmektedir.
- İthalat gerekliliği söz konusu değildir.
- Doğal bulunan bir kaynaktır.
- Yatırım doğal afetlerden korunmayıda kapsar.

Zayıf olduğu yönler ise:

- Sermayenin fazla olması şarttır.
- İnşa edilmesi zaman alan tesislere sahiptir.
- Yağış vb. gibi doğal dengelere bağlıdır.
- Kurulan tesisler bölge yapısı ve habitatını değiştirir.
- Olağanüstü bir durum söz konusu olduğunda su altında kalınabilir.

BP 2018 Dünya Enerjisi İstatistiksel Değerlendirme Raporu’na göre hidroelektrik tüketiminde 2007 yılında Türkiye 8.1 Mtoe, 2012 yılında 13.1 Mtoe, 2017 yılında 13.2 Mtoe tüketim yapmıştır. Avrupa bölgesinde bu oranlar 2007 yılında 125.3 Mtoe, 2012 yılında 139.1 Mtoe, 2017 yılında 130.4 Mtoe’dir. Avrupa’da en yüksek tüketim 2007 yılından 2017 yılına kadar Norveç’tedir. IRENA verilerine göre 2017 yılında Türkiye’de 28291 MW ve yenilenebilir enerjiden gelen hidrolik güç kapasitesi bulunmaktadır. Elektrik üretimine gelirse Türkiye’de 2016 yılında gene yenilenebilir enerji teknolojisi ile 67231 GWh elektrik üretilmiştir.

**Şekil 15 : Bölgelere Göre Hidroelektrik Enerjisi Tüketimi (Mtoe)**



**Kaynak:** BP Dünya Enerjisi İstatistiksel Değerlendirme Raporu, 2018

#### 1.4.2.4. Jeotermal Enerji

Ülkelerin gelişmiş düzeyine ve kalkınmasına etki eden en önemli unsurlardan biri enerjidir. Tükendir enerji kaynakları rezervlerine sahip olmayan ülkeler yıllar geçtikçe kullanabilecekleri alternatif kaynaklar aramaya başladılar. Özellikle 1973 ve 1978 yıllarında fosil yakıt olan petrolün zamlanması üzerine ülkeler yeni çıkış yolları aradılar. Böylece yenilenebilir enerjiye yönelme çoğaldı. Yerkabuğunda bulunan sıcaklık sayesinde açığa çıkan enerjiye jeotermal enerji denmektedir. Yerkabuğunun derin katlarına indikçe sıcaklığının arttığı bilinmektedir. 1°C sıcaklık için ne kadar derine inmek gerektiği ölçütüne jeotermi derecesi denilmektedir. Metre cinsinden hesaplanmaktadır. 1°C artış için aşağıya doğru inilmesi gereken ölçüye ise jeotermi basamağı denilmektedir. Yerkabuğunda birikmiş şekilde bulunan sıcaklığın oluşturduğu çeşitli mineraller, gazlar, tuzlar bulundurabilen turizm, ısıtma, soğutma, hammadde alanlarında kullanılabilen basınç altında kalan sıcak su ve buharın sürekli olarak yerkabuğu üstüne çıkmaya çalışan ısı enerjisi olarak tanımlanabilmektedir. Yerin altında meydana gelen sıcaklığın farklı kaynakları vardır. İlki yeryüzeyine doğru hareket eden magma ile gelen, diğeri ise yerkabuğunun içinde bulundurduğu öz enerji sıcaklığıdır. Bu sıcaklığın çıkışı ise iki farklı yol ile gerçekleşebilir. İlki magmanın üst katmalara ulaşmayı başarması, ikincisi ise sıcak katmanların kalınlığının

az olduğu yerlerde yüzeye daha fazla ısı iletmesi şeklindedir. Jeotermal enerji genelde volkanik bölgeler ve fay hatlarının kırık olduğu yerlerde ortaya çıkmaktadır. Bilindiği gibi iki örnekte yerkabuğundan üste doğru çıkan sıcaklığı serbest bırakmaktadır. Jeotermal enerji ile ilgili bilinmesi gereken tanımlar bulunmaktadır. Coğrafi olarak ısı enerjisinin görüldüğu alanlara jeotermal alan denir. Isının çıkış bölgesi, katmanları ve beslenme alanı gibi yer altındaki tüm koordinasyon jeotermal sistem olarak tanımlanmaktadır. Jeotermal sistemin sıcak ve geçişi kolay kısımları ise jeotermal rezervuar olarak adlandırılır. Jeotermal enerji doğrudan turizmde, ısıtmada kullanılabilirdiği gibi elektrik enerjisi üretiminde de kullanılır (Doğanay ve Coşkun, 2017:227 ; Öztürk, 2013:311-317).

Jeotermal enerjinin kullanımı milattan önce 10000 yılında soğuyan akışkandan krem, çanak, cam, tekstil ile başlamıştır. Roma ve Çin'de ise banyo, ısıtma ve pişirme alanında kullanılmıştır. 630 yılında Japon Hükümdarlığı kaplıcaları farketti. 1800 yılında jeotermal enerji ile ısınma yaygınlaşmıştır. 1818 yılında ilk kez Larderel yeraltı buharı kullanarak borik asit keşfetmiştir. 1841 yılında jeotermal kuyu kazımları yaygınlaşmıştır. 1891 yılında ilk kez jeotermal bölge ısıtma sistemi kullanılmıştır. 1904 yılında ilk kez jeotermal buhardan elektrik enerjisi elde edilmiştir. 1930 yılında merkezi ısıtma sistemleri jeotermal kaynaklı kullanılmaya başlanmıştır. 1960 yılında ticaret amacı ile ilk kuru buhar elde edilmiştir. 1963 yılında Türkiye'de ilk jeotermal kuyu olan İzmir Balçova'da açılmıştır. 1966 yılında Japonya'da ilk jeotermal elektrik santrali kurulmuştur. Türkiye'de ise 1968 yılında elektrik amaçlı ilk kuyu Denizli'de açıldı. 1970 yılında Çin elektrik üretimi için jeotermal akışkanı kullanmıştır. 1985 yılında jeotermal enerji kaynaklı elektrik üretimi 2000 MW'yi buldu. 1987 yılında ise ABD altın üretiminde akışkan kullanılmış ve Türkiye'de ilk jeotermal merkezli ısıtma sistemi kurulmuştur. 1992 yılında birçok ülkede elektrik üretimi 6000 MW'ye çıkmıştır. 2001 yılında Türkiye ısıtma gücünde 494 MW'yi gördü ve elektrik dışı jeotermal güç uygulamalarında beşinci sırada bulundu (Öztürk, 2013:322 ; Şener, 2011).

Her enerji kaynağı gibi jeotermal enerji kaynağında avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Avantajları:

- Çevre kirliliği konusunda hiçbir negatif etkiye sahip değildir. Su ve buharı kullandığı için herhangi bir emisyon söz konusu değildir.

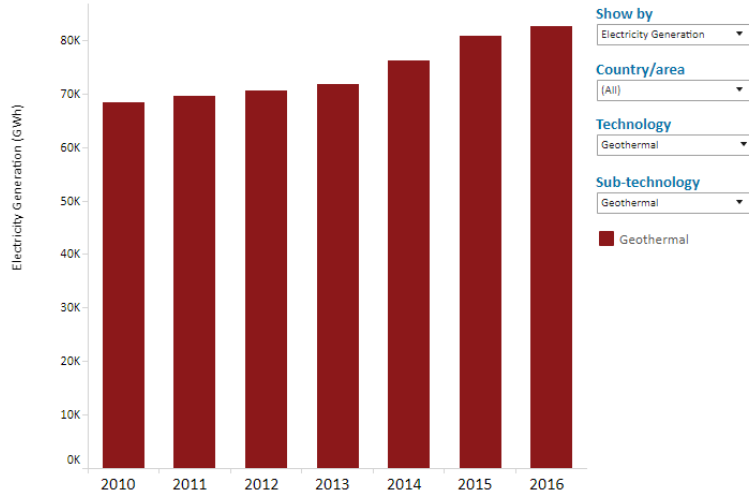
- İthalat gerektiren bir kaynak değildir.
- Dolaylı yolla elde edilmediği için maliyeti yüksek değildir.

#### Dezavantajları:

- Yeraltından çıkarılan kayaçların yapısında bulunan riskli kimyasal maddelere karşı reenjeksiyon şarttır.
- Tüketim gerçekleşikten sonra tekrarlanan taleplerde hızlı yanıt veremez.
- Akışkan aşındırıcı ve kirlidir.
- Arge çalışmaları külfetlidir.
- Dağıtım verimli olmayabilir.
- Sondaj kuyuları ve makineler için alan gerekmektedir.
- Dağıtım verimliliği için sistemler yerleşim yerlerine yakın olmalıdır.

IRENA verilerine göre 2018 yılında tüm dünya genelinde jeotermal enerjinin toplam kapasitesi 13329 MW'dir. Bu değer 2010 yılında 9998 MW şeklindedir. Her yıl bir önceki yıla göre artış yaşanmıştır. Elektrik üretme miktarına göre ise 2018 yılında dünyada toplam 82654 GWh elektrik üretilmiştir. Bu miktar 2010 yılında 68441 GWh'dir. Aynı şekilde elektrik üretme miktarlarında bir önceki yıla göre sürekli artış yaşanmıştır. 2018 yılında Türkiye'de toplam jeotermal enerji kapasitesi 1283 MW'dir. 2010 yılından itibaren artan trend söz konusudur. Elektrik üretiminde ise 2018 yılında Türkiye jeotermal kaynaklardan 4819 GWh elektrik üretmiştir. Gene IRENA verileri Türkiye'nin 2016 yılında 252589 TJ (terajoule) üretim yaptığını göstermektedir. Bu üretimin hepsi ülke içerisinde kalmış, direk kullanılmıştır yani ihracat veya depolama söz konusu değildir. Nihai tüketim değeri ise 2016 yılında jeotermal enerji için 79130 TJ'dir. Jeotermal ısınmayı doğrudan kullanım 2016 yılı IEA verilerinde paylar sırasıyla Çin 389.3 PJ, Türkiye 79.1 PJ, diğer ülkeler 40.9 PJ, ABD 11.8 PJ, Yeni Zelanda 7.6 PJ, Japonya 7.5 PJ, İtalya 5.2 PJ, İzlanda 3.2 PJ şeklindedir.

**Şekil 16 : Dünyada Jeotermal Enerji Kaynaklı Elektrik Üretimi**



**Kaynak: IRENA,2018**

#### **1.4.2.5. Biyokütle Enerjisi**

Hayvansal atıklar başta olmak üzere bitkisel atıkların, yosunların, çeşitli bitkilerin oksijen içermeyen bir ortamda fermantasyon yöntemi meydana getirdiği yanıcı gaz yani metan gazına biyogaz denilmektedir. Organik atıkların, uygun oksijensiz ortamı bulunduran bir tesiste fermantasyonu sağlandıktan sonra ortaya çıkardığı yanıcı gaz enerjisine biyokütle enerjisi denilmektedir. Ekonomik bir enerji kaynağıdır. 1 ton biyokütle enerjisi 1.2 varil petrol ölçütü ile eşleşmektedir. Biyokütle enerjisi klasik ve modern olmak üzere iki ayrı sınıfta incelenir. Klasik biyokütle odun, bitkisel ve hayvansal atıklardan oluşmaktadır. Modern biyokütle ise orman sanayi, ağaç sanayi, tarımsal-hayvansal karışık, tarımsal sanayi, kentsel atıklar ile enerji tarımı ve enerji ormancılığını içermektedir. Bitkiler fotosentez aracılığı ile güneşten aldığı enerjiyi depolarlar. Fotosentez sırasındaki oksijen açığa çıkmaktadır. Organik maddelerin yanması ile açığa çıkan karbondioksit ise ilk başta fotosentez girdisi olduğundan döngü tamamlanır. Böylece biyokütle enerjisi tükenmez ve temiz kaynak olarak sınıflandırılır.

Tarihte biyokütle enerjisi ile ilgili biline çok olay yoktur. Fakat doğal süreci içerdiğinden dünya varoluşundan itibaren var olduğu belirtilmiştir. Taş devri zamanlarında ateş yakmak için kullanılmıştır. 1970 yılında biyokütle ismi kabul edildi. 1970 yılında fosil yakıtlar yerine biyokütle enerjisini kullanmakla ilgili

araştırmalar yapıldı. 1975 yılında enerji kaynağı olarak kabul edildi. 1980 yılında ABD biyokütle enerjisi kullanmak yönünde adımlar atılmıştır. 2000 yılında ise birlikte ateşleme ile biyokütle enerjisi kullanmayı planladı. Fakat maliyet yüksek olunca proje başarılı olmadı.

Biyokütle enerjisinin ekonomik olması en üstün yanıdır. Diğer konularla ilgili üstünlükleri ve riskleri mevcuttur. Avantajları:

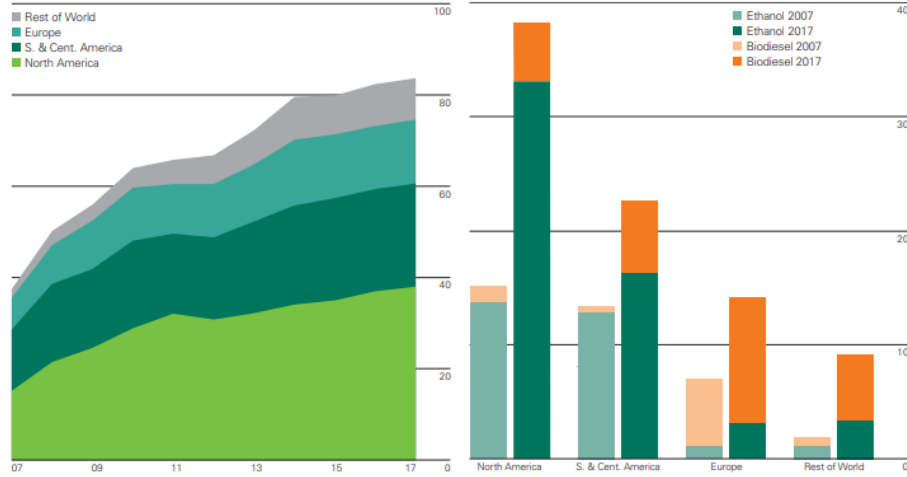
- Doğanın doğrudan vermiş olduğu bir kaynak olduğu için tüm dünyada elde edilebilir.
- Işık oranlarının fazla olmasına gerek yoktur.
- Sıcaklığın yüksek olmasına gerek yoktur.
- Çevre kirliliği konusunda negatif etkiye sahip değildir.
- Teknolojisi iyi bilinmektedir.

Dezavantajları ise:

- Verimliliği yüksek değildir.
- Tarımsal faaliyetlerin önünü kesebilir. Rekabet piyasası söz konusu olabilir.
- Alan gereksinimi fazladır.
- Su çıktısı yüksektir.

BP 2018 Dünya Enerjisi İstatistiksel Değerlendirme Raporu'na göre Avrupa bölgesi 2007 yılında 7019 Ktoe, 2012 yılında 11692 Ktoe, 2017 yılında 14167 Ktoe biyoyakıt üretmiştir. En yüksek miktarlar 2007 yılından 2017 yılına kadar Almanya'nın elindedir. Almanya 2007 yılında 3243 Ktoe, 2012 yılında 3013 Ktoe, 2017 yılında ise 3293 Ktoe biyoyakıt üretmiştir. IRENA verileri 2018 yılı tüm dünya kapasitesini 83063 MW katı biyokütle, 17692 MW biyogaz, 12624 MW yenilenebilir atıklar, 2352 MW sıvı biyoyakıt ile özetlemiştir.

**Şekil 17 : Bölgelere(sol) ve Yakıtı(sağ) Göre Dünya Biyoyakıt Üretimi (Mtoe)**



**Kaynak:** BP Dünya Enerjisi İstatistiksel Değerlendirme Raporu, 2018

#### 1.4.2.6. Deniz Kaynaklı Enerji

Deniz kaynaklı enerjiler iki grupta ele alınır. Bunlardan biri dalga enerjisi diğeri ise med-cezir enerjisidir. Deniz ve okyanusların içerisinde barındırdığı enerji potansiyel yüksektir. Dalga enerjisinin kökeni rüzgar enerjisine dayanmaktadır. Rüzgar aracılığı ile deniz ve okyanuslarda oluşan dalgalar yapısında enerji biriktirir. Yeryuvarındaki sıcaklığın farklı olmasından dolayı kaynaklanan rüzgarların deniz ve okyanuslarda yarattığı dalgalardaki güç bahsedilen diğer tükenmez kaynaklardakine kıyasla daha fazladır. Gel-git enerjisi ile ay, dünya, güneş arasındaki çekim kuvvetine bağlı olarak akımda meydana gelen merkezkaç kuvveti sonucu oluşan enerjidir. Gel-git enerjisi türbinler aracılığıyla enerji üretir. İlk olarak hazinede biriken su ile deniz arasında yükseklik farkı oluşarak potansiyel enerjiden elektrik elde edilir. Diğer yol ise suyun kalkış ve inişinin türbinleri döndürmesiyle jeneratörler elektrik arzını gerçekleştirir. Deniz kaynaklı enerjileri elde etmek için kullanılan çeşitli sistemler mevcuttur. Bunlar gel-git enerji sistemleri, dalga çitti enerji üretimi, akıntıdan enerji üretimi, deniz suyu ısıl enerji kazanım sistemi ve deniz suyu salınım sistemidir (Öztürk, 2013:421).

1100 yılında med-cezir değirmenleri kullanıldı. 1800 yılında med-cezir değirmenleri Schelde Nehri halicinde kullanıldı. 1966 yılında 240 MW güç içeren en büyük gel-git tesisi Fransa'da Rance Nehri üzerinde inşa edildi. 1990 yılında 5 kW

güç içeren türbin deneme tesisi yapıldı. 1993 yılında İngiltere 10 kW, Rusya 400 kW, Kanada 10 MW gücünde türbin deneme tesisi inşa etti. 1999 yılında İngiltere’de tek pervaneli 300 kW ve 750-1200 kW arası güç içeren çift pervaneli deneme türbini kuruldu. 2001 yılında ise İtalya türbin deneme sistemi kurdu (Öztürk, 2013:426).

Deniz kaynaklı enerjilerin üstünlükleri ve zayıf yönlerinden bahsetme gerekmektedir. Üstünlükleri:

- Fosil yakıtlarla olan ilişkiyi minimuma düşürür.
- Kaynakları fazla ve sonsuzdur.
- Doğal olarak üretim süreci olduğundan çevre dostudur.
- Emek gücüne ihtiyaç duyarak yeni çalışma imkanları yaratır.
- Uzak bölgelere elektrik sağlar.
- Denizlerin ve kıyıların korunması sağlanır.
- Denizin dibinden elde edilen zenginlikleri açığa çıkarır.
- Suyu tuzlu halde tatlıya çevirerek gerekli bölgelere pompalar.
- Denizle ilgili diğer uygulamalarda teknolojisi kullanılabilir.

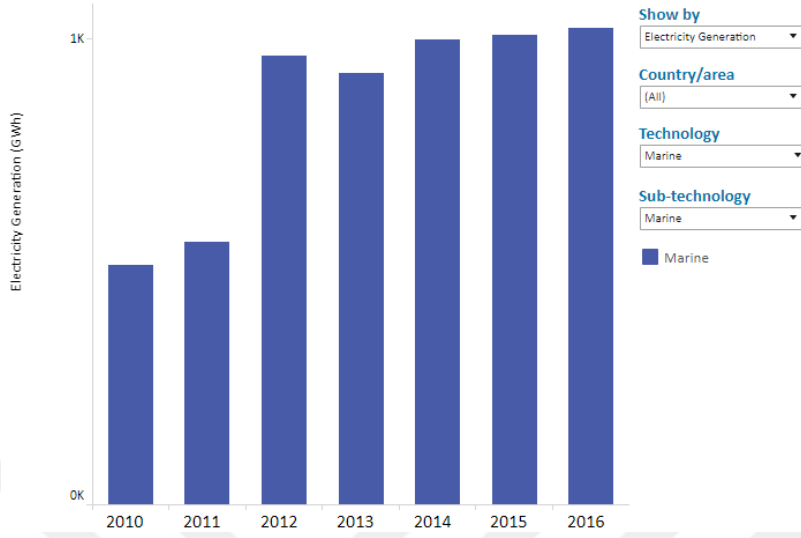
Zayıflıkları:

- Elektrik sağlanacak yerleşim alanına yakın olmak zorundadır.
- Hava koşullarından zarar görme olasılığı mevcuttur.
- Teknoloji bilgisi zayıftır.

IRENA 2018 verilerine göre dünya kapsamında 2018 yılında denizlerden elde edilen enerji toplam kapasitesi 532.1 MW’dir. Elektrik üretme miktarı ise gene tüm dünyada 2018 yılında kaynağını sadece denizden alarak 1023.6 GWh’dir. 2010 yılında bu istatistikler kapasite için 249.6 MW, elektrik üretimi için 514.3 GWh’dir. 2010 ile 2017 arasında düzenli olarak artış görülmesede pozitif yönde eğilim söz konusudur.



**Şekil 18 : Dünya Deniz Enerjisi Kaynaklı Elektrik Üretimi**



**Kaynak:** IRENA,2018

## 1.5. EKONOMİK BÜYÜME KAVRAMI

Ekonomik büyüme ülkelerin gelişmişlik düzeyini etkileyen en önemli unsurdur. reel gayri safi yurt içi hasıla, gayri safi milli hasıla veya üretim ile ölçülebilir. Ekonomik büyüme ise bir ülkenin sahip olduğu ekonomide üretim kapasitesinin yıllar geçtikçe artması olarak tanımlanabilir. Sadece reel değer dikkate alınmasının nedeni enflasyondan arındırılmış olmasıdır. Aksi takdirde nominal gayri safi yurt içi hasılanın cari fiyatlarla ölçülmesi nedeni ile yapılan herhangi bir analiz yanıltıcı sonuç verecektir. Baz yılı seçilerek hesaplanan reel değer kullanımı güvenilir sonuç vermektedir.

Ekonomik büyümeye etki eden ekonomi ile ilgili ve ekonomi dışı etkenler bulunmaktadır. Ekonomi ile ilgili olarak işgücü, sermaye birikimi, doğal kaynaklar, bilimsel açıdan ve teknolojik açıdan büyümeye etki eden adımlar, yatırım uygulamaları, gidişata etki edecek farklılıklar doğrudan etki sayılabilirler. Ekonomi dışı olarak ise sosyal, siyasal ve yönetme ile ilgili unsurlar bulunmaktadır. Rostow'a göre ekonomik büyümenin aşamaları vardır. Bunlar:

- Geleneksel Toplum Aşaması

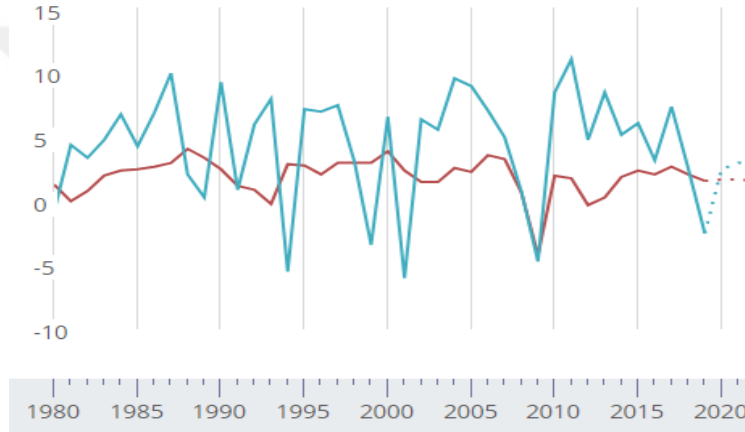
- Kalkışa Hazırlık Aşaması
- Kalkış Aşaması
- Olgunluk Aşaması
- Kitle Tüketim Aşaması şeklindedir (Rostow, 1990).

Ekonomik büyüme ile ilgili teoriler yıllar geçtikçe çeşitlenmiştir. Klasik Büyüme Teorisi sınırları içerisinde olan iktisatçılar Smith, Malthus, Ricardo, Marx, Schumpeter, Keynes'tir. Smith ekonomik büyümeyi iş bölümü, uzmanlaşma ve sermaye birikimine bağlamıştır. Malthus gıda maddeleri ile nüfusu ilişkilendirerek bir yaklaşımda bulunmuştur. Ricardo azalan verimler yasasını, kâr sağlama, fiyatlar, çıkar, fonksiyonel gelir dağılımı konuları üzerinde durmuştur. Marx kâr teorisi, emek değer teorisi ve artı değer terisi yaklaşımları ile katıkıda bulunmuştur. Schumpeter Marx ile aynı düşünceleri paylaşmış fakat kapitalist sistem konusunda savunucu bir tutum izlemiştir. Yenileme ver girişimcilik kavramları Schumpeter düşüncesinin temelinde yatan iki unsurdur. Keynes büyümeyi piyasa, talep ve arz ile ilişkilendirmiştir. Bir diğer model ise Harrod ve Domar modelidir. Harrod modelinin temelinde yatırım ve hız katsayısı yatmaktadır. Domar modeli ise Keynes'in yarattığı modelin kısa dönemden çıkmış halidir. Sabit oranlı üretim ile sermaye katsayısı modelde işlenmiştir. Solow modeli tam rekabet piyasası, sabit ölçekli gelir ve dışsallık konuları ile ekonomik büyümeyi açıklamışlardır. Son olarak İçsel Büyüme Teorisi'nde sermaye, coğrafi özellikler, insan ile ilgili unsurlar, malumat, uygulamalı eğitim, inovasyon, arge, teknoloji açısından yaşanan inovasyonlar ve değişiklikler, pozitif ölçek ekonomileri, işbölümü ve uzmanlaşma önemli faktörlerdir (Anonim, 2019).

Türkiye ve AB-28 ülkelerinin yani Avrupa Birliği'nin ekonomik büyümeye ilişkin reel gayri safi yurt içi hasıla büyüme oranı istatistiklerine değinmek gerekir. IMF (Uluslararası Para Fonu) verilerinden hareketle ölçüt olarak bir yıl önceye göre yüzdelik değişim seçilerek AB-28 ülkelerinde 2006 yılında %3.6, 2007 yılında %3.3, 2008 yılında %0.7, 2009 yılında %-4.2, 2010 yılında %2, 2011 yılında %1.8, 2012 yılında %-0.3, 2013 yılında %0.3, 2014 yılında %1.9, 2015 yılında %2.4, 2016 yılında %2.1, 2017 yılında %2.7, 2018 yılında %2.1 büyüme oranı mevcuttur. Türkiye ise 2006 yılında %7.1, 2007 yılında %5, 2008 yılında %0.8, 2009 yılında %-

4.7, 2010 yılında %8.5, 2011 yılında %11.1, 2012 yılında %4.8, 2013 yılında %8.5, 2014 yılında %5.2, 2015 yılında %6.1, 2016 yılında %3.2, 2017 yılında %7.4, 2018 yılında %2.6 büyüme oranına sahiptir. IMF gelecek yıllara dair öngörümlemede yapmıştır. Buna göre AB'nin 2019 yılında tahminlenen büyüme oranı %1.6, 2020 yılında %1.7, 2021 yılında %1.7, 2022 yılında %1.6, 2023 yılında %1.6 ve 2024 yılında %1.6 olarak tahminlenmiştir. Türkiye'de ise tahminler 2019 için %-2.5, 2020 yılında %2.5, 2021 yılında %3, 2022 yılında %3, 2023 yılında %3.5 ve 2024 yılında %3.5 şeklindedir.

**Şekil 19** : Avrupa Birliği (kırmızı) ve Türkiye(mavi) Reel GSYİH Büyüme Oranı



**Kaynak:** IMF, 2019

## İKİNCİ BÖLÜM

### PANEL VERİ MODELLERİ

#### 2.1. TEMEL KAVRAMLAR ve PANEL VERİ MODELLERİNİN AVANTAJLARI ile DEZAVANTAJLARI

Ekonometrik veriler zaman serisi verileri, yatay kesit verileri ve panel veriler olmak üzere üç grup altında incelenmektedir. Elde bulundurulanan veriye uygun olarak seçilen bu yöntemler ekonometrinin temelini oluşturmaktadır. Panel veri zaman serisinden ve yatay kesit verisinden farklı olarak hem yatay kesiti hem dikey boyutu dikkate almaktadır. İktisat biliminde ve finansal çalışmalarda tek boyut veri ile yapılan analizlerin yetersiz kalması panel veri kullanımını yaygınlaştırmıştır. Panel veride N sayıda yatay kesit, T sayıda zaman boyutu söz konusudur ve toplam gözlem sayısı  $N \times T$ 'dir. 1950 yılından başlayarak 1970 yılında kadar Hildreth, Kuh, Grunfeld, Griliches, Zellner, Balestra, Nerlove ve Swamy'nin çalışmaları panel veri çalışmalarının ilk örnekleridir. 1990 yıllarında ise tam anlamı ile panel veri olarak adlandırılabilir çalışmalar başlamıştır (Tatoğlu, 2016:3). Panel veriler kullanılarak panel veri modelleri aracılığı ile ekonomik ilişkilerin öngörülmesine panel veri analizi denilmektedir. Panel veri modeli ;

$$Y_{it} = \beta_{0it} + \sum_{k=1}^K \beta_{kit} X_{kit} + u_{it} \quad (2.1)$$
$$i = 1, \dots, N ; t = 1, \dots, T$$

şeklinde ifade edilebilirler. (2.1) nolu modelde  $Y_{it}$  bağımlı değişkenin t zamanında i. birim için değerini,  $\beta_{0it}$  sabit parametreyi,  $\beta_{kit}$  parametreler vektörünü,  $X_{kit}$  k. açıklayıcı değişkenin t zamanında i. birim için değerini gösterir ve  $u_{it}$  hata terimidir.

Panel veri ile ilgili bazı kavramlar mevcuttur. Yatay kesit her T zaman dilimi için mevcut ise dengeli panel, herhangi bir zaman dilimi için yatay kesit verisi kayıp ise dengesiz panel söz konusudur. Yatay kesit özelliklerini barındıran değişkenlere birim etki, dikey kesit yani zaman özelliklerini barındıran değişkenlere zaman etkisi denmektedir. Açıklayıcı değişkenler ile hata terimi arasında korelasyon bulunması durumuna içsellik, açıklayıcı değişkenler ile hata teriminin korelasyonlu olmaması

ise dışsallık olarak tanımlanmaktadır. Sabit parametre yatay kesite göre heterojen ve eğim parametresi homojen olabilmektedir. Ayrıca sabit ve eğim parametreleri heterojen olabilmektedir. Uluslararası çerçevede yaşanan gelişmeler yıllar geçtikçe ülkelerin birbirleri arasındaki ilişkinin büyümesine olanak sağlamıştır. Bu durum panel veri için yatay kesit bağımlılığı adı altında incelenmektedir. Yatay kesit bağımlılığı söz konusu iken yapılan analizlerin güvenilir sonuç vermesi beklenmemektedir. Bu durumun var olma veya olmama durumunu kontrol eden testle bulunmaktadır (Tatoğlu, 2016:5-7).

Zaman boyutu ile birimleri birleştirdiği için birçok çalışma tarafından avantajları olsa da dezavantajları da mevcuttur. Avantajlarına değinecek olursak:

- Birim Homojenlik-Heterojenlik tespiti söz konusudur.
- Öngörümleme sonucunda düşük sapmalar görülmektedir.
- Kapasite diğer analiz yöntemlerine göre yüksektir.
- Çoklu doğrusal bağlantı sorunu indirgenmektedir.
- Değişkenlerin özellikleri ve değişkenliklerini yansıtmaktadır.

Dezavantajları ise :

- Zaman boyutu kısadır.
- Yatay kesit bağımlılığı sorunu vardır.
- Hata sapma sorunları yaygındır.
- Veri elde etme ve modelleme sırasında sorun yaşanmaktadır.
- Seçicilik sorunları mevcuttur.

Zaman serisi analizi çalışmalarında kullanılan açıklayıcı değişkenlerin etkileri tam anlamıyla ortaya konulamaz iken yatay kesit veri analizinde zaman etkisi tam olarak görülememektedir. Panel veri analizi her iki değişkenliği yani hem birim hem zaman değişkenliği etkisini küçük sapmalar ile birlikte açıklayabilmektedir. Heterojenlik konusunda Baltagi ve Levin (1992) çalışması ile panel verinin farklılığını ortaya koymuştur. Bu çalışma 1963 ve 1988 yılları arası dönemde 46 Amerika eyaleti için yapılmıştır. Sigara tüketimi, toplam tüketim, fiyat ve gelir

değişkenlerinin gecikmesi alınmıştır. İki değişkenli çalışmalardan farklı olarak tüketimi etkileyecek zamana veya mekana bağlı olarak değişmeyen değişkenleri modele eklemiştirlerdir.  $Z_i$  ve  $W_i$  olarak adlandırdıkları bu değişkenlere örnek olarak din, eğitim ve reklamlar verilebilir. Bu gibi değişkenler verilerinin zor elde edilmesi nedeniyle modellere nadir olarak katılmaktadır. Fakat böyle etkilerin dahil edilmemesi öngörümlemelerin sapmalı olmalarına neden olur (Baltagi, 2005:4-5).

Hanehalkı, şirketler ve kişilerden hareketle toplanan mikro panel verileri, makro seviyede toplanan verilere kıyasla daha az sapma içermektedir. Fakat kişiler veya şirketler üzerindeki herhangi bir sınırlama tahmin sonucunun sapmalı olmasına yol açabilir (Baltagi, 2005: 7).

Uyum dinamiği içeren konularda panel veri analizinin kullanılması sonucunda sapmanın çok az olması sonucuna ulaşılmaktadır. Kısmi olarak stabil bulunan yatay kesit dağılımları değişkenlerin içerdiği farklılıkları veya değişiklikleri göstermemektedir. Örnek olarak işsizlik ve yoksulluk gibi ekonomik değişkenleri rahatça inceleyebilmektedir. Uzun veriler mevcutsa ekonomide alınan kararların değişikliklerini göz önüne almaktadır (Baltagi, 2005:6).

Panel veri analizi, yatay kesit veri analizi veya zaman serisi analizine göre değişkenin etkilerini saptamada daha etkilidir. Açıklayıcı değişkenleri etkileyen diğer değişkenlerin panel veri analizinde dikkate alınması etkileri daha rahat görmemize yol açmaktadır. Zaman serisi analizinde Almon ve Kyock modelleri dinamik değişkenler için kullanılmaktadır. Dinamik değişkenlerdeki sorun çoklu doğrusallıktır. Panel veri bu sorunu en aza indirdiği için kullanımı daha verimli olmaktadır (Hsiao, 2005:146-148).

Zaman serisi ile kıyaslandığında N tane birim ve T sayıda gözlem içerdiği için panel veriler çoklu doğrusal bağlantı sorununu daha aza indirgemektedir. Daha fazla bilgi, serbestlik derecesi, verimlilik ve daha az olasılıkla çoklu doğrusallık sorununun ortaya çıkması panel veri analizini avantajlı hale getirmektedir (Baltagi, 2005:5).

Hsiao panel veri analizini kolaylaştıran diğer durumlara da parmak basmıştır. Durağanlık içermeyen zaman serisi analizleri, ölçüm hataları, dinamik tobit modelleri bunlardan bazılarıdır (Hsiao, 2005:148-149).

Genel olarak panel veri analizinde karşılaşılan sorun zaman boyutununun birim boyundan kısa olmasıdır. Bir birim için bir yıla denk gelen veri setleri kullanılmaktadır. Zaman boyutunu fazlalaştırmak maliyeti arttırmaktadır. Ayrıca zaman boyutunu fazlalaştırmak aşınma sorununa neden olmaktadır. Bu sorun kısıt konulan bağımlı değişkenin analizi zorlaştırmasına yol açmaktadır (Öksüzkaya, 2013:11).

Zaman boyutu birim boyutundan düşük olan analizler genelde yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulundurmamaktadır. Fakat özellikle makro panellerde yatay kesit bağımlılığı tahmin sonuçlarının sapmalı olmasına neden olmaktadır . Bu yüzden analizlerde yatay kesit bağımlılığı testi yapılmalı ve var ise bu durumu göz önünde bulunduran panel birim testleri kullanılmalıdır.

Panel veri analizleri hem zaman hem birim boyutunu içerdiği için elde etmesi zor verileri kullanılır. Zaman zaman panel veri modellerinde zaman boyutunun kısa olması nedeni ile hatalar ortaya çıkmakla birlikte tahminlemesi zordur. Veri toplama sırasında teknoloji, anketörden, istatistik şirketlerinden vb. kaynaklı sorunlar da ortaya çıkabilmektedir.

Son olarak seçicilik sorunu üç grup altında incelenmektedir. Kişilerin düşük ücret nedeniyle çalışmak istemediği şartlarda ücretler değil karakteristik özellikler incelenmektedir. Fakat çalışmak istemeyen bireylerin verileri eksik olduğundan örneklem sansür sorunu ortaya çıkmaktadır. New Jersey’de yapılan negatif gelir vergi çalışmasında bu durum geliri yoksulluk sınırının 1.5 katı olan ve 1.5 katı üstü olan grubun aynı örneklem içerisine girmesiyle örneklenmiştir. Tüm bunlar Seçim Yanlılığı içerisinde ele alınır. (Baltagi, 2005:7). Verileri elde etmek için sorulan soruların kişiler tarafından yanıtlanmama durumu da bir sorun olarak görülmektedir. Kısmi olarak soruların yanıtlanması veya yanıtların geçersizliği Kısmi Yanıtlamama ve tam anlamı ile sorular cevapsız bırakılır hiçbir bilgi elde edilemez ise bu durum Tam Yanıtlamama grubunda incelenir. Tüm bunlar Yanıtlamama sorunudur (Öksüzkaya, 2013:12). Son olarak Aşınma sorunu da söz konusu olabilir. Veri setinde incelenen katılımcıların hayatını kaybetmesi, taşınması veya cevap alma maliyetinin yüksekliği bu soruna neden olmaktadır (Baltagi, 2005:8).

## 2.2. PANEL VERİ MODELLERİ

Bu bölümde sabit etkiler modeli, rassal etkiler modeli ve bu modellerin arasında seçim yapmayı sağlayan Hausman testi incelenecektir.

### 2.2.1. Sabit Etkiler Modeli

Sabit etkiler modelinde eğim katsayısının sabit olduğu varsayımı ile birimler arasındaki değişikliklerin sabit terimde bulunan değişimlerle temsil edildiği düşünülmektedir. Modelde sabit etki sabit terim olarak kullanılır ve sabit etki birimlere yani şirketlere, milletlere, kişilere vb göre değişebileceği fakat zamana göre değişmeyeceği belirtilir (Greene, 2003:285).

Etkiye her yatay kesit verisi için öngörölmüş parametre şeklinde davranılıyorsa orada sabit etkiden bahsedilmektedir. Birimler arasındaki değişikliklerin sabit terim değişiklikleri ile farkedileceği varsayılmaktadır. Zamana bağlı etkilerin söz konusu olmadığı, birimsel etkilerin varlığı durumunda t zaman boyutlu i. bireyin bağımlı değişkenine ait olan  $Y_{it}$ , hem zaman hem birim değişikliği gösteren K tane dışsal değişkene ( $x_{1it}, \dots, x_{kit}$ ) bağlıdır. Bağımlı değişken zaman içerisinde stabil olan i inci birime özgü değişkenlere bağlı şekildedir (Hsiao, 2005:30). Sabit etkiler modeli;

$$Y_{it} = \alpha^*_i + \beta_1 X_{1it} + \dots + \beta_k X_{kit} + u_{it} \quad (2.2)$$
$$i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$$

(2.2) nolu modelde  $\beta_1$ 'den  $\beta_k$ 'ya kadar olan ifade 1 x K boyutlu sabitler vektörüdür.  $u_{it}$  hata terimi zaman ve birimde göz ardı edilen değişken etkisini gösterir.  $\alpha^*_i$  inci birime ait değişken etkisini gösteren 1 x 1 boyutlu skaler vektördür (Şengelen, 2016:55).

Sabit etkiler modeli iki sınıfta incelenmektedir. Sadece zaman veya kesit değişimlerini saptamak için oluşturulmuş ise Tek Yönlü Sabit Etkiler Modeli, her ikisine bağlı olan değişimleri saptamak için oluşturuluyor ise Çift Yönlü Sabit Etkiler Modeli söz konusudur. Tahminler birden fazla yöntem aracılığıyla yapılabilmektedir.



Bunlar gölge değişkenli en küçük kareler yöntemi, grup içi tahmin, gruplar arası tahmin, en çok olabilirlik, esnek genelleştirilmiş en küçük kareler, genelleştirilmiş en küçük kareler, havuzlanmış en küçük kareler şeklindedir. ( $\check{y}_{it} \equiv Y_{it} - \bar{Y}_i$ ), ( $\check{x}_{it} \equiv X_{it} - \bar{X}_i$ ) ve ( $\check{u}_{it} \equiv u_{it} - \bar{u}_i$ )'dir.

Sabit etkiler modelinin varsayımları mevcuttur. İlk varsayım (2.3)'ten itibaren anlatılmaktadır.

$$E(\check{u}_{it} \mid \check{x}_i, M_i) = 0 \quad (2.3)$$

(Varsayım 1)

(2.3)'de gösterilen varsayım, açıklayıcı değişkenler ile birim etkinin mevcut hata terimi ile korelasyonsuz olduğunu gösterir. Yani dışsallık varsayımı olarak düşünülür. Tesadüfi etkiler modeli için mevcut olan bir varsayım değildir. (2.3) genişletilip daha açıklayıcı bir şekilde (2.4)'te gösterilmiştir.

$$E[X_{it} - \bar{X}_i](u_{it} - \bar{u}_i) = 0 \quad (2.4)$$

(Varsayım 1)

(2.4)'ün sağlanması için gereken şart,

$$E(X_{it} u_{it}) - E(X_{it} \bar{u}_i) - E(\bar{X}_i u_{it}) + E(\bar{X}_i \bar{u}_i) = 0 \quad (2.5)$$

(Varsayım 1)

gerekmektedir. (2.5)'te  $u_{it}$ 'ler ve  $X_{it}$ 'lerin korelasyonsuz olması ile birlikte  $u_i$  ile  $\bar{X}_i$  ve  $X_{it}$  ile  $\bar{u}_i$  arasında da korelasyonun bulunmadığı varsayımı gereklidir.  $\hat{\beta}_{SE}$  havuzlanmış en küçük kareler tahmincisinin tutarlı olması gerekmektedir (Tatoğlu, 2016:88).

$$\text{rank}[\sum_{t=1}^T E(\check{x}_{it}' \check{x}_{it})] = K \quad (2.6)$$

(Varsayım 2)

İkinci varsayım bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı sorunu olmamasıdır.  $X_{it}$  zaman içerisinde değişmeyen bir değişken ise,  $\check{x}_{it}$  sıfırlardan oluşan bir kolon olacak rank düşecek ve varsayım gerçekleşmemiş

olacaktır. Bu sabit etkiler analizinde bağımsız değişkenlere ait katsayıların neden hesaplanmayacağına göstergesidir. Varsayım bir ve varsayım iki tutarlılığı sağlamaktadır. Bu varsayımın gerçekleşmesi için zamana bağlı değişen açıklayıcı değişkenler arasında tam çoklu doğrusal bağlantı olmaması gerekmektedir (Tatoğlu, 2016:88).

Son varsayım eşvaryans ve otokorelasyonsuz olmakla ilgilidir. Koşullu varyanslar, koşullu kovaryanslar sıfırdır. Bu varsayımda t ve F istatistikleri geçerlidir. Varsayım üç ve  $(\bar{u}_{it})$ 'nin varyansı (2.7)'de gösterilmiştir.

$$E(\bar{u}_{it} \bar{u}_{it} | \bar{x}_{i,M_i}) = \sigma_u^2 I_T \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned} E(\bar{u}_{it}^2) &= E[(u_{it} - \bar{u}_i)^2] = E(u_{it}^2) + E(\bar{u}_i^2) - 2E(u_{it} \bar{u}_i) \\ &= \sigma_u^2 + \sigma_u^2/T - 2\sigma_u^2/T \\ &= \sigma_u^2(1-1/T) \end{aligned} \quad (\text{Varsayım 3})$$

(2.8)'de gösterilen  $\bar{u}_{it}$  ile  $\bar{u}_{is}$  arasındaki kovaryans,

$$\begin{aligned} E(\bar{u}_{it} \bar{u}_{is}) &= E[(u_{it} - \bar{u}_i)(u_{is} - \bar{u}_i)] = E(u_{it} u_{is}) - E(u_{it} \bar{u}_i) - E(u_{is} \bar{u}_i) + \\ &E(\bar{u}_i^2) \\ &= 0 - \sigma_u^2/T - \sigma_u^2/T + \sigma_u^2/T \\ &= -\sigma_u^2/T < 0 \end{aligned} \quad (\text{Varsayım 3})$$

olarak hesaplanır ve negatif sonuç elde edilir. (2.9)'da gösterilen  $\bar{u}_{it}$  ve  $\bar{u}_{is}$  arası korelasyon,

$$\text{Corr}(\bar{u}_{it} \bar{u}_{is}) = E(\bar{u}_{it} \bar{u}_{is}) / E(\bar{u}_{it} \bar{u}_{is}) = (-1/T-1) < 0 \quad (2.9)$$

(Varsayım 3)

şeklinde olmakla birlikte yine negatiftir.  $u_{it}$  otokorelasyonsuz olsada  $\bar{u}_{it}$  negatif otokorelasyonludur. Otokorelasyon katsayısı T'dir ve arttıkça otokorelasyon sifira yaklaşır.

### 2.2.2. Rassal Etkiler Modeli

Sabit etkiler modeli fazlasıyla parametre içerdiği için serbestlik derecesi azdır. Fakat modelde bireysel etkilerin rassal olduğu varsayılırsa bu problem ortaya çıkmayabilir. Sonuçta  $u_{it}$  ve  $M_{it}$  ortalaması sıfır ve varyansı sabittir. Ayrıca  $M_{it}$ ,  $u_{it}$ 'den bağımsızdır (Baltagi, 2005:14). Örneklemedeki kesitler rassal olarak seçilirse aralarındaki farklılıklarında rassal olması beklenmektedir. Bu durum tesadüfi farklılıklar olarak adlandırılır. Rassal etkiler modelinde kesitlere veya kesit ve zaman boyutuna göre oluşan farklılıklar, modele hata teriminin bileşeni olarak eklenmektedir. Böylece serbestlik derecesinin düşmesi engellenmiş olacaktır. Tesadüfi Etkiler Modeli verilerin rassal olarak seçildiği veya tesadüfi olarak anakütle temsileci olarak seçildiği modeldir (Gürler ve Pazarlıoğlu, 2007:39).

Tesadüfi etkiler modelinde hata terimi birim etkiyi de içermektedir. Bu yüzden hata terimi (2.10)'da verildiği

$$v_{it} = u_{it} + M_i \quad (2.10)$$

şekildedir.  $u_{it}$  artık hataları  $M_i$  ise birim hataları ifade eder. Rassal etkiler modeli hata terimindeki değişiklikten dolayı Hata Bileşenleri Modeli adını almaktadır. Bununla birlikte Rassal Etkiler Modeli (2.11) ve (2.12)'de gösterilecek olduğu gibi iki şekilde yazılabilmektedir.

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}X_{1it} + \beta_{2i}X_{2it} + \dots + \beta_{ki}X_{kit} + M_i + u_{it} \quad (2.11)$$

şeklinde veya,

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + (M_i + u_{it}) \quad (2.12)$$

olarak gösterilebilir (Hsiao, 2005:34). Varsayımlar sözlü olarak ifade edilirse:

- Model doğru tanımlanmıştır.
- Kesitten alınan rassal verilerle çalışılmaktadır.

- $X_{it}$  birim ve/veya zaman etkilerine bağılı olan dışsaldır ve  $\mu_i$  ile korelasyon ilişkisi bulunmamaktadır.
- $u_{it}$  ve  $\mu_i$  sabit varyanslıdır.
- Hata terimleri sorun olan otokorelasyonu içermemektedir.

Tesadüfi etkiler modeli havuzlanmış en küçük kareler, grup içi tahmin, en çok olabilirlik, genelleştirilmiş en küçük kareler, esnek genelleştirilmiş en küçük kareler, genel esnek genelleştirilmiş en küçük kareler, iki aşamalı genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi ve genelleştirilmiş ahmin eşitliği kitle ortalaması modeli kullanarak tahmin edilebilmektedir (Tatoğlu, 2016:102-119).

Varsayımları daha açıklamalı olarak ele alırsak:

- $E(\mu_i u_{it}) = 0$  yani  $u_{it}$  ve  $\mu_i$  her  $i$  ve  $t$  için aralarında korelasyonsuzdur.
- $[E(\mu_i) = 0 \text{ ve } E(u_{it}) = 0]$  yani  $u_{it}$  ve  $\mu_i$  ortalamaları sıfırdır.
- $X$  matrisi deterministiktir.
- $\mu_i \sim N(0, \sigma_u^2)$  yani  $\mu_i$  normal dağılır.
- $u_{it} \sim N(0, \sigma_e^2)$  yani  $u_{it}$  normal dağılır.
- $E(v_t \mid X_i, \mu_i) = 0 \quad t = 1, \dots, T$  bu varsayım katı dışsallığın varsayımıdır.
- $E(\mu_i \mid X_i) = E(\mu_i) = 0$  bu varsayım ise birim etkilerle bağımsız değişkenler arası korelasyon bulunmadığı varsayımıdır.
- $\text{Rank } E(X_i' \Omega^{-1} X_i) = K$  bu varsayım  $X$  açıklayıcı değişkenleri arasında çoklu doğrusal bağlantı sorunu olmadığı varsayımıdır.
- $E(u_i u_i' \mid X_i, \mu_i) = \sigma_u^2 I_T$  ve  $E(\mu_i^2 \mid X_i) = \sigma_\mu^2$  diğer varsayımlar eşvaryans, otokorelasyonsuzluk, zamana göre değişmeyen koşulsuz varyansa değinmiştir. Bu varsayım ise etkinlik için gereklidir. Varsayım koşullu varyansın stabil ve kovaryansların sıfır olduğu anlamına gelmektedir (Tatoğlu, 2016:104-106).

### 2.2.3. Hausman Testi

Birim veya zaman boyutuna veya sadece birime göre ortaya çıkan değişiklikleri temsil eden katsayıların diğer bir adıyla rassal etkili modelin hata terimi içerisinde yer alan bileşenlerinin açıklayıcı değişkenlerle ilişki içerisinde olmadığı Hausman sayesinde ortaya konulan test istatistiği aracılığıyla sınanabilmektedir. Rassal etkili model ile sabit etkili modelin parametre tahminleyicileri aralarındaki değişikliklerin istatistiksel olarak anlamlılığı sınanmalıdır. Ayrıca Hausman testi iki model arasından hangisini seçmeliyiz sorusunun cevabını vermektedir (Gürler ve Pazarlıoğlu, 2007:39).

Hausman testi ki kare dağılımı sergilemektedir. K serbestlik derecesi içeren test istatistiği rassal etkiler modeli seçilmelidir sıfır hipotezi altında kurulmuştur. Sıfır hipotezi;

- $H_0$  : Birim etki ve bağımsız değişkenler arasında ilişki mevcut değildir.

Sıfır hipotezi rassal etkiler modeli ile sabit etkiler modeli arasındaki değişikliğin çok fazla olmadığını savunmaktadır. Bu durumda rassal etkiler modeli daha tutarlı sonuçlar verecektir. Alternatif hipotez ise;

- $H_1$  : Birim etki ve bağımsız değişkenler arasında ilişki vardır.

Alternatif hipotez ise rassal etkiler tahmincisinin sapmasının fazla olacağını bu yüzde sabit etkilerin tercih edilmesi gerektiğini savunmaktadır.

### 2.3. BİRİM KÖK TESTLERİ

Zaman serilerinde analizin yapılabilmesi için üzerinde çalışılacak serilen durağanlık durumunun saptanması gerekmektedir. Ortaya konmak istenen veya aranan ilişkilerin doğru bir şekilde tespit edilebilmesi için analizi yapılacak serilerin durağanlılığı gereklidir. Durağan olmayan seriler üsünde uygulanan analizler sonucunda elde edilen sonuçlar güvenilir değildir. Sahte regresyon problemi ile karşılaşılmaktadır. Başka bir deyişle t ve F istatistikleri ile  $R^2$  yanlı sonuçlar vermektedir. Sadece sahte regresyon açısından değil tahmin geçerliliği düşünüldeğündede durağan olmayan seriler sorun olmaktadır. (Holden ve

Thompson, 1992:2-6). Serinin durağanlığı zaman içinde değişmeyen ortalama, kovaryans ve varyansına bağlıdır.

Birim kök testleri yatay kesit bağımlılığı altında iki gruba ayrılmaktadır. Kesitler arasında korelasyon olmadığı durumda birinci nesil panel birim testleri kullanılmaktadır. Kesitler arasında ilişki bulunuyorsa ikinci nesil panel birim kök testleri tercih edilmektedir. Birinci nesil panel birim kök testleri, 1992 yılında Levin ve Lin, 1999 yılındaki Harris ve Tzavalis, gene 1999 yılındaki Maddala ve Wu'nun Fisher ADF, 2000 yılındaki Breitung, gene 2000 yılındaki Hadri, 2002 yılındaki Lin ve Chu, Im Pesaran ve Shin'in 2003 yılındaki IPS, Fisher Phillips ve Perron'un 2001 yılındaki Choi testidir. İkinci nesil panel birim kök testlerine örnek olarak 2004 yılındaki Pesaran, Bai ve Ng 2004 yılında, 2003 yılında Phillips ve Sul ve 2004 yılındaki Moon, Perron gösterilebilir.

### **2.3.1. Birinci Nesil Birim Kök Testleri**

Bu bölümde Harris ve Tzavalis Panel Birim Kök Testi, Levin Lin ve Chu Panel Birim Kök Testi, Breitung Panel Birim Kök Testi, Hadri Panel Birim Kök Testi, Im Pesaran ve Shin Panel Birim Kök Testi son olarak ise Fisher Panel Birim Kök Testi incelenecektir.

#### **2.3.1.1. Harris ve Tzavalis Panel Birim Kök Testi**

Harris ve Tzavalis testi mevcut tüm kesitlerin eş otoregresif parametreye sahipliği varsayımı altında işlemektedir. Sıfır hipotezi dahilinde tahmin edicilerin yanlılığının düzeltilmesi ile ilgilenmektedir. Hata terimi  $v_{it} \sim iid(N, \sigma_v^2)$  'dir.  $Y_{it}$  ile  $v_{it}$  arasında ilişki söz konusu değildir (Bond ve diğerleri, 2002:12).

Harris ve Tzavalis testinin kullanılabilmesi için panelde kullanılan veri setinin dengeli olması gerekmektedir. İkili çalışmalarında zaman süreci olan  $T$ 'nin kesit boyutu  $N$ 'ye kıyasla hızlı bir ivmeyle sonsuza gittiğini görmüştür. Bu yüzden zaman süreci küçük olan panellerde uygulanması testin gücünü azalttığı sonucuna ulaşmışlardır.  $\rho$  yani otoregresif katsayısının homojen olmasını istemektedir (Baltagi, 2005:242;Christopoulos ve Tsionas, 2004:64).

Harris ve Tzavalis temel denklemi kullanarak üç değişik test üretmişlerdir. Temel denklem,

$$\Delta Y_{it} = \rho Y_{it-1} + \sum_{L=1}^{p_i} \theta_{iL} \Delta Y_{it-L} + \alpha_{mi} d_{mt} + M_{it} \quad (2.13)$$

şeklindedir (Baltagi, 2005:242). (2.13)'ten türeyen denklemler ise (2.14), (2.15), (2.16)'da verilmiştir.

$$\sqrt{N} (\hat{\rho} - 1) \rightarrow N(0, 2/T(T-1)) \quad (2.14)$$

$$\sqrt{N} (\hat{\rho} - 1 + 3/T+1) \rightarrow N(0, 3(17T^2 - 20T + 17)/5(T-1)(T+1)^3) \quad (2.15)$$

$$\sqrt{N} (\hat{\rho} - 1 + 15/2(T+2)) \rightarrow N(0, 15(193T^2 - 728T + 1147)/112(T+2)^3(T-2)) \quad (2.16)$$

### 2.3.1.2. Levin, Lin ve Chu Panel Birim Kök Testi

Bu test panel içerisindeki birimlerin ilk dereceden kısmi olarak otokorelasyonlu fakat model içerisindeki diğer tüm deterministik bileşenlerini yatay kesitler arasındaki farklılıklara karşı çıkmamaktadır (Herwartz ve Siedenburg, 2007:9). Sıfır hipotez ve alternatif hipotez:

$H_0$  : Seri birim kök içermektedir

$H_1$  : Seri birim kök içermemektedir.

şeklindedir. Levin, Lin ve Chu 'nun bulduğu testi uygulama şartlarından biri panelin dengeli olmasıdır. Yatay kesit boyutu ile zaman boyutu belirli sınırlar içerisindedir.  $N$  10 ile 250 kesit,  $T$  ise 25 ile 250 sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu testin  $\sqrt{N_T}/T \rightarrow 0$  olması gerekmektedir.  $N_T$  kesiti temsil etmekle birlikte  $T$  'nin artan bir fonksiyonu olarak tanımlanabilir. Bu test mikro paneller için daha uygundur (Baltagi, 2005:241).

Sabit terimli, sabit terimli ve trendli, sabitsiz olarak üçdeğişik model kurulmuştur. Sabit terimli model (2.16)'da, sabit terimli ve trendli model (2.17)'de, sabitsiz model ise (2.18)'de verilmiştir (Zengin ve Kurt, 2007:4).

$$\Delta Y_{it} = \alpha_{0i} + \rho Y_{it-1} + M_{it} \quad (2.16)$$

$$\Delta Y_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1it} + \rho Y_{it-1} + M_{it} \quad (2.17)$$

$$\Delta Y_{it} = \rho Y_{it-1} + M_{it} \quad (2.18)$$

### 2.3.1.3. Breitung Panel Birim Kök Testi

Levin, Lin, Chu testi ile Harris, Tzavalis testleri kesit birimleri adetini belirten N sonsuza giderken ( $N/T \rightarrow 0$ ) olmalıdır. Zaman sürecinin kesit sayısından fazla olması gerektiğini savunur. Yani panel veri içerisinde kesit adeti olarak ifade edilen N'nin, zaman süreci olarak ifade ettiğimiz T'den oldukça küçük olması gerektiğini savunmaktadır (Baltagi, 2005:243).

Breitung testi diğer testlerin istatistiklerine kıyasla yanlışlık düzeltme gerektirmez. Havuzlanmış birim kök testidir. Dönüşüm ile elde edilmiştir. Breitung testi kullanım şartlarından biri panelin dengeli olmasıdır. Diğer test çeşitlerine sabit terim ile trend eklendiğinde ölçüm gücü azalmaktadır. Breitung yanlışlık düzeltmesine ihtiyaç duymadığından böyle bir sorun ile karşılaşmaz. Küçük veri setlerinde daha etkili olduğuda gözlenmiştir. Breitung testi birimlerin öz otoregresif parametresi olmasına karşı sorun çıkarmamaktadır. Dirençli t istatistikleri kullanılabilirlikle beraber N normal dağılmaktadır (Baltagi, 2005:243;Öksüzkaya, 2013:26).

$$y^*_{it} = st(\Delta z_{it} - 1/T - t(\Delta z_{it+1} + \dots + \Delta z_{iT})) \quad (2.19)$$

$$x^*_{it} = z_{it-1} - z_{i0} - t-1/T (z_{iT} - z_{i0}) \quad (2.20)$$

(2.19) ve (2.20)'de belirtilen dönüşümler ile Breitung tarafından elde edilen tahmin edici (2.21)'de verilmiştir.

$$\rho^* = 1 + \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^{T-1} \sigma_i^{-2} y^*_{it} x^*_{it}}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^{T-1} \sigma_i^{-2} x^*_{it}} \quad (2.21)$$

(2.21)'den hareketle elde edilen t istatistiği ise (2.22)'de gösterilmiştir.

$$UB_{nT} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^{T-1} \sigma_i^{-2} y^*_{it} x^*_{it}}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^{T-1} \sigma_i^{-2} x^*_{it}} \quad (2.22)$$



### 2.3.1.4. Hadri Panel Birim Kök Testi

Diğer testlerden farklı olarak Hadri testinde var olan sıfır hipotezi serinin durağan olduğunu söylemektedir. Hadri testi, Kwiatkowski ve farklı kişiler sayesinde geliştirilip zaman serisi için kullanılan testin devamıdır. Artıklara dayanan Lagrange çarpanı testi için Hadri sıfır hipotezi birim kök içermeme şeklinde belirlemiştir. Sabit içeren ve sabit ile trend içeren iki model bulunmaktadır (Hurlin ve Mignon, 2006:7; Baltagi, 2005:246).

Hadri testinin uygulanabilmesi için panel yüksek derecede dengeli olmalıdır. Artıkların normal dağılımı varsayımı altında Hadri testi uygulamak mümkün olacaktır. Eğer trend modele dahil edilirse sıfır hipotezi değişerek ‘doğrusal trend etrafında tüm birimler durağandır’ olmalıdır (Gomez ve Tamarit, 2011; Hurlin ve Mignon, 2006:7). (2.23) numaralı model sabit etkiyi barındırırken, (2.24) numaralı model hem trendi hem sabit etkiyi barındırır.

$$y_{it} = \alpha + \varepsilon_{it} \quad (2.23)$$

$$y_{it} = \alpha + \beta_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2.24)$$

(2.23) ve (2.24) numaralı modellerde  $r_{it}$  rassal yürüyüşe uyum göstermektedir.  $M_{it}$  ile  $\varepsilon_{it}$  bağımsız normal dağılırlar. (Öksüzkaya, 2013:27).

$$r_{it} = r_{it-1} + M_{it} \text{ ve } M_{it} \sim (0, \sigma_M^2) \quad (2.25)$$

(2.25)'te  $y_{it}$ 'nin sabit etkiyi barındıran modelde deterministik seviyede, hem trend hem sabit etkiyi barındıran modelde deterministik trend durağan olduğu varsayılır ve bu şartlar altında (2.23) ve (2.24)  $\varepsilon_{it} \sim iid$  varsayımı altında tekrar yazılırsa,

$$y_{it} = \alpha + e_{it} \quad (2.26)$$

$$y_{it} = \alpha + \beta_{it} + e_{it} \quad (2.27)$$

(2.26) ve (2.27)'de elde edilen modellerde  $e_{it}$  (2.28)'deki şeklini alır.

$$e_{it} = \sum_{j=1}^t \mu_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2.28)$$

(2.26) ve (2.27)'de elde edilen modellerde  $r_{i0}$  heterojen olan sabit biriminin ilk değeridir.  $\sigma_{\mu}^2 = 0$  eşitliği sağlandığında  $e_{it}$ ,  $\varepsilon_{it}$ 'ye denk olması durağanlığı bunun sonucunda  $r_{it}$  'nin sabit olduğunu göstermektedir. Lagrange çarpan istatistiği (2.29)'da gösterilmiştir.

$$LM = 1/N(\sum_{i=1}^N 1/T^2 \sum_{t=1}^T s_{it}^2) / \hat{\sigma}_e^2 \quad (2.29)$$

Bununla birlikte  $S_{it}$  en küçük karelerden elde edilen artıkların kısmen toplamı olarak (2.30)'daki gibidir.

$$S_{it} = \sum_{t=1}^T \hat{e}_{it} \quad (2.30)$$

### 2.3.1.5. Im, Pesaran ve Shin Panel Birim Kök Testi

Lin ve Chu ile Levin'in geliştirdiği testler kesitlere ait bitimlerin otoregresif katsayılarının homojenliğini istesede bu test birim kök testine ait katasayılarla bu bir engel olmaz. Yani heterojenlikde kabul edilmektedir. Test eğer yatay kesitler arasında değişik özellikleri ile  $\mu_{it}$  korelasyonlu ise ADF testinin kullanılmasını daha doğru bulmaktadır. Sıfır hipotezi serinin birim kök içerdiği hipotezi alternatif hipotez ise serinin durağan olduğu yani birim kök içermeme varsayımı altında oluşturulmuştur (Baltagi, 2005:242;Gül ve Kamacı, 2012:85).

Test her yatay kesite dair olarak ayrı  $\beta$  değerlerine izin vermektedir. Panelin dengeli olması kesin bir gereklilik değildir. Dengesiz paneller içinde uygundur. Yatay kesitlere ait olan ve ayrı hesaplanan ADF testlerinde çeşitli gecikmelere izin verilmektedir (Aslan ve Kula, 2008:5). ADF ortalaması (2.31)'de yer almaktadır.

$$\bar{t} = 1/N \sum_{i=1}^N t_{pi} \quad (2.31)$$

(2.31)'de  $t_{pi}$  birim t istatistiği olarak yer almaktadır ve (2.32)'de gösterilmiştir.

$$t_{\rho_i} = \int_0^1 w_{iz} dw_{iz} / (\int_0^1 w_{iz}^2)^{1/2} = t_{iT} \quad (2.32)$$

Zaman boyutu sonsuza giderken IPS testi  $t_{it}$ 'nin sonlu ortalaması olduğu ayrıca sonlu varyansının olduğu varsayılır (Öksüzkaya, 2013:29). N sonsuza giderken IPS testinin t istatistiği Lindeberg-Levy merkezi limit teoreminden hareketle (2.33)'deki şeklini alır (Baltagi, 2005:243).

$$t_{IPS} = \sqrt{N} (\bar{t} E(t_{iT} \mid \rho_i = 1)) / \sqrt{Var(t_{iT} \mid \rho_i = 1)} \rightarrow N(0,1) \quad (2.33)$$

### 2.3.1.6. Fisher Panel Birim Kök Testi

Bu testlerde her yatay kesit birimine ait olan veri için birim kök testi yapılır. Ulaşılan olasılık değerleri tüm testin sonucuna ulaşmak için aracı olmaktadır. Fisher zaman serileri söz konusu olduğunda bilinen ADF testini kullanır fakat Phillips Perron testi zaman serisini ele aldığı anda birimlere ayrı ayrı test uygulaması yapmaktadır (Tatoğlu, 2012:214).

Fisher testleri panel verilere dengeli olmak gibi bir sınırlama koymamaktadır. Zaman boyutunun sonsuza uzandığı durumlar için geçerli sayılan bu test kesit boyutunun sonlu durumlarında ise  $H_1$  hipotezine karşı tutarlılık göstermektedir. Sıfır hipotezi birim kök mevcut durağanlık yoktur şeklinde kurulurken, alternatif hipotez bazı birimlere ait zaman serileri bazıları ise tam tersi olarak kurulmaktadır. Fisher ADF testinin kullandığı model (2.34)'de gösterilmiştir.

$$Y_{it} = d_{it} + X_{it} \quad i = 1 \dots N \text{ ve } t = 1 \dots T_i \quad (2.34)$$

Bu model için çeşitli eşitlikler vardır.  $Y_{it}$ 'nin varlığı skotastik değişken olan  $X_{it}$  ve olmayan  $d_{it}$ 'nin birleşmesine bağlıdır.  $d_{it} = \beta_{i0} + \beta_{1t} + \dots + \beta_{imi} t^{mi}$  ve  $X_{it} = \alpha_i X_{it-1} + u_{it}$  eşitlikleri söz konusudur ve  $u_{it}$  durağan varsayılmaktadır (Tatoğlu, 2012:215). (2.35)'de yer alan istatistik Fisher ADF test istatistiği, (2.36)'da yer alan istatistik ise PP test istatistiğidir.

$$\lambda = -2\sum_{i=1}^N \ln(\rho_i) \rightarrow X_{2N}^2 \quad (2.35)$$

$$Z = \frac{1}{2\sqrt{N}} \sum_{i=1}^N (-2\ln(\rho_i) - 2) \rightarrow N(0,1) \quad (2.36)$$

### 2.3.2. İkinci Nesil Birim Kök Testleri

Bu bölümde Bai ve Ng Panel Birim Kök Testi, Moon ve Perron Panel Birim Kök Testi, Phillips Sul Panel Birim Kök Testi, Paseran Panel Birim Kök Testi son olarak ise Choi Panel Birim Kök Testi incelenecektir.

#### 2.3.2.1. Bai ve Ng Panel Birim Kök Testi

İkili serilerdeki ve artıklardaki durağanlığın birbirinden ayrı olarak ölçülebileceği bir test yaratmıştır. Düzeyde durağan veya 1. derecede durağan olan serilerin beraber teste tabi tutulmasının kafa karıştırıcı ve bir hayli zor bir süreç olduğu ikili tarafından vurgulanmıştır.  $i = 1 \dots N$  ve  $t = 1 \dots T$  şeklinde ve yaklaşık olarak  $L$  faktörlü dinamik doğrusal birimler varsayımı kullanılmaktadır (Silva ve diğerleri, 2009:347-348).

$y_{it}$ 'yi  $e_{it}$  ve  $f_t$  olarak ikiye ayırmayı uygun görmüşleridir.  $e_{it}$  gözlenemeyen farklı hatalar  $f_t$  ise ortak faktörler olarak alınmaktadır.  $y_{it}$  (2.37)'de,  $e_{it}$  (2.38)'de,  $f_t$  ise (2.39)'da verilmiştir.

$$y_{it} = \alpha_i + \gamma'if_t + e_{it} \quad (2.37)$$

$$e_{it} = \lambda_i e_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (2.38)$$

$$f_t = \beta f_{t-1} + M_t \quad (2.39)$$

Yatay kesitlere ait olan birimler için her birine özgü ADF testi yapılmaktadır. Bu durum sıfır hipotezinin  $\lambda_i = 1$  olduğu şeklindedir. Faktör yükünün bire eşit olduğu durumda ise sıfır hipotezi  $\beta = 1$  şeklinde olup faktörle ilgili birim kök sorunu Genişletilmiş Dickey-Fuller ile araştırılmaktadır.

Bu test dengeli bir şekilde oluşturulan yatay kesit ve zaman boyutuna özgü oluşturulmuştur. Yatay kesit bağımlılığını göz önüne alan Baig ve Ng testi bir veya

daha fazla faktörün bağımlı durumunu sorun olarak görmemektedir (Barbieri, 2006:33). Test istatistiği (2.40)'ta gösterildiği gibidir.

$$P\hat{e} = \frac{-2 \sum_{i=1}^N \log(p_{ei}) - 2N}{\sqrt{4N}} \quad (2.40)$$

### 2.3.2.2. Moon ve Perron Panel Birim Kök Testi

Değişik modellerden hareketle bu testi bulan ikili test istatistiklerini zaman boyutu ve kesit boyutunun sonsuza gitmesi durumunda  $N/T \rightarrow 0$  eğilimi görülmektedir. Havuzlandırılmış tahminci var olan bu testte iki farklı t istatistiği söz konusudur. (2.41), (2.42) ve (2.43)'te ikilinin yola çıktığı modeller gösterilmiştir.

$$y_{it} = \alpha_i + y_{it}^0 \quad (2.41)$$

$$y_{it}^0 = \Phi_i y_{it-1}^0 + M_{it} \quad (2.42)$$

$$M_{it} = \lambda'_i F_t + e_{it} \quad (2.43)$$

(2.43)'te  $e_{it}$  olağanüstü şokları temsil etmektedir.  $\lambda'_i$  vektörü tesadüfi olmayan katsayıların faktörünü,  $F_t$   $K \times 1$  boyutlu parametre vektörünü temsil eder. Son olarak ise (2.41)'deki  $\alpha_i$  sabit ekiyi, (2.42) ve (2.43)'deki  $M_{it}$  vektörü olmayan hata terimlerinin faktörlerini temsil etmektedir.  $K$  tane faktörün bilinmediği göz önüne alınmalıdır (Moon ve Perron, 2006:2-3; Hurlin ve Mignon, 2006:13). Normal dağılıma sahip  $a$  test istatistiği (2.45)'te ve  $b$  olarak adlandırılan test istatistiği ise (2.46)'da gösterilmektedir.

$$t_a = \frac{T\sqrt{N}(\hat{\Phi}_{pool}^+ - 1)}{\sqrt{\frac{2\gamma_e^4}{w_e^4}}} \quad N(0,1) \quad (2.45)$$

$$t_b = T\sqrt{N}(\hat{\Phi}_{pool}^+ - 1) \sqrt{\frac{1}{NT^2} \text{trace}(Z_{-1} Q Z'_{-1}) \frac{w_e^2}{\gamma_e^4}} \quad N(0,1) \quad (2.46)$$

### 2.3.2.3. Phillips Sul Panel Birim Kök Testi

Birçok yönden Moon ve Perron testine bezeyen Phillips Sul testinin ayrı düştüğü durum ise bir faktör bulunma kısıtıdır.  $F_t$  zaman boyutu süresince normal dağılım göstermelidir ve dağılım bakımından bağımsız olmalıdır. Test ikinci nesil panel birim kök testlerinin tümü gibi yatay kesit bağımlılığı durumundada kullanılabilir (Gutierrez, 2006:524). (2.47) ve (2.48)'de gösterilen değişimler bu test için gereklidir.

$$G_{OLS}^{++} = \frac{1}{\sqrt{N}\sigma_\varepsilon} \sum_{i=1}^N \left[ \frac{\hat{\rho}_i^+ - 1}{\hat{\sigma}_{\hat{\rho}_i^+}} \right] \quad (2.47)$$

$$G_{OLS}^+ = \sum_{i=1}^{N-1} \left[ \frac{\hat{\rho}_i^+ - 1}{\hat{\sigma}_{\hat{\rho}_i^+}} \right] \quad (2.48)$$

$\hat{\rho}_i^+$  ile  $\hat{\sigma}_{\hat{\rho}_i^+}$  yatay kesitlere özgü olan ve otoregresif özellik gösteren tahmin edicilerdir. Çarpanlarına ayrılan veri setleri sonucu ortaya çıkmaktadır.  $\mu_\varepsilon$  ortalamayı ve  $\sigma_\varepsilon$  varyansı göstermektedir. İkili bu testte zaman boyutu veya yatay kesit boyutunun sonsuza doğru yakınsaması durumunda panel veride kullanılan sıfır denklemin normal dağılıma gideceğini savunmuştur ve testin  $z$  istatistiğini (2.49)'daki gibi elde etmişlerdir (Gutierrez, 2006:524-525).

$$Z = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{i=1}^{N-1} \Phi^{-1}(\rho_{\hat{\varepsilon}_i}^c) \quad (2.49)$$

### 2.3.2.4. Paseran Panel Birim Kök Testi

Tüm ikinci nesil panel birim kök testleri gibi bu testte yatay kesit bağımlılığını göz önüne alarak oluşturulmuştur. Kalıntıları bir faktöre dayanan modelin yanında heterojen olan faktör yüklerinin de dikkate alınmıştır.  $F_t$  tahminlerinde sapma temelli olan testler kullanılmamıştır. DF veya ADF testlerini tercih ederek yatay kesitlere ait gecikme ortalamaları ve ilk farkları alınan seriler ile geliştirilmiştir (Hurlin ve Mignon, 2006:19). Artıklar arasında korelasyon var ise denklem (2.50)'deki gibidir.

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \rho_i y_{it-1} + c_i y_{it-1} + d_i \Delta \bar{y}_t + v_{it} \quad (2.50)$$

$\bar{y}_{t-1}$  değeri (3.51)'de,  $\Delta \bar{y}_t$  değeri (3.52)'de gösterilmiştir.

$$\bar{y}_{t-1} = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^N y_{it-1} \quad (2.51)$$

$$\Delta \bar{y}_t = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^N y_{it} \quad (2.52)$$

Hata terimi veya faktör otokorelasyonlu ise tek değişken şartıyla  $y_{it-1}$  ve  $\bar{y}_{t-1}$  eklenerek model genişletme imkanı mevcuttur.  $\rho_i$  EKK tahmincisidir. Yatay Kesit Genelleştirilmiş Dickey Fuller testi IPS t istatistiğini kullanmaktadır. Bunun sonucunda CIPS istatistiği ortalama bireysel olarak ve CIPS\* istatistiği ise küçük zaman boyutu içeren örneklerde kullanılmak üzere oluşturulmuştur (Barbieri, 2006:27-28). Ortalama bireysel test istatistiği (2.53)'te, küçük örneklem için ise gereken test istatistiği (2.54)'te verilmiştir.

$$CIPS = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^N t_i (N,T) \quad (2.53)$$

$$CIPS^* = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^N t_i^* (N,T) \quad (2.54)$$

### 2.3.2.5. Choi Panel Birim Kök Testi

Bu test yatay kesitler arasındaki korelasyon ilişkisini ortadan kaldırmaya yönelik olarak hata bileşenleri modelini kullanmayı önermektedir.  $f_t$  yani tek genel faktör bakımından homojendir. Yatay kesitlerin ortalamasından ve trendden kurtaran yöntem olan genelleştirilmiş en küçük kareleri kullanmayı tercih etmektedir. Bunun sonucunda yatay kesit bağımlılığı ortadan kaldırılıp test edilmektedir. ADF sonucunda elde edilen olasılık değerleri ile üç çeşit test istatistiği ortaya çıkmaktadır. Zaman boyutu ve kesit boyutu sonsuza yakınsıyor iken normal standart normal dağılım görülmektedir. GEKK( Genelleştirilmiş En Küçük Kareler) ile kalıntıların her bir t'ye ait olan kesit ortalamaları için oluşan model (2.55)'te verilmiştir (Güriş, 2015:224).

$$\hat{f}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_{it} - \hat{\alpha}_i) \quad (2.55)$$

## 2.4. EŞBÜTÜNLEŞME TESTLERİ

Düzyer seviyede durağanlığı bulunmayan seriler arasındaki uzun dönem ilişkisini ortaya koymak amacıyla uygulanan testlerdir. Birden çok türü mevcuttur.

### 2.4.1. Pedroni Eşbütünleşme Testi

Pedroni eşbütünleşme testi sıfır hipotezi eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı varsayımı altında kurulmaktadır. Eşbütünleşmeyi araştırmak amacıyla dördü grup içi ve üçü gruplar arası olmak üzere tam yedi test sinaması bulunmaktadır. Ayrımın nedeni ise otoregresif katsayı yani  $\rho_i$ 'nin değeri ile alakalıdır. Grup içerisinde otoregresif katsayı ortak değer alabilirken bu durum gruplar arası durumda mümkün değildir. Pedroni'nin yola çıktığı eşbütünleşme modeli (2.56)'da verilmiştir. Pedroni eşbütünleşmede kurulan modelde T zaman boyutunu, N kesit boyutunu, K değişken sayısını,  $\beta$ 'lar eğim katsayılarını,  $\alpha_i$  sabit etkiyi,  $\delta_i t$  ise trend anlamına gelmektedir (Şahan ve Bektaşoğlu, 2010:10).

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_{1i} X_{1it} + \beta_{2i} X_{2it} + \dots + \beta_{ki} X_{kit} + \epsilon_{it} \quad (2.56)$$

Pedroni eşbütünleşme testinin olumlu yönlerinden biri artıkların heterojen olmasına eşbütünleşme vektörü imkan sağlamaktadır. Diğer bir olumlu yönü ise kesitler arası değişimlerde olanak sağlamasıdır. İlk iki test parametrik olmamakla birlikte ikincisi için söylenebilen bir benzerlik PP  $\rho$  istatistiğine olan benzerliktir. Üçüncü sırada olan istatistik PP t istatistiğine benzemekle birlikte gene parametrik yapıya sahip değildir. Son grup içi test ise parametrik ve ADF t istatistiğine benzemektedir. Gruplar arası testlere geldiğimizde ortalama esasına dayanır ve parametrik değildir. Sırasıyla PP  $\rho$ , PP t ve ADF t istatistiğine benzerlik söz konusudur (Pedroni, 1999). Pedroni eşbütünleşme testleri,



Panel v istatistiği

$$T^2 N^{2/3} Z_{\hat{v}_{N,T}} \equiv T^2 N^{2/3} \left( \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{e}_{i,t-1}^2 \right)^{-1} \quad (2.57)$$

Panel p istatistiği

$$T\sqrt{N} Z_{\hat{p}_{N,T-1}} \equiv T\sqrt{N} \left( \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{e}_{i,t-1}^2 \right)^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} (\hat{e}_{i,t-1} \Delta \hat{e}_{i,t} - \hat{\lambda}_i) \quad (2.58)$$

Panel parametrik olmayan t istatistiği

$$Z_{tN,T} \equiv \left( \hat{\sigma}_{N,T}^2 \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{e}_{i,t-1}^2 \right)^{-1/2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} (\hat{e}_{i,t-1} \Delta \hat{e}_{i,t} - \hat{\lambda}_i) \quad (2.59)$$

Panel parametrik olan t istatistiği

$$Z_{tN,T}^* \equiv \left( \tilde{S}_{N,T}^{*2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{e}_{i,t-1}^{*2} \right)^{-1/2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{e}_{i,t-1}^* \Delta \hat{e}_{i,t}^* \quad (2.60)$$

Grup p istatistiği

$$TN^{-1/2} \tilde{Z}_{\hat{p}_{N,T-1}} \equiv TN^{-1/2} \sum_{i=1}^N \left( \sum_{t=1}^T \hat{e}_{i,t-1}^2 \right)^{-1} \sum_{t=1}^T (\hat{e}_{i,t-1} \Delta \hat{e}_{i,t} - \hat{\lambda}_i) \quad (2.61)$$

Grup parametrik olmayan t istatistiği

$$N^{-1/2} \tilde{Z}_{tN,T} \equiv N^{-1/2} \sum_{i=1}^N \left( \hat{\sigma}_i^2 \sum_{t=1}^T \hat{e}_{i,t-1}^2 \right)^{-1/2} \sum_{t=1}^T (\hat{e}_{i,t-1} \Delta \hat{e}_{i,t} - \hat{\lambda}_i) \quad (2.62)$$

Grup parametrik olan t istatistiği

$$N^{-1/2} \tilde{Z}_{tN,T}^* \equiv N^{-1/2} \sum_{i=1}^N \left( \sum_{t=1}^T \hat{s}_i^{*2} \hat{e}_{i,t-1}^{*2} \right)^{-1/2} \sum_{t=1}^T \hat{e}_{i,t-1}^* \Delta \hat{e}_{i,t}^* \quad (2.63)$$

## 2.4.2. Kao Eşbütünleşme Testleri

Kao eşbütünleşme testleri sıfır hipotezi seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur şeklinde kurulmaktadır. DF ve ADF testlerinin savunduğu yaklaşıma benzerliği mevcuttur. Bu testler artıkları öncelikle sabit etki modeli aracılığıyla ortaya koymaktadır. Kullanılan model,  $y_{it} = X'_{it}\beta + Z'_{it}\gamma + e_{it}$  şeklindedir.  $y_{it}$  ve  $X_{it}$  değişkenleri birinci derecede durağan ve  $Z'_{it}$  birimin etkisidir. Modelin grup içerisinde dönüşüm yaşaması sonucunda birim etki model dışı kalmaktadır. Bunun sonucunda artıklar  $\hat{e}_{it} = \rho\hat{e}_{it-1} + v_{it}$  şeklinin alır.  $\rho$ 'nun EKK tahmin (2.64)'te ve istatistiği (2.65)'te verilmiştir.

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it} \hat{e}_{it-1}}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it}^2} \quad (2.64)$$

$$t_{\rho} = \frac{(\hat{\rho}-1) \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it-1}^2}}{s_e} \quad (2.65)$$

(3.65)'te bulunan  $s_e^2$  (2.66)'da gösterilmiştir.

$$s_e^2 = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (\hat{e}_{it} \hat{\rho} \hat{e}_{it-1})^2 \quad (2.66)$$

Kao Dickey Fuller test istatistiklerini kullanarak dört tane Genişletilmiş Dickey Fuller kullanarak bir tane test istatistiği türetmiştir (Baltagi, 2005:252-253; Chaiboonsri ve diğerleri, 2010:73-74). İstatistikler;

Dickey Fuller  $\rho$  istatistiği

$$DF_{\rho} = \frac{\sqrt{NT}(\hat{\rho}-1) + 3\sqrt{N}}{\sqrt{\frac{51}{5}}} \quad (2.67)$$

Dickey Fuller t istatistiği

$$DF_t = \sqrt{\frac{5}{4}} t_\rho + \sqrt{\frac{15N}{8}} \quad (2.68)$$

Dickey Fuller\*  $\rho$  istatistiği

$$DF^*_\rho = \frac{\sqrt{NT}(\hat{\rho}-1) + \frac{3\sqrt{N}\hat{\sigma}_v^2}{\hat{\sigma}_{0v}^2}}{\sqrt{3 + \frac{36\hat{\sigma}_v^4}{5\hat{\sigma}_{0v}^4}}} \quad (2.69)$$

Dickey Fuller\*  $t$  istatistiği

$$DF^*_t = \frac{t_\rho + \frac{\sqrt{6N}\hat{\sigma}_v}{2\hat{\sigma}_{0v}}}{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_{0v}^2}{2\hat{\sigma}_v^2} + \frac{3\hat{\sigma}_v^2}{10\hat{\sigma}_{0v}^2}}} \quad (2.70)$$

$\hat{e}_{it} = \rho\hat{e}_{it-1} + \sum_{j=1}^p v_j \Delta\hat{e}_{it-j} + \varepsilon_{it}$  regresyon tahmini ADF istatistiği

$$ADF = \frac{t_{ADF} + \frac{\sqrt{6N}\hat{\sigma}_v}{2\hat{\sigma}_{0v}}}{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_{0v}^2}{2\hat{\sigma}_v^2} + \frac{3\hat{\sigma}_v^2}{10\hat{\sigma}_{0v}^2}}} \quad (2.71)$$

### 2.4.3. Westerlund Eşbütünleşme Testi

Westerlund sıfır hipotezi panel serileri arasında eşbütünleşme yoktur şeklinde kurmuştur. Eşbütünleşme testleri genel olarak birimin özünde kendi hata düzeltmesini barındırıp barınmadığını kararını sorgulamak amacıyla yapılmaktadır. Kullanılan model aşağıda verimekle birlikte  $\lambda_i$  uzun dönem için parametre,  $d_t$  sabit ve trendi içeren vektör,  $\gamma_i$  kısa dönem için parametre ve  $\rho$  otopregresif parametredir (Güriş, 2015:270-271). Westerlund eşbütünleşme modeli (2.72)'de gösterilmiştir.

$$y_{it} = \delta'_i d_t + \lambda'_i \Delta X_{it} + \gamma_i y_{it-1} + \rho_i X_{it-1} + e_{it} \quad (2.72)$$

(2.72)'deki  $\rho$  yani otoregresif katsayı iki çeşit hesaplama ile elde edilebilir.  $\rho$  kesit başına ayrı veya panel kapsamında ortak olarak hesaplanabilir. Bunun sonucundaki panel istatistikleri,

$$P_a = (\sum_{i=1}^N L_{i1})^{-1} \sum_{i=1}^N L_{i12} \quad (2.73)$$

$$P_t = \hat{\sigma}^{-1} (\sum_{i=1}^N L_{i11})^{-1/2} \sum_{i=1}^N L_{i12} \quad (2.74)$$

şeklinde iken birime özgü grup istatistikleri (2.75) ile (2.76)'daki gibidir.

$$G_a = \sum_{i=1}^N L_{i11}^2 L_{i12} \quad (2.75)$$

$$G_t = \sum_{i=1}^N \hat{\sigma}_i^{-1} L_{i11}^{-1/2} L_{i12} \quad (2.76)$$

#### 2.4.4. McCoskey ve Kao Panel Eşbütünleşme Testi

İkili testin sıfır hipotezini eşbütünleşme ilişkisi vardır şeklinde kurmuştur. Test zaman serisinde yer alan Yerel En İyi Değişmez testinin ve Lagrange Çarpımı testinin geliştirilmiş şeklidir. Eğim katsayısının panel içerisinde ortak olduğu homojen paneller için tahminler birleşik olarak yapılır. Heterojen olan paneller için ise ayrı yatay kesitlerin bağımsız olan zaman serileri sonuçlarına bağlıdır. Tüm bunların sonucunda panel veri için eşbütünleşme ilişkisi ortak tahmini teoriye bağlanır. Temel olarak artıklara dayanan bu eşbütünleşme testi için iki farklı tahmin modeli bulunmaktadır. İlki 1990 yılında Phillips ve Hansen'ın geliştirdiği FMOLS, diğeri ise Saikkonen tarafından 1991 yılında, Stock ve Watson tarafından 1993 yılında önerilen DOLS modelleridir (Şengelen, 2016:84; Baltagi, 2005:253-254). Sabit terim ve trendi içeren heterojen modele (2.77)'de değinilmiştir. Eşitlikler ise (2.78), (2.79) ve (2.80)'de gösterilmiştir.

$$y_{it} = \mu_i + X'_{it}\beta_i + u_{it} \quad (2.77)$$

$$X_{it} = X_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (2.78)$$

$$u_{it} = \gamma_{it} + e_{it} \quad (2.79)$$

$$\gamma_{it} = \gamma_{it-1} + \theta e_{it} \quad (2.80)$$

ve LM test istatistiği (2.81)'de gösterilmiştir.

$$LM = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{T^2} \sum_{t=1}^T s_{it}^2}{s^2} \quad (2.81)$$



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### UYGULAMA

#### 3.1. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında, enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ve yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında olan ilişkiye dair birçok çalışma bulunmaktadır. Çalışmalarda birbirinden farklı değişken kullanılmasına rağmen çoğunlukla rastlanılan değişkenler enerji tüketimi-üretimi, yenilenebilir enerji üretimi-tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla veya kişi başına düşen reel gayri safi yurt içi hasıla, enerji bağımlılığı, sermaye, emek gücü, karbondioksit emisyonudur. Analizlerin çoğunda nedensellik ilişkisi kullanılmıştır. Bu çalışmada ise yenilenebilir birincil enerji üretiminin ekonomik büyüme ve işgücüne katkısı eşbütünleşme katsayılarını tahminleyerek ölçülmüştür. Literatürde varolan çalışmalar yenilenebilir enerji alanında ve diğer şekilde gruplanıp incelenecektir.

##### 3.1.1. Yenilenebilir Enerji Alanındaki Çalışmalar

Bu bölümde yenilenebilir enerji tüketimi ve/veya üretiminin etkilerini inceleyen çift yönlü nedensellik, tek yönlü nedensellik, nedensellik içermeyen ve diğer yöntemleri kullanan çalışmalar incelenecektir.

##### 3.1.1.1. Çift Yönlü Nedensellik Bulunan Çalışmalar

Apergis ve Payne yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi açıklamak için çeşitli çalışmalar ortaya koymuştur. 2010 yılında literatüre geçen çalışmada 1985 ile 2005 yılları arasındaki dönemi analizlerine katmışlardır. Araştırma 20 OECD ülkesi için gerçekleşmiş ve panel veri kullanılmıştır. İkili değişken olarak yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, emek gücü ve sabit sermaye oluşumunu dikkate almışlardır. Eşbütünleşme

ilişkinin incelemek amacıyla eşbütünleşme analizi ve nedenselliğin olup olmadığı eğer varsa tek yönlü mü çift yönlü mü olduğunu görmek için panel nedenselliği kullanmışlardır. Çalışma sonucunda yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyümenin nedeni aynı zamanda ekonomik büyüme yenilenebilir enerji tüketiminin nedenidir (Apergis ve Payne, 2010:656-660).

Söz konusu yazarlar aynı çalışmayı bu sefer bölgesel olarak Avrasya üzerinde uygulamış ve 1992 yılı ile 2007 arasındaki dönemi analize almıştır. Değişkenler OECD ülkeleri için yapılan çalışmada olduğu gibi yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, emek gücü ve sabit sermaye oluşumudur. Eşbütünleşme analizi ve panel nedenselliğe başvurularak sonuç elde edilmiştir. Buna göre Avrasya için 1992 ve 2007 yılları arasında yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyümenin nedeni aynı zamanda ekonomik büyüme yenilenebilir enerji tüketiminin nedenidir (Apergis ve Payne, 2010:1392-1397).

Bir diğer çalışmalarında aynı yöntemler ve değişkenleri kullanarak, farklı ülkeler ve yıl aralığı için analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Gelişmekte olan 16 ülke için yaptıkları analizde 1990 yılı ile 2007 yılı arasındaki dönemi işlemişlerdir. Değişkenler yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, emek gücü ve sabit sermaye oluşumudur. Panel eşbütünleşme ve nedenselliğin kullanıldığı çalışmanın sonucu ise çift yönlü nedenselliklidir. Gelişmekte olan 16 ülke için yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyümenin nedeni aynı zamanda ekonomik büyüme yenilenebilir enerji tüketiminin nedenidir (Apergis ve Payne, 2011:5226-5230).

Apergis ve Payne 6 Orta Amerika ülkesi içinde aynı değişkenler ve yöntemlerle fakat farklı zaman dilimleri için analiz yapmıştır. 1980 ve 2006 yılları arasında yapılan bu çalışmada yine yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, emek gücü ve sabit sermaye oluşumu kullanılmıştır. Panel eşbütünleşme ve nedensellik sonucunda ortaya çıkan sonuç ise yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyümenin nedeni aynı zamanda ekonomik büyüme yenilenebilir enerji tüketiminin nedeni şeklindedir (Apergis ve Payne, 2011:343-347).

Apergis ve Payne'in en yeni çalışması 2012 yılında literatüre geçmiştir ve 1990 yılı ile 2007 yılları arasında kapsamaktadır. Seçilen 80 ülke için yine aynı değişkenleri kullanmışlardır. Bu değişkenler yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri

safi yurt içi hasıla, emek gücü ve sabit sermaye oluşumudur. Panel eşbütünleşme ve nedensellik kullanılarak ulaşılan sonuç yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyümenin nedeni aynı zamanda ekonomik büyüme yenilenebilir enerji tüketiminin nedeni şeklindedir (Apergis ve Payne, 2012:733-738).

2012 yılında literatüre geçen Tugcu, Öztürk, Aslan tarafından G-7 (Kanada, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, Birleşik Krallık, ABD) ülkeleri için bir çalışma yapılmıştır. Değişkenler yenilenebilir enerji tüketimi ve reel gayri safi yurt içi hasıladır. ARDL (Otoregressif Dağıtılmış Lag Modeli) ve Hatemşi Nedensellik yöntemi kullanılan çalışmanın sonucunda yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye, ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimine çift yönlü nedenselliği bulunmuştur (Tugcu ve diğerleri, 2012:1942-1950).

Pao ve Fu 2013 yılında yayınlanan çalışmalarında Brezilya'yı 1980 ile 2010 yılları arasındaki dönem için incelemişlerdir. Çalışmalarında yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, emek gücü ve sabit sermaye oluşumunu kullanmışlardır. Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik sonucunda yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya ve reel gayri safi yurt içi hasıladan yenilenebilir enerji tüketimine doğru nedensellik bulunmuştur (Pao ve Fu, 2013:381-392).

Lin ve Moubarak 2014 yılındaki çalışmada 1977 ve 2011 yılları arasındaki dönemi incelemişlerdir. Çin üzerindeki bu çalışma yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, karbondioksit emisyonu ve emek gücü değişkenlerini kullanmıştır. ARDL Sınır Testi, Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik yöntemleri kullanılarak yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru ve reel gayri safi yurt içi hasıladan yenilenebilir enerji tüketimine doğru nedensellik bulunmuştur (Lin ve Moubarak, 2014:111-117).

Al-Mulali, Fereidouni ve Lee 2014 yılında yayınlanan çalışmada 18 Latin Amerika ülkesinin 1980 ve 2011 yılları arasındaki dönemini incelemişlerdir. Çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tüketir enerji tüketimi, emek gücü, dış ticaret ve sabit sermaye oluşumu değişkenleri kullanılmıştır. Pedroni Eşbütünleşme, DOLS (Dinamik En Küçük Kareler), Granger Nedensellik yöntemini kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi ile reel gayri safi yurt içi hasıla arasında çift yönlü nedensellik bulunmuştur (Al-Mulali ve diğerleri, 2014:290-298).



Sebri ve Ben-Salha'nın 2014 yılı içerisinde yayınlanan çalışması 1971 ve 2010 yılları arasında BRICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika) ülkelerini incelemiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, karbondioksit emisyonu, sermaye, dış ticaret değişkenleri kullanılmıştır. ARDL Sınır Testi ve VECM (Vektör Hata Düzeltme Modeli) yöntemi kullanılarak çift yönlü nedensellik elde edilmiştir (Sebri ve Ben-Salha, 2014:14-23).

Shahbaz, Loganathan, Zeshan ve Zaman tarafından yapılan 2015 yılı ortak çalışması diğer çalışmalardan farklı olarak çeyrek veri kullanan bir çalışmadır. Pakistan'ın 1972 yılı birinci çeyreğinden 2011 yılının sonuncu çeyreğine kadar olan dönemi inceleyen çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, emek gücü, sermaye değişkenleri kullanılmıştır. ARDL Sınır Testi, VECM, Granger Nedensellik yöntemleri kullanılarak yapılan analizde çift yönlü nedenselliğe ulaşılmıştır (Shahbaz ve diğerleri, 2015:576-585).

Amri 2016 yılındaki çalışmasında 1990 ve 2010 yılları arasındaki dönemde 75 ayrı ülkeyi incelemiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji tüketimi, emek gücü, sermaye ve doğrudan yabancı yatırım değişkenleri kullanılarak yapılan analizde GMM yöntemi ile yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedenselliğe ulaşılmıştır (Amri, 2016:694-702).

Saidi ve Ben Mbarek'in 2016 yılındaki çalışmasında 1990 ve 2013 yılları arasındaki süreçte 9 gelişmiş ülke incelenmiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, nükleer enerji, karbondioksit emisyonu, emek gücü ve sermaye değişkenlerinin kullanıldığı çalışmada Panel Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik yöntemi kullanılıp yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedenselliğe ulaşılmıştır (Saidi ve Ben Mbarek, 2016:364-374).

Doğan 2016 yılındaki çalışmasında 1988 ve 2012 yılları arası dönemde Türkiye'yi analiz etmiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji tüketimi, emek gücü, sermaye değişkenlerinin kullanıldığı çalışmada ARDL Sınır Testi, Gregory-Hansen ve Johansen Eşbütünleşme, VECM, Granger Nedensellik yöntemleri ile yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedenselliğe ulaşılmıştır (Doğan, 2016:1126-1136).

Kahia, Aissa ve Charfeddine 2016 yılındaki çalışmada 1980 ve 2012 yılları arası dönemde net petrol ihracatçısı olan 13 Orta Doğu ülkesini incelemişlerdir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji tüketimi, emek gücü, sermaye ve sabit sermaye oluşumu kullanılarak yapılan analizde FMOLS ve Granger Nedensellik kullanılarak beş ülke için yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedenselliğe ulaşılmıştır (Kahia ve diğerleri, 2016:102-115).

Rafindadi ve Öztürk 2017 yılında ortaya çıkardığı çalışmalarında 1971 yılının birinci çeyreğinden 2003 yılının son çeyreğine kadar Almanya'yı analiz etmişlerdir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, emek gücü, sermaye değişkenleri kullanılarak yapılan analizde nadir olarak görülen Bayer-Hanck Eşbütünleşme, ARDL Sınır Testi, Johansen Eşbütünleşme, VECM, Granger Nedensellik yöntemleri kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedenselliğe ulaşılmıştır (Rafindadi ve Öztürk, 2017:1130-1141).

Paramati, Mo ve Gupta 2017 yılındaki çalışmada 1991'den 2012'ye kadar olan dönem içerisinde G20 ülkelerini incelemiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu, sabit sermaye oluşumu, doğrudan yabancı yatırım, enerji verimliliği, piyasa kapitalizasyonu değişkenlerini kullanılıp Panel Eşbütünleşme, Dumitrescu-Hurlin Nedensellik yöntemi aracılığı ile gelişmekte olan ülkeler için yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedensellik sonucuna ulaşılmıştır (Paramati ve diğerleri, 2017:360-371).

Amri 2017 yılında yayınlanan çalışmada 1990 ve 2012 yılları arasındaki dönem için 72 ülkeyi analize katmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, dış ticaret değişkenleri kullanan Amri Panel Eşbütünleşme yöntemi ile yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedensellik sonucuna ulaşmıştır (Amri, 2017:527-534).

### 3.1.1.2. Tek Yönlü Nedensellik Bulunan Çalışmalar

Fang 2011 yılında yayınlanan çalışmasında Çin için 1978 ve 2008 yılı arasındaki dönemi incelemiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, emek gücü, sabit sermaye oluşumu, geliştirme ve araştırma harcamaları kullanılan değişkenlerdir. EKK (En Küçük Kareler) yöntemini ve zaman serisini kullanmıştır. Yenilenebilir enerjiden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedensellik bulunmuştur (Fang, 2011:5120-5128).

Öcal ve Aslan'ın 2013 yılında yayınlanan çalışması Türkiye'yi incelemiştir. 1990 ve 2010 yılları arasındaki dönemi analiz eden çalışmada değişken olarak yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, emek gücü ve sabit sermaye oluşumu kullanılmıştır. ARDL Sınır Testi ve Toda-Yamamoto Nedensellik kullanılarak yapılan analiz sonucunda reel gayri safi yurt içi hasıladan yenilenebilir enerji tüketimine doğru bir nedensellik elde edilmiştir (Öcal ve Aslan, 2013:494-499).

Durğun ve Durğun 2018 yılındaki çalışmasında Türkiye'yi incelemiştir. 1980 ile 2015 yılları arasındaki dönem için yapılan çalışmada reel gayri safi yurt içi hasıla, yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. ARDL Sınır Testi, Toda-Yamamoto Nedensellik yöntemi kullanılarak yenilenebilir enerjiden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedensellik bulunmuştur (Durğun ve Durğun, 2018:1-27).

Salim, Hassan ve Shaifei'nin 2014 yılında yayınlanan çalışmada 29 OECD ülkesini incelemiştir. 1980 ve 2011 yılları arasında analiz eden çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji tüketimi, emek gücü, sermaye ve sanayi üretimi değişkenleri kullanılmıştır. Westerlund Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik yöntemi sonucunda elde edilen sonuca göre reel gayri safi yurt içi hasıladan yenilenebilir enerji tüketimine doğru nedensellik bulunmuştur (Salim ve diğerleri, 2014:350-360).

Doğan 2015 yılında yayınlanan çalışmasında Türkiye'yi incelemiştir. 1990 ve 2012 yılları arasındaki dönem için analiz yapmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji tüketimi, sermaye ve emek gücü değişkenleri kullanılarak yapılan analizde ARDL Sınır Testi, Gregor-Hansen ve Johansen Eşbütünleşme, VECM, Granger Nedensellik yöntemleri kullanılmıştır.

Sonuç olarak yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedensellik söz konusudur (Doğan, 2015:534-546).

Bhattacharya, Paramati, Ozturk ve Bhattacharya'nın 2016 yılındaki çalışması 1991 ve 2012 yılları arasındaki dönemde 38 ülkeyi incelemiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji tüketimi, emek gücü, sabit sermaye oluşumu değişken olarak kullanılmıştır. Pedroni Eşbütünleşme, DOLS, Granger Nedensellik yöntemlerini kullanan analiz sonucunda yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedensellik bulunmuştur (Bhattacharya ve diğerleri, 2016:733-741).

Naseri, Motamedi ve Ahmadian'ın 2016 yılındaki çalışması ise OECD ülkelerini incelemektedir. 1990 ve 2012 yılları arasındaki dönemi inceleyen çalışmada reel gayri safi yurt içi hasıla ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. ARDL Sınır Testi ve Johansen Eşbütünleşme sonucunda yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedensellik söz konusudur (Naseri ve diğerleri, 2016:502-509).

Bhattacharya, Churchill ve Paramati'nin ortak çalışması 2017 yılında yayınlanmıştır. Çalışmada 1991-2012 yılları arasındaki dönemde toplam 85 ülke incelenmiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji tüketimi, emek gücü, sermaye, ekonomik özgürlük endeksi, karbondioksit emisyonu değişkenleri kullanılarak yapılan analizde GMM (Genelleştirilmiş Momentler Metodu) ve FOLMS yöntemleri kullanılmıştır. Sonuç olarak yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedensellik ilişkisi vardır (Bhattacharya ve diğerleri, 2017:157-167).

Ito 2017 yılında yayınlanan çalışmasında 42 gelişmiş ülkenin 2002 ve 2011 yılları arasındaki dönemini incelemiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonu değişkenleri ile yapılan analizde GMM yöntemi kullanılmış ve yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedensellik bulunmuştur (Ito, 2017:1-6).

Brini, Amara ve Jemmalı 2017 yılında literatüre giren çalışmalarında 1980 ve 2011 yılları arasındaki dönemde Tunus'u incelemiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, dış ticaret ve petrol fiyatları kullanılarak yapılan analizde ARDL Sınır Testi, Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik

yöntemleri kullanılmış ve yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedensellik bulunmuştur (Brini ve diğeri, 2017:620-627).

Amri 2017 yılında yayınlanan çalışmasında Cezayir'in 1980 ve 2012 yılları arasındaki dönemini incelemiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji tüketimi ve sermaye değişkenleri kullanılmıştır. Gregory-Hansen Eşbütünleşme, ARDL Sınır Testi, Granger Nedensellik yöntemleri kullanılıp yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedensellik bulunmuştur (Amri, 2017:62-71).

### **3.1.1.3. Nedensellik Bulunamayan Çalışmalar**

Yıldırım, Saraç ve Aslan'ın 2012 yılında literatüre geçen çalışmasında 1949 ve 2010 yılları arasındaki dönem incelenmiştir. Kullanılan değişkenler yenilenebilir enerji tüketimi ve reel gayri safi yurt içi hasıladır. Hatemi nedensellik kullanılarak yapılan çalışmada reel gayri safi yurt içi hasıla ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında nedenselliğe ulaşılamamıştır (Yıldırım ve diğerleri, 2012:6770-6774).

Ben Jebli ve Ben Youssef 2015 yılındaki ortak çalışmada 69 ülkenin 1980 ve 2010 yılları arasındaki dönemini incelemiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji tüketimi, emek gücü, sermaye, dış ticaret değişkenleri kullanılmıştır. Pedroni Eşbütünleşme, DOLS ve Granger Nedensellik kullanılarak yapılan analizde panelde reel gayri safi yurt içi hasıla ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında nedenselliğe ulaşılamamıştır (Ben Jebli ve Ben Youssef, 2015:799-808).

Bélaïd ve Youssef 2017 yılında yayınlanan çalışmada 1980 ve 2012 yılları arasında Cezayir'i incelemiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonu değişkenlerini kullanan ikili ARDL Sınır Testi, VECM, Granger Nedensellik yöntemlerini kullanmışlardır. Sonuç olarak reel gayri safi yurt içi hasıla ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında nedenselliğe ulaşılamamıştır (Bélaïd ve Youssef, 2017:277-287).

#### 3.1.1.4. Diğer Çalışmalar

Soava, Mehedintu, Sterpu ve Raduteanu ortak çalışması yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. 1995 yılı ile 2015 yılı arasındaki zamanı analize katan çalışmada AB-28 ülkeleri için çalışılmıştır. Çalışmalarında E-Views paket programını kullanmışlardır. Değişkenler nihai yenilenebilir enerji tüketimi ve gayri safi yurt içi hasıladır. Değişkenlerin logaritmaları alınarak her ülke için ayrı ayrı birim kök testleri yapılmıştır. Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testi'nden sonra ulaşılan sonuç her ülke için tek veya çift yönlü nedenselliğin bulunduğu (Soava ve diğerleri, 2018:914-932).

2013 yılında yapılan Al-Mulali, Fereidouni, Lee ve Sab ortak çalışmasında 108 ülke incelenmiştir. 1980 ve 2009 yılları arasındaki dönemi inceleyen analizde yenilenebilir enerji tüketimi ve reel gayri safi yurt içi hasıla kullanılmıştır. FMOLS (Tam Değiştirilmiş En Küçük Kareler) yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçta 85 ülke için yenilenebilir enerji tüketimi ve reel gayri safi yurt içi hasıla arasında çift yönlü ilişki, iki ülkede reel gayri safi yurt içi hasıladan yenilenebilir enerji tüketimine doğru nedensellik, 21 ülke için ise herhangi bir nedensellik bulunamamıştır (Al-Mulali, 2013:290-298).

Chang, Gupta, Inglesi-Lotz, Simo-Kengne, Smithers, ve Trembling 2015 yılında yayınlanan çalışmada G-7 ülkelerini incelemişlerdir. Sadece yenilenebilir enerji tüketimi ile reel gayri safi yurt içi hasıla değişkenlerini kullanmışlardır. Emirmahmutoğlu-Köse Nedensellik ve Granger Nedensellik yöntemi ile iki ülkede reel gayri safi yurt içi hasıladan yenilenebilir enerji tüketimine doğru, iki ülkede yenilenebilir enerjiden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru, toplam panelde çift yönlü ilişki bulunmuştur. Üç ülkede ise nedensellik bulunamamıştır (Chang ve diğerleri, 2015:1405-1412).

Alper ve Oğuz'un 2016 yılında literatüre kazandırdığı çalışma 10 yeni Avrupa Birliği üyesini incelemiştir. 1990 ve 2009 yılları arasındaki dönemi inceleyen analizde yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji tüketimi, emek gücü ve sabit sermaye oluşumu değişkenleri kullanılmıştır. Bir ülkede reel gayri safi yurt içi hasıladan yenilenebilir enerji tüketimine doğru bir nedensellik, bir diğer ülkede yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi

hasılaya doğru nedensellik bulunmuştur. Beş ülkede ise herhangi bir edensellik bulunmamıştır (Aslan ve Öcal, 2016:953-959).

Destek 2016 yılında yayınlanan çalışmasında 1971 ve 2011 yılları arasındaki dönemde yeni sanayileşen ülkeleri incelemiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, sermaye, emek gücü değişkenleri kullanılarak yapılan analizde ARDL Sınır Testi ve Hatemi Nedensellik kullanılmıştır. Bir ülkede yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya, bir ülkede reel gayri safi yurt içi hasıladan yenilenebilir enerji tüketimine doğru nedensellik bulunmuştur. İki ülke için hiçbir nedensellik bulunamazken, bir ülke içinde çift yönlü nedensellik söz konusudur (Destek, 2016:478-484).

Koçak ve Şarkgüneşi 2017 yılında yayınlanan çalışmada dokuz Balkan ve Karadeniz ülkesini incelemiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, sermaye, emek gücü değişkenleri kullanılarak 1990 ve 2012 yılları arasındaki dönem incelenmiştir. Pedroni Eşbütünleşme, Dumitrescu-Hurlin Nedensellik kullanılarak üç ülke için çift yönlü, beş ülke için yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedensellik bulunmuştur. Toplam panelde çift yönlü nedensellik ve bir ülke için nedensellik bulunamamıştır (Koçak ve Şarkgüneşi, 2017:51-57).

Destek ve Aslan 2017 yılında literatüre kazandırdığı çalışmada 17 ekonomisi hızla yükselen ülkeleri incelemiştir. 1980 ve 2012 yılları arasındaki süreci kapsayan bu çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. Sonuç olarak bir ülkede reel gayri safi yurt içi hasıladan yenilenebilir enerji tüketimine, bir ülkede yenilenebilir enerji tüketiminden reel gayri safi yurt içi hasılaya doğru nedensellik bulunmuştur. İki ülke için ise çift yönlü nedensellik söz konusudur (Destek ve Aslan, 2017:757-763).

Lotz ise OECD ülkeleri için 1990 ve 2010 yılları arasını analize katan bir çalışma yapmıştır. Lüksemburg, Şili ve Türkiye'yi kayıp veri yüzünden analizden çıkarmıştır. Kişi başına düşen reel gayri safi yurt içi hasıla, sermaye, işgücü, yenilenebilir enerji toplam tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketiminin payı kullanılan değişkenlerdir. Oluşturduğu dört model sonucunda uzun dönemde kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla, sermaye, işgücü, yenilenebilir enerji toplam

tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketiminin payı arasında uzun dönemde dengeli ilişki bulunmuştur (Lotz, 2015:58-63).

Şen 2010 yılında yaptığı analizde İspanya'yı incelemiştir. 1980 ve 2006 yılları arasındaki dönemi analiz eden Şen reel gayri safi yurt içi hasıla, karbondioksit emisyonu, yenilenebilir enerji tüketimi, petrol fiyatı, enerji tüketimi değişkenlerini kullanmıştır. Engle-Granger Eşbütünleşme Sınaması, Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik sonucunda yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında Granger nedenselligine rastlanmamıştır (Şen, 2010:78).

Çınar ve Yılmazer 2015 yılındaki çalışmada Brezilya, Hindistan, Çin, Türkiye, Şili, Meksika, Güney Afrika, Endonezya ülkelerinin 1990 ve 2013 yılı arasındaki dönemlerini analize katmıştır. Yenilenebilir kaynaklarından elektrik üretimi, reel gayri safi yurt içi hasıla, tükenir enerji kaynaklarından üretilen elektrik, kişi başına düşen enerji tüketimi, kentsel nüfus büyüme oranı, net enerji ithalatı ve karbondioksit emisyonu değişkenleri kullanılmıştır. Yatay Kesit Bağımlılığı, Eşbütünleşme gibi yöntemlerle kişi başına düşen gelir, enerji kullanımı, karbondioksit emisyonu, net enerji ithalatında meydana gelen artışların üretimde yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla kullanılmasına yol açtığı görülmüştür (Çınar ve Yılmazer, 2015:55-78).

### **3.1.2. Yenilenebilir Enerji Dışında Kalan Çalışmalar**

Gövdere ve Can 2016 yılındaki çalışmada 1970 ve 2014 yılları arasındaki dönemde Türkiye incelenmiştir. Enerji kaynaklarının toplam tüketimi (petrol,kömür, elektrik ve yenilenebilir enerji) ile reel gayri safi yurt içi hasıla değişkenleri kullanılmıştır. Engle Granger Eşbütünleşme, VECM, DEKK (Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi) yöntemleri kullanılarak enerji tüketimi ile reel gayri safi yurt içi hasıla büyümesi arasında uzun dönemli bir ilişki bulunduğu ortaya konmuştur (Gövdere ve Can, 2016:101-114).

Mucuk ve Uysal 2009 yılındaki çalışmada 1960 ve 2006 yılları arasındaki dönemde Türkiye incelenmiştir. Enerji tüketimi ile reel GSMH (Gayri Safi Milli Hasıla) değişkenleri kullanılmıştır. Eşbütünleşme, Granger Nedensellik, Etki-Tepki Analizi, Varyans Ayırıştırması kullanılarak eşbütünleşme sonucuna ulaşılmıştır.



Enerji tüketiminden reel GSMH'ye doğru nedensellik söz konusudur (Mucuk ve Uysal, 2009:105-115).

Wong, Chang ve Chia 2013 yılında yayınlanan çalışmada 1980 ve 2010 yılları arasındaki dönem içerisinde OECD ülkelerini incelemişlerdir. Sermaye birikimi, enerji tüketimi, araştırma ve geliştirme harcamaları ve reel gayri safi yurt içi hasıla değişkenleri kullanılmıştır. FMOLS ve DOLS kullanılarak elde edilen sonuca göre sermaye birikimi ile fosil yakıtların ekonomik büyüme üzerine etkisi vardır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları petrol kaynağı olmayan ülkeler için reel gayri safi yurt içi hasıla katkıda bulunur (Wong ve diğerleri, 2013:51-60).

Salamaliki ve Venetis'in 2013 yılındaki çalışması G-7 ülkelerinin 1970 ve 2010 yılları arasındaki dönemi için analiz yapmıştır. Sermaye stoğu, toplam enerji tüketimi ve reel gayri safi yurt içi hasıla değişkenleri kullanılıp Nedensellik yöntemi ile reel gayri safi yurt içi hasıladan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur (Salamaliki ve Venetis, 2013: 108-121).

İzgi ve Destek'in 2017 yılı çalışmasında BRICS ve MIST (Meksika, Endonezya, Güney Kore, Türkiye) ülkelerinin 1992 ve 2014 yılları arasındaki dönemi incelenmiştir. reel gayri safi yurt içi hasıla, yenilenebilir enerji tüketimi, tükenir enerji tüketimi, sermaye ve emek gücü değişkenlerini kullanıp FMOLS ve Nedensellik aracılığıyla yenilenemeyen enerji kaynak tüketiminin ekonomik büyüme üzerine yenilenebilir enerji tüketiminden daha fazla katkısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketimi ile reel gayri safi yurt içi hasıla arasında çift yönlü nedensellik bulunmuştur (İzgi ve Destek, 2017:14-22).

Akay, Abdieva, Oskonbaeva'nın 2015 yılında yayınlanan çalışmasında MENA bölgesindeki 9 ülke için analiz yapmıştır. Bu ülkeler Lübnan, İran, Irak, Cezayir, Mısır, Tunus, Fas, İsrail, Türkiye'dir. Yenilenebilir enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve reel gayri safi yurt içi hasıla değişkenleri ile Panel VAR (Vektör Otoregresyon) Modeli, GMM, Etki-Tepki Analizi ve Varyans Ayrıştırması yöntemi kullanılmıştır. Yapılan analize göre yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelecek herhangi bir şok dahilinde ekonomik büyüme üzerinde arttırıcı yönde emisyon üzerinde ise azaltıcı etki görüleceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik bulunmuştur (Akay ve diğerleri, 2015:628-636).

### 3.2. UYGULAMANIN AMACI

Çalışma Avrupa Birliği'ne üye olan Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Güney Kıbrıs Rum Yönetimi, Hırvatistan, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, Yunanistan'ı içeren AB-28 paneli için yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme ve işgücü arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla yapılmaktadır. Ülkelerin kalkınması ve gelişmesinde büyük rol oynayan enerjinin türü olan yenilenebilir enerji, tükenir enerji kaynaklarının ömrünün sonlu olduğu düşünülünce günümüz dünyasında önemli bir rol oynamaktadır. Tükenir enerji kaynakları ile kıyaslandığında kaynağının sonsuz olması dışında fark edilir derecede karbondioksit emisyon farkı yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilme sebebi olarak görülmektedir. Literatürdeki birçok çalışma yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. Bu çalışma ise yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil üretiminin yani işlenmek için ana kaynaktan çıkarılan halinin reel gayri safi yurt içi hasılaya katkısını analiz etmektedir. Bu amaçla üç model oluşturulmuş olup ilk model için bağımlı değişken ekonomik büyüme ölçütü olarak reel gayri safi yurt içi hasıla, bağımsız değişken ise yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil üretimidir. İkinci modelde bağımlı değişken ilk modeldeki gibi reel gayri safi yurt içi hasıla, bağımsız değişkenler gayri safi sabit sermaye oluşumu, işgücü ve yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil üretimidir. Son modelde yenilenebilir enerji birincil üretiminin işgücüne katkısı araştırılmış olup bağımlı değişken işgücü, bağımsız değişkenler reel gayri safi yurt içi hasıla, gayri safi sabit sermaye oluşumu, yenilenebilir enerji birincil üretimidir. Analizler sonucunda üç model için değişkenler arasındaki eşbütünlük ilişkisine ait katsayılar ilk iki modelde her bir değişken açısından reel gayri safi yurt içi hasılaya, son modelde ise işgücüne olan katkı bazında FMOLS modeli ile tahminlenmiştir.

### 3.3. VERİLER VE ANALİZ YÖNTEMLERİ

Analiz 2006 ile 2016 yılları arasındaki dönemde AB-28 ülkelerinin yıllık olarak tutulan verilerinden yararlanılarak yapılmıştır. Reel gayri safi yurt içi hasıla 2010 yılına göre sabit \$ cinsinden ölçülmüş yani 2010 deflatörü kullanılarak reelleştirilmiş ve Dünya Bankası'nın WDI(World Development Indicators) veri tabanından çekilmiştir. Yenilenebilir enerji birincil üretimi içerik olarak güneş enerjisi, biyokütle enerjisi ve atıklar, jeotermal enerji, hidrolik enerji, rüzgar enerjisi ve deniz kaynaklı enerjinin birincil üretimini kapsamaktadır ve veriler Eurostat'ın ten00081 kodlu veri tabanından alınmıştır.\* İşgücü değişkeni Dünya Bankası'nın WDI veri tabanından toplam işgücü olarak kişi bazında seçilmiş ve alınmıştır. Gayri safi sabit sermaye oluşumu değişkeni 2010 yılına göre sabit \$ cinsinden ve yine WDI veri tabanından elde edilmiştir.\*\* Yenilenebilir enerji birincil üretimi ölçütü olarak bin ton petrol eşdeğeri olan Ktoe birimi kullanılmaktadır. Analizde EViews 8 paket programı kullanılmıştır. Bu programın yanında Stata 12 programından da yararlanılmıştır.

Panel veri analizinde 2006-2016 yılları arasındaki 10 yıllık zamana dair boyut  $T=11$ , yatay kesit boyutu ise 28 AB ülkesi  $N=28$  olarak gösterilmektedir. İlk olarak üçüncü bölümde değinilen ve serilerin durağanlığı sınıadığımız IPS, Fisher ADF, Fisher PP birim kök testleri uygulanmıştır. Daha sonra düzeyde durağan olmayan fakat aynı derecede durağan olan seriler arasında Johansen eşbütünleşme için uygun gecikme kriteri belirlenerek uzun dönem etkileri belirlemek amacıyla VAR modeli kurulmuştur. Eşbütünleşme ilişkilerini test etmek amacıyla tüm varsayımları sınanan test sonuçları gözlemlenip Akaike ve Schwarz kriterine bağlı olarak uygun eşbütünleşme varsayımı seçilmiştir. İz testi ve özdeğer testi sonuçlarına göre eşbütünleşme ilişkisi yorumlandıktan sonra boyutunun anlaşılabilmesi amacıyla normalize edilmiş vektörler incelenmiştir. Daha sonra kısa dönem etkileri için uygun gecikmelerle hata düzeltme modeli VECM kurulmuştur. Elde edilen sonuçların

---

\* Yenilenebilir enerji birincil üretimi serisi Eurostat'ın ten00081 veri tabanından (<https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=ten00081>) alınmıştır.

\*\* İşgücü, 2010 yılı sabit dolar cinsinden sabit sermaye oluşumu ve 2010 yılında göre sabit dolar cinsinden kişi başına reel gayri safi yurt içi hasıla serileri Dünya Bankası'nın WDI veritabanından (<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>) alınmıştır.

doğruluğu ve güvenilirliği için ters kökler, otokorelasyon ve değişen varyans sınaması yapılmıştır. Ortaya çıkan farklı varyans sorunu sonucunda bu soruna dirençli Pedroni ve Kao Eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Bu testlere göre ortaya çıkan uzun dönemli ilişki katsayılarını tahminleyebilmek için Pedroni'nin geliştirdiği otokorelasyon, içsellik, farklı varyans sorunlarını düzelterek sapmasız sonuçları alabileceğimiz FMOLS modeli kullanılmıştır.

### 3.4. MODELLER

28 AB ülkesi panel veri analizine katılarak oluşturulan iki modelde yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyümeye katkısı araştırılmak istenmiştir. Bunun sonucunda ilk olarak sadece yenilenebilir toplam enerji birincil üretimi reel gayri safi yurt içi hasıla ile modele katılmış ve eşbütünleşme ilişkisi ile katkı boyutu araştırılmıştır. İlk model (3.1)'de verilmiştir. Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla<sub>it</sub> t. inci zaman boyutunda i. inci yatay kesit biriminin yani ülkenin reel gayri safi yurt içi hasıla değerinin logaritmasını, Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi<sub>it</sub> t. inci zaman boyutunda i. inci yatay kesit biriminin yani ülkenin yenilenebilir toplam birincil enerji üretim değerini,  $\beta_0$  tüm yatay kesitlere dair sabit katsayıyı,  $\mathcal{E}_{it}$  ise t. inci zaman boyutunda i. inci yatay kesit biriminin rassal hatasını gösterir.

$$\text{Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi}_{it} + \mathcal{E}_{it} \quad (3.1)$$

İkinci model yenilenebilir enerji birincil üretiminin işgücü, gayri safi sabit sermaye oluşumu ile birlikte modele alındığında reel gayri safi yurt içi hasılaya etkisi gözlemlenmek istenmiştir. Mevcut literatür çalışmalarında ekonomik büyüme göstergesi olarak kişi başına düşen reel gayri safi yurt içi hasılaya odaklanılmıştır. Sabit sermaye oluşumu ve işgücü gibi göstergeler arka planda kalmıştır. Model 2 yenilenebilir enerji birincil üretiminin ekonomik büyümeye katkısını araştırırken bu göstergeleri göz önünde bulundurmamak için kurulmuştur. Model 1'e ait kapsam Model 2'de işgücü ve sabit sermaye oluşumu ile genişletilip incelenmiştir. Oluşturulan model sonucunda yenilenebilir enerji birincil üretiminin etkisi dışında

sabit sermaye oluşumunun ve işgücünün katkısı da FMOLS'de yorumlanabilmektedir. Model 2 (3.2)'de verilmiştir. İşgücü<sub>it</sub> t. inci zaman boyutunda i. inci yatay kesit biriminin yani ülkenin toplam işgücü değerini, Sabit Sermaye Oluşumu<sub>it</sub> ise t. inci zaman boyutunda i. inci yatay kesit birimin sabit sermaye oluşum değerini göstermektedir.

$$\text{Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi}_{it} + \beta_2 \text{İşgücü}_{it} + \beta_3 \text{Sabit Sermaye Oluşumu}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.2)$$

Son model ise yenilenebilir enerji birincil enerji üretiminin işgücüne katkısı olup olmadığını araştırmak üzere kurulmuştur. Model 2'de kapsamı genişletmek üzere kullanılan değişkenler Model 3'te yenilenebilir enerji birincil üretiminin işgücüne olan katkısını araştırmak için kullanılmıştır. Bunun yanında bu model kapsamında reel gayri safi yurt içi hasılanın, sabit sermaye oluşumunda işgücüne katkısı FMOLS sonucuda yorumlanmaktadır. Model 3 (3.3)'te verilmiştir.

$$\text{İşgücü}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi}_{it} + \beta_2 \text{Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla}_{it} + \beta_3 \text{Sabit Sermaye Oluşumu}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.3)$$

### 3.5. TAHMİN YÖNTEMLERİ

Bu bölümde tanımlayıcı istatistiklere, birim kök testlerine, Johansen eşbütünlük sonuçlarına, Pedroni eşbütünlük sonuçlarına ve eşbütünlük katsayılarını tahmin eden FMOLS incelenecektir. Yöntemlere dair akış şeması Ek 1'de verilmiştir.

#### 3.5.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Analizde bulunan tüm değişkenlerin logaritması alınmıştır. T=11 zaman boyutu ve N=28 yatay kesit boyutu ile panel veride toplam 308 gözlem bulunmaktadır. 2010 yılına göre \$ cinsinden sabitlenen reel gayri safi yurt içi hasıla modelde yer almaktadır. Reel gayri safi yurt içi hasıla değerleri 28 ülke dahilinde çok

fazla fark içermemektedir. Fakat reel gayri safi yurt içi hasılaya dair en düşük ortalama 8.85 ile Bulgaristan'a aittir. En yüksek sabit sermaye oluşumu ortalaması 27.27 ile Almanya ikinci olarak ise 27.11'de Fransa'ya aittir. En yüksek İşgücü ortalaması 17.55 ile Almanya'da ve yenilenebilir enerji birincil üretimine ait değişken olan yenilenebilir enerji birincil üretiminin en yüksek ortalaması gene 10.27 Ktoe ile Almanya'dadır. Malta yenilenebilir enerji birincil üretiminde tüm panel ülkeleri içerisinde 2006 ve 2016 yılları arasında en düşük ortalama olan 1.35 Ktoe ile son sıradadır. AB-28 ülkeleri paneline ait değişkenlerin bazı tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4'te özetlenmiştir.

**Tablo 4 :** Tanımlayıcı İstatistikler

	Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla	Sabit Sermaye Oluşumu	Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi	İşgücü
<b>Ortalama</b>	10.19396	24.51614	7.757350	15.15722
<b>Standart Sapma</b>	0.646588	1.562977	1.882552	1.394586
<b>Maksimum</b>	11.62597	27.35391	10.58358	17.58354
<b>Minimum Değer</b>	8.697641	21.11441	-0.510826	12.00243
<b>Gözlem</b>	308	308	308	308

### 3.5.2. Birim Kök Testleri

Seriler, tüm modeller için analiz sonucunda güvenilir sonuçlar elde etmek amacıyla ve eşbütünleşme ilişkisinin derecesini saptamak birim kök testine tabi tutulmuştur. Birim kök içeren serilerle çalışıldığında sahte regresyon ortaya çıkmaktadır.  $R^2$  ve F istatistik sonuçlarında sapma oluşması durağan olmayan serilerle kurulan modellerde görülen bir olumsuzluktur. Panel veri analizinde kullanılan yatay kesitler genel olarak heterojendir. Bu heterojenliği kabul etmemek parametrelerin tutarsız tahminlerine neden olmaktadır. Heterojenliği yansıtmamanın en geçerli yolu sabit veya eğim parametrelerinin heterojen olduğunu kabul edip bu bağlamda tahmin yöntemleri seçmektir (Tatoğlu, 2016:7). Uygun birim kök testlerinin belirlenebilmesi amacıyla yatay kesit bağımlılığı testleri kullanılmaktadır. Fakat birkaç yılı içeren mikro panellerde yatay kesit bağımlılığı bir sorun olarak görülmemektedir (Hoecle, 2007:1-31). Baltagi'ye göre 20 ve 30'u aşan zaman boyutlu makro panellerde yatay kesit bağımlılığı sorun olarak kabul edilirken birkaç

yılı içeren mikro panellerde böyle bir sorun görülmemektedir (Baltagi, 1998). Bununla birlikte literatürde ekonomik büyüme ilişkilerinde eşbütünleşmeyi kullanan birçok çalışmada yatay kesit bağımlılığı testleri ile homojen ve heterojen panel testleri kullanılmamaktadır. Yardımcıoğlu'nun 2012 yılındaki sağlık-ekonomik büyüme, Gülmez'in 2015 yılındaki hava kirliliği-ekonomik büyüme, Akbaş ve Şentürk'ün 2013 yılındaki elektrik tüketimi-ekonomik büyüme, Şengelen'in 2016 yılındaki yenilenebilir enerji tüketimi-ekonomik büyüme, Şen'in 2010 yılındaki yenilenebilir enerji tüketimi-ekonomik büyüme, Özkan ve Kuyuk'un enerji tüketimi-ekonomik büyüme, Singh ve diğerlerinin 2019 yılındaki yenilenebilir enerji gelişimi-ekonomik büyüme, Armeanu ve diğerlerinin 2017 yılındaki yenilenebilir enerji-ekonomik büyüme eşbütünleşme ilişkisine dair çalışması ve daha birçok analiz örnek gösterilebilir. Yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik çalışmada incelenmiş ve analize uygun olarak yatay kesit boyutu, zaman boyutundan büyük olduğundan Pesaran'ın CD testi kullanılmıştır (Pesaran, 2004). Kullanılan üç model için uygun etkiler belirlenmiş ve model bazında yapılan Pesaran CD testi ile ilk modeldeki seriler arasında olasılık değeri 0.2370, ikinci modele ait değişkenler arasında olasılık değeri 0.1728, üçüncü modelde ise yatay kesit bağımlılığı olasılık değeri 0.9723 bulunmuştur. Olasılık değerleri 0.05'ten büyük olduğundan yatay kesit bağımlılığı yoktur varsayımı altındaki  $H_0$  hipotezi reddedilememektedir. Bu durumda birinci nesil panel kök sınıfında bulunan her yatay kesit birimine ait otokorelasyon katsayısını barındıran IPS, Fisher ADF, Fisher PP birim kök testi kullanılmıştır. Sıfır hipotezi serinin birim kök içerdiği yani durağan olmadığı alternatif hipotez ise serinin birim kök içermediği (durağan olduğu) şeklinde kurulmuştur. Olasılık değerleri 0.05'ten düşük çıkan durumlarda sıfır hipotezi reddedilip serinin durağan olduğu sonucuna ulaşılır. Fisher ADF ve Fisher PP birim kök testi sabitli, sabit terimli ve trendli, sabit terimsiz ve trendsiz olmak üzere üç sına yapılmaktadır. IPS birim kök testi ise sabit terimli, sabit terimli ve trendli olmak üzere iki çeşit sına yapılmaktadır. IPS ve Fisher ADF testi için analizde Akaike Bilgi Kriteri'ne göre otomatik gecikme uzunluğu kullanılmıştır. Fisher PP testinde Barlett Kernel metodu Bandwith genişliği Newey-West yöntemi kullanılmıştır. Model 1 için uygun etkiye bağlı olarak Swamy S parametre heterojenliği testi yapılmış ve olasılık değeri  $< 0.05$  olduğundan parametrelerin homojen varsayımı altındaki  $H_0$  hipotezi

reddedilmektedir. Son olarak Model 2 ve 3 için uygun etkiye bağlı olarak Stata programı yardımıyla yeniden şekillendirme komutu kullanılarak birim bazında sonuçlarla F testi yapılmıştır. Sonuca göre hesap değeri tablo değerinden büyük bulunarak  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. Buna göre heterojen paneller için önerilen tahmin yöntemleri kullanılacaktır. Model 1-3'te yer alan tüm değişkenlerin birim kök testleri Tablo 5 ile Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 5 : IPS Birim Kök Testi Sonuçları**

	<b>Değişkenler</b>	<b>IPS İstatistik</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
<b>Sabit</b>	Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla	-0.54257	0.2937
	Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi	1.14074	0.8730
	D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla)	-7.4318	0.0000*
	D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi)	-9.23409	0.0000*
	İşgücü	1.55279	0.9398
	Sabit Sermaye Oluşumu	-3.67669	0.0001*
	D(İşgücü)	-7.53659	0.0000*
	D(Sabit Sermaye Oluşumu)	-5.98198	0.0000*
<b>Sabit ve Trend</b>	Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla	-0.4513	0.3259
	Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi	-2.16274	0.0153*
	D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla)	-8.5171	0.0000*
	D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi)	-5.06566	0.0000*
	İşgücü	-1.99576	0.0230*
	Sabit Sermaye Oluşumu	-0.38288	0.3509
	D(İşgücü)	-2.98916	0.0014*
	D(Sabit Sermaye Oluşumu)	-5.11444	0.0000*

\*Olasılık değeri %5 altındaki değerleri gösterir.

IPS birim kök testi sonuçları tüm seriler için Tablo 5'te gösterilmiştir. Değişkenlerin birinci dereceden farkları alınmış hali parantez içerisinde başına D eklenip gösterilmiştir. Test sonucunda (3.1) için yorum yapılırsa reel gayri safi yurt içi hasıla ve yenilenebilir enerji birincil üretimi için sabit terimli sınamada olasılık değeri  $> 0.05$  olduğundan her iki seride birim kök içermekte olup durağanlık söz konusu değildir. Sabit katsayı ve trend içeren sınamada reel gayri safi yurt içi hasıla



olasılık değeri  $> 0.05$  olduğundan düzeyde durağan değildir. Yenilenebilir enerji birincil üretimi ise olasılık değeri  $< 0.05$  olduğundan seride birim kök yoktur seri durağandır sonucuna ulaşılmıştır. Birinci dereceden farkları alındığında her iki seride hem sabit içeren hem sabit ve trend içeren sınamada durağan bulunmuştur. Bu durumda aynı dereceden durağan oldukları yani  $I(1)$  oldukları için eşbütünlük testine uygunluk şartı sağlanmıştır.

(3.2) ve (3.3)'te kullanılan değişkenlerin IPS birim kök sonuçlarına gelirse ek bağımsız değişken olan sabit sermaye oluşumu serisi sabit terimli sınamada düzeyde olasılık değeri  $< 0.05$  olduğundan durağandır. İşgücü serisi ise sabit içeren sınamada düzey için olasılık değeri  $> 0.05$  olduğundan durağan değildir. Sabit ve trend içeren sınamada işgücü serisi olasılık değeri  $< 0.05$  olduğundan durağan, sabit sermaye oluşumu serisi olasılık değeri  $> 0.05$  olduğundan durağan değildir. Her iki serinin hem sabitli sınamada hem trend ve sabitli sınamada birinci dereceden farkları alınması sonucunda durağanlık sonucuna ulaşılmıştır. Yani  $I(1)$  serilerdir.

**Tablo 6 : Fisher ADF ve Fisher PP Birim Kök Testi Sonuçları**

	Değişkenler	Fisher ADF İstatistik	Olasılık değeri	Fisher PP İstatistik	Olasılık değeri
<b>Sabit</b>	Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla	59.0086	0.3661	47.1006	0.7956
	Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi	40.9281	0.9348	84.0571	0.0090*
	D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla)	167.078	0.0000*	163.985	0.0000*
	D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi)	196.809	0.0000*	269.927	0.0000*
	İşgücü	63.2986	0.2345	92.1070	0.0017*
	Sabit Sermaye Oluşumu	105.375	0.0001*	49.3929	0.7214
	D(İşgücü)	158.611	0.0000*	149.727	0.0000*
	D(Sabit Sermaye Oluşumu)	148.256	0.0000*	126.186	0.0000*
<b>Sabit ve Trend</b>	Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla	69.9999	0.0988	58.6029	0.3802
	Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi	94.2234	0.0011*	113.738	0.0000*
	D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla)	227.458	0.0000*	228.176	0.0000*
	D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi)	165.730	0.0000*	242.802	0.0000*

**Tablo 6:** Fisher ADF ve Fisher PP Birim Kök Testi Sonuçları (Devamı)

Sabit ve Trend	Değişkenler	Fisher ADF İstatistik	Olasılık değeri	Fisher PP İstatistik	Olasılık değeri
	İşgücü	84.3787	0.0084*	97.1438	0.0005*
	Sabit Sermaye Oluşumu	70.6846	0.0895	43.4901	0.8887
	D(İşgücü)	124.882	0.0000*	154.711	0.0000*
	D(Sabit Sermaye Oluşumu)	186.695	0.0000*	172.744	0.0000*
Sabitsiz Trendsiz	Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla	17.8544	1.0000	21.8986	1.0000
	Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi	3.08770	1.0000	1.05497	1.0000
	D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla)	254.541	0.0000*	245.300	0.0000*
	D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi)	228.872	0.0000*	230.222	0.0000*
	İşgücü	39.8559	0.9493	37.1321	0.9756
	Sabit Sermaye Oluşumu	34.4078	0.9898	38.7097	0.9621
	D(İşgücü)	151.011	0.0000*	163.576	0.0000*
	D(Sabit Sermaye Oluşumu)	251.918	0.0000*	230.222	0.0000*

\*Olasılık değeri %5 altındaki değerleri gösterir.

Fisher ADF ve Fisher PP sonuçlarına ait sonuçlar Tablo 6'da gösterilmiştir. Fisher ADF sonucuna göre reel gayri safi yurt içi hasıla serisi hem sabitli hem sabitli trendli hem sabitsiz trendsiz sınamada düzeyde olasılık değeri  $> 0.05$  olduğundan durağan değildir. Yenilenebilir enerji birincil üretimi ve işgücü serisi düzeyde sabitli ve sabitsiz trendsiz sınamada olasılık değeri  $> 0.05$  olduğundan birim kök içermektedir. Fakat sabitli ve trendli sınama için bu durum tam tersidir. Sabit sermaye oluşumu serisi ise %5 anlamlılık seviyesine göre düzeyde sadece sabitli sınamada durağan bulunmuştur. Birinci dereceden fark alındığında tüm sınamalarda tüm seriler durağan bulunmuştur. Seriler  $I(1)$ 'dir. Bunun sonucunda Fisher ADF testinin tüm sınamaları kapsayan sonuçları dahilinde bütün seriler aynı dereceden yani birinci dereceden durağan bulunmuşlardır. Bu eşbütünleşme testi için gerekli olan şartın sağlandığı anlamına gelmektedir.

Fisher PP sonuçlarına geldiğimizde reel gayri safi yurt içi hasıla ve sabit sermaye oluşumu serisi her üç sınama için  $I(0)$ 'da olasılık değeri  $> 0.05$  olduğundan durağan değildir. Yenilenebilir enerji birincil üretimi ve işgücü serileri için  $I(0)$ 'da sabitsiz ve trendsiz sınamada olasılık değeri  $> 0.05$  nedeniyle birim kök içermektedir. Sabit ve sabit trend içeren sınamada yenilenebilir enerji birincil üretimi ve işgücü

serileri olasılık değeri  $< 0.05$  olduğundan birim kök yoktur. Son olarak tüm seriler birinci dereceden farkları alındığında durağan hale gelmişlerdir. Fisher PP test istatistik sonuçlarına göre seriler  $I(1)$ 'dir ve eşbütünleşme için gerekli şart sağlanmıştır.

### 3.5.3. Eşbütünleşme

Serilerin analize katılabilmesi için durağan olması gerekliliği güvenilirlik ve sapmasız sonuçlar açısından önemli rol oynamaktadır. Durağanlığı sağlamak amacıyla yapılan fark alma işlemi veri ve bilgi kaybına neden olmaktadır. Eşbütünleşme serilerin düzey birleşimlerinin durağanlığını incelerken aynı zamanda olumlu sonuç halinde uzun dönem dengenin araştırılması ve yorumlamasını sağlamaktadır. Seriler eşbütünleşik ise paneldeki her bir değişken herhangi bir şok değil stokastik trend etkisindedir (Tarı ve Yıldırım, 2009:100). Johansen eşbütünleşme temelini aynı dereceden durağan olan serilerin bulunduğu modelde yer alan her değişken için bu değişkenlerin düzey ve gecikmeli değerlerini barındıran VAR'a dayamıştır. (3.4)'te değinilecek olan denklem sisteminde katsayılar matrisi  $\Pi$ 'dir ve rankı varolan eşbütünleşme ilişkisini vermektedir. Rankın sıfıra eşitliği eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını söylemektedir. Rank bire eşit ise değişkenler arasında bir, daha büyükse birden fazla eşbütünleşme ilişkisi söz konusudur. Maksimum özdeğer ve iz testi istatistikleri eşbütünleşme ilişkilerinin varlığını sınamaktadır. Sıfır hipotez rankın  $r$ 'ye eşitliği veya  $r$ 'den küçüklüğü şeklinde kurulur. İstatistiklerin kritik değere kıyasla fazla olması durumunda sıfır hipotezi kabul edilmemekte ve eşbütünleşme ilişkisinin varlığı doğrulanmaktadır. Değişkenler arası uzun dönem için denge bulunsada kısa dönemde sorunlar çıkabilmektedir. Bunun sonucunda kısa dönem ilişkiye dair analiz VECM aracılığıyla yapılmaktadır (Tarı ve Yıldırım, 2009:100-101).

$$\Delta X_t = \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta X_{t-k} + \Pi \Delta X_{t-k} + \varepsilon_t \quad (3.4)$$

$$\Gamma_1 = -1 + \Pi_1 + \dots + \Pi_i \quad i = 1, \dots, k$$

ARDL yöntemi yerine Johansen'a yönelimin nedeni paneli oluşturan ülkelerin ortak özelliklere, benzer yapılarla sahip olmaları ve geniş kapsamlı gözlem setinin söz konusu olmasıdır. Johansen VAR'a dair uygun gecikmelerin bulunabilmesi amacıyla üç model içinde Akaike, Schwarz, Hannan-Quinn bilgi kriteri ile nihai tahmini hata, LR test istatistiği kullanılmıştır. En düşük değer Akaike bilgi kriteri tarafından verilmektedir. Yıllık verilere dayalı olması maksimum gecikme uzunluğunu dört olarak belirleme nedenidir. Model 1-3'e ait bilgi kriterleri sırasıyla Tablo 7-9'da gösterilmiştir.

**Tablo 7 :** Model 1 İçin Uygun Gecikmeye Dair Kriterler (Denklem 3.1)

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-577.0574	NA	1.262375	5.908749	5.942199	5.922291
1	548.6979	2217.049	1.35e-05	-5.537734	-5.437383	-5.497107
2	566.6750	35.03691	1.17e-05	-5.680357	-5.513106*	-5.612646
3	572.5255	11.28327	1.15e-05	-5.699240	-5.465089	-5.604445
4	585.0983	<b>23.99081*</b>	<b>1.05e-05*</b>	<b>-5.786717*</b>	-5.485666	<b>-5.664837*</b>

\*Bilgi kriterinin seçtiği gecikme uzunluğudur.

**Tablo 8 :** Model 2 İçin Uygun Gecikmeye Dair Kriterler (Denklem 3.2)

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-733.1945	NA	0.021729	7.522393	7.589293	7.549477
1	1410.527	4178.070	8.09e-12	-14.18905	-13.85455	-14.05363
2	1473.051	119.3058	5.03e-12	-14.66379	-14.06168*	-14.42003*
3	1493.524	38.23082	4.81e-12	-14.70943	-13.83973	-14.35734
4	1514.862	<b>38.97356*</b>	<b>4.56e-12*</b>	<b>-14.76390*</b>	-13.62659	-14.30346

\*Bilgi kriterinin seçtiği gecikme uzunluğudur.

**Tablo 9 : Model 3 İçin Uygun Gecikmeye Dair Kriterler (Denklem 3.3)**

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-733.1945	NA	0.021729	7.522393	7.589293	7.549477
1	1410.527	4178.070	8.09e-12	-14.18905	-13.85455	-14.05363
2	1473.051	119.3058	5.03e-12	-14.66379	-14.06168*	-14.42003*
3	1493.524	38.23082	4.81e-12	-14.70943	-13.83973	-14.35734
4	1514.862	<b>38.97356*</b>	<b>4.56e-12*</b>	<b>-14.76390*</b>	-13.62659	-14.30346

\*Bilgi kriterinin seçtiği gecikme uzunluğudur.

Her üç model içinde uygun gecikme uzunluğu özellikle Akaike bilgi kriterine bağlı olarak 4 seçilmiştir. Oluşturulan VAR(4) modelleri gösterimi Model 1, Model 2 ve Model 3 için (3.5), (3.6) ve (3.7)' de bağımlı değişkene bağlı şekliyle verilmiştir.

$$\text{Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla}_{it} = \alpha_{10} + \sum_{i=4}^4 \beta_{1i} \text{Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla}_{t-1} + \sum_{i=4}^4 \beta_{2i} \text{Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi}_{t-1} + \varepsilon_{it} \quad (3.5)$$

$$\text{Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla}_{it} = \alpha_{10} + \sum_{i=4}^4 \beta_{1i} \text{Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla}_{t-1} + \sum_{i=4}^4 \beta_{2i} \text{Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi}_{t-1} + \sum_{i=4}^4 \beta_{3i} \text{İşgücü}_{t-1} + \sum_{i=4}^4 \beta_{4i} \text{Sabit Sermaye Oluşumu}_{t-1} + \varepsilon_{it} \quad (3.6)$$

$$\text{İşgücü}_{it} = \alpha_{10} + \sum_{i=4}^4 \beta_{1i} \text{İşgücü}_{t-1} + \sum_{i=4}^4 \beta_{2i} \text{Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla}_{t-1} + \sum_{i=4}^4 \beta_{3i} \text{Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi}_{t-1} + \sum_{i=4}^4 \beta_{4i} \text{Sabit Sermaye Oluşumu}_{t-1} + \varepsilon_{it} \quad (3.7)$$

Ayrı ayrı her model için Akaike bilgi kriterine göre gecikme uzunluğu 4 seçilmiştir. Her bir model için VAR(4) sonuçları Tablo 10-12'de verilmiştir. Köşeli parantezler t istatistiklerini, normal parantezler ise standart hata değerlerini göstermektedir.

**Tablo 10 : Model 1 İçin VAR(4) Sonucu**

	<b>Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla</b>	<b>Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi</b>
<b>Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-1)</b>	1.368521*	-0.564379*
<b>Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-2)</b>	-0.509244*	1.333659*
<b>Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-3)</b>	0.370065*	-0.908792*
<b>Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-4)</b>	-0.235582*	0.146479
<b>Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-1)</b>	-0.020945	0.959471*
<b>Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-2)</b>	0.016771	0.003772
<b>Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-3)</b>	0.005825	0.049237
<b>Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-4)</b>	-0.003298	-0.044153
<b>C</b>	0.090813*	0.237758
<b>R<sup>2</sup> Değeri</b>	0.998534	0.995150
<b>Düzeltilmiş R<sup>2</sup> Değeri</b>	0.998472	0.994943
<b>F-İstatistik Değeri</b>	15925.72	4796.581
<b>Log Olabilirlik</b>	450.7621	133.4455
<b>Akaïke AIC</b>	-4.507777	-1.269852
<b>Schwarz SC</b>	-4.357251	-1.119326

\*%5 olasılık düzeyine göre anlamlı olanları göstermektedir.

İlk modele dair VAR(4) sonuçları Tablo 10'da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre %5 anlamlılık seviyesinde anlamlı katkıya sahip olanlar ‘\*’ ile gösterilmiştir. İlgilenilen reel gayri safi yurt içi hasıla üzerine etki olduğu için ilk kısım yorumlanmıştır. Buna göre reel gayri safi yurt içi hasılanın bir dönem gecikmesinin reel gayri safi yurt içi hasıla üzerinde pozitif ve anlamlı, iki dönem gecikmesinin negatif ve anlamlı, üç dönem gecikmesinin pozitif ve anlamlı, dört dönem gecikmesinin ise negatif ve anlamlı etkisi vardır. Yenilenebilir enerji birincil üretimi değişkeninin herhangi bir dönemdeki gecikmesinin reel gayri safi yurt içi hasıla üzerine anlamlı bir etkisi yoktur. Sabit terim incelendiğinde ise pozitif ve anlamlı bir etki söz konusudur.

**Tablo 11 : Model 2 İçin VAR(4) Sonucu**

	Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla	Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi	İşgücü	Sabit Sermaye Oluşumu
Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-1)	1.210104*	-0.533689	-0.013865	1.558136*
Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-2)	-0.465883*	1.182998*	0.076919	-1.502861*
Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-3)	0.454402*	-0.609593	-0.118099*	0.882630*
Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-4)	-0.198507*	-0.166692	0.056852	-0.888079*
Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-1)	-0.021991	0.750621*	0.001298	-0.150725*
Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-2)	0.027508	0.033945	0.000925	0.141247*
Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-3)	0.003865	0.039196	-0.000555	0.012382
Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-4)	-0.010020	0.064561	-0.003854	-0.014320
İşgücü (-1)	-0.094102	-0.751637	1.334955*	0.561395
İşgücü (-2)	0.059333	-0.595736	-0.305715*	-0.591381
İşgücü (-3)	-0.061792	1.119217	-0.026067	-0.622992
İşgücü (-4)	0.104278	0.148074	-0.004356	0.671816
Sabit Sermaye Oluşumu (-1)	0.068322*	0.102719	0.026820*	0.937152*
Sabit Sermaye Oluşumu (-2)	-0.032873	-0.024269	-0.031832*	-0.184165
Sabit Sermaye Oluşumu (-3)	-0.015852	-0.009076	0.022838	0.108372
Sabit Sermaye Oluşumu (-4)	-0.029384	0.106079	-0.015325	0.127478
C	0.144480*	-0.826092*	-0.042708*	-0.430395*
R <sup>2</sup> Değeri	0.998600	0.996265	0.999953	0.997360
Düzeltilmiş R <sup>2</sup> Değeri	0.998475	0.995931	0.999948	0.997124
F-İstatistik Değeri	7982.383	2984.208	235594.9	4226.192
Log Olabilirlik	455.2804	159.0413	633.2628	215.0581
Akaike AIC	-4.472249	-1.449401	-6.288396	-2.021002
Schwarz SC	-4.187923	-1.165074	-6.004070	-1.736675

\*%5 olasılık düzeyine göre anlamlı olanları göstermektedir.

İkinci modele dair VAR(4) sonuçları Tablo 11’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre ikinci modelde ilgilenilen reel gayri safi yurt içi hasıla üzerine katkı olduğundan bu kısım dikkate alınarak reel gayri safi yurt içi hasılanın bir dönem gecikmesinin reel gayri safi yurt içi hasıla üzerine pozitif ve anlamlı, iki dönem gecikmesinin negatif ve anlamlı, üç dönem gecikmesinin pozitif ve anlamlı, dört dönem

gecikmelisinin negatif ve anlamlı etkisi vardır. Diğer değişkenlerden sadece sabit sermaye oluşumunun bir dönem gecikmelisinin reel gayri safi yurt içi hasıla üzerinde pozitif ve anlamlı etkisi mevcuttur. Sabit terim ise pozitif ve anlamlı etkiye sahiptir.

**Tablo 12 : Model 3 İçin VAR(4) Sonucu**

	İşgücü	Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla	Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi	Sabit Sermaye Oluşumu
İşgücü (-1)	1.334955*	-0.094102	-0.751637	0.561395
İşgücü (-2)	-0.305715*	0.059333	-0.595736	-0.591381
İşgücü (-3)	-0.026067	-0.061792	1.119218	-0.622992
İşgücü (-4)	-0.004356	0.104278	0.148074	0.671816
Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-1)	-0.013865	1.210104*	-0.533689	1.558136*
Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-2)	0.076919	-0.465883*	1.182998*	-1.502861*
Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-3)	-0.118099*	0.454402*	-0.609593	0.882630*
Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-4)	0.056852	-0.198507*	-0.166692	-0.888079*
Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-1)	0.001298	-0.021991	0.750621*	-0.150725*
Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-2)	0.000925	0.027508	0.033945	0.141247*
Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-3)	-0.000555	0.003865	0.039196	0.012382
Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-4)	-0.003854	-0.010020	0.064561	-0.014320
Sabit Sermaye Oluşumu (-1)	0.026820*	0.068322*	0.102719	0.937152*
Sabit Sermaye Oluşumu (-2)	-0.031832*	-0.032873	-0.024269	-0.184165
Sabit Sermaye Oluşumu (-3)	0.022838	-0.015852	-0.009076	0.108372
Sabit Sermaye Oluşumu (-4)	-0.015325	-0.029384	0.106079	0.127478
C	-0.042708*	0.144480*	-0.826092*	-0.430395*
R <sup>2</sup> Değeri	0.999953	0.998600	0.996265	0.997360
Düzeltilmiş R <sup>2</sup> Değeri	0.999948	0.998475	0.995931	0.997124
F-İstatistik Değeri	235594.9	7982.383	2984.208	4226.192
Log Olabilirlik	633.2628	455.2804	159.0413	215.0581
Akaike AIC	-6.288396	-4.472249	-1.449401	-2.021002
Schwarz SC	-6.004070	-4.187923	-1.165074	-1.736675

\*%5 olasılık düzeyine göre anlamlı olanları göstermektedir.



Tablo 12’de Model 3’e dair VAR(4) sonuçları verilmiştir. Model 3 işgücü değişkeni üzerine etkiyi incelediğinden ilgilenilen ilk kısım olacaktır. Sonuçlara göre işgücü değişkeninin bir dönem gecikmesinin işgücü üzerinde pozitif ve anlamlı, iki dönem gecikmesinin negatif ve anlamlı etkisi vardır. Reel gayri safi yurt içi hasıla değişkeninin üç dönem gecikmesinin işgücü üzerinde negatif ve anlamlı etkisi mevcuttur. Sabit sermaye oluşumu değişkeninin bir dönem gecikmesinin işgücü üzerinde pozitif ve anlamlı, iki dönem gecikmesinin negatif ve anlamlı etkisi vardır. Sabit terim ise negatif ve anlamlı bir katkı sağlamaktadır.

VAR(4) modelleri tahmin edildikten Johansen eşbütünlüşme analizine geçilmiştir. Sıfır hipotez ‘‘ $H_0$  : Seriler arasında eşbütünlüşme ilişkisi yoktur.’’, alternatif hipotez ise ‘‘ $H_1$  : Seriler arasında eşbütünlüşme ilişkisi vardır.’’ şeklinde kurulmaktadır. Johansen eşbütünlüşme doğrusal, deterministik ve kuadratik trende izin verip vermemesi veya hiçbir deterministik trend bulunmaması şeklinde, ayrıca sabit içerip içermemesinde kapsayan birçok tahmin varsayımı sunmaktadır. Akaike bilgi kriterine göre uygun varsayımı seçebilmek için var olan beş varsayımın özetleri Eviews 8 programı ile tahminlenmiş ve en optimal değeri veren, her üç model için deterministik trendi yok sayan sabitli varsayım uygun çıkmıştır. Model 1-3’ün Johansen eşbütünlüşme sonuçları hem özdeğer hem iz testi ile Tablo 13-15’te verilmiştir.

**Tablo 13 :** Model 1 İçin Johansen Eşbütünlüşme Analiz Sonuçları

Eşbütünlüşme Sayısına Dair Hipotezler	Eşbütünlüşme Sayısına Dair Hipotezler	Maksimum Özdeğer İstatistik Değeri	Kritik Değer	Olasılık Değeri
$H_0 : r = 0$	$H_1 : r \geq 1$	18.21813	15.89210	0.0212
$H_0 : r = 1$	$H_1 : r \geq 2$	6.524420	9.164546	0.1539
Maksimum özdeğer testi, 0,05 düzeyinde 1 eşbütünlüşik denklem içerir.				
Eşbütünlüşme Sayısına Dair Hipotezler	Eşbütünlüşme Sayısına Dair Hipotezler	İz İstatistik Değeri	Kritik Değer	Olasılık Değeri
$H_0 : r = 0$	$H_1 : r = 1$	24.74255	20.26184	0.0112
$H_0 : r \leq 1$	$H_1 : r = 2$	6.524420	9.164546	0.1539
İz testi, 0,05 düzeyinde 1 eşbütünlüşik denklem içerir.				

Model 1’de yenilenebilir enerji birincil üretiminin yani yenilenebilir enerji birincil üretiminin reel gayri safi yurt içi hasıla üzerindeki etkisi incelenmektedir. Johansen eşbütünleşme özdeğer testi ve iz testinde  $H_0: r=0$  hipotezi yani değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olmadığını söyleyen hipotez özdeğer test istatistiği (18.21813) kritik değeri (15.89210) geçtiği, iz istatistik değeri (24.74255) kritik değeri (20.26184) için veya olasılık değeri ile incelersek %5 anlamlılık seviyesinden düşük olduğundan reddedilmektedir. Her iki test sonucunda ikinci hipotez ise  $6.524420 < 9.164546$  veya  $6.524420 < 9.164546$  ve olasılık değeri açısından %5 anlamlılık seviyesinden yüksek olduğundan  $H_0$  reddedilemez. **Karar için hem özdeğer hem iz testinin ortak sonucuna ihtiyaç duyulmaktadır.** Testlerin ortak sonucunda reel gayri safi yurt içi hasıla ve yenilenebilir enerji birincil üretimi değişkenleri arasında bir eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur. **Farklı bir ifadeyle seriler arasında bir eşbütünleşik vektör bulunmaktadır.** Reel gayri safi yurt içi hasıla ve yenilenebilir enerji birincil üretimi arasında uzun dönemli bir ilişki mevcuttur. Bento ve Moutinho’nun 2016 yılındaki çalışmasında ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretimi arasında ARDL sınır testi ile uzun dönem ilişkisi rastlanmıştır.

**Tablo 14 :** Model 2 ve Model 3 İçin Johansen Eşbütünleşme Analiz Sonuçları

Eşbütünleşme Sayısına Dair Hipotezler	Eşbütünleşme Sayısına Dair Hipotezler	Maksimum Özdeğer İstatistik Değeri	Kritik Değer	Olasılık Değeri
$H_0 : r = 0$	$H_1 : r \geq 1$	54.81509	28.58808	0.0000
$H_0 : r = 1$	$H_1 : r \geq 2$	22.59948	22.29962	0.0454
$H_0 : r = 2$	$H_1 : r \geq 3$	6.792214	15.89210	0.6948
$H_0 : r = 3$	$H_1 : r \geq 4$	0.250645	9.164546	0.9998
Maksimum özdeğer testi, 0,05 düzeyinde 2 eşbütünleşik denklem içerir.				
Eşbütünleşme Sayısına Dair Hipotezler	Eşbütünleşme Sayısına Dair Hipotezler	İz İstatistik Değeri	Kritik Değer	Olasılık Değeri
$H_0 : r = 0$	$H_1 : r = 1$	84.45743	54.07904	0.0000
$H_0 : r \leq 1$	$H_1 : r = 2$	29.64234	35.19275	0.1754
$H_0 : r \leq 2$	$H_1 : r = 3$	7.042859	20.26184	0.8945
$H_0 : r \leq 3$	$H_1 : r = 4$	0.250645	9.164546	0.9998
İz testi, 0,05 düzeyinde 1 eşbütünleşik denklem içerir.				

Model 2 ve 3 farklı bağımlı değişkene fakat aynı serilere sahip olduklarından her iki modele ait olan Johansen eşbütünleşme sonuçları aynıdır. İki modelin eş Johansen eşbütünleşme özdeğer ve iz testi sonuçları Tablo 14’te verilmiştir. İz test istatistiği veya özdeğer test istatistiği %5 anlamlılık seviyesindeki kritik tablo değerinden büyük ise  $H_0$  hipotezleri reddedilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde hem iz hem özdeğer testi eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını varsayan  $H_0$  hipotezini reddetmektedir. Özdeğer testi seriler arası iki eşbütünleşme ilişkisi bulurken iz testi bir eşbütünleşme ilişkisi bulmuştur. Bu gibi durumlarda iz test istatistiği en küçük özdeğerleri bile göz önüne alarak olduğundan iz test istatistiğine önem vermek doğru olacaktır (Kasa, 1992; Serletis ve King, 1997). Johansen ve Juselius bu iki test sonucunda herhangi bir çelişkide iz testinin kullanılması gerektiğini savunmuştur. **Bu durumda reel gayri safi yurt içi hasıla, yenilenebilir enerji birincil üretimi, sabit sermaye oluşumu, işgücü serileri arasında bir eşbütünleşme ilişkisi mevcuttur.** Diğer bir ifadeyle seriler arasında bir eşbütünleşik vektör bulunmaktadır.

Eşbütünleşme ilişkisinin boyutlarını incelemek için elde edilen normalize edilmiş vektöre bakılmalıdır. Model 1-3’e bağlı normalize edilmiş vektörler Tablo 15’te gösterilmiştir. Parantez içerisinde gösterilen değerler standart hatalardır ve her model için kurulan vektörler bağımlı değişkenlerine göre elde edilmişlerdir.

**Tablo 15 :** Tüm Modeller İçin Normalize Edilmiş Eşbütünleşme Vektörü

Model 1’e Bağlı Normalize Edilmiş Vektör				
Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla	Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi	C		
1.000000	0.664265 (0.31500)	-18.27666 (2.84174)		
Model 2’ye Bağlı Normalize Edilmiş Vektör				
Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla	Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi	İşgücü	Sabit Sermaye Oluşumu	C
1.000000	0.521498 (0.35942)	-1.702664 (0.58835)	1.493260 (0.53318)	-28.03431 (6.30754)
Model 3’e Bağlı Normalize Edilmiş Vektör				
İşgücü	Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla	Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi	Sabit Sermaye Oluşumu	C
1.000000	-0.587315 (0.31928)	-0.306284 (0.22008)	-0.877014 (0.22609)	16.46497 (3.61093)

Model 1 normalize edilmiş eşbütünleşme vektörüne göre yenilenebilir birincil enerji üretimi %1 artış gösterdiğinde reel gayri safi yurt içi hasıla %0.66 artmaktadır. Model 2 normalize edilmiş eşbütünleşme vektöre göre ise yenilenebilir enerji birincil üretimindeki %1'lik artış reel gayri safi yurt içi hasılayı %0.52, sabit sermaye oluşumundaki %1'lik artış reel gayri safi yurt içi hasılayı %1.49 arttırmaktadır. İşgücündeki %1'lik artış ise reel gayri safi yurt içi hasılayı %1.70 azaltmaktadır. Model 3'e bağlı olan vektör ise reel gayri safi yurt içi hasıladaki %1'lik artışın işgücünü %0.58, yenilenebilir enerji birincil üretimindeki %1'lik artışın işgücünü %0.30 ve sabit sermaye oluşumundaki %1'lik artışın işgücünü %0.87 düşürdüğünün göstermektedir. Literatürdeki birçok çalışma ilk iki modeli desteklemektedir. Üçüncü model ise FMOLS sonucunda tekrar gözden geçirilip yorumlanacaktır.

### 3.5.4. Hata Düzeltme Modelleri

Eşbütünleşme analizi sonuçlarına göre seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur. Fakat uzun dönemde ilişki içerisinde olan seriler arasında kısa dönemde dengesizlikler görülebilmektedir. Hata teriminin gecikmelisine dair olan katsayı uyarlama katsayısı olarak adlandırılır. 0 ile -1 arasında olması VECM çalışma şartıdır. Uyarlama katsayısının istatistiki olarak anlamlı çıkması kısa dönemde etkiden bahsedebilmek için gereklidir. Model 1-3'ün VECM sonuçları Tablo 16-18'de verilmiştir.

**Tablo 16 :** Model 1 Hata Düzeltme Modeli Sonucu

Hata Düzeltme	D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla)	D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi)
CointEq1	-0.007159*	-0.001032
D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-1))	0.641259*	-0.399532**
D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-2))	-0.218135*	0.596447*
D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-3))	0.179879*	-0.374138*
D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-4))	-0.026830	0.110179
D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-1))	-0.021121**	0.118878*
D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-2))	-0.002806	0.061212
D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-3))	-0.000242	0.043765

**Tablo 16 : Model 1 Hata Düzeltme Modeli Sonucu (Devamı)**

	<b>D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla)</b>	<b>D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi)</b>
<b>D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-4))</b>	0.013777	0.182481*
<b>C</b>	0.007488*	0.020395*
<b>R<sup>2</sup> Değeri</b>	0.449876	0.264205
<b>Düzeltilmiş R<sup>2</sup> Değeri</b>	0.418540	0.222293
<b>F İstatistik Değeri</b>	14.35643	6.303760
<b>Log olabilirlik</b>	402.1172	203.5459
<b>Akaike AIC</b>	-4.668062	-2.304118
<b>Schwarz SC</b>	-4.482112	-2.118168

\* %5 olasılık düzeyine göre, \*\* ise %10'a göre anlamlılığı göstermektedir.

Model 1 hata düzeltme sonuçlarına göre hata teriminin bir dönem gecikmelisine ait katsayı 0 ile -1 arasında ve anlamlı bulunmuştur. Bunun sonucunda yenilenebilir enerji birincil üretiminden kaynaklı reel gayri safi yurt içi hasılda meydana gelecek herhangi bir şok sonucunda oluşan dengesizlik bir yıl içerisinde %0.70'i ortadan kalkacak yada eski haline dönecektir. Bu şekilde uzun dönem dengesine ulaşılacaktır. Model 1 için uyarılama hızının yavaş olduğu söylenebilmektedir. Sonuç olarak yenilenebilir birincil enerji üretiminin kısa dönemde reel gayri safi yurt içi hasıla üzerine etkisi söz konusudur.

**Tablo 17 : Model 2 Hata Düzeltme Modeli Sonucu**

<b>Hata Düzeltme</b>	<b>D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla)</b>	<b>D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi)</b>	<b>D(İşgücü)</b>	<b>D(Sabit Sermaye Oluşumu)</b>
<b>CointEq1</b>	-0.003858**	-0.002813	0.001826**	0.029675*
<b>D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-1))</b>	0.506484*	-0.407233	-0.044521	2.619370*
<b>D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-2))</b>	-0.259568*	0.380406	0.051671	-0.023919
<b>D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-3))</b>	0.030174	-0.268636	-0.036210	0.971608*
<b>D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-4))</b>	0.192960*	0.160204	0.049445	0.344783
<b>D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-1))</b>	-0.026612*	0.102649*	0.006088	-0.129203*

**Tablo 17 : Model 2 Hata Düzeltme Modeli Sonucu (Devamı)**

	<b>D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla)</b>	<b>D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi)</b>	<b>D(İşgücü)</b>	<b>D(Sabit Sermaye Oluşumu)</b>
<b>D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-2))</b>	0.003849	0.053567	0.005491	0.035709
<b>D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-3))</b>	0.002635	0.050627	0.006714	-0.015738
<b>D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-4))</b>	0.027073*	0.165531*	0.011641*	0.046639
<b>D(İşgücü (-1))</b>	0.230770	0.349877	0.316221*	1.213570**
<b>D(İşgücü (-2))</b>	-0.211334	-0.683304	0.083952	0.330503
<b>D(İşgücü (-3))</b>	-0.177508	0.238900	0.038005	0.312008
<b>D(İşgücü (-4))</b>	-0.021175	0.755797	0.077134	-0.819146
<b>D(Sabit Sermaye Oluşumu (-1))</b>	0.065192*	0.014505	0.033303*	-0.101356
<b>D(Sabit Sermaye Oluşumu (-2))</b>	0.005447	0.105178	-0.001662	-0.487853*
<b>D(Sabit Sermaye Oluşumu (-3))</b>	0.066380*	-0.035182	0.002521	-0.226877*
<b>D(Sabit Sermaye Oluşumu (-4))</b>	-0.082836*	9.09E-05	-0.007868	-0.339572*
<b>C</b>	0.007841*	0.022161**	-0.000344	-0.047280*
<b>R<sup>2</sup> Değeri</b>	0.530875	0.286134	0.496547	0.485930
<b>Düzeltilmiş R<sup>2</sup> Değeri</b>	0.477708	0.205229	0.439489	0.427668
<b>F-İstatistik Değeri</b>	9.984973	3.536670	8.702503	8.340523
<b>Log Olabilirlik</b>	415.4964	206.0874	547.1157	207.7691
<b>Akaike AIC</b>	-4.732100	-2.239135	-6.298997	-2.259156
<b>Schwarz SC</b>	-4.397389	-1.904425	-5.964287	-1.924446

\* %5 olasılık düzeyine göre, \*\* ise %10'a göre anlamlılığı göstermektedir.

Model 2 hata düzeltme modeli sonuçları Tablo 17'de verilmiştir. İlgilenilen kısım reel gayri safi yurt içi hasıla üzerindeki kısa dönem etki olduğundan ilk kısım yorumlanacaktır.  $ECT_{t-1}$  yani hata terimi bir dönem gecikmeli değer 0 ile -1 arasında ve %10'a göre anlamlı bulunmuştur. Bu durumda şartlar sağlanmış ve kısa dönem bir etkiden bahsetmek mümkün olacaktır. Bir yıl içerisinde bağımsız değişkenlerde meydana gelecek herhangi bir şokun neden olduğu dengesizliğin %0.38'i yıl

içerisinde ortadan kalkacak veya eski haline dönecektir. Bu şekilde uzun dönemde denge yavaş yavaş sağlanacaktır. Uyarılama hızının yavaş olduğu söylenebilmektedir. VECM sonucunda bağımsız değişkenlerin kısa dönemde reel gayri safi yurt içi hasıla üzerine etkisinden bahsedilebilmektedir.

**Tablo 18 : Model 3 Hata Düzeltme Modeli Sonucu**

Hata Düzeltme	D(İşgücü)	D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla)	D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi)	D(Sabit Sermaye Oluşumu)
CointEq1	-0.001579**	0.003336**	0.002432	-0.025657*
D(İşgücü (-1))	0.316221*	0.230770	0.349877	1.213570**
D(İşgücü (-2))	0.083952	-0.211334	-0.683304	0.330503
D(İşgücü (-3))	0.038005	-0.177508	0.238900	0.312008
D(İşgücü (-4))	0.077134	-0.021175	0.755797	-0.819146
D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-1))	-0.044521	0.506484*	-0.407233	2.619370*
D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-2))	0.051671	-0.259568*	0.380406	-0.023919
D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-3))	-0.036210	0.030174	-0.268636	0.971608*
D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (-4))	0.049445	0.192960*	0.160204	0.344783
D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-1))	0.006088	-0.026612*	0.102649*	-0.129203*
D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-2))	0.005491	0.003849	0.053567	0.035709
D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-3))	0.006714	0.002635	0.050627	-0.015738
D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi (-4))	0.011641*	0.027073*	0.165531*	0.046639
D(Sabit Sermaye Oluşumu (-1))	0.033303*	0.065192*	0.014505	-0.101356
D(Sabit Sermaye Oluşumu (-2))	-0.001662	0.005447	0.105178	-0.487853*
D(Sabit Sermaye Oluşumu (-3))	0.002521	0.066380*	-0.035182	-0.226877*
D(Sabit Sermaye Oluşumu (-4))	-0.007868	-0.082836*	9.09E-05	-0.339572*
C	-0.000344	0.007841*	0.022161**	-0.047280*
R <sup>2</sup> Değeri	0.496547	0.530875	0.286134	0.485930
Düzeltilmiş R <sup>2</sup> Değeri	0.439489	0.477708	0.205229	0.427668
F-İstatistik Değeri	8.702503	9.984973	3.536670	8.340523

**Tablo 18** : Model 3 Hata Düzeltme Modeli Sonucu (Devamı)

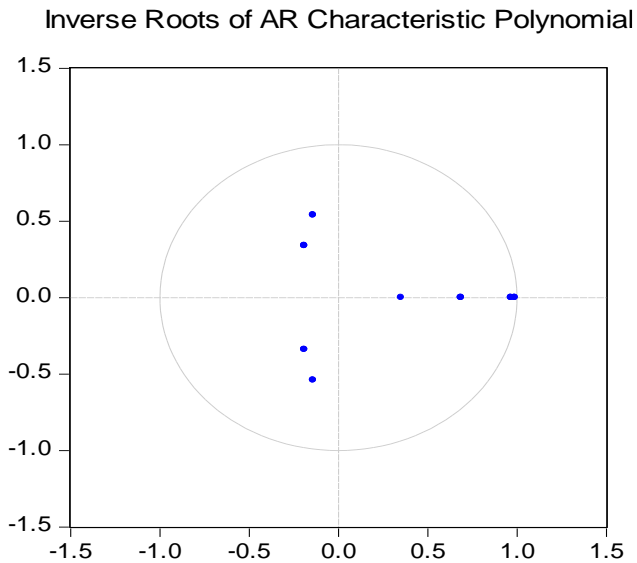
	D(İşgücü)	D(Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla)	D(Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi)	D(Sabit Sermaye Oluşumu)
Log Olabilirlik	547.1157	415.4964	206.0874	207.7691
Akaike AIC	-6.298997	-4.732100	-2.239135	-2.259156
Schwarz SC	-5.964287	-4.397389	-1.904425	-1.924446

\* %5 olasılık düzeyine göre, \*\* ise %10'a göre anlamlılığı göstermektedir.

Model 3 hata düzeltme modeli sonuçları Tablo 19'da verilmiştir. İşgücüne olan etki araştırıldığından ilk kısım yorumlanacaktır. Hata teriminin bir dönem gecikmelisi bağımlı değişkenden türetilmiştir. 0 ile -1 arasında %10'göre anlamlıdır. Yıl içerisinde bağımsız değişkenlerden kaynaklı herhangi bir şokun işgücü üzerinde yarattığı dengesizliğin %0.15'i yıl sonuna kadar düzeltilecek veya ortadan kalkacaktır. Uyarlanma hızının diğer iki modeldeki gibi yavaş olduğu söylenebilmektedir. VECM sonucunda bağımsız değişkenlerin işgücü üzerinde kısa dönem etkisi mevcuttur.

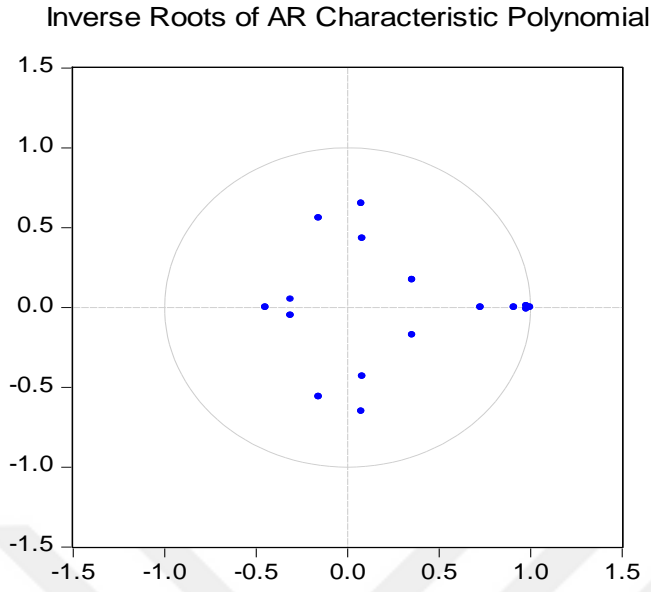
Bütün bu sonuçlar için model doğrulama şartları vardır. Bunlar VAR modelinin karakteristik ters köklerini bulmak, otokorelasyon sınaması ve değişen varyans testidir. İlk olarak her model için ters köklerin birim çember içerisinde yer alıp almadığına bakılacaktır. Sırasıyla her model için Şekil 20-22 'de VAR modelinin karakteristik kökleri gösterilmiştir.

**Şekil 20** : Model 1 İçin VAR(4) Karakteristik Ters Kökleri

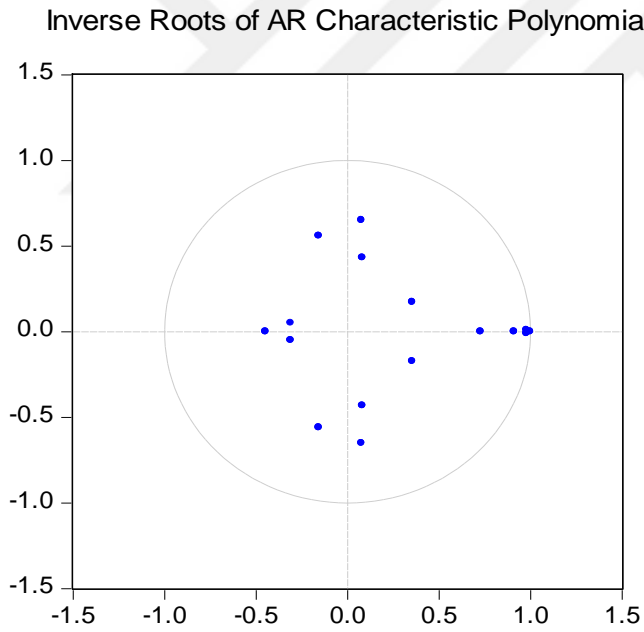




**Şekil 21** : Model 2 İçin VAR(4) Karakteristik Ters Kökleri



**Şekil 22** : Model 3 İçin VAR(4) Karakteristik Ters Kökleri



VAR(4) modelinin karakteristik ters kökleri incelendiğinde ne Model 1’de ne Model 2’de ne Model 3’te birim çember dışında hiçbir köke rastlanmamıştır. Bu test sonuçlarının durağan ve tutarlı olduğunu göstermektedir. Diğer bir doğrulama şartı otokorelasyon sınamasıdır. Bunun için LM testi kullanılmıştır. Sıfır hipotezi LM testi için otokorelasyon sorunu yoktur şeklinde kurulmaktadır ve olasılık değeri kritik anlamlılık seviyelerinden büyükse  $H_0$  reddedilememektedir. Her bir VAR modeline

ait LM sonuçları Tablo 19’da yer almaktadır. Sonuçlara göre her üç modelde 4. gecikmede %5 anlamlılık seviyesine göre olasılık değeri  $> 0.05$  olduğundan otokorelasyon içermemektedir.

**Tablo 19 : LM Otokorelasyon Test Sonuçları**

<b>Model 1 İçin Otokorelasyon LM Testi</b>		
<b>Gecikmeler</b>	<b>LM-İstatistiği</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
1	43.90791	0.0000
2	5.595388	0.2315
3	7.895258	0.0955
4	3.962586	0.4111
<b>Model 2 İçin Otokorelasyon LM Testi</b>		
<b>Gecikmeler</b>	<b>LM-İstatistiği</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
1	98.22489	0.0000
2	46.05639	0.0001
3	40.63873	0.0006
4	25.84826	0.0562
<b>Model 3 İçin Otokorelasyon LM Testi</b>		
<b>Gecikmeler</b>	<b>LM-İstatistiği</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
1	98.22489	0.0000
2	46.05639	0.0001
3	40.63873	0.0006
4	25.84826	0.0562

Son doğrulama şartı ise değişen varyans sınamasıdır. Bu amaçla White testi kullanılmıştır. Sıfır hipotezi  $H_0$  : sabit varyans, alternatif hipotez ise  $H_1$  : değişen varyans şeklinde kurulmuştur. Olasılık değeri  $> 0.05$  ise  $H_0$  reddedilememektedir. Modellere ait White testi sonuçları Tablo 20’de verilmiştir. Sonuçlara göre tüm VAR modellerinde değişen varyans sorununa rastlanmıştır. Değişen varyans sonucu VAR modellerinin standart hatalarında, varyanslarında sapma sorununa neden olabilmektedir. Bunun sonucunda uzun dönem ilişkisini değişen varyans sonucuna duyarlı kesitler için ayrı ayrı veya birlikte uzun dönem ilişkisini inceleyebilen Pedroni eşbütünleşme kullanılacaktır. Model 3 için Pedroni’de Grup ADF ve Panel ADF istatistikleri arasında tutarsızlık söz konusu olduğundan Kao eşbütünleşmede kullanılacaktır.

**Tablo 20 : White Değişen Varyans Test Sonuçları**

<b>Model 1 White Testi Sonuçları</b>			
	<b>Ki Kare İstatistiği</b>	<b>Serbestlik Derecesi</b>	<b>Olasılık değeri</b>
<b>No Cross Terms</b>	144.3247	48	0.0000
<b>With Cross Terms</b>	221.0494	132	0.0000
<b>Model 2 White Testi Sonuçları</b>			
	<b>Ki Kare İstatistiği</b>	<b>Serbestlik Derecesi</b>	<b>Olasılık değeri</b>
<b>No Cross Terms</b>	614.4220	320	0.0000
<b>With Cross Terms</b>	1574.854	1170	0.0000
<b>Model 3 White Testi Sonuçları</b>			
	<b>Ki Kare İstatistiği</b>	<b>Serbestlik Derecesi</b>	<b>Olasılık değeri</b>
<b>No Cross Terms</b>	614.4220	320	0.0000
<b>With Cross Terms</b>	1575.380	1190	0.0000

### 3.5.5. Pedroni Eşbütünlüşme

VAR modellerinde değişen varyans sorununa rastlandığından bu soruna dirençli olan Pedroni eşbütünlüşme analizi kullanılmıştır. Pedroni eşbütünlüşmede sıfır hipotez “ $H_0$  : Seriler arası eşbütünlüşme ilişkisi yoktur.” alternatif hipotez “ $H_1$  : Seriler arasında eşbütünlüşme ilişkisi vardır.” şeklinde kurulmaktadır. Grup içi veya gruplar arası kalıntı temelli yedi istatistiğin hangisini kullanması gerektiğine Monte Carlo simülasyonu ile karar veren Pedroni 20 veya daha az dönem içeren küçük örneklem için Panel ADF veya Grup ADF istatistiğinin diğerlerine göre daha tutarlı sonuç verdiğini görmüştür (Pedroni, 2004:597-625). Olasılık değerleri kritik anlamlılık düzeylerinden küçük ise  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir. Düzeltilmiş Dickey-Fuller artık varyansları kullanılmış, gecikme uzunlukları Akaike bilgi kriterine göre belirlenmiş ayrıca Barlett Kernel metodu ve Bandwith genişliği Newey-West yöntemi kullanılarak otomatik belirlenmiştir. Newey-West yöntemi kullanma nedeni değişen varyansa karşı duyarlı olmasıdır. Kurulan modellere ilişkin Pedroni eşbütünlüşme sonuçları Tablo 21- 23’te verilmiştir.

**Tablo 21** : Model 1 İçin Pedroni Eşbütünleşme Sonuçları

	İstatistik	Olasılık Değeri	Ağırlıklandırılan İstatistik	Olasılık Değeri
<b>Grup İçi İstatistikler</b>				
Panel v-İstatistiği	2.568982*	0.0051	0.865155	0.1935
Panel rho-İstatistiği	0.057730	0.5230	-0.705563	0.2402
Panel PP-İstatistiği	-0.968143	0.1665	-2.847468	0.0022
Panel ADF-İstatistiği	-3.953455*	0.0000	-4.820732	0.0000
<b>Gruplar Arası İstatistikler</b>				
Grup rho-İstatistiği	1.900476	0.9713		
Grup PP-İstatistiği	-2.268756*	0.0116		
Grup ADF-İstatistiği	-3.810423*	0.0001		

\* %5 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

Pedroni eşbütünleşme analizi sonuçlarına göre hem her kesite özgü hem kesitler arası artık temelli yedi test istatistiğinin dördü %5'e göre  $H_0$  hipotezini reddetmektedir. Diğer üçü ise %5 anlamlılık seviyesine göre  $H_0$  hipotezini reddedememektedir. Zaman boyutu 20'den az olan paneller için Panel ADF ve Grup ADF test istatistiğinin kullanılması gerektiğine daha önce değinilmiştir. Bu durumda kullanılan veri setinde  $T=11$  olduğundan ve hem Panel ADF hem Grup ADF test istatistiklerine göre eşbütünleşme ilişkisinin varlığı reddedilememektedir. Bu durumda uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur. Sonuçları destekler nitelikte Dinç ve Akdoğan'ın 2019 yılındaki çalışmasında yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur (Dinç ve Akdoğan, 2019:1-14).

**Tablo 22** : Model 2 İçin Pedroni Eşbütünleşme Sonuçları

	İstatistik	Olasılık Değeri	Ağırlıklandırılan İstatistik	Olasılık Değeri
<b>Grup İçi İstatistikler</b>				
Panel v-İstatistiği	-0.062550	0.5249	-1.017428	0.8455
Panel rho-İstatistiği	2.265415	0.9883	2.561022	0.9948
Panel PP-İstatistiği	-4.079439*	0.0000	-6.614308*	0.0000
Panel ADF-İstatistiği	-1.258882	0.1040	-3.692524*	0.0001

**Tablo 22** : Model 2 İçin Pedroni Eşbütünleşme Sonuçları (Devamı)

	İstatistik	Olasılık Değeri	Ağırlıklandırılan İstatistik	Olasılık Değeri
<b>Gruplar Arası İstatistikler</b>				
<b>Grup rho-İstatistiği</b>	5.320122	1.0000		
<b>Grup PP-İstatistiği</b>	-9.714092*	0.0000		
<b>Grup ADF-İstatistiği</b>	-4.566819*	0.0000		

\* %5 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

Model 2 için yapılan Pedroni eşbütünleşme sonuçları Tablo 22’de gösterilmektedir. Üç test istatistiği %5’e göre  $H_0$  hipotezini reddetmektedir yani eşbütünleşme ilişkisinin varlığı kabul edilmektedir. Diğer dört istatistik ise eşbütünleşme ilişkisini reddetmektedir. Grup ADF test istatistiği eşbütünleşme ilişkisini doğrularken, Panel ADF istatistiği eşbütünleşme ilişkisini yok saymaktadır. Tam anlamıyla uzun dönem ilişkisinin varlığını belirlemek için Kao eşbütünleşme analizi uygulanmıştır. Kao eşbütünleşme için gecikme uzunlukları Akaike bilgi kriterine göre belirlenmiş ayrıca Barlett Kernel metodu ve Bandwith genişliği Newey-West yöntemi kullanılarak otomatik belirlenmiştir. Kao eşbütünleşme analiz sonuçları Tablo 23’te verilmiştir.

**Tablo 23** : Model 2 İçin Kao Eşbütünleşme Analiz Sonuçları

<b>Model 2’ye Ait Kao Eşbütünleşme Analizi</b>		
	<b>t-İstatistik Değeri</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
<b>ADF</b>	-2.938091	0.0017
<b>Artık Varyans</b>	0.000745	
<b>HAC Varyans (Heteroskedasticity and autocorrelation-consistent (estimators))</b>	0.000894	

Kao eşbütünleşme sonuçlarına göre olasılık değeri  $< 0.05$  olduğundan eşbütünleşme ilişkisinin varlığını kabul etmeyen  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir. Buna göre seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığından söz edilebilmektedir. . Khobai’nin 2018 yılındaki çalışmasında yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi, emisyon, işgücü, sermaye ve ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur.

Son olarak Model 3'e ait Pedroni eşbütünlük test sonuçları Tablo 24'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre hem her kesite özgü hem kesitler arası artık temelli yedi test istatistiğinin dördü %5'e göre  $H_0$  hipotezini reddetmektedir. Diğer üçü ise %5 anlamlılık seviyesine göre  $H_0$  hipotezini reddedememektedir. Grup ADF ve Panel ADF test istatistiği sonuçları eşbütünlük ilişkisi yoktur varsayımını içeren  $H_0$  hipotezini reddetmektedir. Bu durumda üçüncü modeli oluşturan seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı söz konusudur.

**Tablo 24 :** Model 3 İçin Pedroni Eşbütünlük Sonuçları

	İstatistik	Olasılık Değeri	Ağırlıklandırılan İstatistik	Olasılık Değeri
<b>Grup İçi İstatistikler</b>				
<b>Panel v-İstatistiği</b>	0.361567	0.3588	0.022070	0.4912
<b>Panel rho-İstatistiği</b>	2.628763	0.9957	2.491411	0.9936
<b>Panel PP-İstatistiği</b>	-3.105778*	0.0009	-3.528986*	0.0002
<b>Panel ADF-İstatistiği</b>	-2.163613*	0.0152	-2.918780*	0.0018
<b>Gruplar Arası İstatistikler</b>				
<b>Grup rho-İstatistiği</b>	4.964967	1.0000		
<b>Grup PP-İstatistiği</b>	-6.454225*	0.0000		
<b>Grup ADF-İstatistiği</b>	-3.966974*	0.0000		

\* %5 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 24'teki sonuçları destekler nitelikte literatürde Bayraktutan, Yılgör ve Uçak'ın 2011 yılındaki çalışmasında yenilenebilir enerjiden elde edilen elektrik üretimi ile ekonomik büyüme arasında eşbütünlük ilişkisi bulunmuştur. Yine Özkan, Kuyuk ve Özkan'ın 2012 yılındaki Türkiye çalışmasında enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında eşbütünlük ilişkisi bulunmuştur. Dinç ve Akdoğan'ın 2019 yılındaki çalışmasında yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında eşbütünlük ilişkisi bulunmuştur. Singh, Nyuur ve Richmond'un 2019 yılındaki çalışmasında işgücü, sabit sermaye oluşumu, yenilenebilir enerji üretimi, reel gayri safi yurt içi hasıla ve fosil yakıt tüketimi arasında da eşbütünlük ilişkisi bulunmuştur.

### 3.5.6. Tam Değiştirilmiş En Küçük Kareler (FMOLS)

Pedroni ve Kao eşbütünleşme çıktılarına göre belirlenen tüm modellerin serileri arasında uzun dönemli ilişki saptanmıştır. Sonraki aşama ise ilişkinin sapmasız ve nihai katsayılarını tahminlemektir. Pedroni'nin önerdiği FMOLS kullanılacaktır. İçsellik, otokorelasyon ve değişen varyans sorunlarından oluşabilecek sapmaları düzeltip çıktı vermesi yöntemin en önemli avantajıdır. Katsayıların hesaplanması grupların öngörü ortalamalarına dayanır ve t istatistikleri normal dağılıma gitmektedir. Monte Carlo sonucunda Pedroni küçük örneklerde FMOLS'nin etkin sonuçlar verdiğini gözlemlemiştir (Kök ve Şimşek, 2006). Bartlett Kernel yöntemi ve Bandwith genişliği Newey-West otomatik gecikme uzunluğu kullanılarak oluşturulan her modele ait FMOLS sonuçları sırasıyla Tablo 25-27'de verilmiştir.

**Tablo 25 :** Model 1 İçin FMOLS

<b>Bartlett Kernel Yöntemi ve Bandwith Genişliği Newey-West Otomatik Gecikme Uzunluğu Kullanılarak Oluşturulan FMOLS Modeli</b>				
	<b>Katsayı Değeri</b>	<b>Standart Hata</b>	<b>t-İstatistik Değeri</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
<b>Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi</b>	0.060085	0.012505	4.804997	0.0000
<b>R<sup>2</sup> Değeri</b>	0.991922			
<b>Düzeltilmiş R<sup>2</sup> Değeri</b>	0.991021			
<b>Bartlett Kernel Yöntemi ve Bandwith Genişliği Newey-West Otomatik Gecikme Uzunluğu Kullanılarak Oluşturulan Grup FMOLS Modeli</b>				
	<b>Katsayı Değeri</b>	<b>Standart Hata</b>	<b>t-İstatistik Değeri</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
<b>Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi</b>	1.393017	0.040749	34.18501	0.0000

Birinci modele ait yenilenebilir enerji birincil üretiminin reel gayri safi yurt içi hasıla üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Uzun dönem etkiye dair kurulan FMOLS sonucuna göre olasılık değeri  $< 0.05$  olduğundan etki pozitif ve anlamlıdır. Bu sonuca göre yenilenebilir enerji birincil üretiminin uzun dönemde ekonomik büyümeye katkısı doğrulanmıştır. Yenilenebilir birincil enerji üretiminde uzun

dönemde %1’lik artış sonucunda reel gayri safi yurt içi hasıla %0.06 artmaktadır. AB-28 için yenilenebilir enerji birincil üretimi esnekliği %0.06’dır. Gruplanmış ortalama bireysel tahmincilerin yatay kesit ortalamalarını hesaplayan grup FMOLS sonucuna göre yenilenebilir birincil enerji üretiminde uzun dönemde %1’lik artış reel gayri safi yurt içi hasılda %1.39 artışa yol açmaktadır. Tahminlenen modelde etki küçük görülse de literatürü destekler yönde ve pozitif bulunmuştur. Armeanu, Vintila ve Gherghina’nın 2017 yılındaki çalışmasında yenilenebilir enerji üretimi ile reel gayri safi hasıla arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmuş ve yenilenebilir enerji üretimindeki %1’lik artışın reel gayri safi yurt içi hasılayı %0.06 arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Armeanu ve diğerleri, 2017:1-21).

**Tablo 26 :** Model 2 İçin FMOLS

<b>Bartlett Kernel, Newey-West Otomatik Genişliği ve Newey-West Otomatik Gecikme Uzunluğu Kullanılarak Oluşturulan FMOLS Modeli</b>				
	<b>Katsayı Değeri</b>	<b>Standart Hata</b>	<b>t-İstatistik Değeri</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
<b>Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi</b>	0.516270	0.020533	25.14360	0.0000
<b>İşgücü</b>	0.038553	0.018442	2.090453	0.0376
<b>Sabit Sermaye Oluşumu</b>	0.111808	0.044453	2.515213	0.0125
<b>R<sup>2</sup> Değeri</b>	0.953460			
<b>Düzeltilmiş R<sup>2</sup> Değeri</b>	0.947853			
<b>Bartlett Kernel Yöntemi ve Bandwith Genişliği Newey-West Otomatik Gecikme Uzunluğu Kullanılarak Oluşturulan Grup FMOLS Modeli</b>				
	<b>Katsayı Değeri</b>	<b>Standart Hata</b>	<b>t-İstatistik Değeri</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
<b>Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi</b>	0.143558	0.010948	13.11302	0.0000
<b>İşgücü</b>	0.086176	0.025856	3.332917	0.0010
<b>Sabit Sermaye Oluşumu</b>	0.317117	0.013810	22.96229	0.0000

İkinci modele ait FMOLS sonucu Tablo 26’da verilmiştir ve tahminlenen FMOLS sonucuna göre bağımsız değişkenlerin reel gayri safi hasıla üzerindeki uzun dönem etkisi anlamlı bulunmuştur. Yenilenebilir enerji birincil üretiminin, işgücünün ve sabit sermaye oluşumunun uzun dönemde reel gayri safi hasılaya pozitif yönde



anlamli etkisi mevcuttur. Yenilenebilir birincil enerji üretimindeki %1'lik artış uzun dönemde reel gayri safi yurt içi hasılayı %0.51, sabit sermaye oluşumundaki %1'lik artış uzun dönemde reel gayri safi yurt içi hasılayı %0.11, işgücündeki %1'lik artış uzun dönemde reel gayri safi yurt içi hasılayı %0.03 arttırmaktadır. AB-28 için ikinci model dahilinde yenilenebilir enerji birincil üretim esnekliği %0.11'dir. Gruplanmış ortalama bireysel tahmincilerin yatay kesit ortalamalarını hesaplayan grup FMOLS sonucuna göre yenilenebilir birincil enerji üretimindeki %1'lik artış uzun dönemde reel gayri safi yurt içi hasılayı %0.14, sabit sermaye oluşumundaki %1'lik artış uzun dönemde reel gayri safi yurt içi hasılayı %0.31, işgücündeki %1'lik artış uzun dönemde reel gayri safi yurt içi hasılayı %0.08 arttırmaktadır. Sonuçları destekler nitelikte Singh, Nyuur ve Richmond'un 2019 yılındaki çalışmasında gayri safi yurt içi hasılanın bağımlı değişken olduğu modelde tüm etkiler anlamlı bulunmakla birlikte sabit sermaye oluşumundaki %1'lik artış reel gayri safi hasılaya %0.44, yenilenebilir enerji üretimindeki %1'lik artış reel gayri safi hasılaya %0.06, fosil yakıtlar elektrik enerji tüketimindeki %1'lik artış reel gayri safi hasılaya %0.07 artış nedenidir. Sabit sermaye oluşumunun bağımlı değişken olduğu modelde yenilenebilir enerji üretimi ile reel gayri safi yurt içi hasıla uzun dönem etkisi anlamlı bulunmakla birlikte yenilenebilir enerji üretimindeki %1'lik artış sabit sermaye oluşumunda %0.053 azalma, işgücündeki %1'lik artış sabit sermaye oluşumunda %0.15 azalma, fosil yakıtlar elektrik enerji tüketimindeki %1'lik artış sabit sermaye oluşumunda %0.047 artış, reel gayri safi hasılaya %1'lik artış sabit sermaye oluşumunda %1.57 artış sonucuna neden olmuştur (Singh ve diğerleri, 2019:1-18).

**Tablo 27 :** Model 3 İçin FMOLS

<b>Bartlett Kernel Yöntemi ve Bandwith Genişliği Newey-West Otomatik Gecikme Uzunluğu Kullanılarak Oluşturulan FMOLS Modeli</b>				
	<b>Katsayı Değeri</b>	<b>Standart Hata</b>	<b>t-İstatistik Değeri</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
<b>Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla</b>	-0.276912	0.011743	-23.58036	0.0000
<b>Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi</b>	0.075145	0.001479	50.79413	0.0000
<b>Sabit Sermaye Oluşumu</b>	0.136680	0.004526	30.19770	0.0000

**Tablo 27 : Model 3 İçin FMOLS (Devamı)**

<b>Bartlett Kernel Yöntemi ve Bandwith Genişliği Newey-West Otomatik Gecikme Uzunluğu Kullanılarak Oluşturulan FMOLS Modeli</b>				
<b>R<sup>2</sup> Değeri</b>	0.999724			
<b>Düzeltilmiş R<sup>2</sup> Değeri</b>	0.999690			
<b>Bartlett Kernel Yöntemi ve Bandwith Genişliği Newey-West Otomatik Gecikme Uzunluğu Kullanılarak Oluşturulan FMOLS Modeli</b>				
	<b>Katsayı Değeri</b>	<b>Standart Hata</b>	<b>t-İstatistik Değeri</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
<b>Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla</b>	0.467466	0.093544	4.997267	0.0000
<b>Yenilenebilir Enerji Birincil Üretimi</b>	0.300389	0.020861	14.39968	0.0000
<b>Sabit Sermaye Oluşumu</b>	0.317698	0.035665	8.907923	0.0000

Son modelde farklı olarak bağımlı değişken işgücü seçilmiş ve işgücü üzerinde yenilenebilir enerji birincil üretimi, sabit sermaye oluşumu ve reel gayri safi hasılanın etkisi araştırılmıştır. Uzun dönemde reel gayri safi yurt içi hasılanın, sabit sermaye oluşumunun, yenilenebilir enerji birincil üretiminin işgücüne etkisi anlamlı bulunmuştur. Uzun dönemde yenilenebilir enerji birincil üretiminin ve sabit sermaye oluşumunun işgücüne pozitif yönde, reel gayri safi yurt içi hasılanın ise negatif yönde etkisi mevcuttur. Yenilenebilir enerji birincil üretiminde uzun dönemde %1’lik artış işgücünü %0.07, sabit sermaye oluşumunda uzun dönemde %1’lik artış işgücünü %0.13 arttırmaktadır. Son olarak reel gayri safi hasılda uzun dönemde %1’lik artış işgücünü %0.27 düşürmektedir. AB-28 için üçüncü model dahilinde yenilenebilir enerji birincil üretim esnekliği %0.07’dir. Gruplanmış ortalama bireysel tahmincilerin yatay kesit ortalamalarını hesaplayan grup FMOLS sonucuna göre yenilenebilir enerji birincil üretiminde uzun dönemde %1’lik artış işgücünü %0.30, sabit sermaye oluşumunda uzun dönemde %1’lik artış işgücünü %0.31, reel gayri safi hasılda uzun dönemde %1’lik artış işgücünü %0.46 arttırmaktadır. Analizi destekler nitelikteki Singh, Nyuur ve Richmond’un 2019 yılındaki çalışmasında sabit sermaye oluşumunda %1’lik artış işgücünde %0.09 ve yenilenebilir enerji birincil üretimindeki %1’lik artış işgücünde %0.23 artış, fosil yakıtlar elektrik enerji tüketimindeki %1’lik artış işgücünde %0.02 artış ile sonuçlanmıştır. İktisat teorisinde işgücü arzını belirleyecek faktörler boş zaman ve çalışma arasında yapılan tercihtir. İşgücüne ait arzı ücretin artan fonksiyonudur yani gerçek ücretin artmasıyla işgücü

arzu da artmaktadır. Fakat ücretin artması boş zaman tercihini de arttırabilir. Ücret artışı çalışmayarak harcanan boş zamanın fırsat maliyetini yükseltir. Bunun sonucunda birey boş zamana yönelik talebini azaltır ve ikame etkisi ile emek arzını yani çalışma saatlerini arttırır. Diğer bir durum ise ücret artışının bireyin gelir düzeyini yükselterek, hedef gelir düzeyini gerçekleştirmesidir. Bu durumda boş zaman gelir artışı sayesinde talep edilen normal mal olarak görülür. Birey görece zenginleştikten sonra gelir etkisi ile çalışma saatlerini yani emek arzını azaltır (Rıfkın, 1996;Ünsal, 2017). Model 3'te işgücünün negatif etkisi gelir etkisi ile açıklanabilmektedir ve bu durum refahın göstergesidir. Emek ve sermaye arasındaki ikame olanakları teknolojik bir sorundur. Teknolojik gelişmelerin hızla üretim sürecinde bulunmaları emek kullanımını azaltmış ve istihdamı düşürerek teknolojik işsizliği ortaya çıkarmıştır (Ataman, 1996:59-72). Yenilenebilir enerji sektörü teknolojilerinin üstünlüğü ve emek gücüne duyduğu ihtiyacın birinci bölümde bahsedildiği üzere minimum düzeyde olması Model 3'te elde edilen işgücünün negatif etkisinde göze alınması gereken nokta olabilir.

## SONUÇ

Çalışmanın amacı yenilenebilir enerji birincil üretiminin ekonomik büyümeye ve işgücüne katkısını araştırmaktır. Bunun için Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Güney Kıbrıs Rum Yönetimi, Hırvatistan, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, Yunanistan'ı barındıran AB-28 için panel veri analizi yapılmıştır. Yenilenebilir enerji birincil üretimi ile gayri safi yurt içi hasıla ve işgücü arasındaki uzun dönemli ilişkiyi ortaya koymak amacıyla eşbütünleşme analizleri kullanılmıştır. 2006 ve 2016 yılları arası zaman boyutuna dair veriler Eurostat ve Dünya Bankası WDI veri tabanından alınmıştır. Veriler zaman boyutu (T=11), yatay kesit boyutu (N=28) olup analiz toplam 308 gözlemden oluşmaktadır. Tezde uzun dönem ilişkiyi incelemek amacıyla birbirinden farklı üç model kurulmuştur.

İlk modelde bağımlı değişken reel gayri safi yurt içi hasıla, bağımsız değişken yenilenebilir enerji birincil üretimi iken ikinci modelde bağımlı değişken reel gayri safi yurt içi hasıla, açıklayıcı değişkenler, işgücü, sabit sermaye oluşumu ve yenilenebilir enerji birincil üretimi son modelde işgücü bağımlı değişken, reel gayri safi yurt içi hasıla, sabit sermaye oluşumu, yenilenebilir enerji birincil üretimi açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır.

Serilere durağanlık, birim kök testleri ve eşbütünleşme analizleri uygulanmış ve ilişkilerin boyutunu gözlemlmek için normalize edilmiş eşbütünleşme vektörleri incelenmiştir. Uzun dönemde ilişki içerisinde olan seriler arasında kısa dönemde dengesizlikler görülebilmektedir. Bu yüzden kısa dönem etkilerin varlığını görmek ve yorumlamak için hata düzeltme modelleri tahminlenmiştir. Tüm modeller için bağımlı değişkenden elde edilen hata teriminin bir dönem gecikmelisi (yani uyarılama katsayısı) istatistiki olarak anlamlı ve beklenildiği gibi 0 ile -1 arasında bulunmuştur. Bu durumda ilk model için yenilenebilir birincil enerji üretiminin kısa dönemde reel gayri safi yurt içi hasıla üzerine etkisi söz konusudur. İkinci modelde sabit sermaye oluşumu, yenilenebilir enerji birincil üretimi, işgücü değişkenlerinin kısa dönemde reel gayri safi yurt içi hasıla üzerinde etkisi bulunmuştur. Son modelde ise reel gayri

safi yurt içi hasıla, yenilenebilir enerji birincil üretimi, sabit sermaye oluşumu değişkenlerinin işgücü üzerine kısa dönem etkisinden bahsedilebilmektedir.

Değişkenler arası kısa dönem etkiler yıl içerisinde bağımsız değişkenlerden kaynaklı herhangi bir şokun ilgilenilen bağımlı değişken üzerinde yarattığı dengesizliğin ne kadarının bu süre içinde dengeye geleceğini veya eskiye döneceğini göstermektedir. Tüm bulunan bu sonuçları doğrulamak amacıyla VAR(4) modellerinin karakteristik ters kökleri bulunmuş, otokorelasyon sınaması ve değişen varyans testi yapılmıştır. Modeller için sonuçların durağan ve tutarlılığını inceleyen karakteristik ters kökleri birim çember dışına çıkmamıştır yani sonuçlar durağan ve tutarlıdır. Otokorelasyon sınaması için LM testi kullanılmış ve analizde bulunan tüm modellerde 4. gecikmede otokorelasyon sorununa rastlanmamıştır. Son olarak değişen varyans sınaması olarak White testi kullanılmıştır. Test sonucunda her üç model için değişen varyans sorunu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle değişen varyans sorununa dirençli olan Pedroni eşbütünleşme analizi yapılmıştır. Zaman boyutu 20'den az olan paneller için Pedroni Grup ADF ve Panel ADF istatistiğinin daha tutarlı sonuç verdiğini gözlemlemiştir. Birinci modelde reel gayri safi yurt içi hasıla ve yenilenebilir enerji birincil üretimi arasında uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisinin varlığı söz konusudur. Ancak ikinci modelde Grup ADF eşbütünleşme ilişkisini doğrularken Panel ADF bu ilişkiyi reddetmektedir. Bu yüzden Model 2'nin eşbütünleşme ilişkisi Kao ile tekrar incelenmiş ve seriler arasında uzun dönem eşbütünleşme ilişkisinin varlığı doğrulanmıştır. Son olarak üçüncü modelde seriler arasında uzun dönem eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur. İlerde çalışmayı geliştirmek amacıyla GMM, Nedensellik Analizi uygulanması planlanan yöntemler arasındadır.

Analizler sonucunda var olan eşbütünleşme ilişkisinin katsayılarını tahminlemek amacıyla içsellik, otokorelasyon ve değişen varyans sorunlarından oluşabilecek sapmaları düzelteren FMOLS yöntemi kullanılmıştır. Birinci modelde yenilenebilir enerji birincil üretiminin reel gayri safi yurt içi hasıla üzerindeki uzun dönem etkisi pozitif ve anlamlı bulunmuştur. AB-28 panelinde yenilenebilir birincil enerji üretiminde uzun dönemde %1'lik artış sonucunda reel gayri safi yurt içi hasıla %0.06 artmaktadır. Gruplanmış ortalama bireysel tahmincilerin yatay kesit ortalamalarını hesaplayan grup FMOLS sonucuna göre yenilenebilir birincil enerji üretiminde uzun dönemde %1'lik artış reel gayri safi yurt içi hasılada %1.39 artışa

yol açmaktadır. İkinci modelde yenilenebilir birincil enerji üretimindeki %1'lik artış uzun dönemde reel gayri safi yurt içi hasılayı %0.51, sabit sermaye oluşumundaki %1'lik artış uzun dönemde reel gayri safi yurt içi hasılayı %0.11, işgücündeki %1'lik artış uzun dönemde reel gayri safi yurt içi hasılayı %0.03 arttırmaktadır. Gruplanmış ortalama bireysel tahmincilerin yatay kesit ortalamalarını hesaplayan grup FMOLS sonucuna göre yenilenebilir birincil enerji üretimindeki %1'lik artış uzun dönemde reel gayri safi yurt içi hasılayı %0.14, sabit sermaye oluşumundaki %1'lik artış uzun dönemde reel gayri safi yurt içi hasılayı %0.31, işgücündeki %1'lik artış uzun dönemde reel gayri safi yurt içi hasılayı %0.08 arttırmaktadır. Son modelde yenilenebilir enerji birincil üretiminde uzun dönemde %1'lik artış işgücünü %0.07, sabit sermaye oluşumunda uzun dönemde %1'lik artış işgücünü %0.13 arttırmakta, reel gayri safi hasılaya uzun dönemde %1'lik artış işgücünü %0.27 düşürmektedir. Negatif etki iktisat teorisinde gelir etkisi ve teknolojik işsizlik ile desteklenebilmektedir (bkz. sayfa 126). Gruplanmış ortalama bireysel tahmincilerin yatay kesit ortalamalarını hesaplayan grup FMOLS sonucuna göre yenilenebilir enerji birincil üretiminde uzun dönemde %1'lik artış işgücünü %0.30, sabit sermaye oluşumunda uzun dönemde %1'lik artış işgücünü %0.31, reel gayri safi hasılaya uzun dönemde %1'lik artış işgücünü %0.46 arttırmaktadır. FMOLS yüksek R kare değerleri ile sonuçlandığından VIF değerleri incelenmiş ve değerler beşten düşük çıkmıştır. Bu sonuç çoklu doğrusal bağlantının önemli olmadığını göstermektedir. Singh, Nyuur ve Richmond'un 2019 yılındaki çalışmasında gayri safi yurt içi hasılanın bağımlı değişken olduğu modelde tüm etkiler anlamlı bulunmakla birlikte sabit sermaye oluşumundaki %1'lik artış reel gayri safi hasılaya %0.44, yenilenebilir enerji üretimindeki %1'lik artış reel gayri safi hasılaya %0.06, fosil yakıtlar elektrik enerji tüketimindeki %1'lik artış reel gayri safi hasılaya %0.07 artış nedenidir. Sabit sermaye oluşumunun bağımlı değişken olduğu modelde yenilenebilir enerji üretimi ile reel gayri safi yurt içi hasıla uzun dönem etkisi anlamlıdır. Ancak, yenilenebilir enerji üretimindeki %1'lik artış sabit sermaye oluşumunda %0.053 azalma, işgücündeki %1'lik artış sabit sermaye oluşumunda %0.15 azalma, fosil yakıtlar elektrik enerji tüketimindeki %1'lik artış sabit sermaye oluşumunda %0.047 artış, reel gayri safi hasılaya %1'lik artış sabit sermaye oluşumunda %1.57 artış sonucuna neden olmuştur. İşgücünün bağımlı değişken olduğu modelde gayri safi yurt içi

hasilada %1’lik artış işgücünde %0.21 artışa, sabit sermaye oluşumunda %1’lik artış işgücünde %0.09 artışa, yenilenebilir enerji üretimindeki %1’lik artış işgücünde %0.23 artışa, fosil yakıtlar elektrik enerji tüketimindeki %1’lik artış işgücünde %0.02’lik artışa neden olmaktadır. Tezde bu çalışmadan farklı olarak AB-28 ülkeleri kullanılmış ayrıca farklı modeller ile farklı değişkenler kullanılarak uygulanan FMOLS sonuçlarına göre tüm modellerde özellikle işgücünün bağımlı olduğu modelde değişik çıktılara ulaşılmıştır. Negatif etkiye neden olarak ise gelir etkisi ve teknolojik işsizlik gösterilebilmektedir.

Tezde diğer birçok çalışmadan farklı olarak yenilenebilir enerji birincil üretimi ile ekonomik büyüme ve işgücü arasındaki ilişki FMOLS ile ortaya konmuştur. Analiz sonuçları kapsamında yenilenebilir enerji birincil üretiminin ekonomik büyüme ve işgücü üzerindeki uzun dönemli etkileri anlamlı bulunmuş ve yorumlanmıştır. Literatürde bu sonuçları destekleyen çalışmalara değinilmiştir. Yenilenebilir enerjinin, enerji kaynaklarından hazır elde edilmesinin sonucunda tükenir enerji kaynakları gibi botu hatları vb. yöntemlerle dağıtılmadığı düşünülebilmektedir. Fakat boru hattı ve daha çeşitli yöntemler ile Avrupa ülkeleri de dahil olmak üzere birçok ülke yenilenebilir enerji ithalat ve ihracatını yapmaktadır. AB-28 toplamda 2007 yılında 5574.8 Ktoe, 2012 yılında 13727.7 Ktoe ve 2016 yılında 16395.1 Ktoe yenilenebilir enerji ithalatı yapmıştır. Yıllar geçtikçe yenilenebilir enerji kaynak teknolojilerinin gelişmesi, tükenir kaynakların elde edilmesindeki zorluklar ile fiyat artışları yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini geliştirecektir. Ayrıca emisyon sorununa katkıda bulunmama isteği, temiz enerji kullanımına yatkınlık vb. gibi nedenlerle bu ilişkisinin gitgide artacağı gerçeği göz ardı edilmemelidir.

Bu bağlamda ülkelerin yenilenebilir enerji teknolojilerine sermaye yatırımları artmalı, fosil yakıtların kullanımı azaltılmalı, yenilenebilir enerji kaynakları tesisleri için uygun araziler belirlenmelidir. AB-28 ülkeleri arasında yenilenebilir enerjiye dair işbirlikleri, istatistik transferleri, destek projeleri, ortak projeler yoğunlaştırılmalıdır. Ülkeler ithal edilen fosil yakıtların bağımlılığını azaltırsa tükenir enerji kaynakları fiyatları düşecek ve emisyon stratejisi desteklenecektir. Yenilenebilir enerji ile ilgili çalışmaların ve analizlerin çoğaltılması çıkacak sonuçlar doğrultusunda ülkelerin politikalarını belirlemesine yardımcı olacaktır.

## KAYNAKÇA

Akay, E. Ç., Abdieva, R., ve Oskonbaeva, Z. (2015). Yenilenebilir Enerji Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Karbondioksit Emisyonu Arasındaki Nedensel İlişki: Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Örneği, *International Conference on Eurasian Economies*. 628-636.

Al-mulali, U., Fereidouni, H. G., ve Y.M.Lee, J. (2014). Electricity consumption from renewable and non-renewable sources and economic growth: Evidence from Latin American countries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 30(C) : 290-298.

Al-mulali, U., Gholipour, H. F., Lee, J. Y. ve Sab, C. N. (2013). Examining the bi-directional long run relationship between renewable energy consumption and GDP growth, *Renewable and Sustainable Energy Review*. 22(C): 209-222.

Amri, F. (2016). The relationship amongst energy consumption, foreign direct investment and output in developed and developing Countries, *Renewable and Sustainable Energy*. 64(C):694-702.

Amri, F. (2017). Intercourse across economic growth, trade and renewable energy consumption in developing and developed countries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 69(C):527-534.

Amri, F. (2017). The relationship amongst energy consumption (renewable and non-renewable), and GDP in Algeri, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 76(c): 62-71.

Apergis, N. ve E.Payne, J. (2010). Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries, *Energy Policy*. 38(1): 656-660.

Apergis, N. ve E.Payne, J. (2011). The renewable energy consumption–growth nexus in Central America, *Applied Energy*. 88(1): 343-347.



Apergis, N. ve E.Payne, J. (2012). Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus: Evidence from a panel error correction model, *Energy Economics*. 34(3):733-738.

Apergis, N. ve Payne, J. E. (2010). Renewable energy consumption and growth in Eurasia, *Energy Economics*. 32(6):1392-1397.

Apergis, N. ve Payne, J. E. (2011). Renewable and non-renewable electricity consumption growth nexus: Evidence from emerging market economies, *Applied Energy*.88(12): 5226-5230.

Aslan, A. ve Kula, F. (2008). Türkiye İmalat Sanayinde Fiyat-Maliyet Marjları: Dönemler ve Sektörler İtibariyle Karşılaştırmalı Bir Analiz, 2. *Ulusal İktisat Kongresi* 1-15. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.

Aslan, A. ve Öcal, O. (2016). The role of renewable energy consumption in economic growth: Evidence from asymmetric causality, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 60(C):953-959.

Ataman, B. C. (1996). İşsizlik Sorununa Yeni Yaklaşımlar. Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 53(1).

Baltagi, B. (1998). *Econometrics* (Cilt 1). Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. Wiltshire, West Sussex, İngiltere: John Wiley ve Sons Ltd:British Library Cataloguing.

Barbieri, L. (2006). Panel Unit Root Tests: A Review, *Quaderni Del dipartimento Di Scienze Economiche E Sociali*. (43):1-53.

Bayraktutan, Y., Yilgör, M. ve Uçak, S. (2011). Renewable Electricity Generation and Economic Growth Panel Data Analysis for OECD Members, *International Research Journal of Finance and Economics*. (66):59-66.

Bélaïd, F. ve Youssef, M. (2017). Environmental degradation, renewable and non-renewable electricity consumption, and economic growth : Assessing the evidence from Algeria, *Energy Policy*. 102(C):277-287.

Bento, J. P. ve Moutinho, V. (2016). CO2 emissions, non-renewable and renewable electricity production, economic growth, and international trade in Italy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 55(C):142-155.

Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I. ve Bhattacharya, S. (2016). The effect of renewable energy consumption on economic growth : Evidence from top 38 countries, *Applied Energy*. 162(C):733-741.

Bhattacharya, M., Churchill, S. A. ve Paramati, S. R. (2017). The dynamic impact of renewable energy and institutions on economic output and CO2 emissions across regions, *Renewable Energy*. 111(C):157-167.

Bond, S., Nauges, C. ve Windmeijer, F. (2002). Unit Roots and Identification in Autoregressive Panel Data Models: A Comparison of Alternative Tests, *10th International Conference on Panel Data*. 1-23.

BP. (2018). *BP Statistical Review of World Energy 2018*. (64). <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf> , (13.06.2018).

Brini, R., Amara, M. ve Hatem Jemmali. (2017). Renewable energy consumption, International trade, oil price and economic growth inter-linkages: The case of Tunisia, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 76(C):620-627.

Can, M. ve Gövdere, B. (2016). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi:Türkiye Örneğinde Eşbütünleşme Analizi, *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 1(2):101-114.

Chaiboonsri, C., Sriboonjit, J., Chaitip, P., Sriwichailamphan, T., Sriboonchitta, S. ve Calkins, P. (2010). A panel cointegration analysis: An application to international tourism demand of Thailand. *Annals of the University of Petrosani: Economics*. 2(2): 85-100.

Chang, T., Gupta, R., Inglesi-Lotz, R., Simo-Kengne, B., Smithers, D. ve Trembling, A. (2015). Renewable energy and growth: Evidence from heterogeneous panel of G7 countries using Granger causality, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 52(C):1405-1412.

Christopoulos, D. K. ve Tsionas, E. G. (2004). Financial development and economic growth: evidence from panel unit root and cointegration tests, *Journal of Development Economics*. 73(1):55-74.

Çınar, S. ve Yılmaz, M. (2015). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 30(1):55-78.

Armeanu, D. S., Vintila, G. ve Gherghina, S. C. (2017). Does Renewable Energy Drive Sustainable Economic Growth? Multivariate Panel Data Evidence for EU-28 Countries, *Energies*. 10(3):1-21.

Destek, M. A. (2016). Renewable energy consumption and economic growth in newly industrialized countries: Evidence from asymmetric causality test, *Renewable Energy*. 95(C):478-484.

Destek, M. A. ve Aslan, A. (2017). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in emerging economies: Evidence from bootstrap panel causality, *Renewable Energy*. 111(C):757-763.

Dinç, D. T. ve Akdoğan, E. (2019). Renewable Energy Production, Energy Consumption and Sustainable Economic Growth in Turkey: A VECM Approach, *Sustainability*. 11(5): 1-14.

Dogan, E. (2015). The relationship between economic growth and electricity consumption from renewable and non-renewable sources: A study of Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 52(C):534-546.

Doğan, E. (2016). Analyzing the linkage between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth by considering structural break in time-series data, *Renewable Energy*. 99(C):1126-1136.

Doğanay, H. ve Coşkun, O. (2017). *Enerji Kaynakları*. Ankara: Pegem Akademi.

*Energy Statistics*. Eurostat: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_statistics\\_\\_an\\_overview#Primary\\_energy\\_production](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics__an_overview#Primary_energy_production) (5.09.2018).

Eroğlu, G. ve Şahiner, M. Dünya'da ve Türkiye'de Uranyum ve Toryum. *Maden Serisi, Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı* [https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/Uranyum\\_Toryum.pdf](https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/Uranyum_Toryum.pdf), (05.092017).

Eskin, M. C. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevreye ve Ekonomiye Etkisi. *Yayınlanmış Uzmanlık Tezi*. İstanbul: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı.

*European Commission*. (2018). 2030 Energy Strategy: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/2030energy-strategy>

European Commission. (2018). 2050 Energy Strategy: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/2050energy-strategy>

European Commission. (2018). Europe 2020 strategy: [https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/economic-and-fiscal-policy-coordination/eu-economic-governance-monitoring-prevention-correction/european-semester/framework/europe-2020-strategy\\_en](https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/economic-and-fiscal-policy-coordination/eu-economic-governance-monitoring-prevention-correction/european-semester/framework/europe-2020-strategy_en)

Eurostat. (2018). Energy Statistics: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_statistics\\_an\\_overview#Primary\\_energy\\_production](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_an_overview#Primary_energy_production), (24.10.2018).

Eurostat. (2018). Energy Statistics: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_statistics\\_\\_an\\_overview#Final\\_energy\\_consumption](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics__an_overview#Final_energy_consumption), (5.09.2018).

Eurostat. (2018). Primary production of renewable energy bytype:<https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=ten00081>, (24.10.2018).

Fang, Y. (2017). Economic welfare impacts from renewable energy consumption: The China experience, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.15(9):5120-5128.

Greene, W. H. (2003). *ECONOMETRIC ANALYSIS*. New Jersey: Prentice Hall.

Gutierrez, L. (2006). Panel Unit-Root Tests for Cross-Sectionally Correlated Panels: A Monte Carlo Comparison, *Oxford Bulletin of Economics & Statistics*. 68(4):519-540.

Gül, E. ve Kamacı, A. (2012). Dış ticaretin büyüme üzerine etkileri: bir panel veri analizi, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*. 4(3): 81-91.

Gülmez, A. (2015). OECD Ülkelerinde Ekonomik Büyüme ve Hava Kirliliği İlişkisi:Panel Veri Analizi, *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. (9):18-30.

Güriş, S. (2015). *Stata ile Panel Veri Modelleri*. İstanbul : Der Yayınları.

Gürler, Ö. K. ve Pazarlıoğlu, V. (2007). Telekomünikasyon Yatırımları ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Yaklaşımı, *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*. 44(508):35-43.

Herwartz, H. ve Siedenburg, F. (2008). Homogenous panel unit root tests under cross sectional dependence: Finite sample modifications and the wild bootstrap, *Computational Statistics & Data Analysis*. 53(1):137-150.

Holden, K. ve Thompson, J. (1992), Cointegration:An Introductory Survey, *British Review of Economic Issues*. 14(33):2-6.

Hoechle, D. (2007). Robust Standard Errors for Panel Regressions with Cross-Sectional Dependence, *The Stata Journal*. 1-31.

Hsiao, C. (2005). *Analysis of Panel Data*. New York: Cambridge University Press.

Hsiao, C. (2005). Why Panel Data? *Singapore Economic Review*, 1-12.

Hurlin, C. ve Mignon, V. (2006). *Second Generation Panel Unit Root Tests*. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00159842>, (4.07.2012).

IAEA. (2001). *International Atomic Energy Agency*. Viyana: IAEA.

IMF. (2019). *International Monetary Fund*, Real GDP Growth: [https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP\\_RPCH@WEO/EU/TUR](https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPCH@WEO/EU/TUR), (12.04.2019).

Inglesi-Lotz, R. (2016). The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application, *Energy Economic*. 111(C):58-63.

IRENA. (2018). *International Renewable Energy Agency*. Wind Power: <https://www.irena.org/wind>, (11.03.2018).

IRENA. (2018). *International Renewable Energy Agency*. Solar Energy: <https://www.irena.org/solar>, (11.03.2018).

IRENA. (2018). *International Renewable Energy Agency*. Geothermal Energy: <https://www.irena.org/geothermal>, (11.03.2018).

IRENA. (2018). *International Renewable Energy Agency*. Ocean Energy: <https://www.irena.org/ocean>, (11.03.2018).

Ito, K. (2017). CO2 emissions, renewable and non-renewable energy consumption, and economic growth: Evidence from panel data for developing countries, *International Economics*. 151(C):1-6.

İzgi, B. B. ve Destek, G. (2017). BRICS ve MIST Ülkelerinde Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyümeye Üzerindeki Etkileri, *ASSAM International Refereed Journal*. 4(9):14-22.

Jebli, M. B., & Youssef, S. B. (2015). Output, renewable and non-renewable energy consumption and international trade: Evidence from a panel of 69 countries, *Renewable Energy*. 83(C):799-808.

Kahiaa, M., Aïssa, M. S. ve Charfeddine, L. (2016). Impact of renewable and non-renewable energy consumption on economic growth: New evidence from the MENA Net Oil Exporting Countries (NOECs), *Energy*. 116(1):102-115.

Kaltschmitt, M., Streicher, W. ve Wiese, A. (2007). *Renewable Energy:Technology*. New York: Springer Berlin Heidelberg.

Kasa, K. (1992). Common stochastic trends in international stock markets, *Journal of Monetary Economics*. 29(1): 95-124.

King, A. S. (1997). Common Stochastic Trends and Convergence of European Union Stock Markets, *The Manchester School*. 65(1): 44-57.

Koç, E. ve Şenel, M. C. (2013). Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Durumu Genel Değerlendirme, *Mühendislik ve Makina*. 54(639):32-44.

Koçak, E. ve Şarkgüneşi, A. (2017). The renewable energy and economic growth nexus in Black Sea and Balkan countries, *Energy Policy*. 100(C):51-57.

Levorsen, A. I. (1967). *Geology of Petroleum*. San Francisco.

Lin, B. ve Moubarak, M. (2014). Renewable energy consumption – Economic growth nexus for China, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 40(C):111-117.

Mankiw, N. G., Romer, D. ve Weil, D. N. (1990). Contribution to the Empirics of Economic Growth, *The National Bureau of Economic Growth*. 430-437.

Moon, H. R. ve Perron, B. (2007). An empirical analysis of nonstationarity in a panel of interest rates with factors, *Journal of Applied Econometrics*. 22(2): 383-400 .

Mucuk, M. ve Uysal, D. (2009). Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme, *Maliye Dergisi*. 157:105-115.



Nakoman, E. (1971). *Kömür*. Ankara: Maden Tetkin ve Arama Enstitüsü.

Naseri, S. F., Motamedi, S. ve Ahmadian, M. (2016). Study of Mediated Consumption Effect of Renewable Energy on Economic Growth of OECD Countries, *Procedia Economics and Finance*. 36(C):502-509.

Ocal, O. ve Aslan, A. (2013). Renewable energy consumption–economic growth nexus in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 28(C):494-499.

Öksüzkaya, M. (2013). Seçilmiş AB Ülkeleri İçin Gelir-Tüketim İlişkisi: Panel Veri Yaklaşımı, *Yayınlanmış Tüksek Lisan Tezi*. Adana: Çukurova Üniversitesi.

Özkan, F., Özkan, Ö. ve Kuyuk, H. S. (2012). Energy Production and Economic Growth: Empirical Evidence From Turkey, *Applied Econometrics and International Development*. 12(2):79-88.

Öztürk, H. (2013). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. İstanbul: Birsen Yayınevi.

Pao, H.-T. ve Fu, H.-C. (2013). Renewable energy, non-renewable energy and economic growth in Brazil, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 25(C):381-392.

Paramati, S. R., Mo, D. ve Gupta, R. (2017). The effects of stock market growth and renewable energy use on CO2 emissions: Evidence from G20 countries, *Energy Economics*. 66(C):360-371.

Pedroni, P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 61(1):653-670.

Rafindadi, A. A. ve Ozturk, I. (2017). Impacts of renewable energy consumption on the German economic growth: Evidence from combined cointegration test, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 75(C):1130-1141.

Rifkin, J. (1996). *La fin du travail*. Paris: Ed. La Decouvertc.

Rostow, W. (1990). *The Stages of Economic Growth: A Non-Communist Manifesto*. Cambridge: Cambridge Universty Press.

Sabas, M. (2016). *History of Solar Power*. Institute for Energy Research <https://www.instituteforenergyresearch.org/renewable/solar/history-of-solar-power/>, (18.02.2016).

Sahan, F. ve Bektaşoğlu, Y. (2010). Panel cointegration analysis of budget deficit and inflation for EU countries and Turkey. *6 th Internatioanl Student Conference*, 1-22. İzmir.

Saidi, K. ve Mbarek, M. (2016). Nuclear energy, renewable energy, CO2 emissions, and economic growth for nine developed countries: Evidence from panel Granger causality tests, *Progress in Nuclear Energy*. 88(C):364-374.

Salamaliki, P. K. ve Venetis, I. A. (2013). Energy consumption and real GDP in G-7: Multi-horizon causality testing in the presence of capital stock, *Energy Economics*. 39(C):108-121.

Salim, R. A., Hassan, K. ve Shafiei, S. (2014). Renewable and non-renewable energy consumption and economic activities: Further evidence from OECD countries, *Energy Economics*. 44(C):350-360.

Sebri, M. ve Ben-Salha, O. (2014). On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, CO2 emissions and trade openness: Fresh evidence from BRICS countries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 39(C): 14-23.

Shahbaz, M., Loganathan, N., Zeshan, M. ve Zaman, K. (2015). Does renewable energy consumption add in economic growth? An application of auto-regressive distributed lag model in Pakistan, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 44(C):576-585.

Silva, S. D., Hadri, K. ve Tremayne, A. R. (2009). Panel unit root tests in the presence of cross-sectional dependence: finite sample performance and an application. *The Econometrics Journal*, 12:340-366.

Singh, N., Nyuur, R. ve Richmond, B. (2019). Renewable Energy Development as a Driver of Economic Growth: Evidence from Multivariate Panel Data Analysis, *Sustainability*. 11(8):1-18.

Soava, G., Mehedintu, A., Sterpu, M. ve Raduteanu, M. (2018). Impact of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from European Union countries, *Technological and Economic Development of Economy*. 24(3):914-932.

Şen, A. (2010). Yenilenebilir Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi:İspanya Örneği. *Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.

Şener, M. (2011). *Jeotermal Enerjinin Yeni ve Yenilenebilirliği Sürüyormu?* [http://www.emo.org.tr/ekler/9ad5afe7b85f91b\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/9ad5afe7b85f91b_ek.pdf), (19.11.2011).

Şengelen, H. E. (2016). Yenilenebilir Enerji Kaynakları İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki. *Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi.

Tamarit, C. R. ve Gómez, E. (2011). The euro effect on trade: evidence in gravity equations using panel cointegration techniques. WP-EC:1-47.

Tarı, R. ve Yıldırım, D. Ç. (2009). Döviz Kuru Belirsizliğinin İhracata Etkisi: Türkiye İçin Bir Uygulama, *Celal Bayar Üniversitesi Yönetim ve Ekonomi Dergisi*. 11(2):95-105.

Tatoğlu, F. Y. (2012). *Panel Veri Ekonometrisi: Stata Uygulamalı*. İstanbul: Beta Basım Yayın.

Tatoğlu, F. Y. (2016). *Panel Veri Ekonometrisi*. İstanbul: Beta Yayınları.

*The International Energy Agency*. (2018). Statistics: <https://www.iea.org/statistics/?country=TURKEY&year=2016&category=Energy%20consumption&indicator=TFCbySource&mode=chart&dataTable=BALANCES>, (8.08.2018).

*The International Energy Agency*. (2018). Statistics: <https://www.iea.org/statistics/?country=TURKEY&year=2016&category=Energy%20supply&indicator=TPESbySource&mode=chart&dataTable=BALANCES>, (8.08.2018).

The World Bank. (2019). WDI: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>, (24.04.2019).

Tugcu, C. T., Ozturk, I. ve Aslan, A. (2012). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth relationship revisited: Evidence from G7 countries, *Energy Economics*. 34(6):1942-1950.

*Türkiye Cumhuriyeti Dışışleri Bakanlığı*. (2011). Türkiye'nin Enerji Profili ve Stratejisi: [http://www.mfa.gov.tr/turkiye\\_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa](http://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa).

Türkoğlu, A. (1972). *Endüstri Hammadeleri ve Enerji Kaynakları*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi.

*U.S Energy Information Administration*. (2019). History of Wind Power. [https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=wind\\_history](https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=wind_history), (4.04.2019).

Ulusoy, M. K. (2018). Rakamlarla Türkiye'nin Enerji Görünümü. *Köşe Yazısı*. Stratejik Düşünce Entitüsü, (17.09.2018).

Ünsal, E. M. (2017). Mikro İktisat (Cilt 11). Ankara: Murat Yayınları.

Wong, S. L., Chang, Y. ve Chia, W.-M. (2013). Energy consumption, energy R&D and real GDP in OECD countries with and without oil reserves, *Energy Economics*, 40:51-60.

World Nuclear Association. (2017). *World Nuclear Association*. Thorium: <http://www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/thorium.aspx>, (2.02.2017).

Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD Ülkelerinde Sağlık ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ekonometrik Bir İncelemesi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi*. 13(2):27-47.

Durğun, B. ve Durğun, B. (2018). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi:Türkiye Örneği. *International Review of Economics and Management*. 6(1):1-27.

Yildirim, E., Saraç, Ş. ve Aslan, A. (2012). Energy consumption and economic growth in the USA: Evidence from renewable energy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 16(9): 6770-6774.

Zengin, H. ve Kurt, S. (2007). OECD Ülkelerinde Kamu-Özel Sektör Tüketim Ve Dış Ticaret Malları Fiyatlarının Enflasyon Üzerindeki Belirleyiciliği:Panel Veri Analizi. *Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi*, 1-12. Malatya: İnönü Üniversitesi.



**EK**

## EK 1: Uygulamaya Dair Akış Şeması

