

T.C.  
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANA BİLİM DALI

**ENERJİ TÜKETİMİ İLE EKONOMİK BÜYÜME  
ARASINDAKİ İLİŞKİ: PANEL VERİ ANALİZİ**

**DOKTORA TEZİ**

TUNCER GÖVDELİ

T.C.  
GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANA BİLİM DALI

**ENERJİ TÜKETİMİ İLE EKONOMİK BÜYÜME  
ARASINDAKİ İLİŞKİ: PANEL VERİ ANALİZİ**

**DOKTORA TEZİ**

TUNCER GÖVDELİ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Tuba BAŞKONUŞ DİREKÇİ

GAZIANTEP  
MAYIS 2018

T.C.  
GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANA BİLİM DALI

**Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Panel Veri Analizi**

TUNCER GÖVDELİ

Tez Savunma Tarihi: 28.05.2018

Sosyal Bilimler Enstitüsü Onayı

Doç.Dr. Zekiye ANTAKYALIOĞLU

SBE Müdürü

Bu tezin Doktora tezi olarak gerekli şartları sağladığımı onaylarım.

Prof.Dr.İbrahim ARSLAN

İktisat Bölüm Başkanı

Prof. Dr. İbrahim ARSLAN

Enstitü ABD Başkanı

Bu tez tarafımda okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Tuba BAŞKONUŞ DİREKÇİ

Tez Danışmanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:

(Ünvanı, Adı ve SOYADI)

Prof.Dr. Selahattin GÜRİŞ

Prof.Dr. Ömer ÖZÇİÇEK

Doç.Dr. Tuba BAŞKONUŞ DİREKÇİ

Dr. Öğr.Üyesi Nazan ŞAK

Dr. Öğr.Üyesi Hasan AKSOY

İmzası

## ETİK BEYAN

Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

TUNCER GÖVDELİ

28.05.2018



Aileme....

## ÖZET

### ENERJİ TÜKETİMİ İLE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ: PANEL VERİ ANALİZİ

GÖVDELİ Tuncer

Doktora Tezi, İktisat ABD

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Tuba BAŞKONUŞ DİREKÇİ

Mayıs 2018, 145 sayfa

Bu tez, OECD ve OECD dışı ülkelerde beş farklı enerji kaynağın (doğalgaz, elektrik, petrol, yenilenebilir enerji ve toplam enerji) ekonomik büyüme ile ilişkisini araştırmaktadır. Bu amaçla, ilk olarak serilerin ve panelin yatay kesit bağımlılığı sınanmıştır. Elde edilen bulgularda hem serilerde hem de panelde yatay kesit bağımlılığı söz konusudur. Bu nedenle seçilecek birim kök ve eşbütünleşme testinin ikinci nesil testlerden olması gerekmektedir. Bu bağlamda Pesaran CIPS (2007) testi yardımıyla serilerin durağanlıkları incelenmiştir. Serilerin I(1) düzeyinde durağan olduğu belirlendikten sonra eşbütünleşme denklemlerindeki eğim katsayılarının homojenliği Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen delta testi yardımıyla belirlenmiştir. Westerlund (2008) Durbin-H eşbütünleşme testi yardımıyla beş model için uzun dönemli ilişki incelenmiştir. Eşbütünleşme ilişkisi bulunduğundan sonra uzun dönem eşbütünleşme katsayılarının tahmini Common Correlated Effect (CCE) ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu yönündedir. Kullanılan tüm modellerde esneklik katsayısı pozitif ve istatistiki olarak anlamlıdır. Bu durum hem beklentilerimizle hem de literatürle uyumaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, Panel Veri Analizi, OECD Ülkeleri.

**ABSTRACT****THE RELATIONSHIP BETWEEN ENERGY CONSUMPTION AND  
ECONOMIC GROWTH: PANEL DATA ANALYSIS**

GOVDELI Tuncer

Ph.D. Thesis, Department of Economics

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. TUBA BAŞKONUŞ DİREKÇİ

May 2018, 145 pages

This dissertation investigates the relationship between five different energy sources (natural gas, electricity, petroleum, renewable energy and total energy) and economic growth in OECD and non-OECD countries. For this purpose, firstly cross sectional dependency of the series and the panel on the was tested. The findings include cross sectional dependency in both the series and the panel. Therefore, it should be from the second generation unit root tests and cointegration test to be selected. In this context, the stationarity of the series was examined with Pesaran CIPS (2007) test. The homogeneity of the slope coefficients in the cointegration equations has been determined with the aid of the delta test developed by Pesaran and Yamagata (2008), after determining that the series are stationary at I(1) level. The longrun relationship for five models was examined by the Westerlund (2008) Durbin-H cointegration test. After finding the cointegration relation, the long term cointegration coefficients were analyzed by Common Correlated Effect (CCE). The obtained findings is that the energy consumption of run relationship between economic growth. In all the models used, the elasticity coefficient is positive and statistically significant. This situation matches both the expectations and the literature.

**Key words:** Energy Consumption, Economic Growth, Panel Data Analysis, OECD Countries.

## ÖN SÖZ

İktisat Anabilim Dalı Doktora programı dahilinde hazırladığım “Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Panel Veri Analizi” konulu tez çalışması süresince bilgilerini paylaşmaktan kaçınmayan, hem insani olarak hem de akademik olarak her türlü desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Doç.Dr. Tuba BAŞKONUŞ DİREKÇİ’ye teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli anneme, babama, eşime ve nihayetinde, tezimi bitirmem de en büyük motivasyonum sevgili kızıma ve oğluma bu tezi armağan ederim...

Tuncer GÖVDELİ  
Gaziantep 2018



## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>ÖN SÖZ</b> .....	iii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iv
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	vii
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	ix
<b>SEMBOLLER ve KISALTMALAR</b> .....	xi
<b>GİRİŞ</b> .....	1
1.1. GİRİŞ.....	1
<b>ENERJİ KAYNAKLARI VE ENERJİ TÜKETİMİ</b> .....	3
2.1. KURAMSAL ÇERÇEVESİYLE ENERJİ.....	3
2.1.1. Enerjinin Tanımı.....	3
2.1.2. Enerji Kaynakları.....	4
2.1.2.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları.....	4
2.1.2.1.1. Doğalgaz.....	4
2.1.2.1.2. Petrol.....	9
2.1.2.1.3. Kömür.....	13
2.1.2.1.4. Nükleer Enerji.....	16
2.1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	22
2.1.2.2.1. Güneş Enerjisi.....	22
2.1.2.2.2. Rüzgar Enerjisi.....	26
2.1.2.2.3. Jeotermal Enerji.....	29
2.1.2.2.4. Biyokütle Enerji.....	33
2.1.2.2.5. Hidrolik Enerji.....	37
2.1.3. Enerji Kaynaklarının Tüketimi.....	41
2.1.3.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynaklarının Tüketimi.....	47
2.1.3.1.1. Doğalgaz Tüketimi.....	47
2.1.3.1.2. Petrol Tüketimi.....	50
2.1.3.1.3. Kömür Tüketimi.....	52
2.1.3.1.4. Nükleer Enerji Tüketimi.....	54
2.1.3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Tüketimi.....	56
2.1.3.2.1. Güneş Enerjisi Tüketimi.....	56
2.1.3.2.2. Rüzgar Enerjisi Tüketimi.....	58
2.1.3.2.3. Jeotermal Enerji Tüketimi.....	60
2.1.3.2.4. Biyokütle Enerji Tüketimi.....	61
2.1.3.2.5. Hidrolik Enerji Tüketimi.....	61

2.2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	63
2.2.1. Doğalgaz Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Ampirik Çalışmalar.....	63
2.2.2. Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Ampirik Çalışmalar.....	65
2.2.3. Petrol Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Ampirik Çalışmalar.....	69
2.2.4. Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Ampirik Çalışmalar .....	71
2.2.5. Toplam Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Ampirik Çalışmalar .....	73
2.2.6. Literatür Değerlendirmesi (Sonuç).....	76
<b>ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ .....</b>	<b>77</b>
3.1. VERİ SETİ VE MODEL .....	77
3.2. AMPİRİK ANALİZ .....	78
3.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri.....	78
3.2.2. Panel Birim Kök Testi.....	79
3.2.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliğinin Test Edilmesi .....	80
3.2.4. Durbin-Hausman (Durbin-H) Panel Eşbütünleşme Testi.....	81
3.2.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi.....	83
<b>BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>84</b>
4.1. DOĞALGAZ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ.....	84
4.1.1. OECD Ülkeleri Sonuçları .....	84
4.1.1.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi .....	84
4.1.1.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları.....	85
4.1.1.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları .....	85
4.1.1.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları.....	86
4.1.1.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi.....	86
4.1.2. OECD Dışı Ülkelerin Sonuçları .....	87
4.1.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi .....	87
4.1.2.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları.....	88
4.1.2.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları .....	89
4.1.2.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları.....	89
4.1.2.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi.....	89
4.2. ELEKTRİK TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ.....	90
4.2.1. OECD Ülkeleri Sonuçları .....	90
4.2.1.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi .....	90
4.2.1.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları.....	91
4.2.1.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları .....	92
4.2.1.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları.....	92
4.2.1.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi.....	93
4.2.2. OECD Dışı Ülkelerin Sonuçları .....	94
4.2.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi .....	94
4.2.2.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları.....	95
4.2.2.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları .....	95
4.2.2.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları.....	96

4.2.2.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi.....	96
4.3. PETROL TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ .....	97
4.3.1. OECD Ülkeleri Sonuçları .....	97
4.3.1.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi .....	97
4.3.1.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları.....	98
4.3.1.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları .....	98
4.3.1.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları.....	99
4.3.1.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi.....	99
4.3.2. OECD Dışı Ülkelerin Sonuçları .....	100
4.3.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi .....	100
4.3.2.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları.....	101
4.3.2.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları .....	102
4.3.2.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları.....	102
4.3.2.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi.....	103
4.4. YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ .....	103
4.4.1. OECD Ülkeleri Sonuçları .....	104
4.4.1.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi .....	104
4.4.1.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları.....	104
4.4.1.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları .....	105
4.4.1.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları.....	105
4.4.1.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi.....	106
4.4.2. OECD Dışı Ülkelerin Sonuçları .....	107
4.4.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi .....	107
4.4.2.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları.....	107
4.4.2.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları .....	108
4.4.2.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları.....	109
4.4.2.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi.....	109
4.5. TOPLAM ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ 110	
4.5.1. OECD Ülkeleri Sonuçları .....	110
4.5.1.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi .....	110
4.5.1.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları.....	111
4.5.1.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları .....	111
4.5.1.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları.....	112
4.5.1.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi.....	112
4.5.2. OECD Dışı Ülkelerin Sonuçları .....	113
4.5.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi .....	113
4.5.2.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları.....	114
4.5.2.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları .....	114
4.5.2.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları.....	115
4.5.2.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi.....	115
<b>SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>120</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>125</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>145</b>
<b>VITAE .....</b>	<b>145</b>

## TABLOLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Tablo 2.1.</b> Dünyada Nükleer Enerjinin Durumu .....	19
<b>Tablo 2.2.</b> Nükleer Enerji Üretim Kapasitesinin Tahminleri .....	21
<b>Tablo 2.3.</b> Coğrafi Açıdan Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi .....	23
<b>Tablo 2.4.</b> Türkiye'nin Güneş Enerji Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı...	25
<b>Tablo 2.5.</b> Coğrafi Açıdan Kurulu Rüzgar Enerjisi Kapasitesi .....	27
<b>Tablo 2.6.</b> Coğrafi Açıdan Kurulu Jeotermal Enerji Kapasitesi .....	31
<b>Tablo 2.7.</b> Coğrafi Açıdan Kurulu Biyokütle Enerji Kapasitesi .....	35
<b>Tablo 2.8.</b> Coğrafi Açıdan Kurulu Hidrolik Enerji Kapasitesi .....	38
<b>Tablo 2.9.</b> Dünyadaki Enerji Tüketim Eğilimlerinin Yıllık Ortalama Büyüme Oranı.....	41
<b>Tablo 2.10.</b> Fosil Enerji Kaynaklarının Üretim Maliyeti ve Satış Fiyatı.....	42
<b>Tablo 2.11.</b> Türkiye'nin 2013 yılı Enerji Durumu .....	45
<b>Tablo 2.12.</b> Türkiye'nin 2014 Yılı Sektörel Doğalgaz Tüketim Tablosu .....	49
<b>Tablo 3.1.</b> Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimine İlişkin Değişkenler .....	77
<b>Tablo 4.1.</b> OECD Ülkeleri için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları .....	84
<b>Tablo 4.2.</b> OECD Ülkeleri için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları .....	85
<b>Tablo 4.3.</b> OECD Ülkeleri için Homojenlik Testi Sonuçları .....	86
<b>Tablo 4.4.</b> OECD Ülkeleri için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları .....	86
<b>Tablo 4.5.</b> OECD Ülkeleri için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları .....	87
<b>Tablo 4.6.</b> OECD Dışı Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları..	88
<b>Tablo 4.7.</b> OECD Dışı Ülkeler için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları .....	88
<b>Tablo 4.8.</b> OECD Dışı Ülkeler için Homojenlik Testi Sonuçları .....	89
<b>Tablo 4.9.</b> OECD Dışı Ülkeler için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları ...	89
<b>Tablo 4.10.</b> OECD Dışı Ülkeler için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları ..	90
<b>Tablo 4.11.</b> OECD Ülkeleri için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları .....	91
<b>Tablo 4.12.</b> OECD Ülkeleri için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları .....	91
<b>Tablo 4.13.</b> OECD Ülkeleri için Homojenlik Testi Sonuçları .....	92
<b>Tablo 4.14.</b> OECD Ülkeleri için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları .....	92
<b>Tablo 4.15.</b> OECD Ülkeleri için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları .....	93
<b>Tablo 4.16.</b> OECD Dışı Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları..	94
<b>Tablo 4.17.</b> OECD Dışı Ülkeler için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları .....	95
<b>Tablo 4.18.</b> OECD Dışı Ülkeler için Homojenlik Testi Sonuçları .....	95
<b>Tablo 4.19.</b> OECD Dışı Ülkeler için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları ...	96
<b>Tablo 4.20.</b> OECD Dışı Ülkeler için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları ...	96
<b>Tablo 4.21.</b> OECD Ülkeleri için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları .....	97
<b>Tablo 4.22.</b> OECD Ülkeleri için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları .....	98
<b>Tablo 4.23.</b> OECD Ülkeleri için Homojenlik Testi Sonuçları .....	99
<b>Tablo 4.24.</b> OECD Ülkeleri için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları .....	99

<b>Tablo 4.25.</b> OECD Ülkeleri için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları .....	100
<b>Tablo 4.26.</b> OECD Dışı Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları.	101
<b>Tablo 4.27.</b> OECD Dışı Ülkeler için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları .....	101
<b>Tablo 4.28.</b> OECD Dışı Ülkeler için Homojenlik Testi Sonuçları .....	102
<b>Tablo 4.29.</b> OECD Dışı Ülkeler için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları ...	102
<b>Tablo 4.30.</b> OECD Dışı Ülkeler için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları ...	103
<b>Tablo 4.31.</b> OECD Ülkeleri için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları .....	104
<b>Tablo 4.32.</b> OECD Ülkeleri için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları .....	105
<b>Tablo 4.33.</b> OECD Ülkeleri için Homojenlik Testi Sonuçları .....	105
<b>Tablo 4.34.</b> OECD Ülkeleri için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları .....	106
<b>Tablo 4.35.</b> OECD Ülkeleri için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları .....	106
<b>Tablo 4.36.</b> OECD Dışı Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları.	107
<b>Tablo 4.37.</b> OECD Dışı Ülkeler için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları .....	108
<b>Tablo 4.38.</b> OECD Dışı Ülkeler için Homojenlik Testi Sonuçları .....	108
<b>Tablo 4.39.</b> OECD Dışı Ülkeler için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları ...	109
<b>Tablo 4.40.</b> OECD Dışı Ülkeler için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları ...	109
<b>Tablo 4.41.</b> OECD Ülkeleri için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları .....	110
<b>Tablo 4.42.</b> OECD Ülkeleri için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları .....	111
<b>Tablo 4.43.</b> OECD Ülkeleri için Homojenlik Testi Sonuçları .....	111
<b>Tablo 4.44.</b> OECD Ülkeleri için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları .....	112
<b>Tablo 4.45.</b> OECD Ülkeleri için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları .....	112
<b>Tablo 4.46.</b> OECD Dışı Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları.	113
<b>Tablo 4.47.</b> OECD Dışı Ülkeler için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları .....	114
<b>Tablo 4.48.</b> OECD Dışı Ülkeler için Homojenlik Testi Sonuçları .....	114
<b>Tablo 4.49.</b> OECD Dışı Ülkeler için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları ...	115
<b>Tablo 4.50.</b> OECD Dışı Ülkeler için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları ...	115
<b>Tablo 4.51.</b> OECD Ülkelerindeki Enerji Kaynakları ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki.....	117
<b>Tablo 4.52.</b> OECD Dışı Ülkelerdeki Enerji Kaynakları ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki .....	117

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Doğalgaz Üretim-Tüketim Zinciri .....	5
Şekil 2.2. Coğrafi Açıdan Doğalgaz Rezervi .....	6
Şekil 2.3. Coğrafi Açıdan Doğalgaz Rezervi .....	7
Şekil 2.4. Dünya Doğalgaz Rezervi .....	7
Şekil 2.5. Türkiye'nin Doğalgaz Rezervi .....	8
Şekil 2.6. Petrol -Tüketim Zinciri .....	9
Şekil 2.7. Coğrafi Açıdan Ham Petrol Rezervi .....	10
Şekil 2.8. Coğrafi Açıdan Ham Petrol Rezervi .....	11
Şekil 2.9. Dünya Petrol Rezervi .....	12
Şekil 2.10. OPEC Ülkelerinin Petrol Rezervi .....	12
Şekil 2.11. Türkiye'nin Ham Petrol Rezervi .....	13
Şekil 2.12. Coğrafi Açıdan Kömür Rezervi .....	14
Şekil 2.13. Coğrafi Açıdan Kömür Rezervi .....	15
Şekil 2.14. İlk On Ülkenin Dünya Kömür Rezervi .....	15
Şekil 2.15. Türkiye'nin Kömür Rezervi .....	16
Şekil 2.16. Nükleer Enerjinin Tarihsel Gelişimi .....	18
Şekil 2.17. İlk 10 Ülkenin Nükleer Enerji Üretimi .....	20
Şekil 2.18. Coğrafi Açıdan Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi .....	24
Şekil 2.19. İlk 10 Ülkenin Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi .....	24
Şekil 2.20. Türkiye'de Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi .....	26
Şekil 2.21. Coğrafi Açıdan Kurulu Rüzgar Enerjisi Kapasitesi .....	28
Şekil 2.22. İlk 10 Ülkenin Kurulu Rüzgar Enerjisi Kapasitesi .....	28
Şekil 2.23. Türkiye'de Kurulu Rüzgar Enerjisi Kapasitesi .....	29
Şekil 2.24. Coğrafi Açıdan Kurulu Jeotermal Enerji Kapasitesi .....	32
Şekil 2.25. İlk 10 Ülkenin Kurulu Jeotermal Enerji Kapasitesi .....	32
Şekil 2.26. Türkiye'de Kurulu Jeotermal Enerji Kapasitesi .....	33
Şekil 2.27. Coğrafi Açıdan Kurulu Biyokütle Enerji Kapasitesi .....	35
Şekil 2.28. İlk 10 Ülkenin Kurulu Biyokütle Enerji Kapasitesi .....	36
Şekil 2.29. Türkiye'de Kurulu Biyokütle Enerji Kapasitesi .....	37
Şekil 2.30. Coğrafi Açıdan Kurulu Hidrolik Enerji Kapasitesi .....	38
Şekil 2.31. İlk 10 Ülkenin Kurulu Hidrolik Enerji Kapasitesi .....	39
Şekil 2.32. Türkiye'de Kurulu Hidrolik Enerji Kapasitesi .....	40
Şekil 2.33. Dünyada Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı .....	43
Şekil 2.34. Dünyada Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı .....	44
Şekil 2.35. Türkiye'de Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı .....	46
Şekil 2.36. Türkiye'de Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı .....	46
Şekil 2.37. Dünya Doğalgaz Tüketimi .....	47
Şekil 2.38. İlk 10 Ülkenin Doğalgaz Tüketimi .....	48

<b>Şekil 2.39.</b> Türkiye’de Doğalgaz Tüketimi .....	50
<b>Şekil 2.40.</b> Dünya Petrol Tüketimi .....	51
<b>Şekil 2.41.</b> İlk 10 Ülkenin Petrol Tüketimi .....	51
<b>Şekil 2.42.</b> Türkiye’de Petrol Tüketimi .....	52
<b>Şekil 2.43.</b> Dünya Kömür Tüketimi .....	53
<b>Şekil 2.44.</b> İlk 10 Ülkenin Kömür Tüketimi .....	53
<b>Şekil 2.45.</b> Türkiye’de Kömür Tüketimi .....	54
<b>Şekil 2.46.</b> Dünya Nükleer Enerji Tüketimi .....	55
<b>Şekil 2.47.</b> İlk 10 Ülkenin Nükleer Enerji Tüketimi .....	55
<b>Şekil 2.48.</b> Dünya Güneş Enerjisi Tüketimi .....	56
<b>Şekil 2.49.</b> İlk 10 Ülkenin Güneş Enerjisi Tüketimi .....	57
<b>Şekil 2.50.</b> Türkiye’de Güneş Enerjisi Tüketimi .....	57
<b>Şekil 2.51.</b> Dünya Rüzgar Enerjisi Tüketimi .....	58
<b>Şekil 2.52.</b> İlk 10 Ülkenin Rüzgar Enerjisi Tüketimi .....	59
<b>Şekil 2.53.</b> Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Tüketimi .....	59
<b>Şekil 2.54.</b> Dünya Jeotermal Enerjisi Tüketimi .....	60
<b>Şekil 2.55.</b> Dünya Biyokütle Enerjisi Tüketimi .....	61
<b>Şekil 2.56.</b> Dünya Hidrolik Enerji Tüketimi .....	62
<b>Şekil 2.57.</b> İlk 10 Ülkenin Hidrolik Enerji Tüketimi .....	62
<b>Şekil 2.58.</b> Türkiye’de Hidrolik Enerji Tüketimi .....	63

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR

<b>AB</b>	: Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>BP</b>	: British Petrol
<b>Btep</b>	: Bin Ton Petrol Eşdeğeri
<b>Btu</b>	: British Thermal Unit
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbondioksit
<b>DGT</b>	: Doğalgaz Tüketimi
<b>EIA</b>	: US. Energy Information Administration
<b>EPDK</b>	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
<b>ET</b>	: Elektrik Tüketimi
<b>GSYİH</b>	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
<b>Gw</b>	: Giga Watt
<b>Gw/h</b>	: Giga Watt/Saat
<b>IAEA</b>	: Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu
<b>IEA</b>	: Uluslararası Enerji Ajansı
<b>IRENA</b>	: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
<b>KWh</b>	: Kilowatt-Saat
<b>LNG</b>	: Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
<b>Mtep</b>	: Milyon Ton Petrol Eşdeğeri
<b>Mw</b>	: Mega Watt
<b>OECD</b>	: Organization for Economic Cooperation and Development
<b>OPEC</b>	: Organization of the Petroleum Exporting Countries
<b>PT</b>	: Petrol Tüketimi
<b>Sm<sup>3</sup></b>	: Standart Metreküp
<b>TET</b>	: Toplam Enerji Tüketimi
<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu
<b>YET</b>	: Yenilenebilir Enerji Tüketimi



# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ

### 1.1. GİRİŞ

Enerji, her geçen dönem önemi daha da artan bir sektör haline gelmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte, enerjiye olan bağımlılık artmaktadır. Enerjiye olan talebin artması, enerjiyi hem daha önemli kılmakta hem de enerji fiyatlarının artmasına neden olmaktadır. Enerji darboğazları ülkelerde büyük olumsuzluklara yol açmıştır. 1970'lerde meydana gelen petrol krizleri göstermiştir ki ülkelerin sadece bir enerji kaynağına yoğunlaşması ve bu enerji kaynağında dışa bağımlı olması uluslararası arenada gücünü zayıflatmaktadır. Tedarikçi ülkeye bağımlı olunmakta, böylece ülkenin büyümesine olumsuz etki etmektedir. 1970'li yıllardaki petrol krizlerinden sonra ülkelerin enerji politikaları değişmiştir. Ülkeler daha çeşitli enerji kaynaklarına yönelmişlerdir. Özellikle kendi sınırlarında üretebilecekleri yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımlarını artırmışlardır.

Uluslararası arenada enerjiyi ucuz ve verimli kullanan ülkeler büyüme hedeflerine daha kolay ulaşmaktadır. Ekonomik büyümenin öncüllerinden olan enerjinin ucuz yollu tedarik edilmesi ülke politikalarında önemli bir yer teşkil etmektedir. Ucuz ve temiz enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ülkelere ciddi avantajlar sağlayacaktır.

Ülkeler yatırımlarını kullanabilecekleri enerjiye göre yaparken, azalan enerji kaynaklarının yerlerini alternatif enerji kaynakları almaktadır. Enerji tüketiminin ekonomik büyümeye etkilerinin araştırılması gerekmektedir. Böylece ülkeler, uygulayacakları politikalar ile ülkenin kalkınması sağlanacaktır.

Bu çalışmanın amacı, panel veri ekonometrisini kullanarak, OECD ve OECD dışı ülkelerin ekonomik büyümesi ile enerji tüketimi alt bileşenleri (doğalgaz tüketimi, petrol tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi, elektrik tüketimi ve toplam enerji tüketimi) arasındaki ilişki incelenecek olup politika önerilerinde bulunulacaktır.

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen bu tezin diğer tez çalışmaları ile farkı, hem enerjiyi alt kalemleri ile birlikte ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemesi, hem de panel veri ekonometrisini kullanarak OECD ve OECD dışı ülke grupları için analiz edilmesidir.

Çalışmada, beş farklı enerji kaynağı ile (doğalgaz, elektrik, petrol, yenilenebilir enerji ve toplam enerji) ekonomik büyüme arasındaki ilişkisi incelenecektir. Bu amaçla beş farklı model kullanılacaktır. Bunlar; doğalgaz tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi, elektrik tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi, petrol tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi, yenilenebilir enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi ve toplam enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisidir.

Çalışmanın birinci bölümü giriş olup, ikinci bölümde enerji kuramsal çerçevesiyle incelenecektir. Enerji kaynaklarının öneminden bahsedilip, enerji kaynakları yenilenemeyen enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere sınıflandırılacaktır. Hem yenilenemeyen enerji kaynaklarının hem de yenilenebilir enerji kaynaklarının alt kalemlerinin teknik tanımı, tarihçesi verilip rezerv bilgileri ayrıntılı olarak anlatılacaktır. Dünya ve Türkiye’de enerji tüketimi hakkında bilgiler verilecektir. Her bir enerji kaynağının tüketimleri istatistiksel veriler yardımıyla yorumlanacak ve grafiksel olarak sunulacaktır. Kullanılacak beş model için yazın taraması yapılacaktır.

Üçüncü bölümde, kullanılacak beş model ve yıl aralıklarından bahsedilecektir. Ampirik analizlerde kullanılacak yöntemler teorik olarak incelenecektir.

Dördüncü bölümde ekonometrik uygulamalarının sonuçları verilecektir. Elde edilen bulgular yorumlanacak ve tartışılacaktır. Beş model için uygulanacak ekonometrik sonuçların daha iyi yorumlanabilmesi için tek bir tabloda gösterilecektir, böylece ekonomik büyümeyi en çok etkileyen enerji kaynağı hakkında daha iyi bilgi verilebilecektir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda politika önerileri verilecektir.

## İKİNCİ BÖLÜM ENERJİ KAYNAKLARI VE ENERJİ TÜKETİMİ

### 2.1. KURAMSAL ÇERÇEVESİYLE ENERJİ

Enerji kullanımı tarih öncesi devirlerde insan medeniyetinin başlangıcına kadar dayanmaktadır. Tarih öncesi insanlar, ateşin bulunması ile birlikte enerji kaynaklarını ısınmada ve yemek yapımında kullanmışlardır. Enerji kullanımı yüzyıllar boyunca artarak devam etmiştir. İnsan medeniyeti lokomotifin, nükleer enerjinin, otomobilin, uçağın, kişisel bilgisayarın kullanılması ile çağ atlamıştır. 1950 yılı sonrasında ülkeler enerji kaynaklarını kontrol edebilmek ve güvenliğini sağlayabilmek için savaşmışlardır (Michaelides, 2012:1). Enerjinin stratejik önemini kavrayabilen ve uyguladığı politikalar sonucunda enerji arzını kontrol edebilen ülkeler hızlı bir biçimde büyümüş ve kalkınmışlardır.

#### 2.1.1. Enerjinin Tanımı

Enerji iş yapma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Potansiyel enerji ve kinetik enerji olmak üzere iki çeşit enerji türü vardır. Potansiyel enerji hareket üretme yeteneğidir, kinetik enerji ise hareket enerjisidir.

Enerji kaynakları tarih boyunca ekonomik büyüme ve kalkınmada çok önemli rol oynamıştır. Yeni enerji kaynakları ve teknoloji uzun dönemde ekonomik büyümeyi ve refahı artırmıştır.

Sanayi ve ekonomi alanındaki değişimler enerjiye olan gereksinimi artırmıştır. Artan enerji talebini karşılayacak yeterli arz sağlanamamasından dolayı enerji fiyatları artmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımının artması ile birlikte rezervlerin azalması, ilerleyen yıllarda enerji maliyetlerinin artacağına işaretidir. Özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ucuz, temiz ve bol enerjiye ihtiyaçları giderek artmaktadır.

Uzmanlara göre 21. yüzyılda dünyanın enerji talebi önceki yüzyıla göre iki katından fazla artacaktır. Şu an için enerji talebinde azalma öngörülmemektedir.

Dünya genelinde çok fazla endüstrileşen ülkenin olması ve insanların hayat standardındaki artışlar enerjiye olan talebi giderek artırmaktadır (Stinger, 2006:1).

Dünyanın fosil yakıtta olan bağımlılığının 2050 yılına kadar artarak devam etmesi beklenmektedir. Enerji kaynaklarının yeryüzünde homojen dağılmaması sebebiyle, enerji kaynaklarının dörtte biri, petrolün ise yarıdan fazlası uluslararası ticarete konudur. Enerji kaynaklarının tükeneceği endişesi her geçen gün azalmakla birlikte, petrole dayalı rekabetin giderek artması beklenmektedir. Hemen hemen bütün ülkeler, ihtiyaçları olan enerji kaynaklarının uygun fiyatlar ile ve devamlılık suretini güvenlik sorunu saymaktadırlar. Bu nedenle dünya enerji arz durumu, ulusal ve uluslararası güvenlik risklerini barındırmaktadır. OPEC'in Ortadoğulu üyelerinin elinde, ihtiyaç fazlası petrolün yarıdan fazlası bulunmasından dolayı bu bölgeyi coğrafi açıdan önemli kılmaktadır (Tuncay, 2003:6).

### **2.1.2. Enerji Kaynakları**

Enerji çeşitleri yenilenebilir ve yenilenemez olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yenilenemez enerji kaynakları kullanıldıkları anda tükenen ve yerine konulamayan kaynaklardır. Fosil kaynaklar ve nükleer enerjinin malzemesi olan uranyum yenilenemez kaynaklara örnek verilebilir. Yenilenebilir enerji kaynakları ise kullanıldıkları anda yerine aynı kaynağın aynı veya daha az oranda yerine gelebilen enerji kaynaklardır. Rüzgar enerjisi ve güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynaklarına örnek gösterilebilir (Fanchi ve Fanchi, 2005:1-2).

#### **2.1.2.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları**

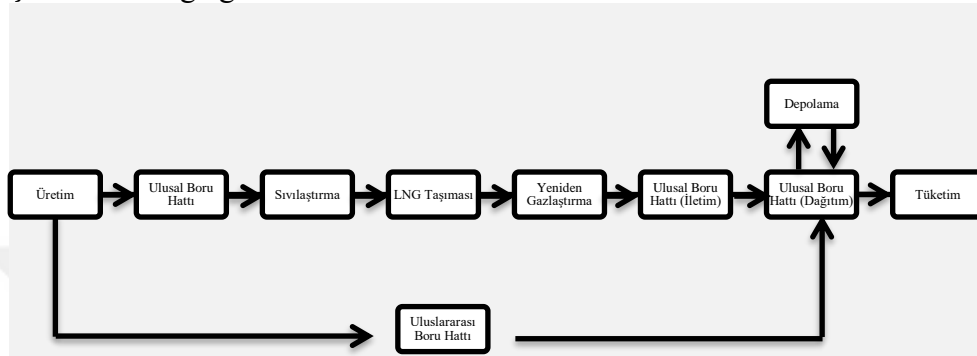
Yenilenemeyen enerji kaynakları, kullanıldıkları anda biten ve yerine konulması çok uzun zaman alan kaynaklar olarak tanımlanmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynakları doğalgaz, petrol, kömür ve nükleer enerji olmak üzere dört çeşittir.

##### **2.1.2.1.1. Doğalgaz**

Doğalgaz metan, etan, propan, butanlar, pentanlar ve heksanların karışımıdır. Ayrıca az miktarlarda (%0-0.5 hacimce) karbon dioksit, helyum, hidrojen sülfür ve nitrojen de ihtiva eder. Doğalgazın bileşimi çıkarıldığı bölgeye ve rezervuara göre değişir. Kabaca en önemli bileşeni hacimce %70-90 arasında değişen metan ve %0-20 etandır. Propan miktarı etandan daha azdır. Doğalgaz, renksiz, kokusuz, tatsız ve havadan daha hafif bir fosil yakıttır. Kömür, petrol ve diğer fosil yakıtların kimyasal

yapıları doğalgaza göre çok karmaşık olduğundan yandıklarında çeşitli zararlı maddeler ortaya çıkar. Doğalgaz korozif ve zehirli değildir, kolay ve kalıntı bırakmadan yanar, hava kirliliğine sebep olabilecek emisyonu çok azdır (Beşergil, 2007:134-135). Doğalgazın arzından tüketiciye ulaştırılana kadar geçen süreç aşağıdaki gibidir.

**Şekil 2.1.** Doğalgaz Üretim-Tüketim Zinciri



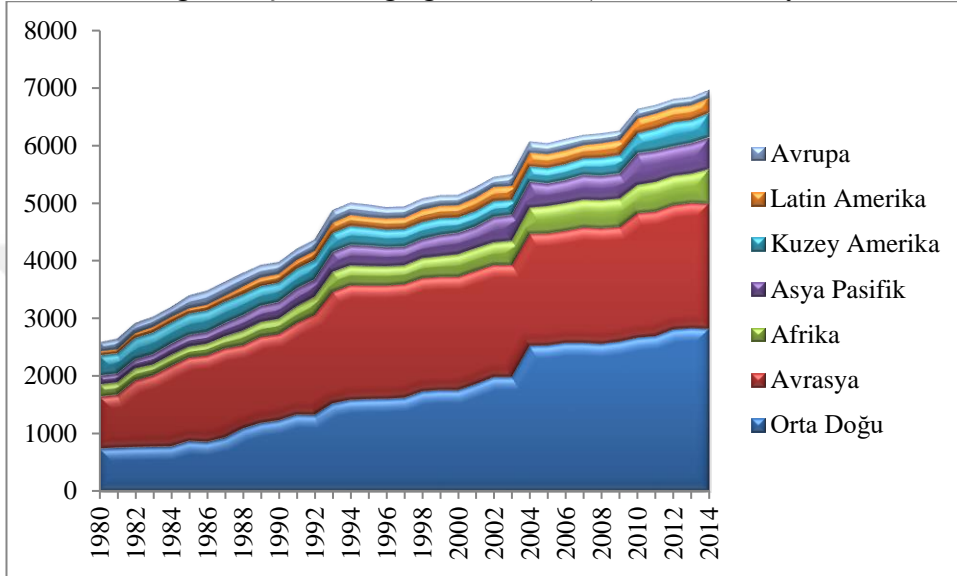
**Kaynak:** Putting a price on energy: International pricing mechanisms for oil and gas. Energy Charter Secretariat, 2007.

Doğalgazın tarihsel süreci çok eski tarihlere kadar uzanmaktadır. Çin Sichuan’da MS.150 tarihinde tuzun çöktürülmesi işleminde, yeraltı rezervlerinden çıkan doğalgazın bambu borularla taşındığı kayıtlara geçmiştir. Marco Polo, yüzyıllardan beri sönmeyen doğalgaz alevlerini Bakü’deki Zoroastrian ateş tapınağında bulmuştur. 1659’da İngiltere’de keşfedilen doğalgaz, Avrupa’da 1790’da yaygın hale gelmiştir. Doğalgazın Avrupa’da ilk kullanım alanları sokakların ve evlerin aydınlatılmasında, içten yanmalı motorların çalıştırılmasında olmuştur. 1920’lerde boru hattı taşımacılığının yaygın hale gelmesiyle doğalgaz tüketimi artmıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrasında günümüze kadar kullanımı artarak devam etmiştir (Makine Mühendisleri Odası, 2006).

Ülkemizde yurt içi kaynaklardan doğal gaz üretimiyle ilgili ilk uygulamalar, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) bünyesinde 1976 yılında başlanmıştır. 1980’li yılların ikinci yarısından sonra doğalgaz tüketimi hızlı biçimde artmıştır. Türkiye Cumhuriyeti ile Sovyet Sosyalist Cumhuriyetleri Birliği hükümetinin 18 Eylül 1984 tarihinde imzaladıkları doğal gaz nakline ilişkin anlaşma ile doğalgaz ithalatı ilk kez ülkemizin gündemine girmiştir. 14 Şubat 1986’da Sovyet Sosyalist Cumhuriyetleri Birliği ile imzalanan yılda 6 milyar m<sup>3</sup> gaz alımına yönelik anlaşmayla Türkiye doğalgaz ithaline 1987’de başlamıştır. 1987 ile 1993 yılları arasında doğalgaz ithalatı

sadece Rusya Federasyonu ile yapılmıştır. Doğalgaz arz kaynaklarının artırılması amacıyla 1984 yılında Marmara Ereğlisi'nde LNG (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz) terminalinin kurulma çalışmalarının başlanmış, BOTAŞ LNG Terminalinin 1994 yılında devreye girmesinden sonra, Cezayir, Avustralya ve Katar'dan da LNG ithalatı başlamıştır (Makine Mühendisleri Odası, 2006:20).

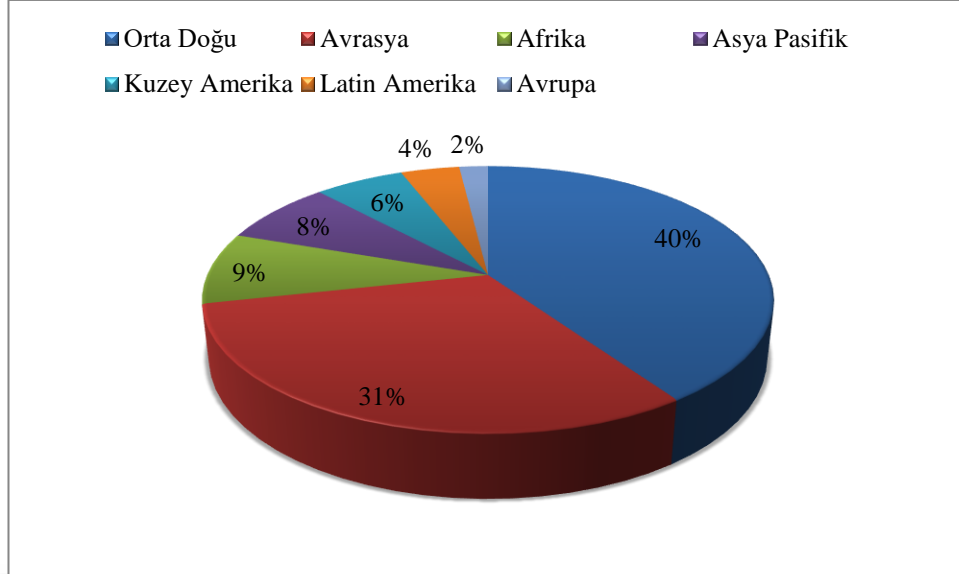
**Şekil 2.2.** Coğrafi Açından Doğalgaz Rezervi (1980-2014, trilyon m<sup>3</sup>)



**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

Şekil 2.2. coğrafi açıdan doğalgaz rezervini göstermektedir. 2001 yılına kadar dünyada keşfedilen en fazla doğalgaz rezervine sahip bölge Avrasya olmasına karşılık 2002'de Orta Doğu'da bulunan yeni doğalgaz rezervleri Orta Doğu'yu bu konuda zirveye taşımıştır. Şekilde de görüleceği üzere, 1980 ile 2014 yılları arasında doğalgaz rezervi genel itibariyle artış eğilimindedir. Kuzey Amerika'da doğalgaz rezervi 2004 yılına kadar azalmakta iken, bu yıldan itibaren doğalgaz rezervinde artış meydana gelmiştir. Avrupa ise doğalgaz rezervinde diğer coğrafi bölgelere kıyasla daha düşük rezerve sahiptir. 1987 yılından itibaren ise Avrupa'nın doğalgaz rezervinde azalma yaşanmıştır.

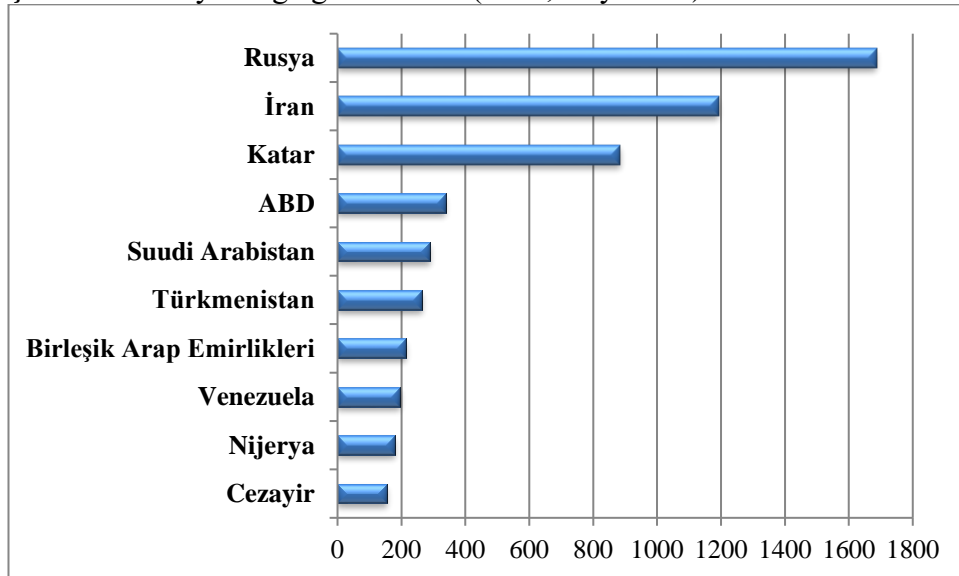
**Şekil 2.3. Coğrafi Açıdan Doğalgaz Rezervi (2014, %)**



**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

Şekil 2.3. 2014 yılında coğrafi açıdan doğalgaz rezervi dağılımını göstermektedir. 2014 yılında dünya doğal gaz rezervi 6.972 trilyon m<sup>3</sup>'tür. Orta Doğu, doğalgaz rezervinde 2.813 trilyon m<sup>3</sup> ile en fazla rezerve sahip coğrafi bölgedir ve onu Avrasya 2.178 trilyon m<sup>3</sup> ile izlemektedir. Bu iki coğrafi bölge dünya doğalgaz rezervinin %71'ine sahiptir. Doğalgaz rezervine sahip en düşük coğrafi bölge ise 136 trilyon m<sup>3</sup> ile Avrupa'dır.

**Şekil 2.4. Dünya Doğalgaz Rezervi (2014, trilyon m<sup>3</sup>)**

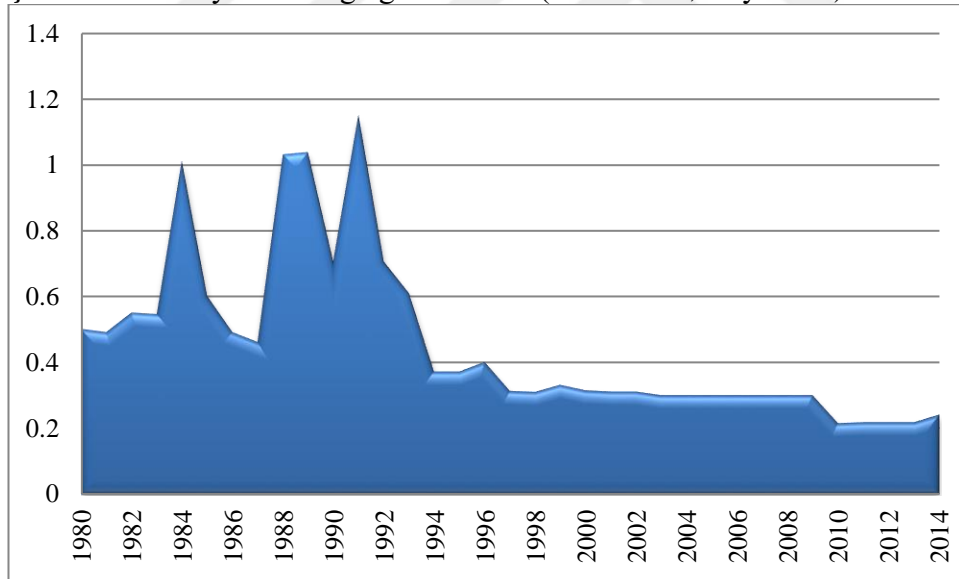


**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

2014 yılı sonu itibariyle dünyada doğalgaz rezervine sahip en yüksek on ülkenin doğalgaz rezervi Şekil 2.4.'de göstermektedir. Dünyada doğalgaz rezervi 6.972 trilyon m<sup>3</sup>'tür. Doğalgaz rezervi sıralamasında Rusya, 1.688 trilyon m<sup>3</sup> ile (%24,20) ilk sırada, onu 1201 trilyon m<sup>3</sup> ile (%17,11) İran, 871 trilyon m<sup>3</sup> ile (%12,69) Katar takip etmektedir. Rusya, İran ve Katar, dünya doğalgaz rezervinin yarısından fazlasına (%54,01) sahiptir. Türkiye doğalgaz rezervi ise 241 milyar m<sup>3</sup>'tür (EIA, 2015).

Küresel doğalgaz talebini artıran ana bölgeler Çin ve Orta Doğu olmanın yanı sıra, ABD'de yeni düzenlemelerin devreye girmesiyle birlikte elektrik sektöründeki salınımları kısıtlanmıştır. Böylece, doğalgazın 2030'lu yıllarda OECD enerji bileşeninde birinci yakıt düzeyine yükseleceği tahmin edilmektedir. Doğalgaz üretimi, Avrupa istisna oluştursa da, petrolün aksine hemen hemen her bölgede artarken, küresel arzdaki büyümenin neredeyse % 60'ını konvansiyonel olmayan doğal gaz oluşturmaktadır (World Energy Outlook, 2014).

**Şekil 2.5.** Türkiye'nin Doğalgaz Rezervi (1980-2014, trilyon m<sup>3</sup>)



**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

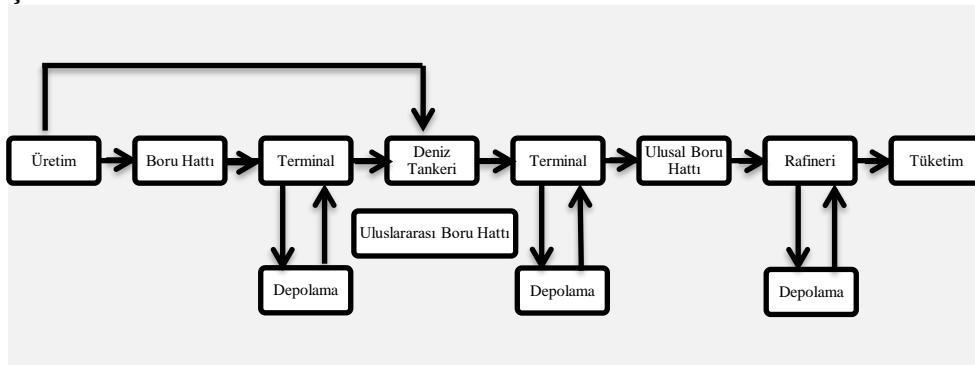
Türkiye'nin doğalgaz rezervi 1980 ile 2014 dönemi için Şekil 2.5.'de sunulmuştur. Doğalgaza olan talebin giderek artması, Türkiye'de bu kaynağa olan arayışın artmasına neden olmaktadır. Ancak Türkiye'de doğalgaz rezervinin çıkarılmasının uygun ve karlı olduğu bölgeler sınırlıdır. Bu nedenle doğalgaz ithalatımız giderek artmaktadır.



### 2.1.2.1.2. Petrol

Petrol koyu renkli, yapışkan ve yanıcı bir maddedir. Metan, etan, propan, bütan gibi çeşitli hidrokarbonların bileşiminden oluşan petrolün yoğunluğu kimyasal bileşimine ve yapışkanlığına göre farklılık göstermektedir. Genellikle hafif petroler (yüksek graviteli) açık kahve, sarı veya yeşil, ağır (düşük graviteli) petroler ise, koyu kahve veya siyahtır. Yüksek graviteli petrolün rafinajından genellikle jet yakıtı, benzin, gazyağı ve motorin gibi hafif ve beyaz ürünler, düşük graviteli petrolün rafinajından ise, daha çok fueloil, kalorifer yakıtı ve asfalt gibi ağır ve siyah maddeler üretilmektedir. Milyonlarca yıl önce deniz diplerine çöken hayvan ve bitkilerin üzerine, doğal olaylarla yer tabakalarının yığılması ve meydana gelen bu havasız ortamda, uygun ısı ve basınç altında bakterilerin yardımı ile petrol oluşmaktadır. Dünyada üretilen petrolün sınıflandırmasında, petrolün özgül ağırlığı, viskozitesi ve içerdiği kükürt miktarı gibi özellikler dikkate alınmaktadır. API (Amerikan Petrol Enstitüsü) tarafından çıkarılan ve özgül ağırlığa bağlı API gravite tanımı, tüm dünyada petrolün sınıflandırılmasında kullanılan temel ölçü birimlerinden birisidir (Bayraç, 2005). ABD, ham petrolü ilk kez 19. yüzyılda geniş ticari amaçla piyasaya tahta variller içinde sürdürdüğünden varil ile ölçülmeye başlanmıştır. Petrolün arzından tüketiciye ulaştırılana kadar geçen süreç aşağıdaki gibidir.

**Şekil 2.6.** Petrol -Tüketim Zinciri

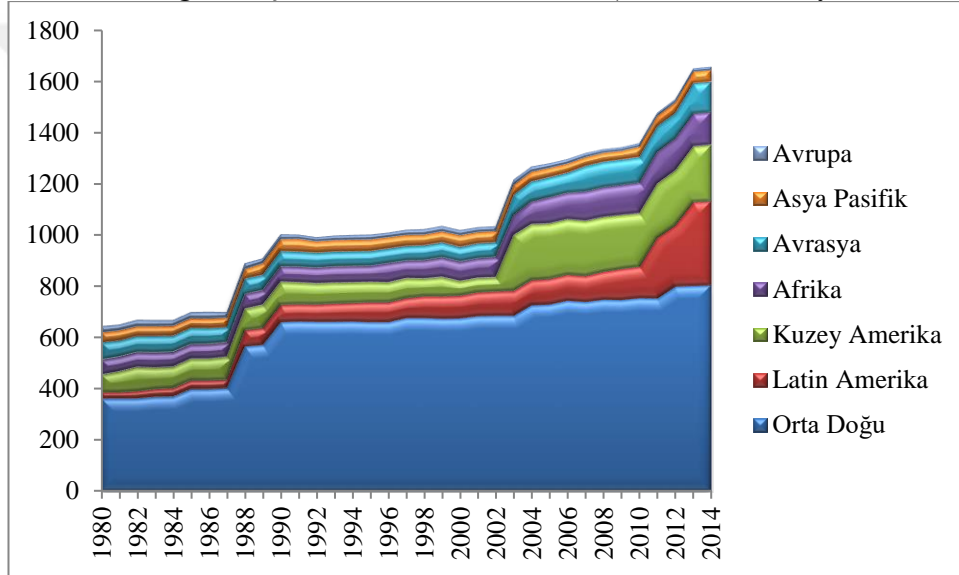


**Kaynak:** Putting a price on energy: International pricing mechanisms for oil and gas. Energy Charter Secretariat, 2007.

Petrol kelimesi, Latince' de taş anlamına gelen “petra” ve yağ anlamına gelen “oleum” kelimelerinden oluşmuştur. Petrol, çok eski tarihlerden beri ısıtma, inşaat ve izalasyonda kullanılmaktadır. Babil şehrinin yıkıntılarında, bitümlerin tuğla yapılarda harç olarak kullanıldığı şehrin sokaklarında asfalt ile kaplanmış tuğlalardan döşendiği bilinmektedir. Bu maddelerin Bağdat ve Musul arasında Dicle kenarında bulunan

sızıntılardan tedarik edildiği düşünülmektedir. 15. yy'da Ren vadisinin Fransa tarafında keşfedilen petrollü kumtaşlarının o zamanki madencilik metotlarıyla işlendiği anlaşılmaktadır. Petrol ve petrol gazlarının yeryüzüne sızıntı şeklinde çıkması ve yıldırım gibi tabiat olayları ile ateş alması ve bu ateşin hiç sönmeden yüzyıllardan beri yanması bu ateşin kutsal sayılmasına sebep olmuştur. 1859 yılında A.B.D.' de Albay Drahe tarafından, modern anlamda ilk kuyunun açılması, modern petrol endüstrisinin başlangıcı kabul edilmektedir. Aynı tarihlerde, Polonya, Romanya, Rusya ve bazı Amerika ülkelerinde petrol sahasının işletilmesine başlanılmıştır (Kaya ve Mercan, 2002:101-102).

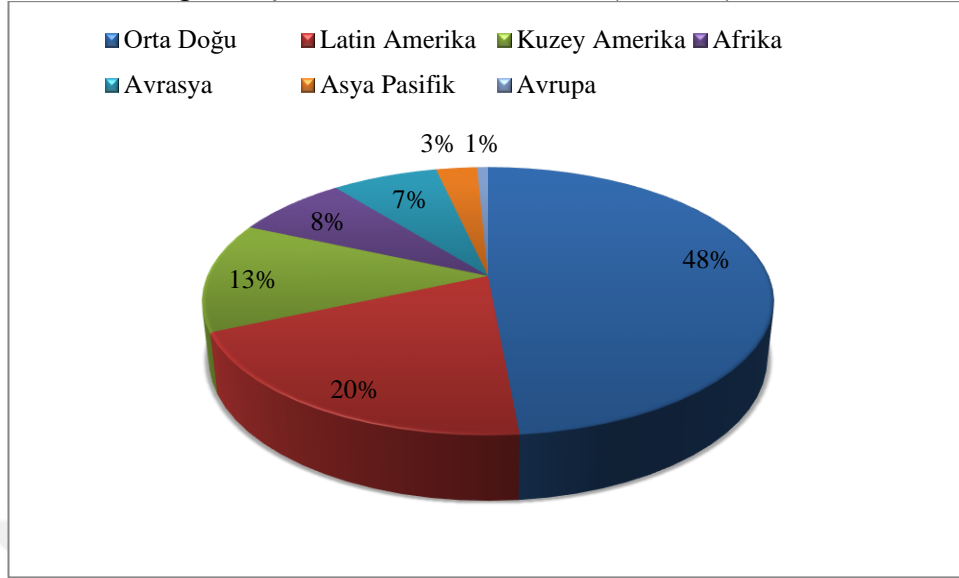
**Şekil 2.7.** Coğrafi Açıdan Ham Petrol Rezervi (1980-2014, milyar varil)



**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

Ham petrol rezervlerinin coğrafi açıdan tarihsel gelişimi Şekil 2.7.'de verilmiştir. Genel itibariyle tüm bölgelerde keşfedilen ham petrol rezervleri artmıştır. Tarihsel açıdan bakıldığında Kuzey Amerika bölgesindeki ham petrol rezervi 2002 yılında 56 milyar varilken 2003 yılında rezervi ile 217 milyar varile çıkmıştır. Bu önemli değişiklik ile birlikte Kuzey Amerika dünya ham petrol rezervi sıralamasında ikinci sıraya yükselmiştir. Ancak 2011 yılında Latin Amerika'da bulunan yeni rezervler ile birlikte Kuzey Amerika dünya ham petrol rezervi sıralamasında üçüncü sıraya inmiştir. 1980 yılından bu yana Orta Doğu bölgesi ham petrol rezervinde hep zirvedeki yerini korumuştur. Orta Doğunun ham petrol rezervi 1980 yılında 362 milyar varilken 2014 yılında 804 milyar varile yükselmiştir. Avrupa bölgesinde ham petrol rezervleri yıldan yıla azalmıştır.

**Şekil 2.8. Coğrafi Açıdan Ham Petrol Rezervi (2014, %)**



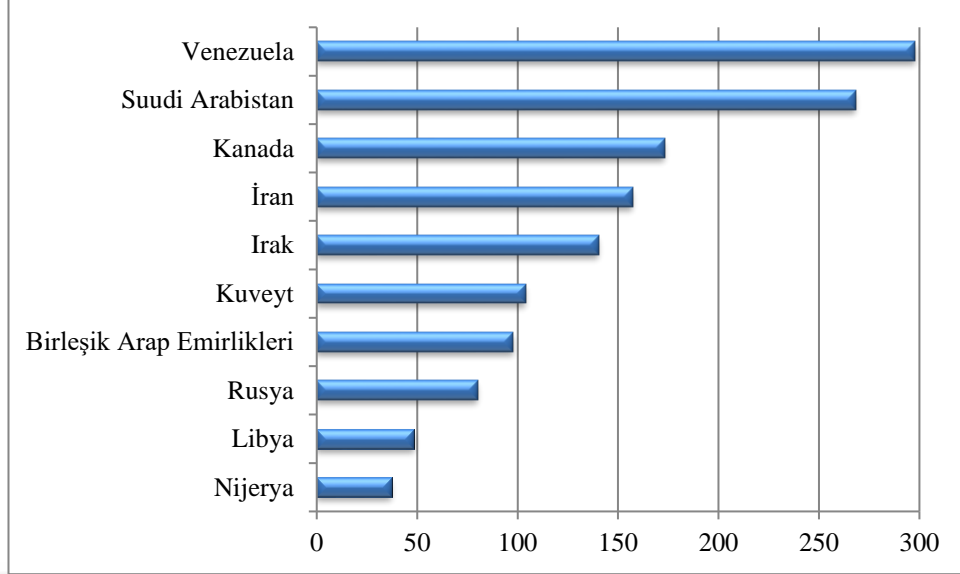
**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

2014 yılına ait coğrafi açıdan dünya ham petrol rezervi Şekil 2.8.'de gösterilmiştir. Orta Doğu dünya ham petrol rezervlerinin %48'ine sahiptir. Bu bölgede petrol rezervlerinin bu denli fazla olması orta doğunun enerji piyasasındaki önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Latin Amerika ise dünya ham petrol rezervlerinin %20'sine sahiptir ve onu %13'lük pay ile Kuzey Amerika takip etmektedir. Ham petrol rezervlerinin en az olduğu bölge %1 ile Avrupa'dır.

Şekil 2.9. 2014 yılı sonu itibariyle dünyada en yüksek on petrol rezervine sahip ülkenin petrol rezervini göstermektedir. 2014 yılında dünyadaki petrol rezervi 1.656 milyar varildir. Dünyada en yüksek petrol rezervine sahip ülke 298 milyar varil ile Venezuela'dır. Venezuela, dünyadaki petrol rezervinin %18'ine sahiptir. Venezuela'yı 268 milyar varille Suudi Arabistan takip etmektedir ve dünya rezervinin %16,2'si Suudi Arabistan'da bulunmaktadır. Onu, Kanada 173 milyar varille (%10,5) takip etmektedir. Petrol rezervi en fazla olan ilk üç ülkenin (Venezuela, Suudi Arabistan ve Kanada) dünya petrol rezervi içindeki payı yaklaşık %44,7'dir (EIA, 2015).

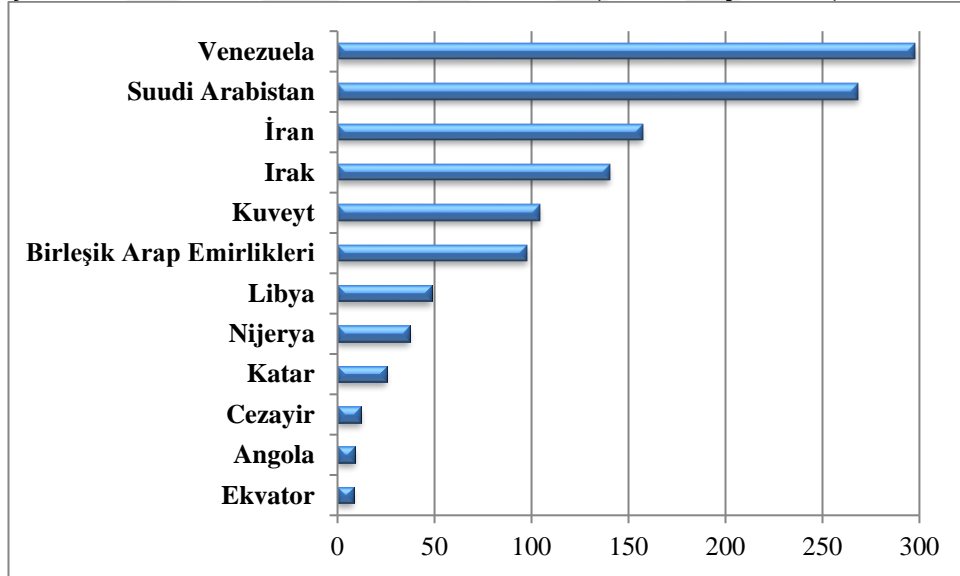
Dünya petrol rezervlerinin büyük çoğunluğunu elde bulunduran ülkeler OPEC ülkeleridir. Aşağıda 2014 yılı itibariyle OPEC ülkelerinin petrol rezervleri gösterilmektedir.

**Şekil 2.9.** Dünya Petrol Rezervi (2014, milyar varil)



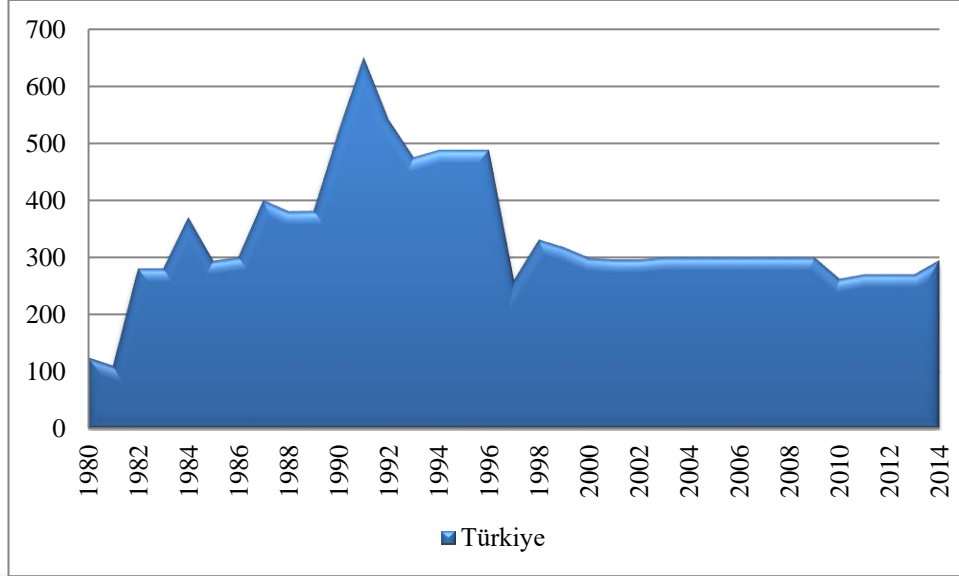
**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

**Şekil 2.10.** OPEC Ülkelerinin Petrol Rezervi (2014, milyar varil)



**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

Şekil 2.10.'da OPEC ülkelerinin petrol rezervi görülmektedir. Dünyada petrol rezervi en yüksek iki ülke olan Venezuela ve Suudi Arabistan, OPEC üyesi ülkelerdendir. Petrol rezervi en yüksek on ülkeden Kanada ve Rusya dışındaki sekiz ülke ise OPEC ülkesidir. OPEC üyesi 12 ülkenin toplam petrol rezervi 1.206 milyar varildir ve bu miktar dünya petrol rezervinin %72,8'ine tekabül etmektedir.

**Şekil 2.11.** Türkiye'nin Ham Petrol Rezervi (1980-2014, milyon varil)

**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

Şekil 2.11. Türkiye'nin ham petrol rezervini göstermektedir. Türkiye'de 2014 yılında 295 milyon varil petrol rezervi vardır ve dünya petrol rezervlerinin %0,017'sine sahiptir. 1991 yılında petrol rezervi 650 milyon varile çıkarak zirve yapmıştır. 2000 yılından itibaren petrol rezervinin yatay bir seyir izlediği görülmektedir.

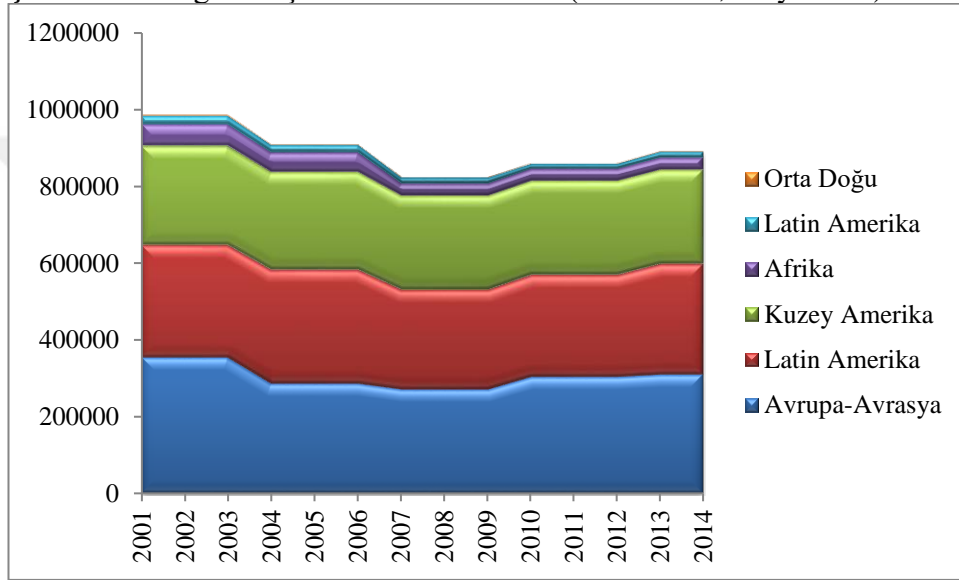
### 2.1.2.1.3. Kömür

Fosil yakıtlar içerisinde yer alan kömür, havanın oksijeni ile doğrudan yanabilen ve %50-95 arasında serbest veya bileşik karbon içeren organik kayaçlardır. Kömürleşme olayı; organik materyalin turba, linyit, taşkömürü ve antrasit evrelerini ifade etmektedir (Şengüler, 2007:1). Kömürler, kömürleşme süreci ve yataklanma, nem içeriği, kül ve uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, kükürt ve mineral madde içeriklerinin yanı sıra jeolojik, petrografik, fiziksel, kimyasal ve termik özellikleri bakımından çok çeşitlilik göstermektedir. Bu nedenle, ülkelerde kömürlerin birbirine benzer özellikler ve yakın değerler temelinde sınıflandırılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır (TTK, 2015:1).

Kömür, enerji kaynağı olarak çok uzun zamandır kullanılmaktadır. Kömür kullanımına ilişkin en eski yazılı kayıtlardan biri milattan önce 4. yüzyılda yaşayan Yunanlı filozof Aristoteles'e aittir. Bazı tarihçiler kömürün milattan önce 1000 civarlarında, Çinlilerin madeni para yapmak amacıyla bakır ergitmede kullanıldığını ileri sürmektedirler. Sanayi Devrimi, dünyada kömüre talebin patlama yaptığı dönem

olarak kayıtlara geçmiştir. Kömüre olan talep patlamasının arkasındaki en önemli neden, 1763'de James Watt'ın İskoçya'da buharla çalışan makineyi icat etmesi olmuştur. Kömür bundan sonraki süreçte, ulaştırma ve demir-çelik başta olmak üzere pek çok endüstrinin en önemli girdilerinden birisi haline gelmiştir. On dokuzuncu yüzyılın başlarından itibaren dünya ekonomisi üzerinde önemli bir rol oynayan kömürün günümüz gelişmiş ülkelerinin gelişmesindeki payı oldukça fazladır (Tamzok, 2012:2).

**Şekil 2.12.** Coğrafi Açıdan Kömür Rezervi (2001-2014, milyon ton)



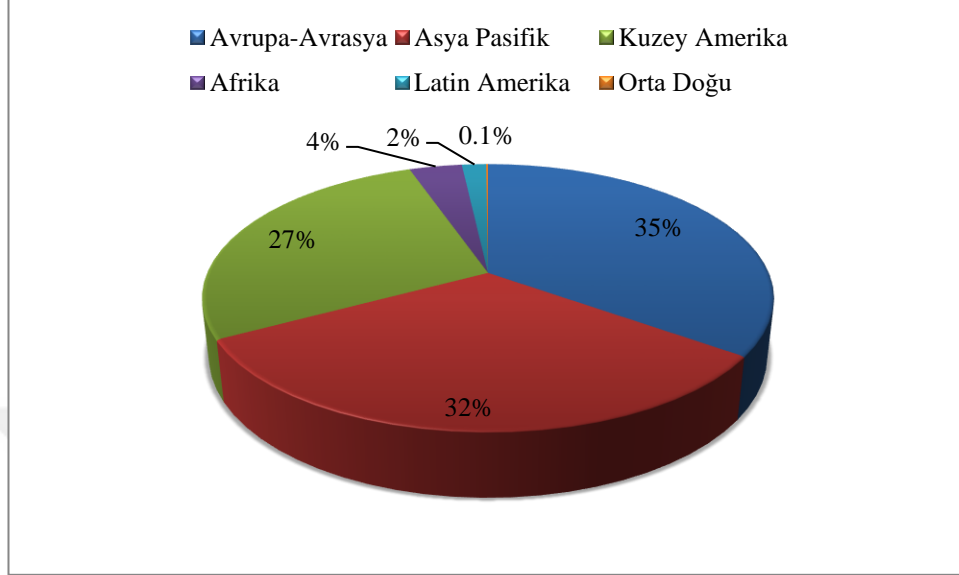
**Kaynak:** BP Statistical Review

Şekil 2.12. coğrafi açıdan kömür rezervini 2001 ile 2014 dönemi arası için göstermektedir. Kömür rezervi en fazla olan coğrafi bölgeler Avrupa-Avrasya'dır. Bu bölgelerde 2003 yılından sonra düşen kömür rezervinde yeni kaynakların bulunmasıyla 2010 yılında artış yaşanmıştır. Latin Amerika coğrafi açıdan en yüksek ikinci kömür rezervine sahip bölgedir ve onu Kuzey Amerika takip etmektedir. Kömür rezervi en az olan coğrafi bölge ise Orta Doğu'dur.

2014 yılı itibariyle coğrafi açıdan kömür rezervi Şekil 2.13.'de gösterilmektedir. Dünya kömür rezervi 2014 yılında 891.531 milyon tondur ve %35'i Avrupa-Avrasya coğrafi bölgesinde bulunmaktadır. Bu bölgede bulunan kömür rezervi ise 310.538 milyon tondur. Latin Amerika, dünya kömür rezervinin %32'sine (288.328 milyon ton) sahiptir. Kuzey Amerika ise 245.088 milyon ton ile dünya kömür rezervlerinin %27'sini bulundurmaktadır. Bu bölgelerin toplam kömür rezervi 843.954 milyon tondur ve dünya kömür rezervinin yaklaşık %94'ü bu bölgelerdedir.

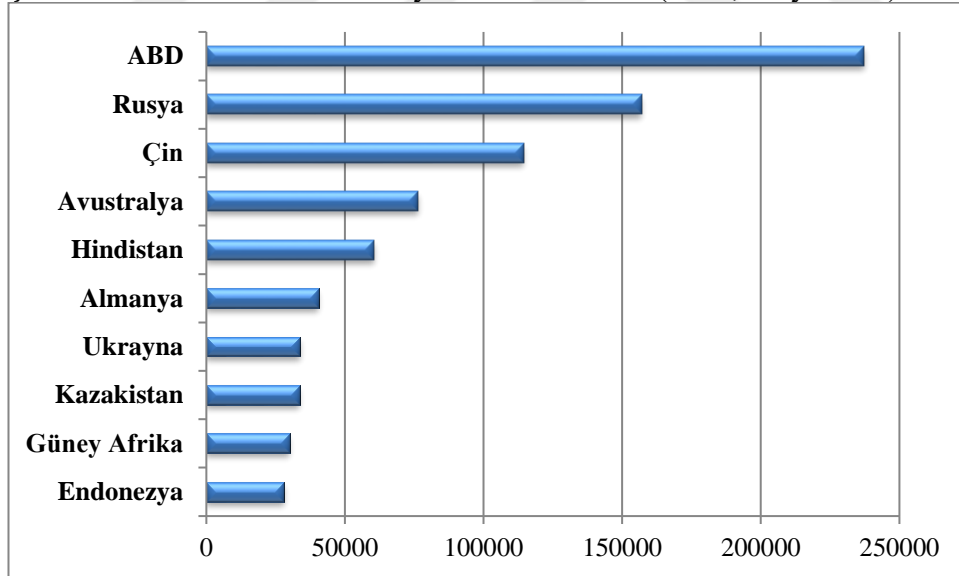
Orta Doğu'da kömür rezervi 1.122 milyon tondur ve dünyadaki coğrafi bölgeler arasında en az kömür rezervine sahip bölge konumundadır.

**Şekil 2.13.** Coğrafi Açından Kömür Rezervi (2014, %)



**Kaynak:** BP Statistical Review

**Şekil 2.14.** İlk On Ülkenin Dünya Kömür Rezervi (2014, milyon ton)

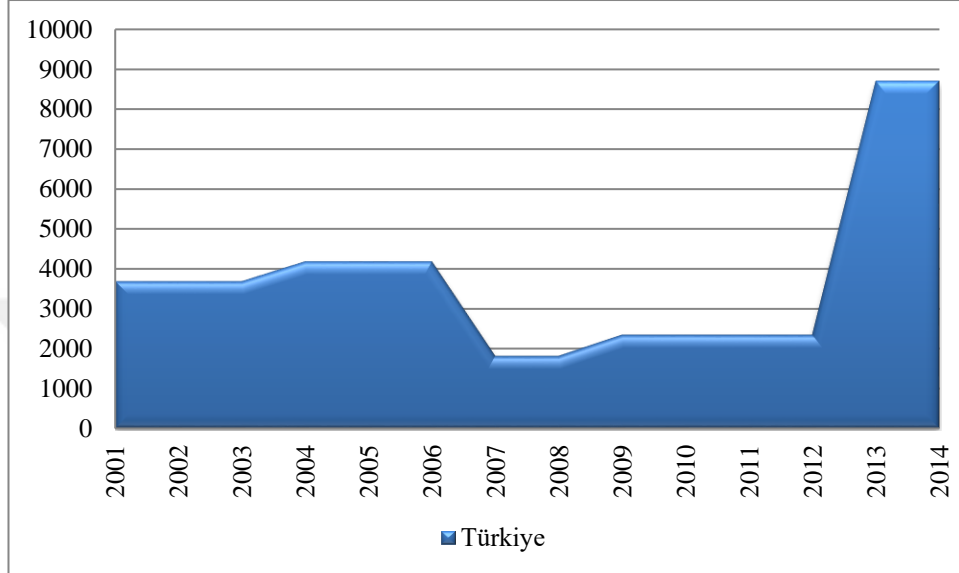


**Kaynak:** BP Statistical Review

Şekil 2.14.'de dünyada kömür rezervi en fazla olan ilk on ülkenin dünya kömür rezervi verilmiştir. 2014 yılı sonu itibarıyla dünyada 891.531 milyon ton kömür rezervi bulunmaktadır. ABD 237.295 milyon ton ile dünyada en fazla kömür rezervine sahip ülke konumundadır (%26,6) ve onu Rusya 157.010 milyon ton (%17,6) kömür rezervi ile takip etmektedir. Üçüncü sırada Çin bulunmaktadır ve kömür rezervi

114.500 milyon tondur (%12,8). Avustralya, Hindistan, Almanya, Ukrayna, Kazakistan, Güney Afrika ve Endonezya sırası ile Çin'i takip etmektedirler. Kömür rezervi en fazla olan ilk on ülke 811.999 milyon ton kömür rezervine sahiptir ve 2014 yılında dünyadaki kömür rezervinin yaklaşık %91'i bu on ülkede bulunmaktadır.

**Şekil 2.15.** Türkiye'nin Kömür Rezervi (2001-2014, milyon ton)



**Kaynak:** BP Statistical Review

Türkiye'nin 2001 ile 2014 yılları arasındaki kömür rezervi Şekil 2.15.'de gösterilmektedir. 2001 yılında kömür rezervi 3.683 milyon ton iken, 2007 yılında 1.814 milyon tona gerilemiştir. 2006 yılı ile 2007 yılları arasındaki kömür rezervinin aniden düşmesinin sebeplerinin arasında kömür rezervlerinin yeniden değerlendirilmesi ve ruhsatsız kömür ocaklarının faaliyetlerine devam ederken rezervlerin resmi kayıtlarının tutulamaması yer almaktadır. Türkiye'de 2013 yılı itibariyle kömür rezervi 8.702 milyon tona çıkmıştır.

#### 2.1.2.1.4. Nükleer Enerji

Nükleer bilim, nötronun 1932 de Sir James Chadwick tarafından keşfinden sonra 2. Dünya Savaşı'nın da etkisiyle hızla gelişti. 1939'da atomun bölünmesi (filyon) ile enerjinin açığa çıktığı keşfedildi. Bu olaydan daha sonra 1943'te ilk kontrol edilebilen zincirleme reaksiyon, 1945'te ilk atom silahı ve 1951'de nükleer enerji kullanılarak ilk elektrik üretimi gerçekleşti. Böylece nükleer enerji 20 yıl gibi bir sürede teoriden pratik uygulama aşamasına geldi (TAEK, <http://www.taek.gov.tr>).



Nükleer enerjiden elektrik, ilk olarak ABD’de üretilmiştir. Buna takiben nükleer enerji, İngiltere’de 1953’te, Rusya’da 1954’te, Fransa’da 1956’da ve Almanya’da 1961’de elektrik üretiminde kullanılmaya başlandı. Yirmi yıl içerisinde yirmi ülke daha nükleer enerjiyi kullanmaya başlamıştır. 1970’li yılların başında meydana gelen petrol krizinin etkisiyle nükleer enerji önemini artırmıştır ve dünyada hızlı biçimde yayılmaya başlamıştır. Sonraki on yılda dünya ekonomisindeki yavaşlama ve fosil yakıt fiyatlarındaki gerileme, nükleer enerji talebindeki büyümeyi azalttı. Aynı yeten ABD’deki Three Mile Island (1979) ve Rusya’daki Chernobyl (1986) kazalarının etkisi ile nükleer tesislerin güvenliği hakkında kamuoyunda ciddi kaygılar oluştu. Bu nedenlerden dolayı 1990’larda nükleer enerjinin gelişmesi yavaşlamıştır. Bununla beraber bazı ülkeler reaktör yapımına devam ettiler ve bu da nükleer enerji üretiminde sınırlı bir artışa neden oldu (TAEK, 2010:1).

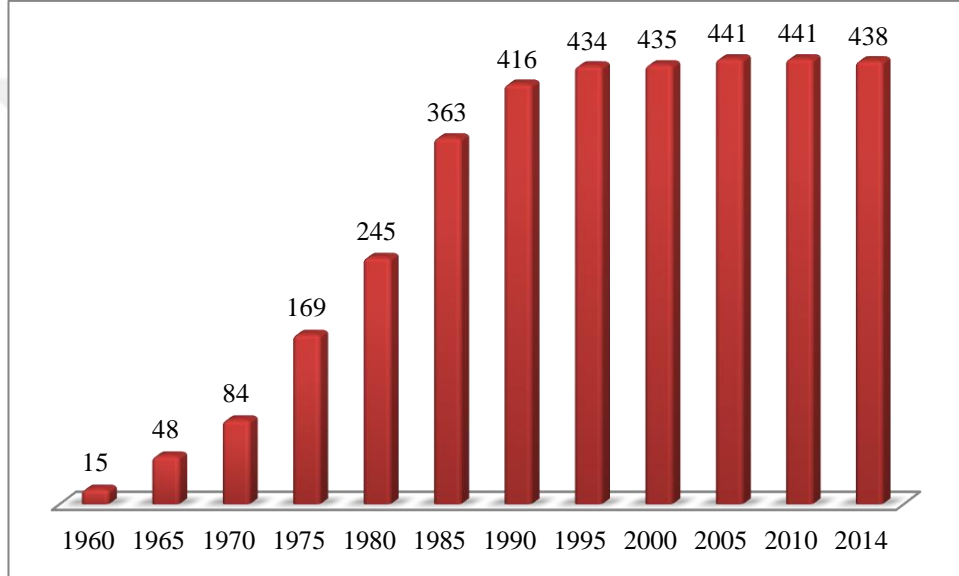
Nükleer enerji denince genellikle fisyon (çekirdek bölünmesi) sonucu açığa çıkan enerji anlaşılmaktadır. Bazı izotoplar nötron yutunca bölünmektedirler ve bölünme ürünleri kazandıkları kinetik enerjiler ile olay yerinden uzaklaşmaya çalışırlar. Böylece ortam çok ısınır ve nükleer enerji sonuçta ısı enerjisi olarak açığa çıkar. Nükleer reaktör ortaya çıkan enerjinin sürekli ve düzenli olarak üretilmesini; güvenli, çevreci ve güvenilir bir şekilde sağlamak üzere tasarılanmış bir makinedir. Nükleer reaktör en yaygın kullanım alanı olan elektrik üretiminden başka, direkt ısı kaynağı olarak da kullanılabilir. Ayrıca nükleer enerji, sağlık sektöründe tanı ve tedavi amacıyla; sanayide, tarım ve hayvancılıkta önemli pek çok izotopun üretimi için; kalp pillerinden, uyduların ve uzay araçlarının enerji üreteçlerine kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Nükleer reaktör, denizaltılarda, uçak gemilerinde, araştırma gemilerinde tercih edilmektedir (Zabunoğlu, 2012:1-2).

Nükleer santrallerde kullanılan yakıt olan uranyum, hem yenilenebilir değildir, hem de ortaya çıkan atıklar çevre için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Kum, 2009:209). Özellikle, ABD gibi dünyanın en geniş nükleer parkına sahip ülkelerde kullanılmış yakıtların depolanması aciliyeti giderek artan bir soruna gelmektedir. Bu sorun çözülemediği takdirde bazı reaktörler sırf bu sebeple kapatılmakla karşı karşıya kalabilecektir. Bu reaktörlerin hiçbiri çalışma ömürleri boyunca üretecekleri yakıt miktarının tümünü muhafaza edebilecek kapasitede değildir (Saygın, 2004:35).

Nükleer enerji karmaşık teknolojileri gerektirmesinin yanısıra fazlasıyla sermaye yönelimli ve sermaye maliyeti yüksek bir endüstridir. Nükleer elektriğin ekonomik rekabet gücü sermaye maliyetinin yanında ikame edildiği enerji

kaynaklarından (doğalgaz, petrol, kömür) elde edilen elektriğin kWh fiyatına ve söz konusu piyasadaki önemine bağlıdır. Ayrıca nükleer enerji ölçek ekonomisinden faydalanabilmek için büyük ölçekte optimizasyon gerektirdiğinden, elektrik şebekesindeki oranı belirli bir seviyenin altında olduğunda ekonomik bir alternatif değildir. Nükleer enerjinin diğer enerji kaynaklarına nispeten daha uzun vadeli yatırımlar gerektirmesi ve geri dönüş süresinin uzun olması, günümüz koşullarında elektrik piyasasının serbest rekabete açılması nedeniyle ciddi bir dezavantaj olarak görülmektedir (Saygın, 2004:36).

**Şekil 2.16.** Nükleer Enerjinin Tarihsel Gelişimi (Reaktör Sayısı, 1960-2014)



**Kaynak:** Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA)

Şekil 2.16.'da dünyada 1960 ile 2014 yılları arasındaki nükleer reaktör sayısı görülmektedir. 1951'de nükleer enerji kullanılarak ilk elektrik üretimi gerçekleştirilmesinden sonra nükleer enerji reaktörleri hızlı bir biçimde artmıştır. 1960 yılında 15 olan reaktör sayısı 1965'te 48'e, 1970'te 84'e çıkmıştır. Beş yıl gibi kısa bir zamanda reaktör sayısı ikiye katlanıp 169 olmuştur ve bu miktar 1980'de 363'e çıkmıştır. 1990 yılından sonra reaktör sayısında ciddi biçimde değişim olmadığı Şekil 2.16'da görülmektedir.

**Tablo 2.1.** Dünyada Nükleer Enerjinin Durumu (2014)

ÜLKE	REAKTÖR SAYISI	TOPLAM NET ELEKTRİK KAPASİTESİ (Mw)	Nükleer Enerji Üretimi (Gw/h)	Nükleer Enerjinin Payı (%)
ABD	100	99.313	798.616	19,5
Almanya	9	12.074	91.784	15,8
Arjantin	3	1.627	5.258	4
Belçika	7	5.927	32.094	47,5
Brezilya	2	1.884	14.463	2,9
Bulgaristan	2	1.926	15.014	33,6
Çek Cumhuriyeti	6	3.904	28.637	35,8
Çin	23	19.007	123.808	2,4
Ermenistan	1	375	2.266	30,7
Finlandiya	4	2.752	22.646	34,6
Fransa	58	63.130	418.001	76,9
Güney Afrika	2	1.860	14.763	6,2
Güney Kore	23	20.753	149.199	30,4
Hindistan	21	5.308	33.232	3,5
Hollanda	1	482	3.874	4
İngiltere	16	9.373	57.918	17,2
İran	1	915	3.724	1,5
İspanya	7	7.121	54.860	20,4
İsveç	10	9.470	62.270	41,5
İsviçre	5	3.333	26.468	37,9
Japonya	48	42.388	0	0
Kanada	19	13.500	98.588	16,8
Macaristan	4	1.889	14.778	53,6
Meksika	2	1.330	9.312	5,6
Pakistan	3	690	4.578	4,3
Romanya	2	1.300	10.754	18,5
Rusya	34	24.654	169.065	18,6
Slovakya	4	1.814	14.420	56,8
Slovenya	1	688	6.061	37,2
Ukrayna	15	13.107	83.123	49,4
Dünya	438	376.926	2.410.373	-

**Kaynak:** Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA)

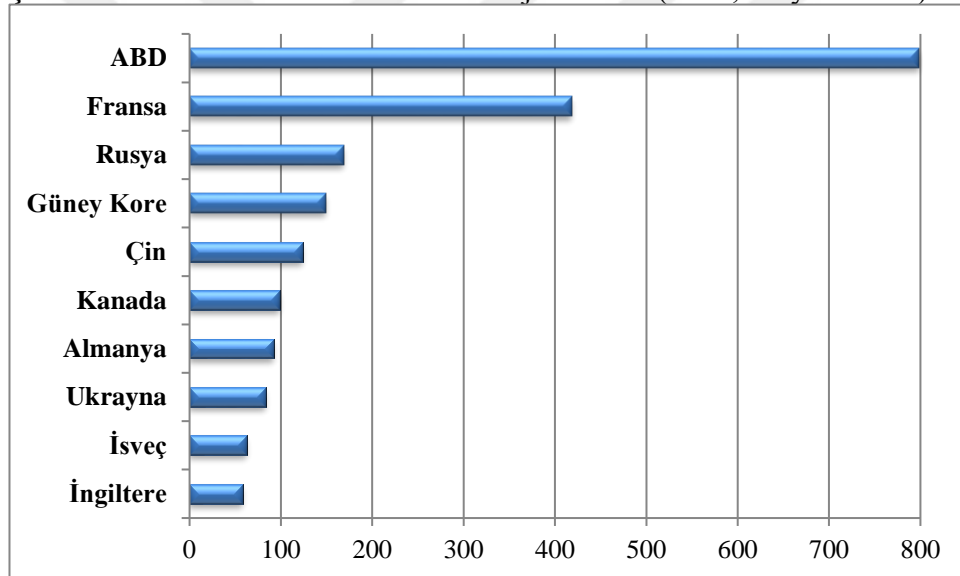
Dünyada 2014 yılında nükleer enerjinin durumu Tablo 2.1.'de verilmiştir. Reaktör sayısı dünyada 438 adet bulunmaktadır ve ABD 100 reaktör ile dünyada en fazla nükleer reaktöre sahip ülkedir. ABD'yi Fransa 58 reaktör sayısı ile takip etmektedir ve onu Japonya 48 reaktör ile izlemektedir. Ermenistan, İran, Hollanda ve Slovenya'nın ise birer nükleer reaktörü bulunmaktadır.

2014 yılında dünyada 376.926 Mw toplam net elektrik kapasite vardır. ABD 99.313 Mw ile (%26,4) ilk sıradadır. Fransa toplam net elektrik kapasitesi 63.130 Mw (%16,7) ile ikinci sırada ve Japonya 42.388 Mw (%11,2) ile üçüncü sıradadır. Ermenistan 375 Mw ile toplam net elektrik kapasitesi ile listede son sıradadır.

Nükleer enerji üretimi dünyada 2.410.373 Gw/h olarak gerçekleşmektedir ve ABD nükleer enerji üretiminde 798.616 Gw/h (%33,1) ile ilk sırayı almaktadır. ABD'yi Fransa 418.001 Gw/h (%17,3) ile takip etmektedir ve onu Rusya 169.065 Gw/h (%7) izlemektedir. Reaktör sayısı ve toplam net elektrik kapasitesi en yüksek üçüncü ülke konumundaki Japonya'nın 2014 yılındaki nükleer enerji üretimi yoktur. Bunun nedeni ise 2011'de Fukuşima'da meydana gelen nükleer felaketinden sonra Japonya hükümetinin nükleer reaktörlerin tamamının geçici süreliğine kapatmasıdır. Ermenistan, Hollanda ve İran nükleer enerji üretiminde son üç sıradadırlar.

Nükleer enerjinin Fransa'da kullanılan enerji içindeki payı %76,9'dur. Fransa'yı %56,8 ile Slovakya, %53,6 ile Macaristan takip etmektedir. ABD'de ise bu oran %19,5'tir.

**Şekil 2.17.** İlk 10 Ülkenin Nükleer Enerji Üretimi (2014, milyar KW/h)



**Kaynak:** Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA)

Şekil 2.17.'de dünyada nükleer enerji üreten ilk 10 ülkenin nükleer enerji üretimini gösterilmektedir. ABD 798,6 milyar KW/h ile ilk sıradadır. İkinci sırayı Fransa 418 milyar KW/h, Rusya 169,1 ile üçüncü sırayı almaktadır. Nükleer enerji üreten ilk 10 ülkenin nükleer enerji üretimi 768,6 milyar KW/h olmakla birlikte dünyada üretilen nükleer enerjinin %85,1'i bu ülkelerde üretilmektedir.

**Tablo 2.2.** Nükleer Enerji Üretim Kapasitesinin Tahminleri

ÜLKE GRUBU	2014			2020			2030			2050		
	Toplam Elektrik (Gw)	Nükleer (Gw)	%	Toplam Elektrik (Gw)	Nükleer (Gw)	%	Toplam Elektrik (Gw)	Nükleer (Gw)	%	Toplam Elektrik (Gw)	Nükleer (Gw)	%
Kuzey Amerika	1229	112.1	9.1	1296	108.3	8.4	1370	92	6.7	1419	60	4.2
Latin Amerika	365	4.8	1.3	453	4.5	1	975	6.8	0.7	1840	13	0.7
Batı Avrupa	1002	113.7	11.3	1113	99	8.9	1189	62.7	5.3	1647	27	1.6
Doğu Avrupa	530	49.7	9.4	650	55.2	8.5	675	64.1	9.5	963	63	6.6
Afrika	181	1.9	1	321	1.9	0.6	654	1.9	0.3	2055	7	0.3
Orta Doğu ve Güney Asya	621	6.9	1.1	720	12	1.7	1797	25.9	1.4	5871	48	0.8
Güney Doğu Asya ve Pasifik	229			308			473	0	0	1286	5	0.4
Uzak Doğu	1932	87.1	4.5	2367	98.7	4.2	3001	131.8	4.4	5150	149	2.9

**Kaynak:** IAEA Energy, Electricity And Nuclear Power Estimates for The Period Up To 2050

Nükleer enerji üretim kapasitesinin tahminleri Tablo 2.2.'de gösterilmektedir. Kuzey Amerika 2014 yılında 1.229 Gw elektrik üretim kapasitesi vardır ve 112,1 Gw ile dünyada en fazla nükleer enerji üretim kapasitesine sahip ikinci coğrafi bölgedir. Kuzey Amerika'nın 2014 yılındaki nükleer enerji üretim kapasitesinin toplam elektrik üretimi kapasitesi içindeki payı %9,1'dir. Uzak Doğu, 2014 yılında 1.932 Gw ile en fazla elektrik üretimi kapasitesine sahip birinci coğrafi bölgedir ve nükleer enerji üretim kapasitesi 87,1 Gw'dir. Uzak Doğu'nun 2014 yılındaki nükleer enerji üretim kapasitesinin toplam elektrik üretimi kapasitesi içindeki payı %4,5'tir. Batı Avrupa toplam elektrik kapasitesi 1.004 Gw ile en fazla elektrik kapasitesine sahip üçüncü coğrafi bölgedir. Batı Avrupa'daki nükleer enerji kapasitesi 113,7 Gw'tır dünyada en fazla nükleer enerji kapasitesine sahip coğrafi bölgedir. Batı Avrupa'nın 2014 yılındaki nükleer enerji üretim kapasitesinin toplam elektrik üretimi kapasitesi içindeki payı %11,3'tür. 2014 yılında toplam elektrik üretimi kapasitesi (181 Gw) ve nükleer enerji üretim kapasitesi (1,9 Gw) en az olan coğrafi bölge Afrika'dır.

2020 yılında tüm coğrafi bölgelerdeki toplam elektrik üretim kapasitesinde artış olacağı tahmin edilmektedir. En fazla toplam elektrik üretim kapasitesine sahip ilk üç bölgenin sırasıyla Uzak Doğu (2.367 Gw), Kuzey Amerika (1.296 Gw) ve Batı Avrupa (1.113 Gw) olacağı öngörülmektedir. 2014 yılında toplam elektrik üretim kapasitesi en az olan Afrika'nın gerçekleştireceği yeni projelerle Güney Doğu Asya ve Pasifik bölgelerini geçmesi beklenmektedir. Kuzey Amerika, Latin Amerika ve Batı Avrupa dışındaki bölgelerde 2020 yılında nükleer enerji üretim kapasitesinde artış olacağı tahmin edilmektedir. Bu üç bölge ise nükleer enerji üretim kapasitesini azaltarak, toplam elektrik üretim kapasitesini diğer enerji kaynakları ile artırmayı hedeflemektedirler.

Orta Doğu ve Güney Asya bölgeleri 2030 yılında toplam elektrik üretim kapasitelerini 2020 yılına göre %250 artıracığı öngörülmektedir. Böylece 1.797 Gw elektrik üretim kapasitesi ile Uzak Doğu'dan sonra (3.001 Gw) ikinci sırayı alacağı tahmin edilmektedir. Kuzey Amerika'nın ise 1.370 Gw ile toplam enerji üretim kapasitesinde üçüncü sıraya inmesi beklenmektedir. Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'nın nükleer enerji üretim kapasitesini 2030 yılına kadar azaltacağı Tablo 2.2.'de görülmektedir. Buna karşılık Doğu Avrupa'da kurulacak yeni reaktörler ile Batı Avrupa'nın önüne geçeceği tahmin edilmektedir. 2030 yılında Doğu Avrupa'nın toplam elektrik üretimi kapasitesinin yaklaşık %9,5'i nükleer enerji üretimi kapasitesinin oluşturması beklenmektedir ve bu oran diğer coğrafi bölgelerden daha fazladır.

2050 yılında Uzak Doğu, Orta Doğu ve Güney Asya ve Afrika'da 2030 yılına göre toplam elektrik üretimi kapasitesinde meydana gelmesi beklenen artış dikkat çekmektedir. Orta Doğu ve Güney Asya bölgelerinin toplam elektrik üretim kapasitesi 5.871 Gw ile en fazla elektrik üretim kapasitesine sahip coğrafi bölge olması beklenmektedir ve onu 5.150 Gw ile Uzak Doğu takip etmektedir. Uzak Doğu'nun nükleer enerji üretim kapasitesi 2050 yılında 149 Gw olması beklenmektedir. 2050 yılında 2014 yılına göre nükleer enerji üretim kapasitesinin toplam elektrik üretimi kapasitesi içindeki payının azalması tahmin edilmektedir.

Global ticaret ve kalkınma yarışında ilk sıraları alan ülkeler, enerjiyi ucuz, kaliteli ve sürdürülebilir olarak elde etmektedirler. Bu sebeple, yıllık enerji talep artışı ortalama %7-8 civarında olan ve elektrik talep artışında, 1,4 milyara yakın nüfusu olan Çin'den sonra ikinci sırada yer alan Türkiye'nin nükleer enerjiyi mutlak surette enerji arz portföyüne katması lazımdır (ETKB, 2012:4).

### **2.1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

Dünyada devamlı artan enerji talebi, yenilenemeyen enerji kaynaklarının hızla azalmasına sebep olmaktadır. Bu yüzden, alternatif enerji kaynaklarının önemi her geçen gün artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları olarak güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji ve biyokütle enerji enerji sayılabilir.

#### **2.1.2.2.1. Güneş Enerjisi**

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde bulunan füzyon süreciyle açığa çıkan ışıma enerjisidir. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti 1.370 W/m<sup>2</sup>

değerindedir. Güneş kolektörleri, güneş santralleri ve güneş pilleri (fotovoltaik piller) olmak üzere güneş enerjisinden üç şekilde yararlanılmaktadır. Güneş kolektörleri genellikle sıcak su temininde kullanılmaktadır. 2011 yılında, dünyada güneş kolektörü kapasitesi 182 Gwt olup, kapasitesi fazla olan ülkeler; Çin (118 Gwt), Türkiye (9,3 Gwt), Almanya (9,2 Gwt) ve Japonya (4,0 Gwt)'dir (Koç ve Şenel, 2013:39).

Güneş enerjisi çok büyük ve tükenmez bir enerji kaynağıdır. Güneşten dünyaya gelen enerji miktarı  $1,8 \times 10^{11}$  Mw'tır ve bu değer dünyada kullanılan ticari enerji miktarının binlerce katıdır. Böylece güneş enerjisi, dünyanın bugünkü ve gelecekteki enerji miktarını karşılayacak niteliktedir. Güneş enerjisi, enerji kaynakları arasında en çok gelecek vadeden enerji türüdür (Oğulata ve Oğulata, 2002:1055).

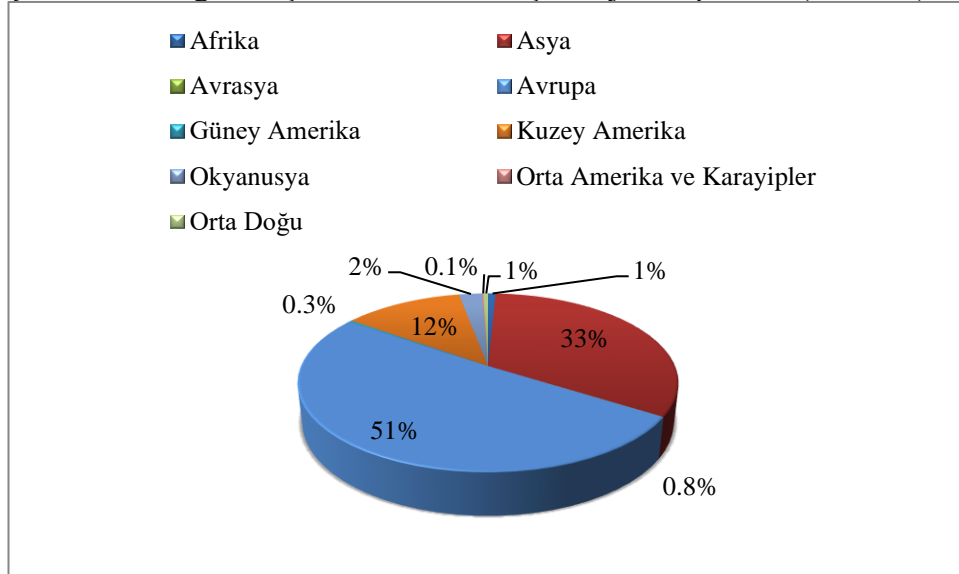
**Tablo 2.3.** Coğrafi Açıdan Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi (2000-2014, Mw)

ÜLKE GRUBU	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Afrika	26	51	226	374	432	574	1.402
Asya	353	1.517	5.310	9.447	16.147	36.403	59.576
Avrasya	0	2	6	7	12	19	59
Avrupa	202	2.333	30.281	52.906	71.626	83.411	90.984
Güney Amerika	0	1	25	43	136	143	562
Kuzey Amerika	616	914	3.623	6.175	8.623	14.642	21.762
Okyanusya	26	58	419	1.420	2.463	3.305	4.202
Orta Amerika ve Karayipler	0	1	55	75	132	204	234
Orta Doğu		1	99	228	298	602	858
Dünya	1.223	4.878	40.044	70.675	99.869	139.303	179.639

**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Tablo 2.3.'de coğrafi açıdan kurulu güneş enerjisi kapasitesi görülmektedir. 2000 yılında dünyada güneş enerjisinden 1.223 Mw enerji elde edilmiş olup, bu miktar 2014 yılında 179.639 Mw enerjiye yükselmiştir. Avrasya, Güney Amerika ve Orta Amerika ve Karayipler bölgelerinde 2000 yılında güneş enerjisi üretim kapasitesi bulunmazken 2014 yılında bu bölgelerden önemli değerde denebilecek güneş enerjisi elde edilmiştir. 2000 yılında Asya en büyük güneş enerji kapasitesine sahip bölge konumunda iken, 2005 yılında ve sonrasında ikinci en büyük güneş enerjisi kapasitesine gerilemiştir. Avrupa güneş enerjisine yapmış olduğu yatırımlar neticesinde kapasitesini ciddi oranda artırmıştır. Afrika'da ciddi güneş enerjisi potansiyeli olmasına karşılık değişik sebeplerden ötürü kurulu güneş enerjisi kapasitesi çok sınırlı olduğu görülmektedir.

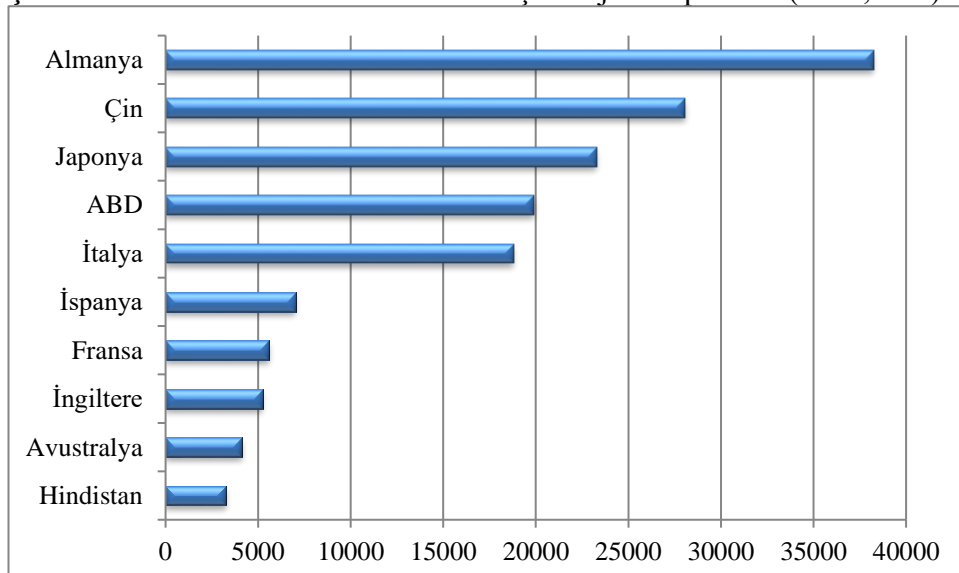
**Şekil 2.18.** Coğrafi Açından Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi (2014, %)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

2014 yılında coğrafi açıdan kurulu güneş enerjisi kapasitesi Şekil 2.18.'de sunulmuştur. Avrupa, dünyada kurulu güneş enerjisi kapasitesinin %51'ine sahiptir. Asya %33 ile Avrupa'dan sonra en büyük kurulu güneş enerjisi kapasiteye sahiptir ve onu %12 ile Kuzey Amerika izlemektedir. Avrasya bölgesi dünyada en az kurulu güneş enerjisi kapasitesine sahip bölge konumundadır.

**Şekil 2.19.** İlk 10 Ülkenin Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi (2014, Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Şekil 2.19.'da ilk 10 ülkenin 2014 yılında kurulu güneş enerjisi kapasitesi gösterilmektedir. Almanya, dünyada 38.238 Mw ile en fazla kurulu güneş enerjisine



sahip ülkedir. Çin ise 28.061 Mw ile ikinci sıradadır ve onu Japonya 23.300 Mw ile takip etmektedir. Dünyada kurulu güneş enerjisi kapasitesi en fazla olan ilk 10 ülkede toplam 153.610 Mw enerji üretmektedir ve bu miktar dünyanın toplam kurulu güneş enerjisi kapasitesinin %85,5'ine tekabül etmektedir. Türkiye'nin kurulu güneş enerjisi kapasitesi 2014 yılında 58 Mw'tır ve bu enerji miktarı ilk on ülkeye kıyasla oldukça düşüktür.

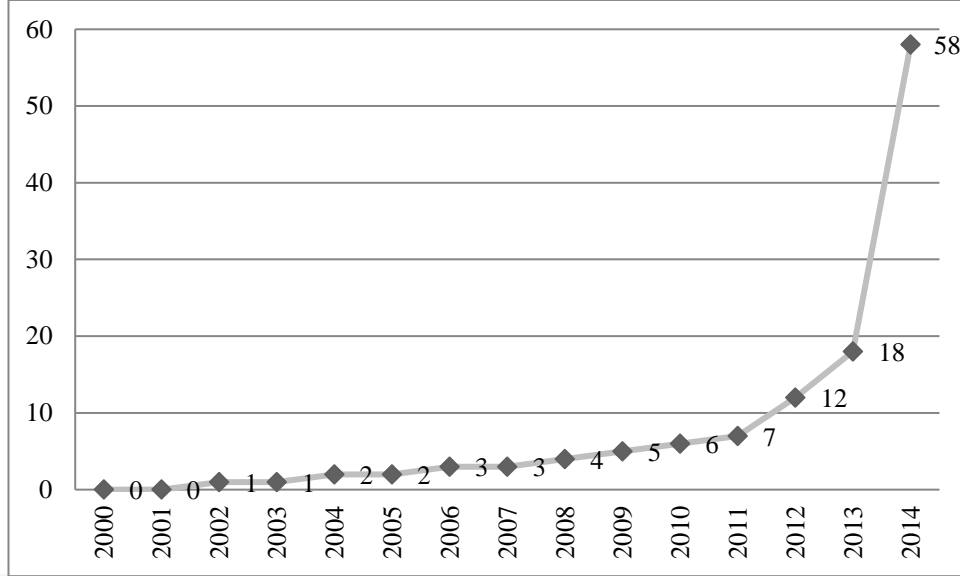
Türkiye, coğrafi konumundan dolayı güneş enerjisi potansiyelinde birçok ülkeye göre daha avantajlı konumdadır. Türkiye'de ortalama güneşlenme süresi metrekarede yılda 2.640 saat (günlük metrekarede ortalama 7,2 saat), ortalama toplam ışınlam şiddeti metrekarede yılda 1.311 kWh (günlük ortalama 3,6 kWh) olarak belirlenmiştir. Yılda güneş enerjisi potansiyeli 110 gün olan Türkiye'de, yeterli yatırımların yapılması halinde, günde birim metrekaresinden 1.100 kWh'lik güneş enerjisi üretilebilecektir (Koç ve Şenel, 2013:39).

**Tablo 2.4.** Türkiye'nin Güneş Enerji Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı

<b>Bölge</b>	<b>Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m<sup>2</sup>-yıl)</b>	<b>Güneşlenme süresi (Saat/yıl)</b>
<b>Güneydoğu Anadolu</b>	1.460	2.993
<b>Akdeniz</b>	1.390	2.956
<b>Doğu Anadolu</b>	1.365	2.664
<b>İç Anadolu</b>	1.314	2.628
<b>Ege</b>	1.304	2.738
<b>Marmara</b>	1.168	2.409
<b>Karadeniz</b>	1.120	1.971

**Kaynak:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, <http://www.eie.gov.tr/>

Türkiye'nin Güneş Enerji Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı Tablo 2.4.'de verilmiştir. Güneydoğu Anadolu bölgesi en fazla güneş alan bölgedir ve onu Akdeniz bölgesi izlemektedir. Doğu Anadolu güneş enerjisi potansiyeli en yüksek üçüncü bölge konumundadır. Karadeniz bölgesi ise güneş enerjisi potansiyelinin en az olduğu bölgedir.

**Şekil 2.20.** Türkiye’de Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi (2000-2014, Mw)

**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Türkiye’de kurulu güneş enerjisi kapasitesi 2001 yılından itibaren artmaya başladığı Şekil 2.20.’de gösterilmektedir. 2002 yılında 1 Mw olan kurulu güneş enerjisi kapasitesi, 2010 yılında 5 Mw’ye, 2013 yılında 18 Mw’ye çıktığı görülmektedir. Yapılan yatırımlar neticesinde 2014 yılında kurulu güneş enerjisi kapasitesi 58 Mw enerjeye çıkmıştır ancak bu miktar Türkiye gibi coğrafi özellikleri güneş enerjisine uyumlu bir ülke için yeterli değildir.

#### 2.1.2.2.2. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisi çok eski devirlerden beri kullanılmaktadır. Mısırlıların, 5000 yıl önce rüzgar gücüne dayalı deniz nakliyatı yaptıkları bilinmektedir. (Haktanır, 2012:1). M.Ö. 200’de İran-Afganistan sınırında bulunan yel değirmenleri, rüzgar enerjisinin kullanımının çok eskiye dayandığının kanıtıdır (Kaldellis ve Zafirakis, 2011:1887). Rüzgar enerjisine dayalı nakliyat 19. yüzyılda en üst düzeye çıkmıştır. 19. yüzyılda buharlı gemilerin kullanılmaya başlanmasıyla rüzgar enerjisine dayalı nakliyat giderek önemini azaltmıştır (Haktanır, 2012:1-2).

Kaynağı güneş olan rüzgar enerjisi, doğal, yenilenebilir, temiz ve sonsuz bir güç olan enerji kaynağıdır. Güneşin, yer yüzeyini ve atmosferi heterojen ısıtmasından dolayı sıcaklık ve basınç farkı olur, böylece hava akımı oluşur. Bir hava kütlesi mevcut durumundan daha fazla ısındığında atmosferin yukarısına doğru yükselmektedir ve bu hava kütesinin yükselmesiyle boşalan yere, aynı hacimdeki soğuk hava kütlesi yerleşir. Bu hava kütlelerinin yer değiştirmelerine rüzgar adı verilmektedir. Rüzgarın

özellikleri, yerel coğrafi farklılıklar ve yeryüzünün homojen olmayan ısınmasına bağlı olarak, zamansal ve yöresel farklılık gösterir. Rüzgar enerjisinin ilk yatırımının yüksek olması, değişken enerji üretimi ve kapasite faktörlerinin düşük olması gibi dezavantajları vardır. Atmosferde bol ve serbest bulunması, yenilenebilir olması, tükenme ve zamanla fiyatının artması gibi risklerinin bulunmaması, bakım ve işletme maliyetlerinin düşük olması ve istihdam oluşturması gibi pek çok avantaja sahip olan rüzgar enerjisinin kullanımının yaygınlaşması, ülkeye pek çok stratejik avantaj sağlayacaktır (ETKB, [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar\\_enerjisi.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar_enerjisi.aspx), 26.02.2016).

Yenilenebilir enerjiler arasında en gelişmiş ve ticari açıdan en elverişli enerji türlerinden birisi olan rüzgar enerjisi, insan sağlığı ve çevreyle uyumlu yerli bir enerji kaynağıdır. Ayrıca, yenilenebilir olması, fosil yakıtlardan tasarruf sağlaması, teknolojiye ileriye adımlar sonucunda kurulum ve işletim maliyetinin her geçen gün azalması gibi nedenlerle, giderek tercih edilen bir enerji kaynağı haline gelmektedir (Bayraç, 2011:38).

**Tablo 2.5. Coğrafi Açıdan Kurulu Rüzgar Enerjisi Kapasitesi (2000-2014, Mw)**

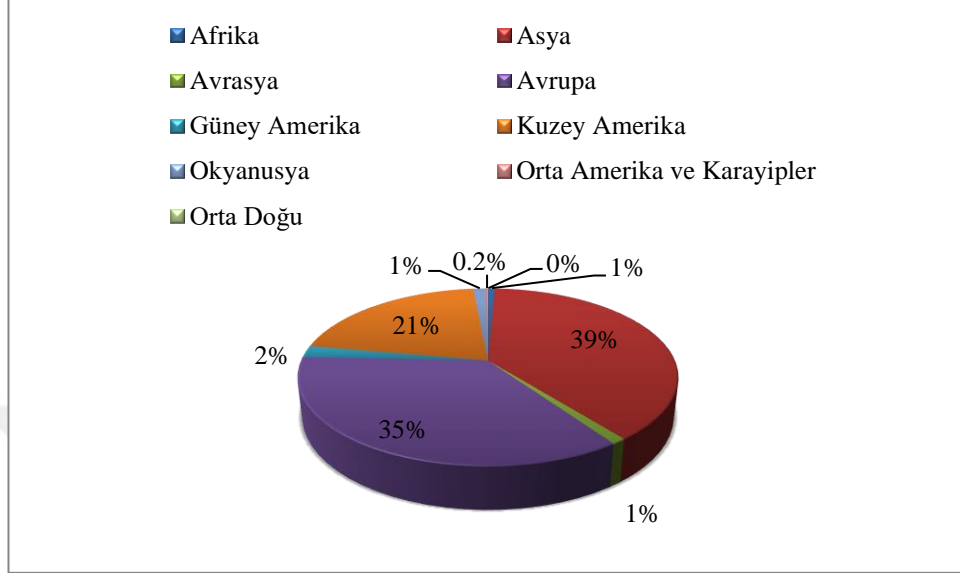
ÜLKE GRUBU	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Afrika	133	248	929	956	1.161	1.480	2.479
Asya	1.764	6.898	61.099	82.052	98.119	116.349	142.777
Orta Amerika ve Karayipler	53	120	322	473	715	782	921
Avrasya	19	24	1.387	1.891	2.346	2.845	3.848
Avrupa	12.757	40.929	85.185	95.006	107.457	119.200	130.594
Orta Doğu	11	55	102	107	107	108	127
Kuzey Amerika	2.486	9.401	43.671	51.543	66.584	69.413	76.629
Okyanusya	73	931	2.439	2.801	3.235	3.895	4.481
Güney Amerika	37	70	1.200	1.759	2.949	4.118	7.747
Dünya	17.333	58.676	196.334	236.588	282.673	318.190	369.603

**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Tablo 2.5.'de 2000 ile 2014 yılları arasında coğrafi açıdan kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi sunulmuştur. Dünyada 2010 yılında rüzgar enerjisi kapasitesi 17.333 Mw iken 2014 yılında yaklaşık 20 kat artarak 369.603 Mw enerjiye çıkmıştır. Avrupa 2000 yılında en fazla kurulu rüzgar enerjisi kapasitesine sahip bölgedir ve 2000 yılında dünyada kurulu rüzgar enerjisi kapasitesinin %73,6'sı Avrupa'dadır. 2014 yılına kadar Avrupa, dünyada en fazla kurulu rüzgar enerjisi kapasitesine sahip bölge olmasına karşılık 2014 yılında Asya'da kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi

Avrupa'yı geçtiği görülmektedir. 2014 yılında kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi Kuzey Amerika üçüncü, Güney Amerika ise dördüncü sıradadır.

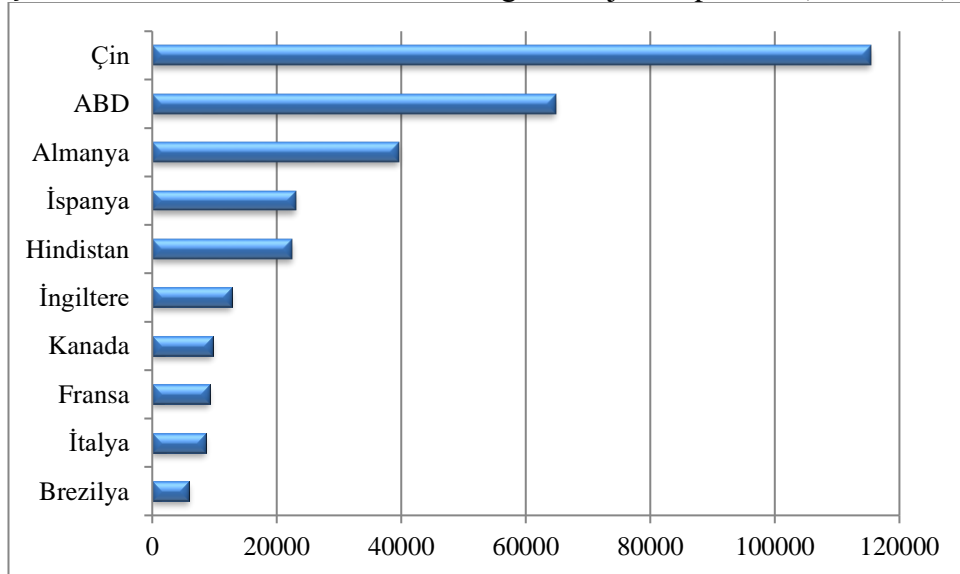
**Şekil 2.21.** Coğrafi Açından Kurulu Rüzgar Enerjisi Kapasitesi (2014, %)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

2014 yılında coğrafi açıdan kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi oranları Şekil 2.21.'de görülmektedir. Asya, dünyadaki kurulu rüzgar enerjisi kapasitesinin %39'una sahiptir. Avrupa %35 ile ikinci sıradadır ve onu %21 ile Kuzey Amerika takip etmektedir. Orta Doğu, dünyada en düşük kurulu rüzgar enerjisi kapasitesine sahip coğrafi bölgedir.

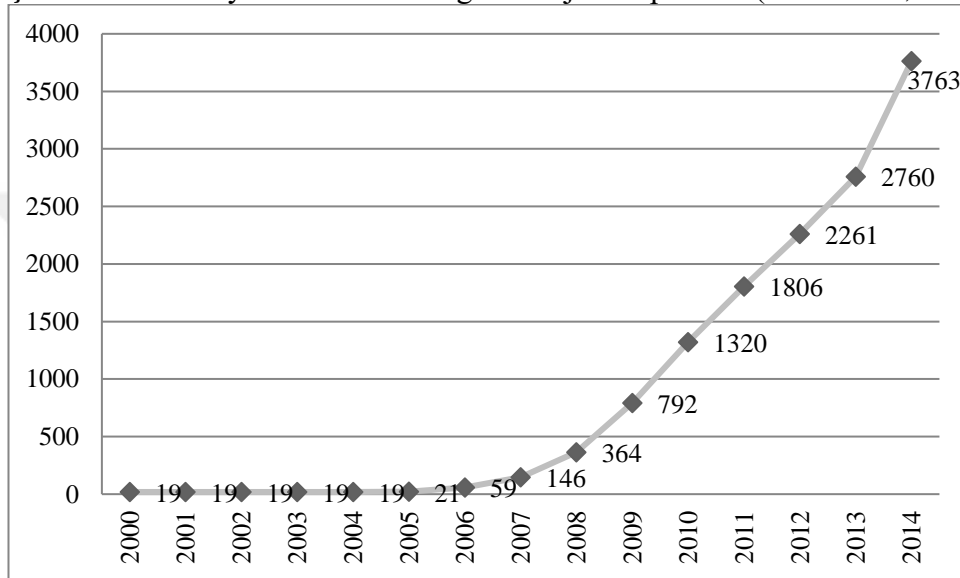
**Şekil 2.22.** İlk 10 Ülkenin Kurulu Rüzgar Enerjisi Kapasitesi (2014, Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Şekil 2.22.'de 2014 yılında ilk 10 ülkenin kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi gösterilmektedir. Çin bu alanda 115.433 Mw ile zirvededir ve dünyadaki kurulu rüzgar enerjisi kapasitesinin %31,2'sine sahiptir. ABD 64.770 Mw (%17,5) ile ikinci sıradadır ve onu 39.575 Mw (%10,7) ile Almanya takip etmektedir. İlk 10 ülkenin kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi 311.566 Mw enerjidir ve dünyada kurulu rüzgar enerjisi kapasitesinin %84,3'ü bu ülkelerdedir.

**Şekil 2.23.** Türkiye’de Kurulu Rüzgar Enerjisi Kapasitesi (2000-2014, Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Türkiye’de 2000 ile 2014 yılları arasındaki kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi Şekil 2.23.’de görülmektedir. 2000 ile 2006 yılları arasında Türkiye’de durağan bir seyir izleyen kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi 2007 yılından itibaren artmaya başlamıştır. 2010 yılında 1.320 Mw olan kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi, 2014 yılında 3.763 Mw’ye yükselmiştir. 2014 yılında dünyadaki kurulu rüzgar enerjisi kapasitesinin %1,02’si Türkiye’de bulunmaktadır. Ancak bu oran Türkiye gibi rüzgar potansiyeli fazla olan bir ülke için yeterli değildir.

### 2.1.2.2.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji yerin derinliklerindeki kayalar içinde biriken ısının akışkanlarca taşınarak rezervuarlarda depolanması ile oluşmuş sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir. Jeotermal kaynaklar genellikle aktif kırık sistemleri ile volkanik ve magmatik birimlerin etrafında oluşmaktadır. Jeotermal elektrik santrallerinde CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve SO<sub>x</sub> gazlarının

salınımı çok düşük olmasından dolayı jeotermal enerji temiz bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir (ETKB, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>, 26.02.2016). Jeotermal enerji, yenilenebilir enerji kaynakları arasında en önemlilerinden birisi olmakla birlikte, günümüzde elektrik üretimi, tıp, turizm, ziraat, endüstri gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Jeotermal enerjinin doğru kullanımla tükenmesi zor bir enerji çeşidi olması, tespit ve üretiminin kolay olması, maliyetinin düşük olması, yatırımın çok kısa bir zamanda geri dönüş sağlaması ve diğer kaynaklara göre çevreye verilen zararın çok az olması gibi pek çok avantajı bulunmaktadır (Külekçi, 2009:83).

Jeotermal enerjinin ilk kullanımı banyo, yıkama ve pişirme amacıyla Prehistorik devirlere dayanmaktadır. Persler, Romanlar, Hindistanlılar, Çinliler, Meksikalılar ve Japonlar çok eski tarihlerde sıcak sulardan yararlanmışlardır. Romanlar eğlence amacıyla jeotermal enerjiyi kullanmışlardır. Japonlar bedeni arıtmada termal sulardan yararlanmışlardır. Orta çağda Türkler ve Araplar geleneksel kullanım olan, şimdilerde ise Türk hamamı olarak bilinen termal hamamları kullanmışlardır. Jeotermal enerjiden elektrik ilk kez 1904 yılında Larderello Sahası'nda (İtalya) üretilmiştir. Yeni Zelanda ise jeotermal enerjiden elektrik üreten ikinci ülkedir (Kervankıran, 2012:111).

Yüksek sıcaklıklı jeotermal kuşaklar genellikle levha sınırlarında, volkanların ve depremlerin yaygın olduğu bölgelerde bulunmaktadır. Jeotermal enerji açısından önemli kuşaklar ve ülkeler aşağıdadır (Kervankıran, 2012:111-112):

- Okyanus ortası kuşak (İzlanda),
- Levha sınırları ve volkanik ada yayları (Japonya, Filipinler, Endonezya, Yeni Zelanda, ABD, Şili),
- Genç Orojenik Kuşak, Alp-Himalaya kuşağı (İtalya, Yunanistan, Türkiye, İran, Hindistan),
- Sıcak Noktalar (Hawaii).

**Tablo 2.6.** Coğrafi Açından Kurulu Jeotermal Enerji Kapasitesi (2000-2014, Mw)

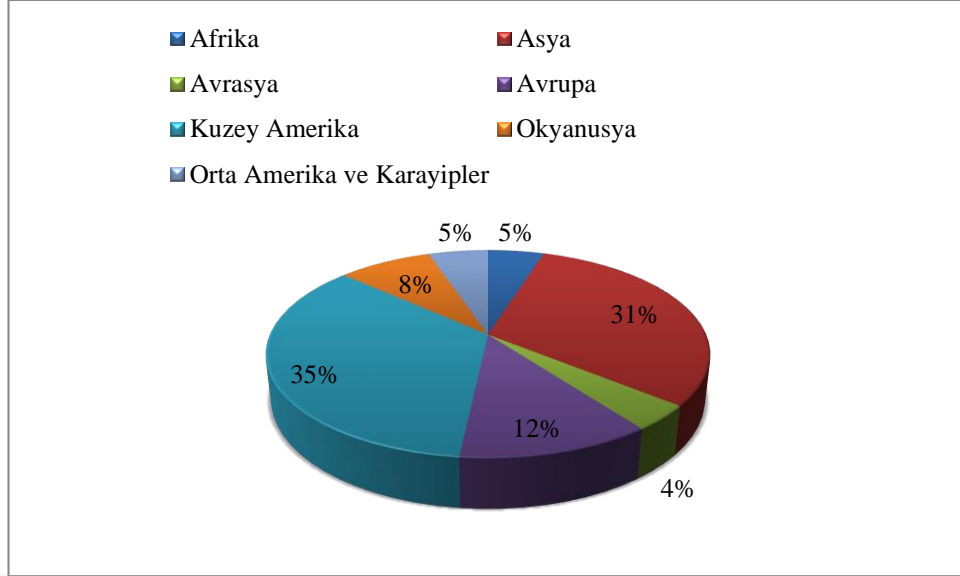
ÜLKE GRUBU	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Afrika</b>	67	139	209	209	224	260	607
<b>Asya</b>	3.018	3.389	3.727	3.560	3.735	3.756	3.840
<b>Avrasya</b>	44	94	176	196	244	393	487
<b>Avrupa</b>	776	919	1.334	1.426	1.439	1.446	1.486
<b>Kuzey Amerika</b>	3.639	3.771	4.242	4.181	4.233	4.302	4.338
<b>Okyanusya</b>	418	454	764	764	764	896	1.011
<b>Orta Amerika ve Karayipler</b>	360	448	527	579	656	646	646
<b>Dünya</b>	8.322	9.214	10.979	10.915	11.295	11.699	12.415

**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Tablo 2.6.'da 2000-2014 dönemi için coğrafi açıdan kurulu jeotermal enerji kapasitesi sunulmaktadır. Yeni kaynakların bulunmasıyla yıllar itibariyle kurulu jeotermal enerji kapasitesi genellikle artmaktadır. Dünyada 2000 yılında kurulu jeotermal enerji kapasitesi 8.322 Mw iken 2014 yılında 12.415 Mw enerjiye yükselmiştir. Kuzey Amerika, kurulu jeotermal enerji kapasitesi en fazla olan coğrafi bölgedir ve onu Asya takip etmektedir. Bu iki bölge 2000 yılında dünyada kurulu jeotermal enerji kapasitesinin yaklaşık %80'ini bulundurmaktadır. Diğer bölgelere yapılan yatırımlar neticesinde 2014 yılında Kuzey Amerika ve Asya dışındaki coğrafi bölgeler, dünyada kurulu jeotermal enerji kapasitesinin yaklaşık %34,1'ine sahiptirler. Dünyada en düşük kurulu jeotermal enerji kapasitesine sahip coğrafi bölge ise Avrasya'dır.

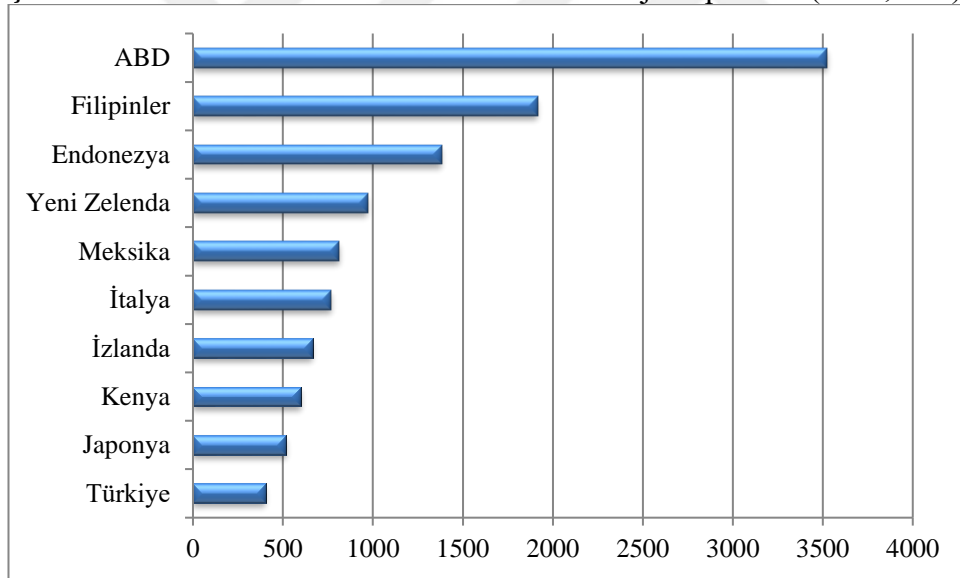
2014 yılında dünyada coğrafi açıdan kurulu jeotermal enerji kapasitesi Şekil 2.24.'de sunulmuştur. Kuzey Amerika kurulu jeotermal enerji kapasite oranı %35 ile dünyada kurulu jeotermal enerji kapasitesi en fazla olan coğrafi bölgedir. Asya %31 ile Kuzey Amerika'dan sonra en fazla kurulu jeotermal enerji kapasitesine sahip ikinci bölgedir ve onu %12 ile Avrupa takip etmektedir. Listede Avrasya %4 ile son sıradadır.

**Şekil 2.24.** Coğrafi Açından Kurulu Jeotermal Enerji Kapasitesi (2014, %)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

**Şekil 2.25.** İlk 10 Ülkenin Kurulu Jeotermal Enerji Kapasitesi (2014, Mw)



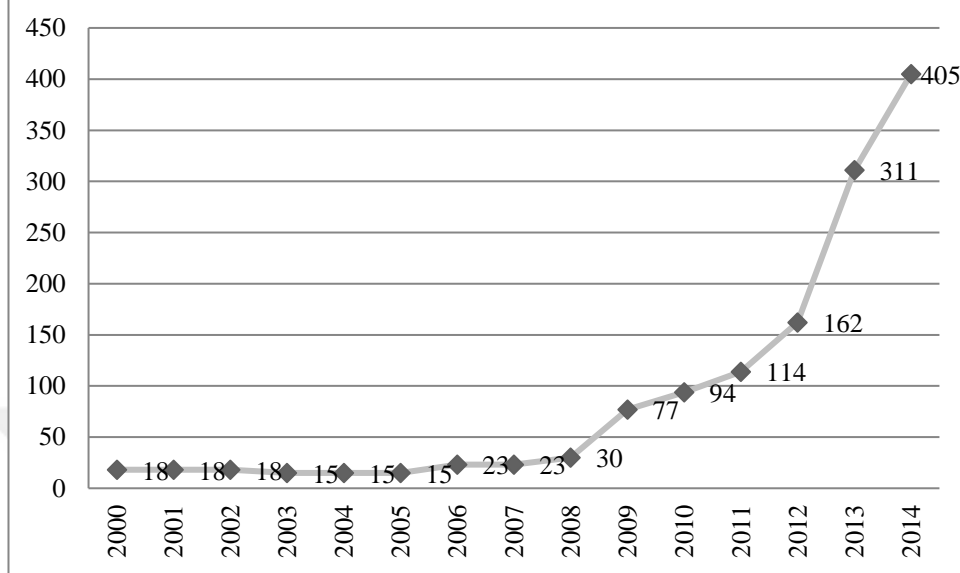
**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Dünyada jeotermal enerji kapasitesi en fazla olan ilk 10 ülkenin kurulu jeotermal enerji kapasitesi 2014 yılı için Şekil 2.25.'de gösterilmektedir. ABD, 3.525 Mw ile kurulu jeotermal enerji kapasitesi en fazla olan ülkedir ve dünyadaki kurulu jeotermal enerji kapasitenin %28,4'ü bu ülkede bulunmaktadır. Filipinler 1.915 Mw (%15,4) ile ikinci sıradadır ve onu Endonezya 1.380 Mw (%11,1) ile takip etmektedir. Türkiye listede 405 Mw ile onuncu sıradadır ve dünyadaki kurulu jeotermal enerji kapasitenin %3,3'üne sahiptir. İlk 10 ülkenin toplam kurulu jeotermal enerji kapasitesi



11.559 Mw enerjidir ve dünyada kurulu jeotermal enerji kapasitenin %93,1 bu on ülkededir.

**Şekil 2.26.** Türkiye’de Kurulu Jeotermal Enerji Kapasitesi (2000-2014, Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Türkiye’nin 2000-2014 döneminde kurulu jeotermal enerji kapasitesi Şekil 2.26.’da verilmiştir. 2002 yılına kadar kurulu jeotermal enerji kapasite 18 Mw iken, 2003-2006 yılları arasında 15 Mw enerjiye inmiştir. 2007 yılından itibaren yapılan yatırımlar neticesinde kurulu jeotermal enerji kapasite her geçen yıl artmıştır ve 2014 yılında 405 Mw enerjiye yükselmiştir. Türkiye’nin kurulu jeotermal enerji kapasitesi, jeotermal kaynaklar ile kıyaslandığında yetersizdir ve yeni yatırımlar yapılmasıyla bu miktarın artması gerekmektedir.

#### 2.1.2.2.4. Biyokütle Enerji

Ana bileşenleri karbo-hidrat bileşikler olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddelere biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan üretilen enerjiye biyokütle enerjisi denir. Yeşil bitkilerin güneş enerjisinin fotosentez yoluyla doğrudan kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanması sonucu bitkisel biyokütle oluşmaktadır (Karaosmanoğlu, 2006:112-113).

Biyokütle enerjisi yenilenebilir olması, her yerde yetiştirilebilmesi, sosyo-ekonomik gelişme sağlaması, çevre dostu olması, elektrik üretilmesi, taşıtlar için yakıt elde edilebilmesi gibi yönlerden stratejik bir enerji kaynağıdır. Doğrudan yakılarak veya çeşitli süreçlerle yakıt kalitesi artırılıp, mevcut yakıtlara eşdeğer

özelliklerde alternatif biyoyakıtlar (kolay taşınabilir, depolanabilir ve kullanılabilir yakıtlar) üretilerek enerji teknolojisinde değerlendirilmektedir. Biyokütleden; fiziksel süreçler (boyut küçültme-kırma ve öğütme, kurutma, filtrasyon, ekstraksiyon ve birikitleme) ve dönüşüm süreçleri (biyokimyasal ve termokimyasal süreçler) ile pek çok sıvı, katı veya gaz biyoyakıt üretilmektedir. Biyokütle enerji kaynakları şunlardır (Karaosmanoğlu, 2006:113):

- Odun (enerji ormanları, ağaç artıkları),
- Yağlı tohum bitkileri (ayçiçek, kolza, soya, aspir, pamuk, v.b),
- Karbonhidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, v.b),
- Elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir, sorgum, v.b.),
- Bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk v.b),
- Hayvansal atıklar
- Şehirselle ve endüstriyel atıklardır.

Dünyada artan nüfus ve sanayileşme ile enerji gereksinimi artmaktadır. Biyokütle enerjisi, çevreyi kirletmeden ve sürekli olarak sağlanabilecek kaynaklardan birisidir. Biyokütle enerjisinin avantajları aşağıda sıralanmıştır (Türe, 2001):

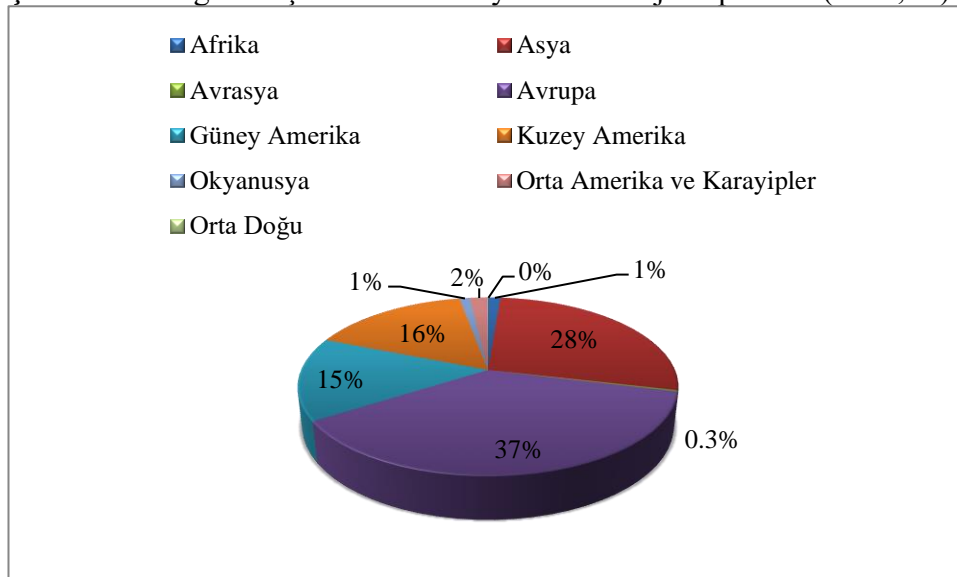
- Hemen hemen her yerde yetiştirilebilme,
- Üretim ve çevrim teknolojilerinin iyi bilinmesi,
- Her ölçekte enerji üretimi için uygunluk,
- Düşük ışık şiddetlerinin yeterliliği,
- Depolanabilir olma,
- 5-35° C arasındaki sıcaklıkların yeterliliği,
- Sosyoekonomik gelişmelerde önemli olması,
- Çevre kirliliği oluşturmama (NOx ve SO2 salınımlarının çok düşük olması),
- Diğer enerji kaynaklarına göre sera etkisi oluşumuna daha az sebep olması,
- Atmosferde CO2 dengesinin sağlanması,
- Asit yağmurlarına yol açmamasından dolayı biyokütle enerji yaygınlaştırılmalıdır.

**Tablo 2.7.** Coğrafi Açından Kurulu Biyokütle Enerji Kapasitesi (2000-2014, Mw)

ÜLKE GRUBU	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Afrika	808	946	1.127	1.148	1.161	1.192	1.192
Asya	6.412	9.360	18.065	20.715	22.321	24.069	25.853
Avrasya	76	81	119	101	180	212	243
Avrupa	9.453	18.152	27.753	30.671	32.929	33.981	35.088
Güney Amerika	3.975	7.072	9.319	10.460	11.656	13.256	14.264
Kuzey Amerika	11.310	12.012	13.758	14.000	13.923	15.029	15.143
Okyanusya	554	918	1.000	1.001	1.005	999	999
Orta Amerika ve Karayipler	1.126	1.285	1.381	1.456	1.497	1.588	1.704
Orta Doğu	1	4	14	39	38	42	42
Dünya	33.715	49.830	72.536	79.591	84.710	90.368	94.528

**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

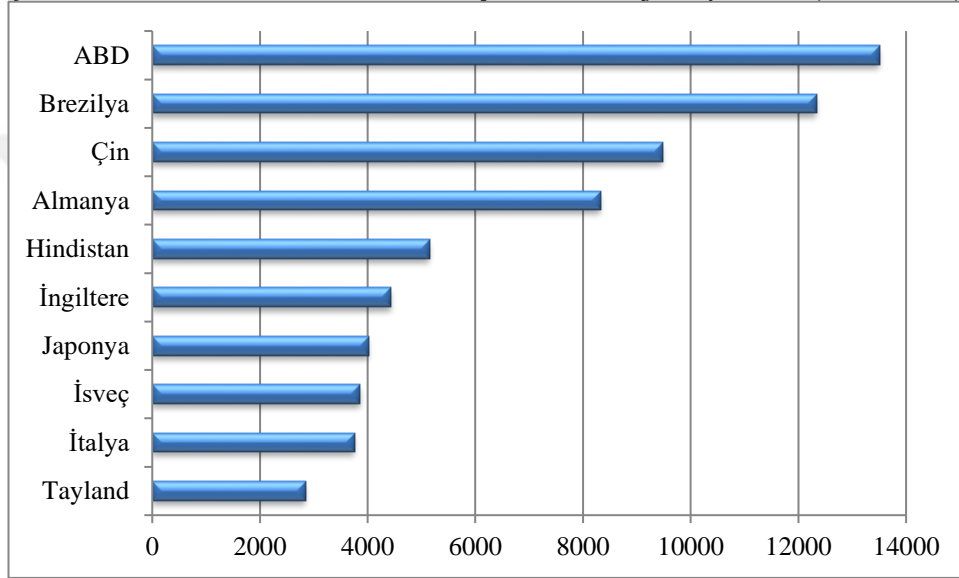
Dünyada coğrafi açıdan kurulu biyokütle enerji kapasitesi 2000-2014 dönemi için Tablo 2.7’de gösterilmektedir. Dünyada 2000 yılında toplam kurulu biyokütle enerji kapasite 33.715 Mw iken 2014 yılında 94.528 Mw enerjiye yükselmiştir. Kuzey Amerika 2000 yılında 11.310 Mw ile en fazla kurulu biyokütle enerji kapasitesine sahip coğrafi bölgedir ve dünyadaki toplam kurulu biyokütle enerji kapasitesinin %33,5’i buradadır. Kuzey Amerika’yı Avrupa 9.453 Mw ile (%28) takip etmektedir. 2014 yılında Avrupa 35.088 Mw ile en fazla kurulu biyokütle enerji kapasitesi olan coğrafi bölgedir. İkinci sırada 25.853 Mw ile Asya gelmekte ve onu 15.143 Mw ile Kuzey Amerika izlemektedir. Orta Doğu ise 2000 yılından buyana en düşük kurulu biyokütle enerji kapasiteye sahip bölgedir.

**Şekil 2.27.** Coğrafi Açından Kurulu Biyokütle Enerji Kapasitesi (2014, %)

**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

2014 yılının coğrafi açıdan kurulu biyokütle enerji kapasitesi Şekil 2.27.'de gösterilmektedir. Avrupa, dünyadaki kurulu biyokütle enerji kapasitesinin %37'sini bulundurmaktadır. Asya'daki kurulu biyokütle enerji kapasitesi dünyadaki kurulu biyokütle enerji kapasitesinin %28'idir ve onu %16 ile Kuzey Amerika izlemektedir. Orta Doğu'da bulunan kurulu biyokütle enerji kapasitesi 42 Mw enerjidir ve buda dünyadaki kurulu biyokütle enerji kapasitesinin çok küçük bir kısmına tekabül etmektedir.

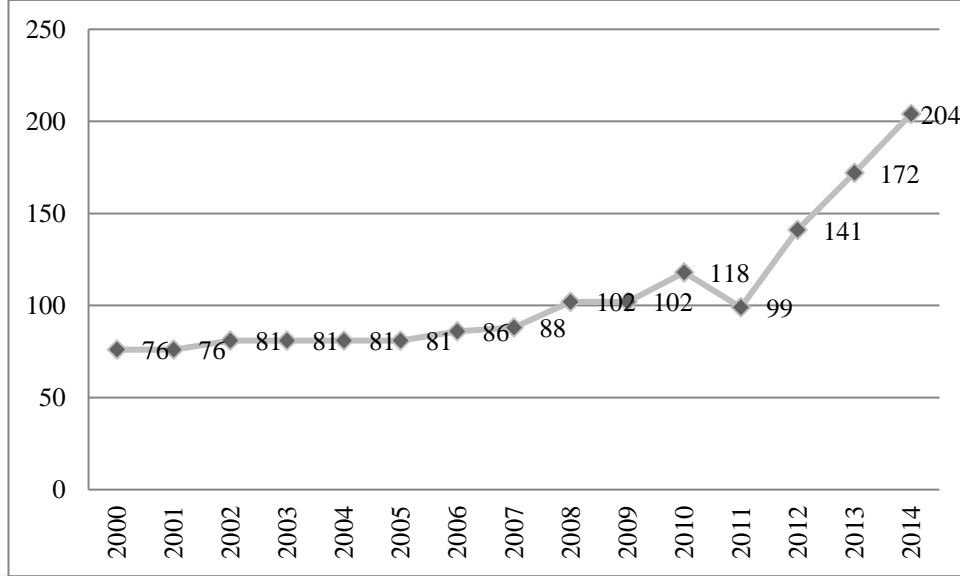
**Şekil 2.28.** İlk 10 Ülkenin Kurulu Biyokütle Enerji Kapasitesi (2014, Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Dünyada kurulu biyokütle enerji kapasitesi en fazla olan ilk on ülkenin enerji miktarları Şekil 2.28.'de görülmektedir. ABD 2014 yılında 13.512 Mw ile dünyada en fazla kurulu biyokütle enerji kapasitesine sahip ülkedir. Brezilya 12.341 Mw ile ikinci sıradadır ve onu 9.480 Mw ile Çin takip etmektedir. Dünyada ilk on ülkenin toplam kurulu biyokütle enerji kapasitesi 67.740 Mw enerjidir ve bu miktar dünyada toplam kurulu biyokütle enerji kapasitesi olan 94.528 Mw'nin %71,7'sidir.

Şekil 2.29.'da 2000-2014 dönemi için Türkiye'de kurulu biyokütle enerji kapasitesi gösterilmektedir. 2000 yılında 76 Mw olan kurulu biyokütle enerji kapasitesi 2002 yılında 81 Mw'ye, 2010 yılında 118 Mw'ye çıkmıştır. 2014 yılında ise kurulu biyokütle enerji kapasitesi 204 Mw enerjiye çıkmıştır.

**Şekil 2.29.** Türkiye’de Kurulu Biyokütle Enerji Kapasitesi (2000-2014, Mw)

**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

#### 2.1.2.2.5. Hidrolik Enerji

Hidrolik kelimesi Yunan dilinde su ve boru anlamına gelen kelimelerden gelmektedir. Hidroelektrik santraller (HES) akan suyun gücünü elektriğe dönüştürmektedirler. Enerji miktarını suyun akış veya düşüş hızı belirlemektedir. Örneğin, büyük bir nehirde akan su büyük miktarda enerji taşımaktadır. Ya da su çok yüksek bir noktadan düşürüldüğünde de yine yüksek miktarda enerji oluşturulabilir. Her iki yolla da kanal ya da borular içine alınan su, türbinlere doğru akar, elektrik üretimi için pervane gibi kolları olan türbinleri döndürür. Türbinler jeneratörlere bağlıdır ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmektedir (ETKB, [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h\\_hidrolik\\_nedir.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx), 01.03.2016).

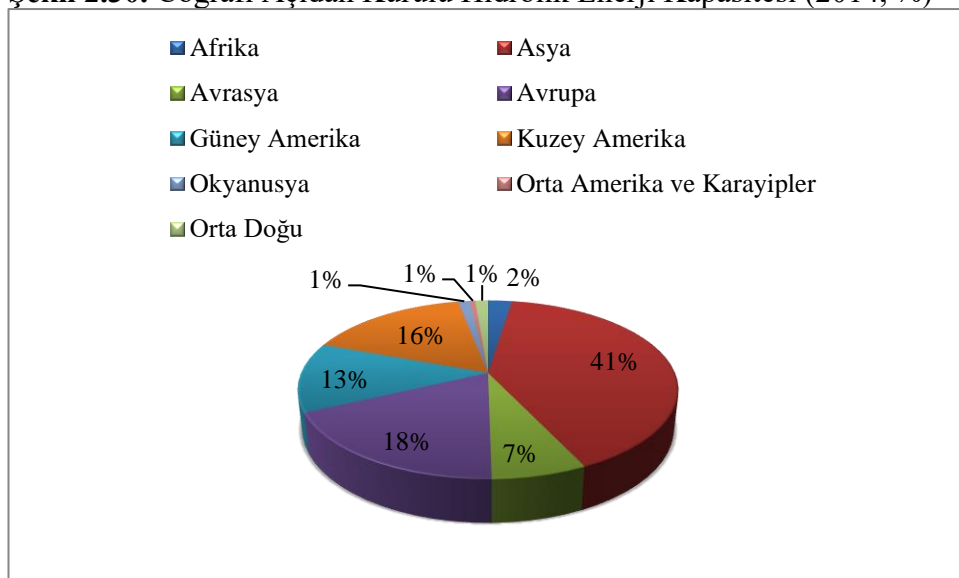
Hidroelektrik, dünyada yaygın ve ucuz yenilenebilir enerji kaynağıdır. Bununla birlikte, hidroelektrik gücün çevreye bazı olumsuz etkileri vardır; büyük ölçekli uygulamaların, biyolojik çeşitliliğin kaybolması, toprak erozyonu, serbest akan akarsuların kesilmesi ve çok sayıda insanın yer değiştirmesi gibi ekolojik zararlara yol açabilmektedir. Bunlara rağmen, hidroelektrik güç direkt olarak sera gazı yaymamaktadır ve dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır (Önal, 2010:82). Dünyada yeni kurulabilecek hidrolik santraller için çok fazla keşfedilmemiş potansiyel alanlar bulunmaktadır. Avrupa ve Kuzey Amerika, uygun hidrolik alanlarının birçoğunu geliştirmiştir. Gelişmekte olan ülkelerin bulunduğu Asya, Latin Amerika ve Afrika kıtalarında keşfedilmemiş veya geliştirilememiş önemli hidrolik potansiyeller vardır (Gökdemir vd., 2012:18).

**Tablo 2.8.** Coğrafi Açından Kurulu Hidrolik Enerji Kapasitesi (2000-2014, Mw)

ÜLKE GRUBU	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Afrika	22.085	23.695	26.688	26.822	27.684	28.158	28.593
Asya	197.880	249.022	367.908	391.747	415.049	450.352	474.507
Avrasya	58.533	6.3381	67.555	68.968	73.027	77.428	79.908
Avrupa	193.567	199.573	207.851	209.353	210.286	212.264	213.588
Güney Amerika	110.612	124.137	137.253	139.488	141.546	143.752	148.446
Kuzey Amerika	176.099	181.445	187.712	188.148	188.284	188.779	191.389
Okyanusya	14.859	14.343	14.506	14.522	14.564	13.819	13.806
Orta Amerika ve Karayipler	4.004	4.639	5.320	5.849	6.133	6.276	6.590
Orta Doğu	4.095	9.714	12.811	13.071	14.133	14.656	15.174
Dünya	781.734	869.949	1.027.604	1.057.968	1.090.706	1.135.484	1.172.001

**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Tablo 2.8. coğrafi açıdan kurulu hidrolik enerji kapasiteyi 2000-2014 dönemi için vermektedir. 2000 yılında dünyada toplam 781.734 Mw kurulu hidrolik enerji kapasite bulunmaktadır. Asya kıtası 197.880 Mw ile ilk sırada yer almaktadır. Avrupa'da kurulu hidrolik enerji kapasite 193.567 Mw ile ikinci sıradadır ve onu Kuzey Amerika 176.099 Mw ile izlemektedir. 2014 yılında dünyanın kurulu hidrolik enerji kapasitesi 1.172.001 Mw enerjidir ve en çok kurulu hidrolik enerji kapasiteye sahip coğrafi bölge 474.507 Mw ile Asya kıtasıdır. Orta Amerika ve Karayipler en az kurulu hidrolik enerji kapasitesine sahip coğrafi bölgedir.

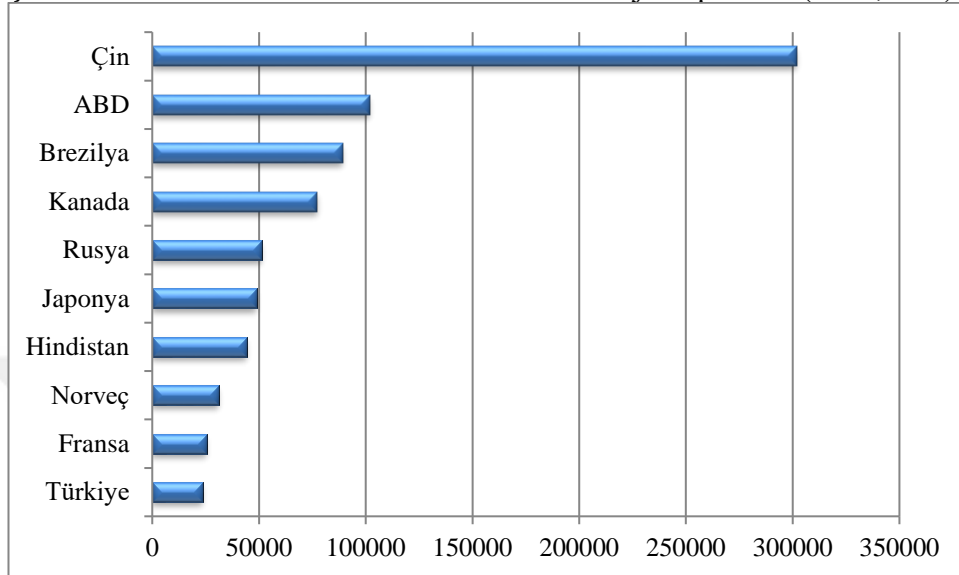
**Şekil 2.30.** Coğrafi Açından Kurulu Hidrolik Enerji Kapasitesi (2014, %)

**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Dünyada 2014 yılının coğrafi açıdan kurulu hidrolik enerji kapasitesi Şekil 2.30.'da sunulmaktadır. Asya dünyadaki kurulu hidrolik enerji kapasitenin %41'ine

sahiptir. Avrupa %18 ile ikinci sıradadır ve onu %16 ile Kuzey Amerika izlemektedir. Bu üç coğrafi bölgenin toplam kurulu hidrolik enerjisi 879.484 Mw enerjidir ve bu da dünyada toplam kurulu hidrolik enerji kapasitenin %75'ine tekabül etmektedir.

**Şekil 2.31.** İlk 10 Ülkenin Kurulu Hidrolik Enerji Kapasitesi (2014, Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

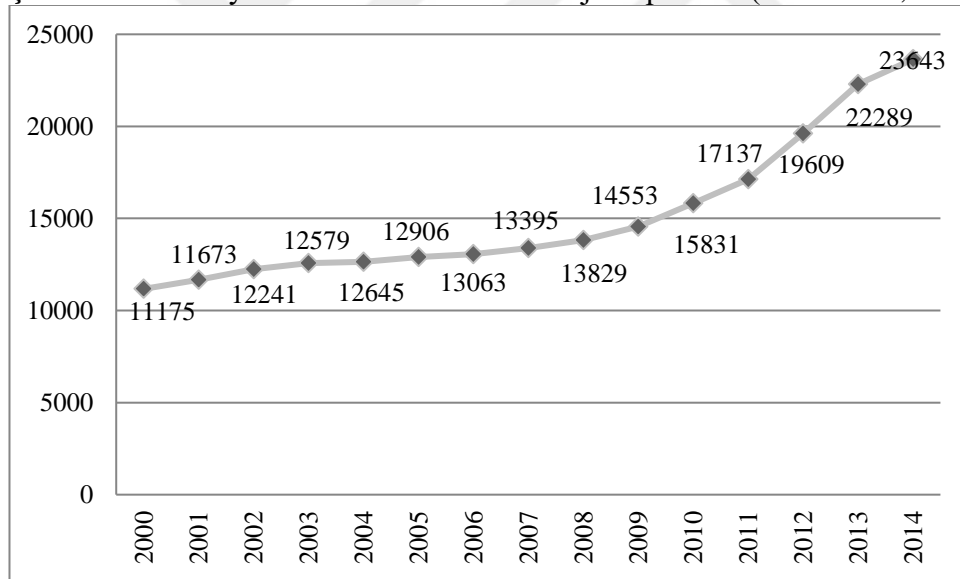
Şekil 2.31.'de dünyada 2014 yılı için ilk 10 ülkenin kurulu hidrolik enerji kapasitesi verilmektedir. Çin bu alanda 301.830 Mw ile ilk sıradadır ve onu ABD 101.739 Mw ile takip etmektedir. Çin ve ABD'yi Brezilya (89.193 Mw), Kanada (77.237 Mw) ve Rusya (51.210 Mw) izlemektedir. Türkiye'nin kurulu hidrolik enerji kapasitesi 23.643 Mw enerjidir ve dünyada onuncu büyük kurulu hidrolik enerji kapasitesine sahip ülkedir. İlk on ülkenin toplam kurulu hidrolik enerji kapasitesi 794.639 Mw enerjidir ve dünyadaki kurulu hidrolik enerji kapasitesinin %67,8'idir.

Türkiye'de yenilenebilir enerji potansiyeli içinde en önemli yeri tutan hidrolik kaynaklar incelendiğinde, teorik olarak hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel 216 milyar kWh ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel 140 milyar kWh/yıl'dır. 2010 yılı itibariyle Türkiye'de, hidrolik enerji potansiyelinin yüzde 37'lik kısmı işletmede, yüzde 15'lik kısmı (özel teşebbüs tarafından yapımı sürdürülen projeler dahil) ise inşa halindedir (ETKB, [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h\\_turkiye\\_potansiyel.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_turkiye_potansiyel.aspx), 01.03.2016).

Türkiye'de hidrolik enerjinin tarihine bakıldığında, Anadolu'da ilk baraj, Hititler tarafından MÖ 1300 yılında inşa edilmiştir. Urartular MÖ 1000 yılında Van'da iki önemli hidrolik yapı inşa etmişlerdir. Osmanlılar zamanında İstanbul'da yapılan su

taşıma sistemleri ve barajlar hala kullanılmaktadır. 1923 yılında Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulmasından sonra yapılan ilk baraj Çubuk-1 barajıdır. Bu baraj, Ankara'nın içme suyunu temin için 1930-1936 yılları arasında yapılmıştır. İlk hidroelektrik üretim 1902 yılında Tarsus'ta gerçekleştirilmiştir. Türkiye Cumhuriyeti kurulduğu zamanki toplam hidrolik enerji kurulu kapasitesi 29.66 Mw ve bu yıllardaki yıllık üretimi ise 45 Gw enerjydi. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun'un 8 Ocak 2011 Tarihli Resmi Gazete yayınlanarak yürürlüğe girmesiyle ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından yayınlanan Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik üretimine ilişkin yönetmelikle birlikte, mini ve mikro HES'lerin önü açılmış oldu. Bunun sonucunda da, bu alanda birçok başvuru İl Özel İdareleri tarafından alınmaya başlandı. Böylece, mini ve mikro HES'ler için sorumluluk bir şekilde İl Özel İdarelerine verildi (Gökdemir vd., 2012:20-21).

**Şekil 2.32.** Türkiye'de Kurulu Hidrolik Enerji Kapasitesi (2000-2014, Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

2000-2014 döneminde Türkiye'de kurulu hidrolik enerji kapasitesi Şekil 2.32.'de gösterilmektedir. Türkiye'de kurulu hidrolik enerji kapasitesi yıllar itibariyle artmaktadır. 2000 yılında 11.175 Mw olan kurulu hidrolik enerji kapasite 2005 yılında 12.906 Mw enerjeye, 2010 yılında 15.831 Mw enerjeye ve 2014 yılında 23.643 Mw enerjeye çıkmıştır.



### 2.1.3. Enerji Kaynaklarının Tüketimi

1990'lı yıllar itibariyle gelişmiş ülkelerin enerji talebi artış hızında bir yavaşlama gözlemlenirken, özellikle gelişmekte olan ülkelerin talep artış hızı artarak devam etmektedir. Bu sebeple, önümüzdeki 30 yıllık zaman diliminde enerji talebi OECD ülkelerinde yaklaşık %17 artarken, OECD dışı ülkelere yaklaşık %90 artması beklenmektedir. OECD dışı ülkelere olan Çin ve Hindistan'ın ekonomisi çok hızlı büyürken, buna paralel olarak enerji tüketimi de hızlı biçimde artmaktadır. Bu nedenle, Asya kıtasının enerji kaynaklarına olan talebinin artmasına sebep olacaktır (Yılmaz, 2012:34).

**Tablo 2.9.** Dünyadaki Enerji Tüketim Eğilimlerinin Yıllık Ortalama Büyüme Oranı, (2000-2012, %)

Enerji Kaynağı	Yıllık Ortalama Büyüme Oranı (%)
Doğalgaz	2,72
Petrol	1,44
Kömür	4,86
Nükleer Enerji	-0,27
Güneş Enerjisi	28,1
Rüzgar Enerjisi	208,2
Jeotermal Enerji	2,32
Biyokütle Enerji	4,26
Hidrolik Enerji	-0,68

**Kaynak:** BP Statistical Review, EIA (U.S. Energy Information Administration)

Tablo 2.9.'da dünyadaki enerji tüketim eğilimlerinin yıllık ortalama büyüme oranı 2000 ile 2012 yılları arası için sunulmuştur. Enerji kaynakları tüketimi arasında en fazla büyüme oranına sahip enerji kaynağı rüzgar enerjisidir. Rüzgar enerjisi tüketimi yılda ortalama %208,2 büyümüştür. Güneş enerjisi tüketiminin yıllık artış hızı %28,1 olarak gerçekleşmiştir ve onu %4,86 ile kömür tüketimi izlemektedir. Yenilenemez enerji kaynaklarından olan doğalgaz ve petrolün tüketimi yıldan yıla artmaktadır. 1965 yılından itibaren hızlı biçimde büyüyen nükleer enerji bir diğer yenilenemez enerji kaynağıdır ve tüketiminin 2000 yılından beri yıllık ortalama %0,27 oranında azalmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan jeotermal ve biyokütle enerjisi tüketiminin arttığı, hidrolik enerjisi kullanımının ise azaldığı görülmektedir.

**Tablo 2.10.** Fosil Enerji Kaynaklarının Üretim Maliyeti ve Satış Fiyatı (Milyon Btu başına \$, 1949-2011)

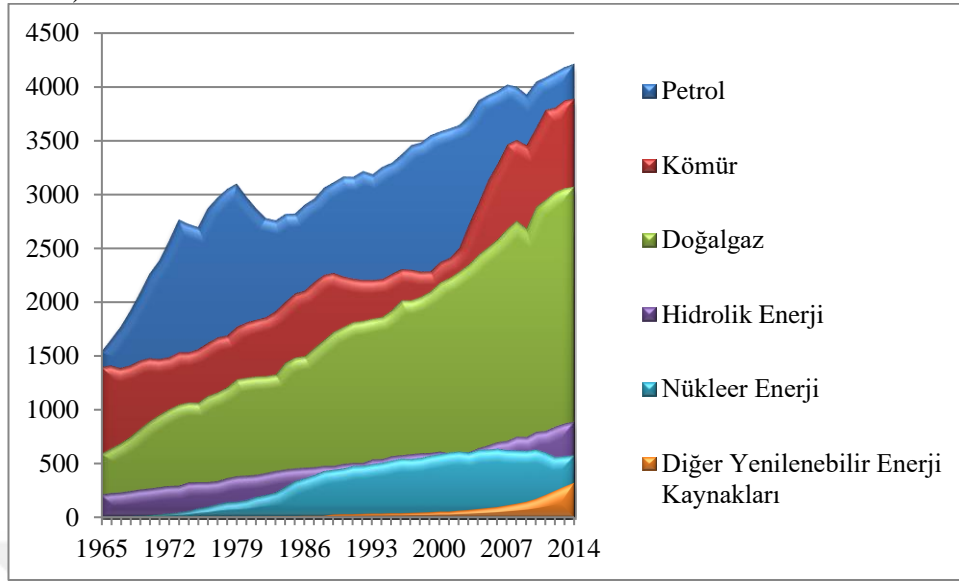
Yıl	Doğalgaz		Petrol		Kömür		Toplam	
	Üretim Maliyeti	Satış Fiyatı	Üretim Maliyeti	Satış Fiyatı	Üretim Maliyeti	Satış Fiyatı	Üretim Maliyeti	Satış Fiyatı
1949	0.37	2.24	3.02	32.27	1.45	17.37	1.81	51.88
1950	0.43	3	2.95	33.8	1.41	19.84	1.74	56.64
1960	0.68	9.61	2.67	39.84	1.04	11.27	1.52	60.72
1970	0.63	15.31	2.25	45.96	1.09	15.96	1.31	77.23
1980	3.03	67.14	7.79	142.14	2.3	42.79	4.27	252.07
1990	2.14	44	4.78	74.42	1.38	30.99	2.55	149.4
1995	1.72	37.05	3.09	42.89	1.08	23.84	1.8	103.78
2000	3.75	83.77	5.19	64.17	0.9	20.3	2.93	168.25
2001	3.99	90.69	4.15	50.97	0.92	21.6	2.79	163.27
2002	2.9	63.63	4.21	51.2	0.94	21.34	2.4	136.17
2003	4.7	103.55	5.05	60.7	0.93	20.32	3.29	184.58
2004	5.11	110.1	6.55	75.35	1.01	22.9	3.73	208.35
2005	6.64	138.74	8.67	95.03	1.16	26.69	4.74	260.46
2006	5.61	120.15	9.97	107.68	1.2	28.34	4.58	256.16
2007	5.34	118.83	10.8	115.75	1.21	28.28	4.66	262.86
2008	6.67	154.96	14.93	156.92	1.42	33.72	6.01	345.61
2009	3.04	72.4	8.85	100.48	1.52	32.56	3.62	205.44
2010	3.68	90.42	11.61	134.54	1.59	34.79	4.47	259.75
2011	3.18	84.22	14.56	174.51	1.62	35.63	4.85	294.36

**Not:** Üretim maliyeti ve satış fiyatı 2005 yılı sabit fiyatlarıdır.

**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

Fosil enerji kaynaklarının üretim maliyeti ve satış fiyatı Tablo 2.10.'da verilmiştir. 1949 yılında, doğalgazın üretim maliyeti petrol ve kömüre göre çok düşüktür. Doğalgazın üretim maliyeti düşük olmasından dolayı satış fiyatı da düşüktür. Petrolün üretim maliyeti ve satış fiyatı arasındaki farkın çok fazla olması siyasi aktörlerin petrole olan ilgisini uzun zamandır çekmektedir. 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizleri sebebiyle fosil enerji kaynaklarının üretim maliyeti ve satış fiyatlarında ani artışlar yaşanmıştır. 1949 yılından 2011 yılına, doğalgaz hem üretim maliyeti hem de satış fiyatı en fazla değişen fosil enerji kaynağıdır. Doğalgazın üretim maliyeti yaklaşık dokuz kat, satış fiyatı ise yaklaşık yirmi kat artmıştır. 1949 yılında 1,45\$ olan kömürün üretim maliyeti 2011 yılında 1.62\$'ye, satış fiyatı ise yaklaşık iki katına çıkmıştır. 2011 yılında kar marjı en fazla olan sektör görüldüğü gibi petroldür. Toplam enerji fiyatları 1949'dan 2011'e genellikle arttığı görülmektedir. 2008 yılında dünyada yaşanan kriz sebebiyle doğalgaz, petrol ve toplam enerji satış fiyatları tavan yaptığı görülmektedir.

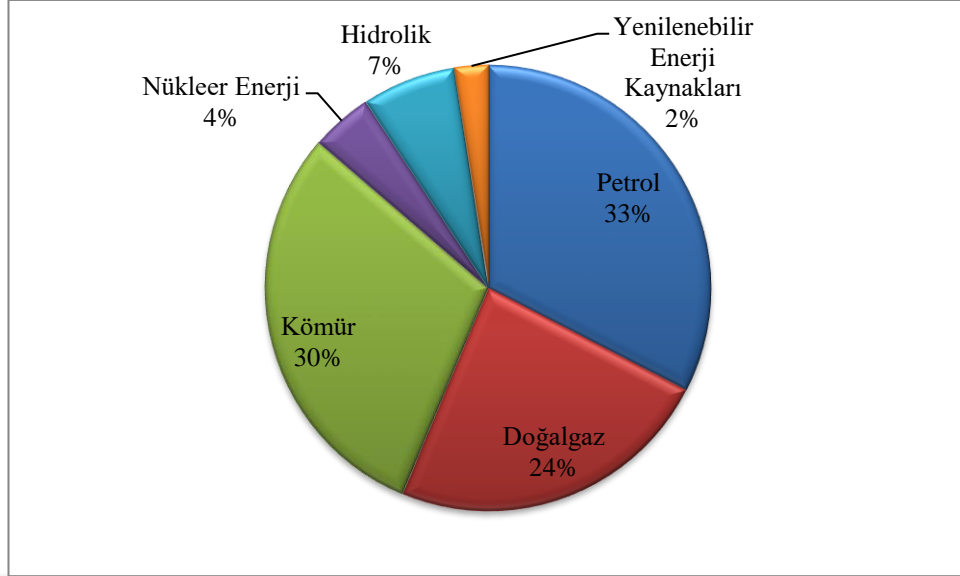
**Şekil 2.33.** Dünyada Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (Mteb, 1965-2014)



**Kaynak:** BP Statistical Review

Dünyada enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı Şekil 2.33.'de görülmektedir. Petrol, 1965 yılından beri en çok tüketilen enerji kaynağıdır. Petrolün çok fazla tüketilmesinin sebepleri, boru hatları sayesinde taşınmasının kolay ve uygun olması, çok çeşitli sektörlerde kullanılabilmesi, rezervlerinin şu anki koşullarda yeterli olması vb. olarak sayılabilir. Petrol tüketiminin birinci ve ikinci petrol krizi sebebiyle düştüğü, ancak genel olarak artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Petrolden sonra en çok tüketilen kaynak kömürdür. 1965 yılında, petrol ile kömür tüketimi arasındaki fark çok yokken, petrol tüketimindeki artış, izleyen yıllarda daha fazla olmuştur. Kömür tüketimindeki artış son on yılda çok fazla artmıştır. Doğalgaz, dünyada tüketilen enerji kaynakları sıralamasında üçüncü sıradadır. 1965 yılından günümüze, birkaç yıl dışında devamlı artmıştır. Nükleer enerji tüketimi, 1980'li yıllara kadar hızlı biçimde artmasına rağmen, 2010 yılına kadar durağan bir seyir izlemiştir ve 2010 yılından itibaren düşmeye başlamıştır.

**Şekil 2.34.** Dünyada Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (Mteb, 2014, %)



**Kaynak:** BP Statistical Review

Şekil 2.34.'de 2014 yılının dünyada enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı sunulmaktadır. Dünyada tüketilen enerjinin %33'ü petroldür. Petrolü %30 ile kömür izlemektedir ve onu %24 ile doğalgaz takip etmektedir. Petrol, kömür ve doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarının tüketiminin dünyadaki enerji tüketimindeki payı %87'dir. Bu rakam, ilerleyen yıllarda yenilenebilir enerjiye yeterli önem verilmediği takdirde, enerji krizlerinin ortaya çıkabileceğinin göstergesidir.

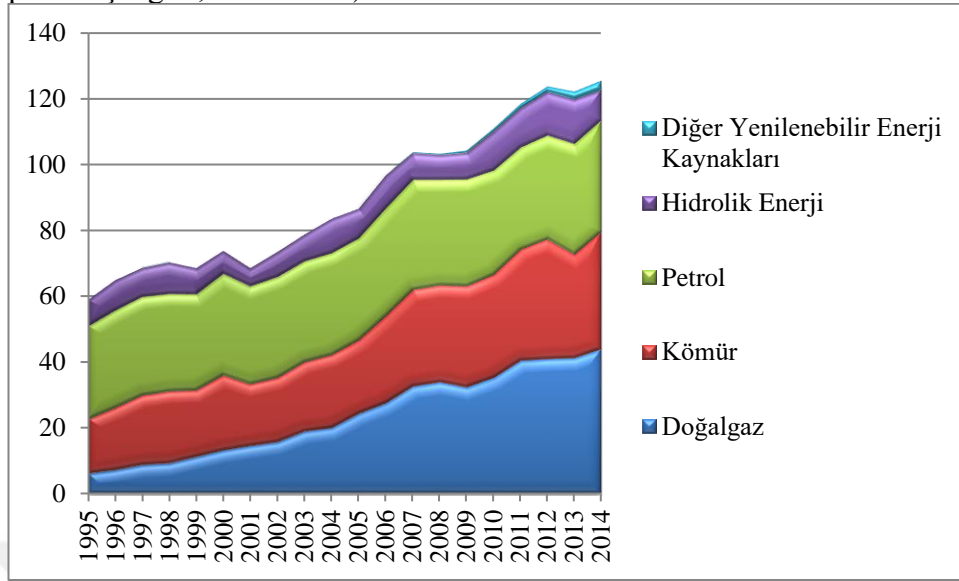
Türkiye'de 2013 yılında en çok üretilen enerji çeşidi kömürdür. Hidrolik enerji, kömür tüketiminden sonra ikinci sırada gelir ve onu biyokütle enerji izlemektedir. Enerjide, dışa bağımlı olduğumuz açık bir şekilde Tablo 2.11'de görülmektedir. Toplam enerji üretimimiz 32.346 Bteb iken, ithalatımız 95.566 Bteb'dir. Özellikle yenilenemeyen enerji kaynaklarındaki dışa bağımlılığımız göze çarpmaktadır. Enerji tüketimi sektör bazında incelendiğinde, sanayi sektöründeki tüketimin en fazla olduğu görülmektedir. Sanayi sektörünü ulaşım sektörü izlemektedir ve onu da konutlar takip etmektedir (Tablo 2.11.).

**Tablo 2.11. Türkiye'nin 2013 yılı Enerji Durumu (Bteb)**

Mevcut Durum ve Tüketim	Kömür	Ham Petrol	Petrol Ürünleri	Doğalgaz	Hidrolik	Jeotermal, Güneş vb.	Biyokütle	Elektrik	Isı Enerjisi	Toplam
Üretim	15674	2370	0	443	5110	4192	4556	0	0	32346
İthalat	17826	18487	21011	37263	0	0	340	639	0	95566
İhracat	-9	-209	-8012	-561	0	0	0	-106	0	-8897
Uluslararası Deniz Satıcıları	0	0	-891	0	0	0	0	0	0	-891
Uluslararası Hava Satıcıları	0	0	-1040	0	0	0	0	0	0	-1040
Stok Değişimi	-976	-79	56	401	0	0	0	0	0	-599
<b>Toplam</b>	<b>32515</b>	<b>20569</b>	<b>11124</b>	<b>37545</b>	<b>5110</b>	<b>4192</b>	<b>4897</b>	<b>533</b>	<b>0</b>	<b>116485</b>
Transferler	0	2588	-2595	0	0	0	0	0	0	-6
İstatistiksel Farklılıklar	-3013	69	0	249	0	0	0	0	0	-2696
Elektrik Santralleri	-15152	0	-313	-15522	-5110	-1839	-162	19987	0	-18111
Çevrim Santralleri	-217	0	-98	-2016	0	0	-84	666	1233	-516
Petrol Rafineleri	0	-24036	24346	0	0	0	0	0	0	311
Kömür Dönüşümü	-1842	0	0	0	0	0	0	0	0	-1842
Diğer Değişimler	0	809	-654	-146	0	0	0	0	-95	-86
Kendi Üretenler	-929	0	-1145	-1125	0	0	0	-1123	0	-4322
Dağıtım Kayıpları	0	0	0	-5	0	0	0	-3194	0	-3199
<b>Toplam Net Durum</b>	<b>11362</b>	<b>0</b>	<b>30665</b>	<b>18978</b>	<b>0</b>	<b>2258</b>	<b>4651</b>	<b>16870</b>	<b>1233</b>	<b>86017</b>
Sanayi Sektörü	6026	0	1095	8008	0	277	0	7859	1233	24497
Ulaşım Sektörü	0	0	18361	306	0	0	384	71	0	19122
Diğer Sektörler	5336	0	4422	10411	0	1981	4266	8940	0	35355
Konutlar	2263	0	1017	7852	0	1599	4266	3868	0	20864
Ticarethaneler ve Halk Hizmetleri	3053	0	0	2496	0	0	0	4650	0	10199
Tarım	20	0	3405	33	0	382	0	417	0	4256
Balıkçılık	0	0	0	30	0	0	0	6	0	36
Enerji Dışı Kullanım	0	0	6788	254	0	0	0	0	0	7042

**Kaynak: IEA**

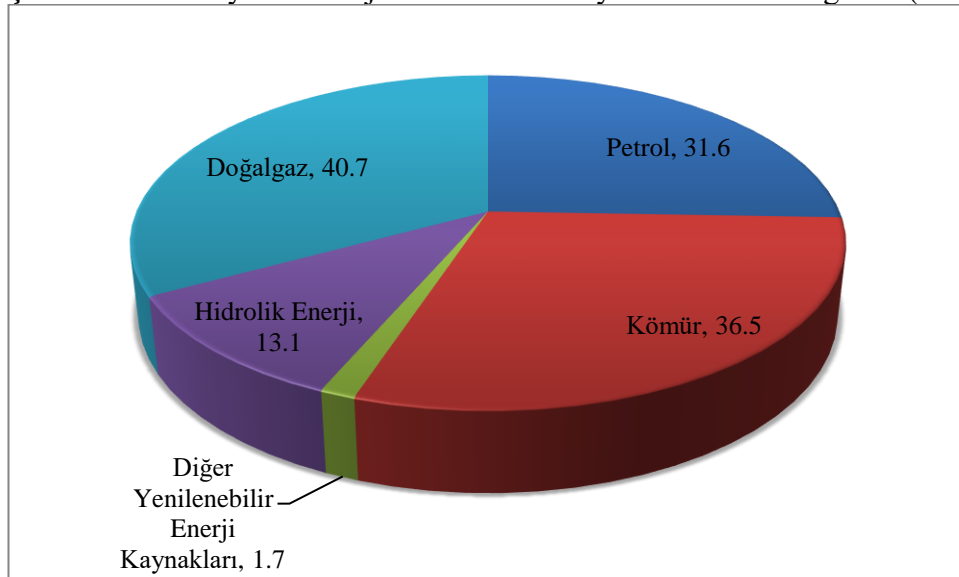
**Şekil 2.35.** Türkiye’de Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (milyon ton petrol eşdeğeri, 1995-2014)



Kaynak: BP Statistical Review

Şekil 2.35.’de Türkiye’de enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı gösterilmektedir. Kömür tüketimi 2007 yılına kadar ilk sırada iken, 2014 yılında üçüncü sıraya gerilemiştir. Doğalgaz tüketimi son yıllarda ilk sıraya yerleşmiştir. Bununla birlikte, sektörlerde tüketilen enerjinin doğalgaz endeksli olmasından dolayıdır. Petrole göre daha ucuz bir enerji olan doğalgazın Türkiye’deki tüketimi yıllar itibariyle artmıştır. Petrol tüketimi 1995 yılından günümüze durağan bir seyir izlemektedir. Hidrolik enerji tüketiminin ise dalgalandığı görülmektedir.

**Şekil 2.36.** Türkiye’de Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (Mteb, 2014)



Kaynak: BP Statistical Review

Türkiye’de 2014 yılında tüketilen enerji kaynaklarının dağılımı Şekil 2.36.’da gösterilmektedir. Doğalgaz, 40,7 Mteb ile en çok tüketilen enerji kaynağıdır. Doğalgazı kömür 36,5 Mteb ile izlemektedir ve onu Petrol 31,6 Mteb ile takip etmektedir. Temiz ve yenilenebilir enerji olan hidrolik enerji 13,1 Mteb ile dördüncü sırada yer almaktadır.

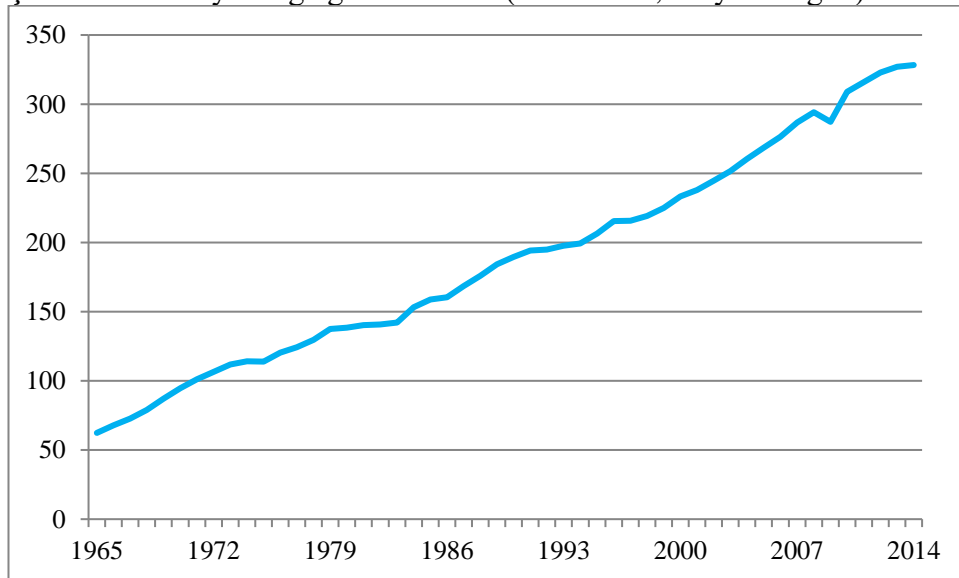
### 2.1.3.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynaklarının Tüketimi

#### 2.1.3.1.1. Doğalgaz Tüketimi

Doğalgaz tüketimi her geçen yıl artmaktadır. Doğalgazın, diğer yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre daha temiz bir enerji çeşidi olması sebebiyle, ülkeler doğalgaza olan talebini artırmaktadırlar. Doğalgaz tüketiminin sektörel dağılımı altı ana başlık altında toplanabilir:

- Dönüşüm veya çevrim sektörü
- Enerji sektörü
- Ulaşım sektörü
- Sanayi sektörü
- Hizmet sektörü
- Diğer sektörler (Konut vb.)

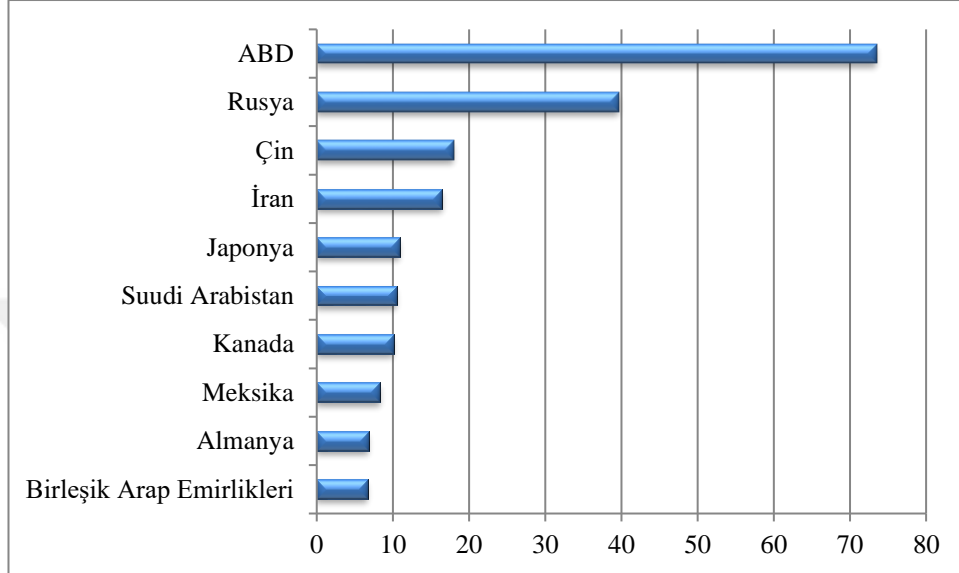
**Şekil 2.37.** Dünya Doğalgaz Tüketimi (1965-2014, milyar m<sup>3</sup>/gün)



**Kaynak:** BP Statistical Review

Dünya doğalgaz tüketimi 1965 ile 2014 dönemi için Şekil 2.37.'de sunulmuştur. 2008 yılı dışındaki tüm yıllarda doğalgaz tüketiminin arttığı görülmektedir. 1965 yılından günümüze yaşanan ekonomik şoklardan doğalgaz tüketiminin pek fazla etkilenmediği söylenebilir.

**Şekil 2.38.** İlk 10 Ülkenin Doğalgaz Tüketimi (2014, milyar m<sup>3</sup>/gün)



**Kaynak:** BP Statistical Review

Şekil 2.38.'de dünyada en fazla doğalgaz tüketen ilk on ülkenin 2014 yılındaki doğalgaz tüketim verileri verilmiştir. ABD 73,5 milyar m<sup>3</sup>/gün ile dünyada en çok doğalgaz tüketen ülke konumundadır ve bu miktar dünyada tüketilen doğalgazın %22,4'üne denk gelmektedir. Rusya 39,6 milyar m<sup>3</sup>/gün tüketim ile (%12) ikinci sıradır ve onu 17,9 milyar m<sup>3</sup>/gün tüketim ile (%5,4) ile takip etmektedir. İlk on ülkenin toplam doğalgaz tüketimi 200,8 milyar m<sup>3</sup>/gün (%61,2)'dir.

Türkiye'nin 2014 yılı sektörel doğalgaz tüketim tablosu incelendiğinde, konut tüketimi %19,10, sanayi sektörü %25,40, elektrik tüketimi 48,12 ve ulaşım sektörü %0,18 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 2.12.).

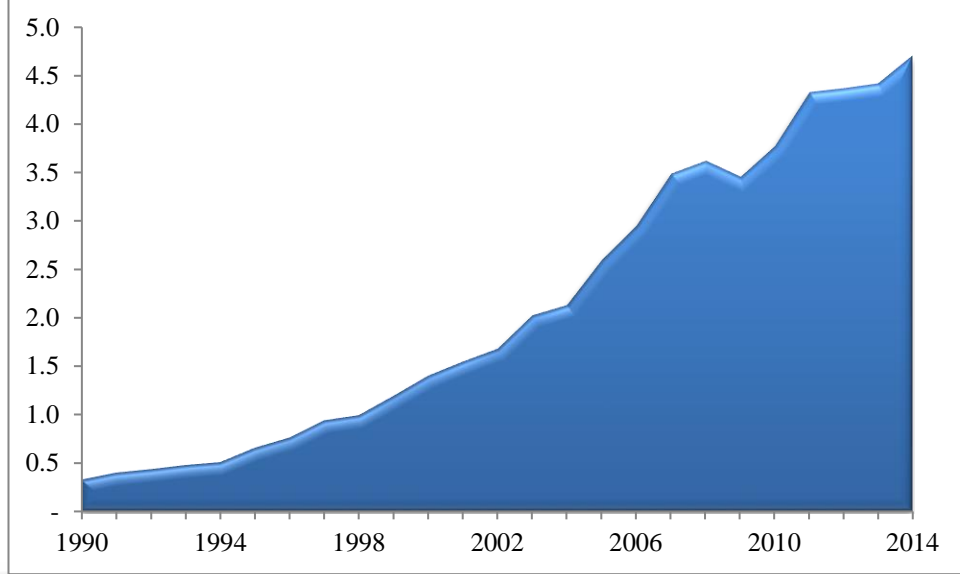


**Tablo 2.12.** Türkiye'nin 2014 Yılı Sektörel Doğalgaz Tüketim Tablosu (Milyon Sm<sup>3</sup>)

Sektör	Tüketim Miktarı	Pay(%)
<b>1. Dönüşüm/Çevrim Sektörü</b>	<b>23.441,97</b>	<b>48,12</b>
1.1. Elektrik Santralleri	13.889,77	28,51
1.2. Otoprodüktör Elektrik Santralleri	6.629,27	13,61
1.3. Isı ve Elektrik (CHP) Santralleri	133,14	0,27
1.4. Otoprodüktör Isı ve Elektrik Santralleri	128,88	0,26
1.5. Isı Santralleri	-	0,00
1.6. Otoprodüktör Isı Santralleri	2.660,91	5,46
1.7. Diğer (Açıklamaya not yazınız)	-	0,00
<b>2. Enerji Sektörü</b>	<b>367,41</b>	<b>0,75</b>
2.1. Petrol Rafinerileri	0,03	0,00
2.2. Yüksek Fırınlar	0,00	0,00
2.3. Elektrik, CHP ve Isı Santrallerinde yakıt olarak tüketilen	242,77	0,50
2.4. Diğer	124,61	0,26
<b>3. Ulaşım Sektörü</b>	<b>86,56</b>	<b>0,18</b>
3.1. Araç yakıtı	82,55	0,17
3.2. Boru hattı taşımacılığı	0,22	0,00
3.3. Diğer	3,79	0,01
<b>4. Sanayi Sektörü</b>	<b>12.375,53</b>	<b>25,40</b>
4.1. Ağaç ürünleri işleme	177,00	0,36
4.2. Alkol ve alkol ürünleri	24,56	0,05
4.3. Ametal mineraller (cam, seramik, çimento, vs.)	1.758,67	3,61
4.4. Demir - Çelik	1.355,35	2,78
4.5. Demir dışı metal üretimi ve işleme (krom, bakır, vs.)	486,76	1,00
4.6. Gıda ve içecekler	815,36	1,67
4.7. Gübre	634,50	1,30
4.8. İnşaat (inşaat ürünleri, yol yapım, vs.)	319,52	0,66
4.9. Kağıt, selüloz ve baskı	229,65	0,47
4.10. Kimya (petrokimya dahil)	1.701,40	3,49
4.11. Madencilik ve taş ocakçılığı	131,29	0,27
4.12. Makine sanayi	53,97	0,11
4.13. Tekstil, deri ve giyim sanayi	725,75	1,49
4.14. Tütün ve tütün ürünleri	15,58	0,03
4.15. Ulaşım araçları sanayi (otomotiv, uçak sanayi, vs.)	141,72	0,29
4.16. OSB'ler	3.267,74	6,71
4.17. Diğer	536,71	1,10
<b>5. Hizmet Sektörü</b>	<b>3.018,49</b>	<b>6,20</b>
5.1. Ticarethane	1.764,15	3,62
5.2. Resmi daire	1.071,99	2,20
5.3. Diğer	182,36	0,37
<b>6. Diğer Sektörler</b>	<b>9.426,09</b>	<b>19,35</b>
6.1. Konut	9.304,42	19,10
6.2. Tarım/Ormancılık	22,80	0,05
6.3. Hayvancılık (balıkçılık, kümes ve ahır hayvancılığı, vs.)	37,68	0,08
6.4. Diğer	61,19	0,13
7. Kayıplar	1,13	0,00
Genel Toplam	48.717,18	100,00

**Kaynak:** EPDK, Doğal Gaz Piyasası 2014 Yılı Sektör Raporu

**Şekil 2.39.** Türkiye’de Doğalgaz Tüketimi (1990-2014, milyar m<sup>3</sup>/gün)



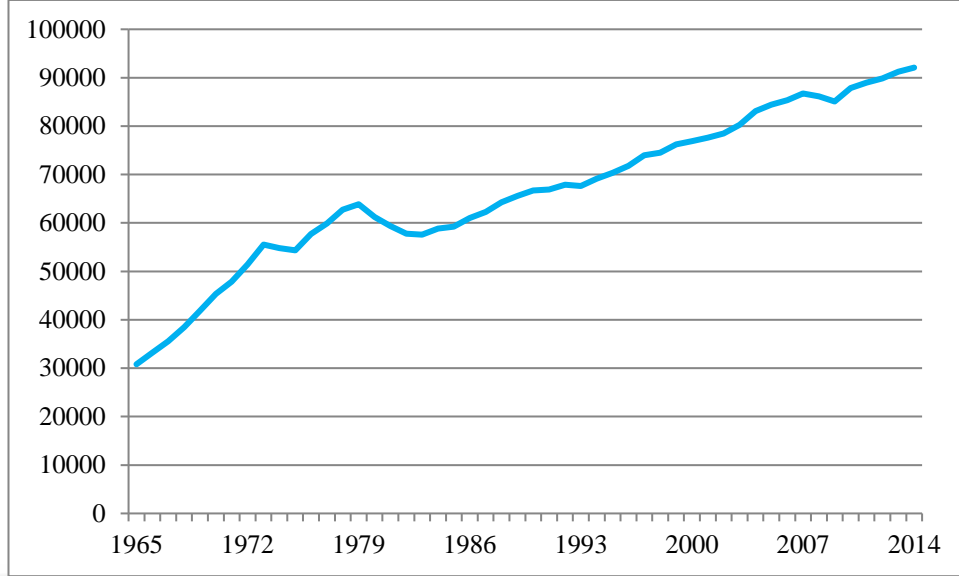
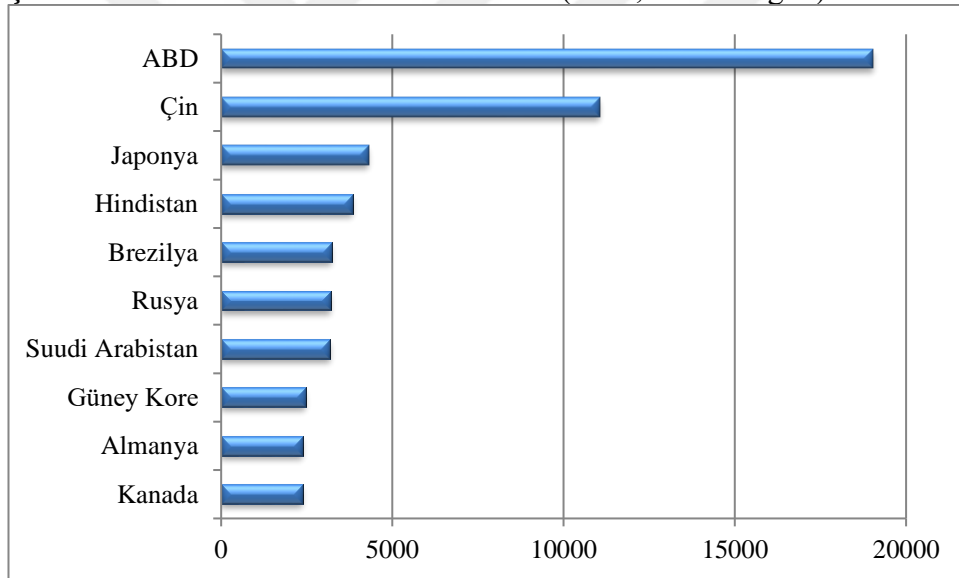
**Kaynak:** BP Statistical Review

Türkiye’de doğalgaz tüketiminin 1990 ile 2014 yılları arasındaki seyri Şekil 2.39.’da gösterilmektedir. Genel itibariyle Türkiye’de doğalgaz tüketiminde artışın yaşandığı görülmektedir.

#### 2.1.3.1.2. Petrol Tüketimi

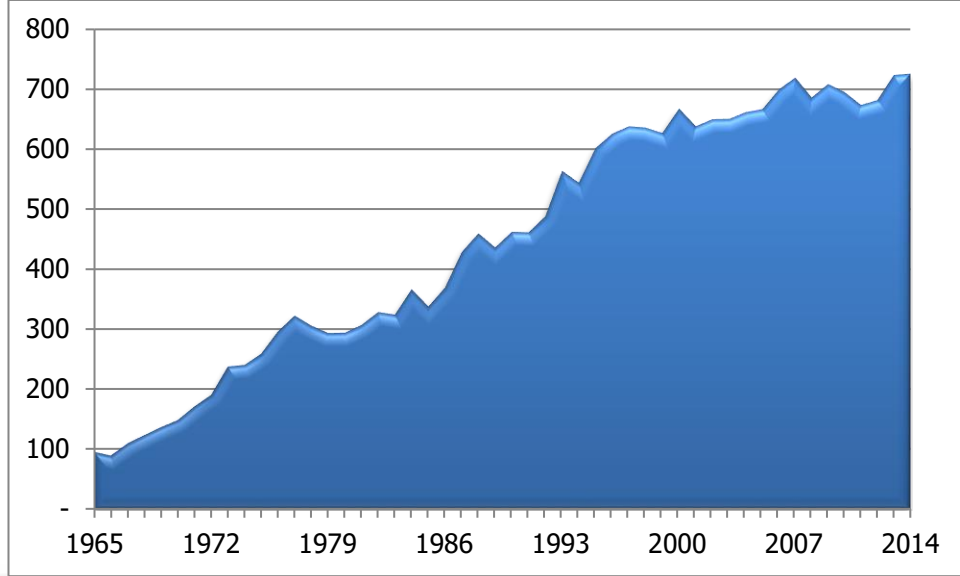
Ülkelerin enerjiye bağımlılıkları arttıkça petrole olan talepleri de artmaktadır. Bu nedenle petrol tüketimi, her geçen yıl artmıştır. Dünyada petrol tüketimi 1965 yılında 30.806 bin varil/gün iken 2014 yılında yaklaşık üç katı artarak 92.086 bin varil/gün’e yükselmiştir. Bu durum petrol ihraç eden ülkeleri için olumlu olmasına karşılık, Türkiye gibi petrolde dışa bağımlı olan ülkeler için olumsuz durum oluşturmaktadır.

Dünyada 1965 ile 2014 yılları için petrol tüketimi Şekil 2.40.’da sunulmuştur. 1965 yılında 30.806 bin varil/gün olan petrol tüketimi 2014 yılında 92.086’ya yükselmiştir. Grafikten de görüleceği üzere enerji tüketiminde artan trend vardır.

**Şekil 2.40.** Dünya Petrol Tüketimi (1965-2014, bin varil/gün)**Kaynak:** BP Statistical Review**Şekil 2.41.** İlk 10 Ülkenin Petrol Tüketimi (2014, bin varil/gün)**Kaynak:** BP Statistical Review

2014 yılında ilk on ülkenin petrol tüketimi Şekil 2.41.'de verilmiştir. Dünyanın en büyük ekonomisine sahip ülke olan ABD, 19.035 bin varil/gün ile 2014 yılında en fazla petrol tüketen ülkedir. Çin, 11.056 bin varil/gün tüketim ile ikinci sıradadır ve onu Japonya (4.298 bin varil/gün) takip etmektedir. Petrolü en çok tüketen ilk on ülkenin toplam tüketim miktarı 55.044 bin varil/gün'dür ve bu miktar dünyada tüketilen toplam petrolün %59,8'idir.

**Şekil 2.42.** Türkiye’de Petrol Tüketimi (1965-2014, bin varil/gün)



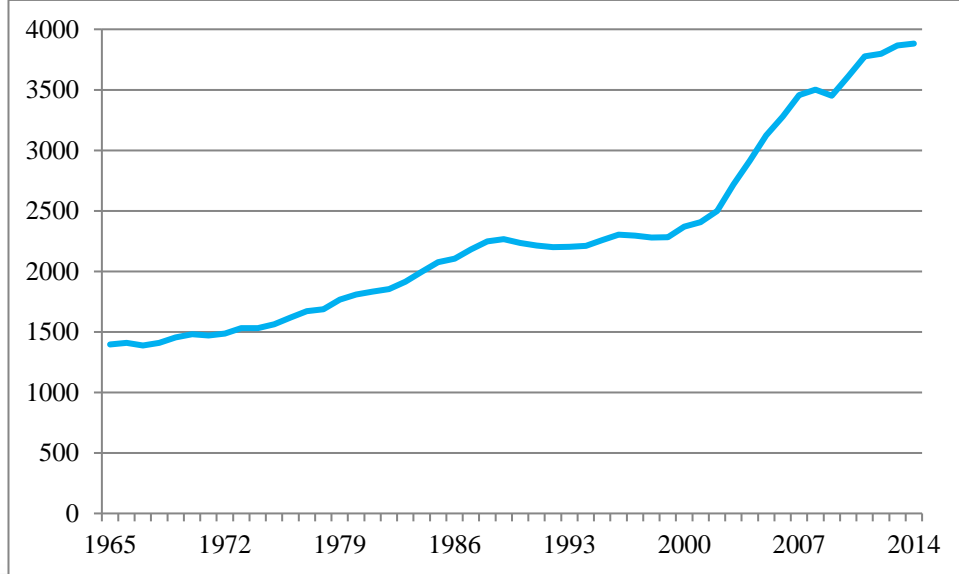
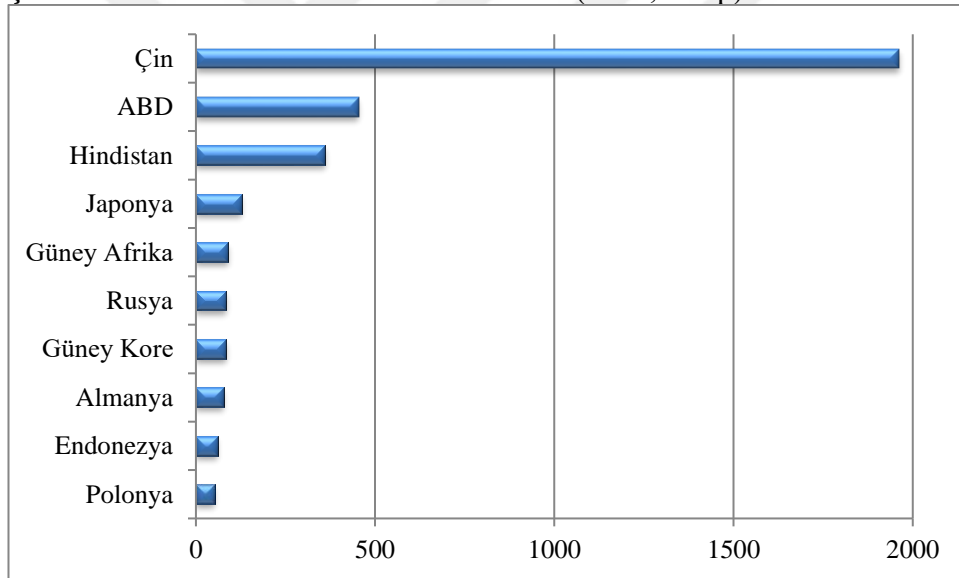
**Kaynak:** BP Statistical Review

Türkiye’de petrol tüketimi 1965 ile 2014 dönemi için Şekil 2.42.’de gösterilmektedir. Trende baktığımızda, petrol tüketiminin 1965’ten günümüze arttığı görülmektedir. Türkiye’de enerji tüketiminin artması petrol tüketimini de artırmıştır. Ancak bu durum Türkiye’nin dış ticaret açığının artmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple Türkiye’nin petrolde dışa bağımlı olunmasından dolayı, alternatif enerji kaynaklarına yönelmesi gerekmektedir.

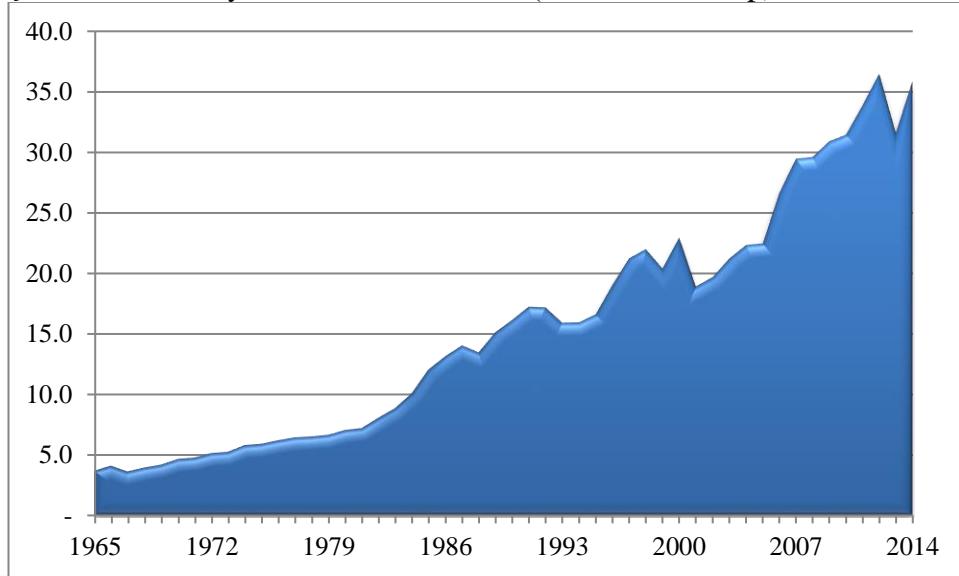
### 2.1.3.1.3. Kömür Tüketimi

Kömür tüketimi 1965 yılında 1.394 Mtep iken 2014 yılında yaklaşık üç misli artarak 3.881 Mtep düzeyine yükselmiştir. 2000 ile 2014 yılları arasındaki artış %63,8 seviyesindedir. Kömür tüketimindeki artışın en büyük nedeni Çin’in kömüre olan talebinin artmasıdır.

Şekil 2.43.’de 1965 ile 2014 yılları arasındaki dünya kömür tüketiminin seyri görülmektedir. Kömür tüketiminin 1965 yılından 1989 yılına kadar düzenli biçimde arttığı görülmektedir. 1965 yılında 1.394 Mtep olan kömür tüketimi 1989 yılında 2.266 Mtep’e yükselmiştir. 1990 yılından 1999 yılına kadar durağan seyir izleyen kömür tüketimi, özellikle Çin’in hızlı büyümesine denk gelen 2000 yılından itibaren hızlı bir biçimde artmıştır.

**Şekil 2.43.** Dünya Kömür Tüketimi (1965-2014, Mtep)**Kaynak:** BP Statistical Review**Şekil 2.44.** İlk 10 Ülkenin Kömür Tüketimi (2014, Mtep)**Kaynak:** BP Statistical Review

2014 yılında ilk 10 ülkenin kömür tüketimi Şekil 2.44.'de sunulmaktadır. Çin'in kömür tüketimi 2014 yılında 1.962 Mtep'tir ve bu miktar, dünyada toplam tüketilen kömürün %50,5'ine denk gelmektedir. Dünyada tüketilen kömürün yarısından fazlası Çin'de tüketilmiştir. ABD, 453 Mtep ile ikinci sıradır ve onu Hindistan 360 Mtep ile izlemektedir. İlk on ülkenin toplam kömür tüketimi 3.353 Mtep'tir ve bu on ülke dünyadaki tüketilen kömürün %86,4'ünü tüketmektedir.

**Şekil 2.45.** Türkiye’de Kömür Tüketimi (1965-2014, Mtep)

**Kaynak:** BP Statistical Review

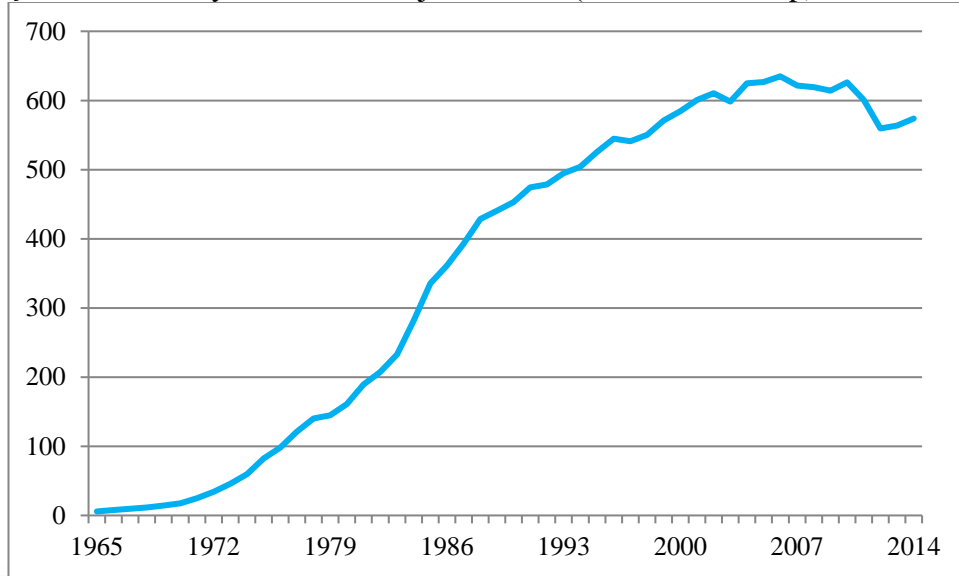
Türkiye’de 1965 ile 2014 dönemi için kömür tüketimi Şekil 2.45.’de verilmiştir. 1965 yılındaki kömür tüketimi 3,7 Mtep’tir. 2000 yılında yaklaşık altı misli artmış ve 22,9 Mtep’e yükselmiştir. 2001 yılında 18,9 Mtep’e düşen kömür tüketimi yeniden artmaya başlamış ve 2012 yılında zirve yaparak 36.5 Mtep olmuştur. 2014 yılında gerçekleşen kömür tüketimi ise 35,9 Mtep’tir.

#### 2.1.3.1.4. Nükleer Enerji Tüketimi

Nükleer enerji, son yıllarda diğer yenilenemeyen enerji kaynaklarına nazaran tüketimi azalan enerji kaynağıdır. 1965 yılında 5,8 Mtep olan nükleer enerji tüketimi, 1970 yılında 17,5 Mtep’e yükselmiş ve bu tarihten sonra hızlı bir biçimde artmıştır. 1980 yılında 160,9 Mtep iken 1990 yılında 453 Mtep’e, 2000 yılında ise 584,3 Mtep’e yükselmiştir. 2000’li yıllarda tüketim miktarı ortalama tüketim miktarı yatay seyreden nükleer enerjinin, 2010 yılından itibaren tüketimi düşmüştür.

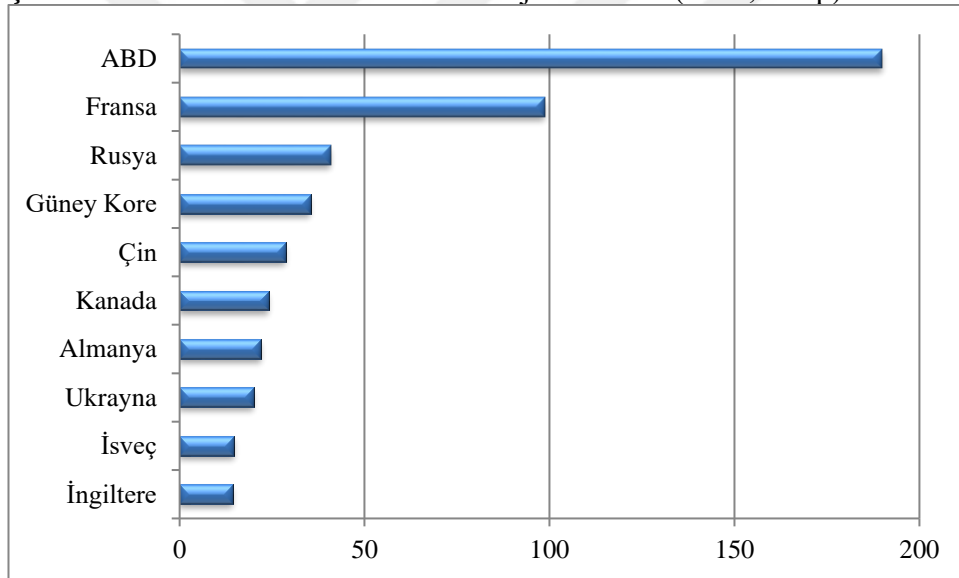
Dünya nükleer enerji tüketiminin seyri 1965 ile 2014 yılları arası Şekil 2.46.’da gösterilmektedir. 2000’li yıllara kadar popüleritesini koruyan ve ülkelerin politikalarında çok önemli yere sahip olan nükleer enerjinin son yıllardaki önemi azalmış ve eskisi kadar nükleer enerjiye yatırım yapılmamasından dolayı tüketimi azalmıştır. Gelişmiş ülkelerin alternatif kaynaklara yönelmesi, nükleer enerjiye olan talebin azalmasında önemli bir rol oynamıştır.

**Şekil 2.46.** Dünya Nükleer Enerji Tüketimi (1965-2014, Mtep)



**Kaynak:** BP Statistical Review

**Şekil 2.47.** İlk 10 Ülkenin Nükleer Enerji Tüketimi (2014, Mtep)



**Kaynak:** BP Statistical Review

Şekil 2.47. 2014 yılında ilk 10 ülkenin nükleer enerji tüketimini göstermektedir. ABD, 190 Mtep nükleer enerji kullanımı ile dünyada ilk sıradır. Fransa, 99 Mtep ile ikinci sıradadır ve onu Rusya 41 Mtep ile izlemektedir. Yoğunlukla gelişmiş ülkelerin tercih ettiği nükleer enerjiyi en fazla kullanan ilk on ülkenin toplam tüketimi 489 Mtep'tir ve dünyada tüketilen nükleer enerjinin %85,1'i bu on ülkede tüketilmektedir.

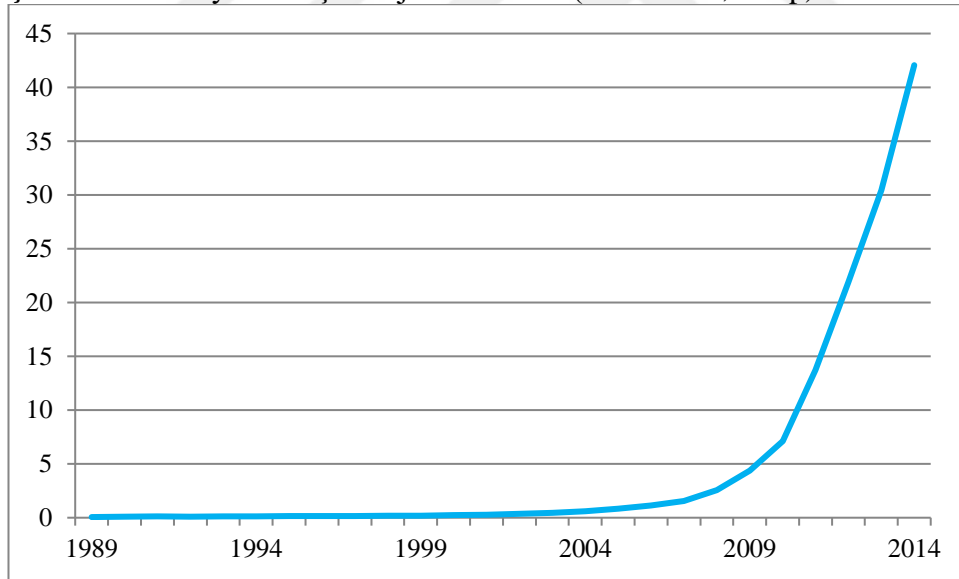
### 2.1.3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Tüketimi

Enerjinin büyük bir kısmını ithal eden Türkiye'nin, enerji kaynaklarını çeşitlendirmesi gerekmektedir. Özellikle yenilenebilir enerjiye yönelmesi, Türkiye'nin uzun ve kısa dönemde dış ticaret açığının kapanmasına, böylece sürdürülebilir büyümesine önemli katkı sağlayacaktır.

#### 2.1.3.2.1. Güneş Enerjisi Tüketimi

Güvenlik sorunları sebebiyle güneş enerjisinin kullanımı yeterince yaygınlaşmamaktadır. Özellikle Ortadoğu ve Afrika'daki çöllerde yerleştirilebilecek güneş enerjisi sistemleri sayesinde dünya enerji tüketiminin önemli bir kısmı tedarik edilebilecektir. Ancak, kurulum maliyetinin yüksek olması ve güvenlik sebebiyle potansiyel güneş enerjisinden yararlanılamamaktadır. İlerleyen yıllarda artan teknoloji ve güvenlik zafiyetlerinin giderilmesiyle, en bol ve ucuz yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisi tüketiminin artması beklenmektedir.

**Şekil 2.48.** Dünya Güneş Enerjisi Tüketimi (1989-2014, Mtep)

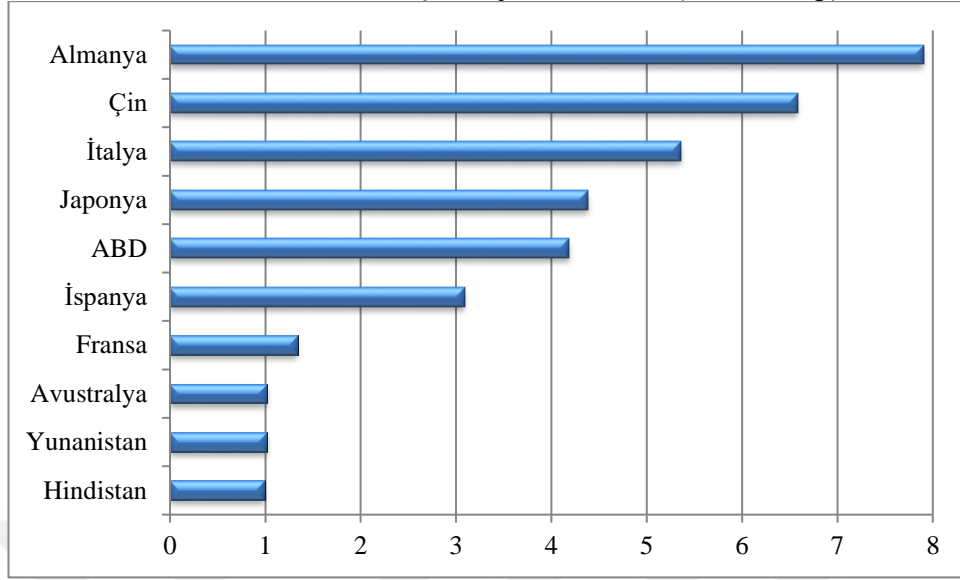


**Kaynak:** BP Statistical Review

Güneş enerjisinin tüketimi 1989 ile 2014 dönemi için Şekil 2.48.'de sunulmuştur. 1989 yılında 0,06 Mtep olan güneş enerjisi tüketimi, 2000 yılında 0,23 Mtep'e yükselmiş, 2005 yılında ise 0,83 Mtep olmuştur. Bu yıldan itibaren tüketim miktarındaki artış ivmelenmiş ve 2010 yılında 7,11 Mtep'e yükselmiştir. Güneş enerjisi tüketimi 2014 yılında ise 42,06 Mtep'e çıkmıştır ve önümüzdeki yıllarda bu miktarın daha da artacağı öngörülmektedir.



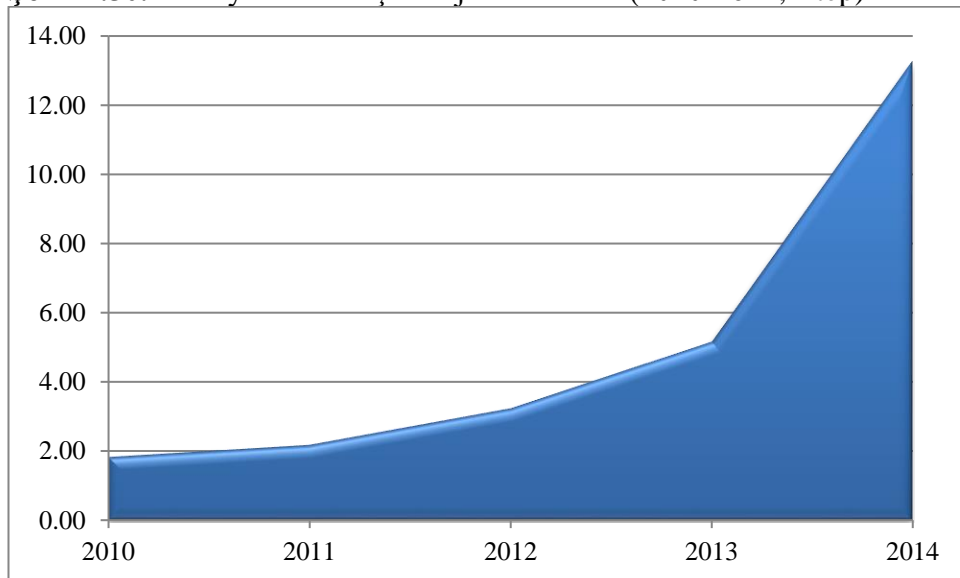
**Şekil 2.49.** İlk 10 Ülkenin Güneş Enerjisi Tüketimi (2014, Mtep)



**Kaynak:** BP Statistical Review

2014 yılında, ilk 10 ülkenin güneş enerjisi tüketimi Şekil 2.49.'da verilmiştir. Almanya, güneş enerjisi tüketiminde 7,9 Mtep ile ilk sıradadır ve onu Çin 6,6 Mtep ile takip etmektedir. İtalya'nın güneş enerjisi tüketimi 5,36 Mtep'tir ve ABD 4,18 Mtep ile onu izlemektedir. Güneş enerjisini en fazla tüketen ilk on ülkenin toplam tüketimi 35,8 Mtep'tir ve dünyada tüketilen güneş enerjisinin %85,3'ü bu on ülke tarafından tüketilmektedir.

**Şekil 2.50.** Türkiye'de Güneş Enerjisi Tüketimi (2010-2014, Btep)



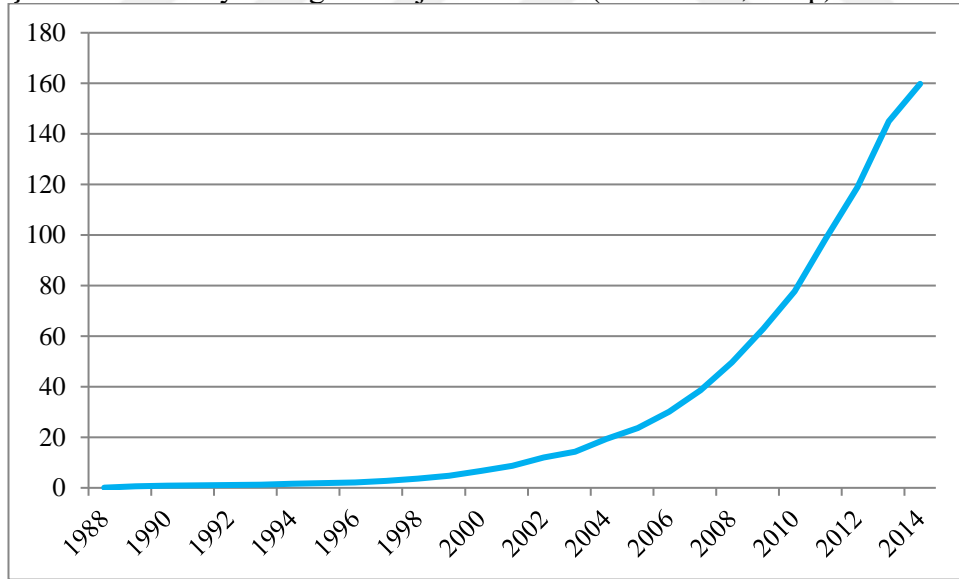
**Kaynak:** BP Statistical Review

Türkiye’de 2010 ile 2014 dönemi güneş enerjisi tüketimi Şekil 2.50.’de sunulmaktadır. Son yıllarda güneş enerjisine yapılan yatırımlar neticesinde tüketimin arttığı görülmektedir. 2010 yılında 1,82 Btep olan güneş enerjisi tüketimi 2014 yılında 13,27 Btep’e yükselmiştir. Ancak, Türkiye gibi güneşten çok fazla yararlanılabilecek bir ülke için bu miktar potansiyelin çok altındadır ve enerji politikalarının güneş enerjisine yönelmesi uygun olacaktır.

### 2.1.3.2.2. Rüzgar Enerjisi Tüketimi

Rüzgar enerjisi tüketimde son yıllarda büyük oranda artış yaşanmıştır. Tüketim artış hızının artmasının sebebi, kurulum ve bakım maliyeti dışında bir maliyetinin olmamasıdır. Dünyanın pek çok bölgesinde rüzgar türbinlerinin kurulabilir ve kullanılabilir olması sebebiyle rüzgar enerjisi tüketimi giderek artmaktadır. Rüzgar enerjisi tüketiminin artmasının bir diğer nedeni rüzgarın temiz ve yenilenebilir olmasıdır. Ayrıca teknolojinin gelişmesiyle verimli ve ucuz rüzgar türbinlerin kullanımı yaygınlaşmaktadır.

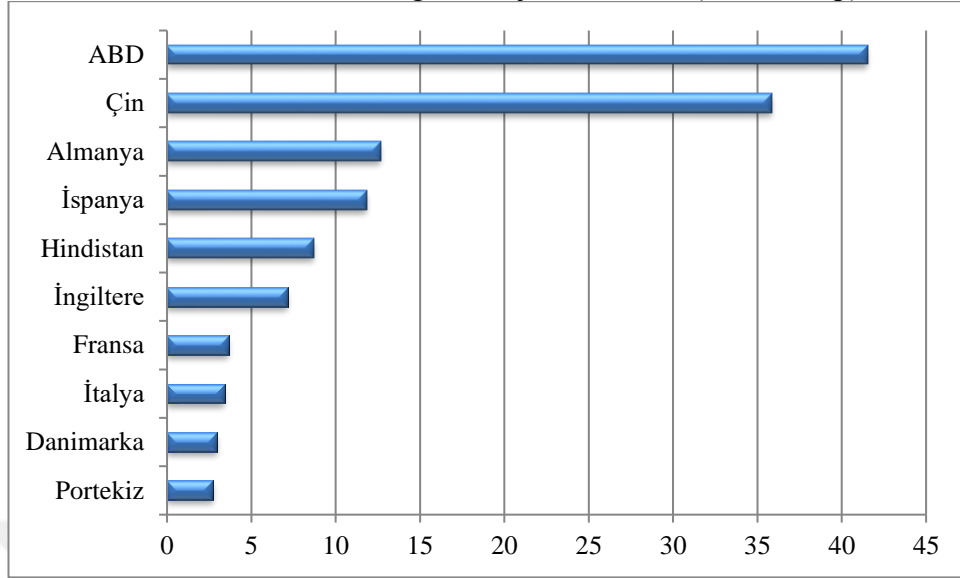
**Şekil 2.51.** Dünya Rüzgar Enerjisi Tüketimi (1988-2014, Mtep)



**Kaynak:** BP Statistical Review

Şekil 2.51.’de 1988 ile 2014 dönemi için dünya rüzgar enerjisi tüketimi sunulmuştur. 1988 yılında rüzgar enerjisinin tüketimi son derece az iken (0,07 Mtep) yıllar itibariyle tüketimi artmıştır. 2000 yılında 6.67 Mtep rüzgar enerjisi tüketilmiştir. Bu miktar artarak devam etmiş ve 2014 yılında 159,79 Mtep’e çıkmıştır. Önümüzdeki yıllarda da rüzgar enerjisi tüketiminin artacağı beklenmektedir.

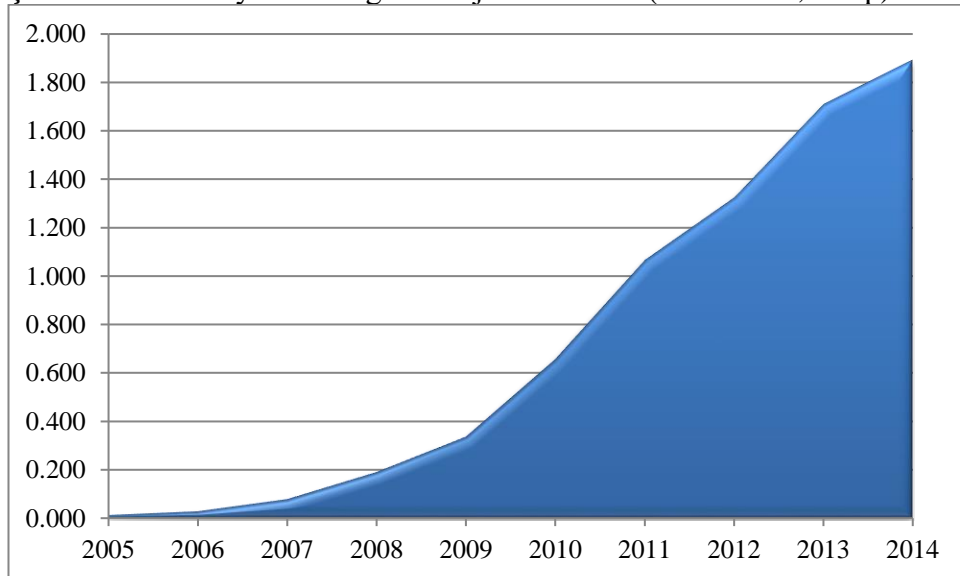
**Şekil 2.52.** İlk 10 Ülkenin Rüzgar Enerjisi Tüketimi (2014, Mtep)



**Kaynak:** BP Statistical Review

2014 yılında dünyadaki ilk 10 ülkenin rüzgar enerjisi tüketimi Şekil 2.52.'de verilmiştir. ABD ve Çin ilk iki sırayı paylaşmaktadır ve rüzgar enerjisi tüketimleri sırasıyla 41,5 Mtep ve 35,8 Mtep'tir. Üçüncü sırada 12,6 Mtep ile Almanya vardır ve onu 11,8 Mtep ile İspanya izlemektedir. Dünyada rüzgar enerjisini en çok tüketen on ülkenin toplam tüketimi 130,5 Mtep'tir ve dünyadaki toplam rüzgar enerjisi tüketiminin %81,6'sı bu on ülke tarafından tüketilmektedir.

**Şekil 2.53.** Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Tüketimi (2005-2014, Mtep)



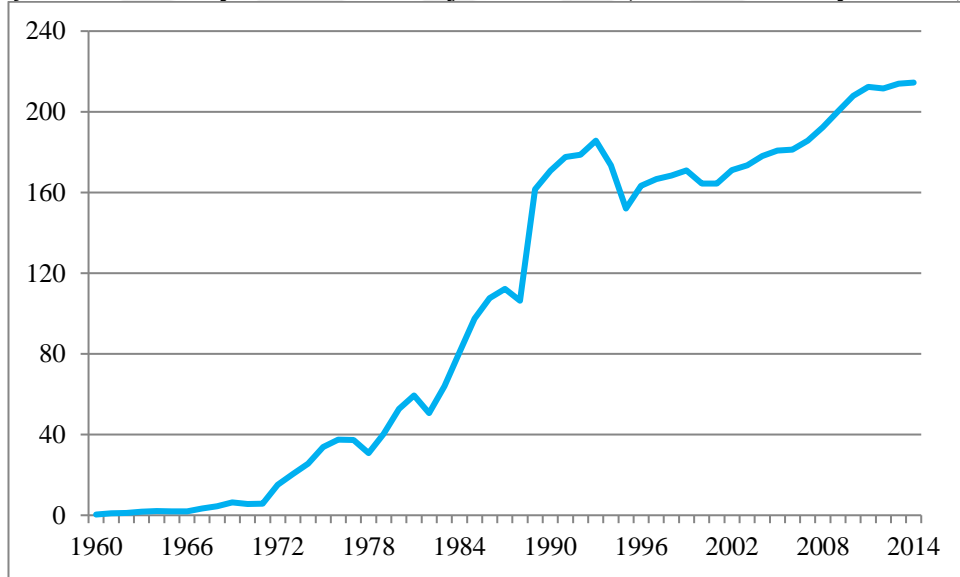
**Kaynak:** BP Statistical Review

Türkiye'deki rüzgar enerjisi tüketimi 2005 ile 2014 dönemi için Şekil 2.53.'de gösterilmektedir. 2005 yılında 0,013 Mtep olan rüzgar enerjisi tüketimi, 2014 yılında 1,83 Mtep'e çıkmıştır. Son yıllarda artan rüzgar enerjisi teknolojisi ile daha verimli enerji elde edilebilmektedir. Rüzgar enerjisi potansiyeli çok fazla olan Türkiye'de yapılacak yatırımlar ile bu miktar daha da artacaktır.

### 2.1.3.2.3. Jeotermal Enerji Tüketimi

Jeotermal enerjinin tüketimi dünyada 1960'lı yıllara kadar çok fazla değilken son 50 yılda artmıştır. Nüfusun artması ve ülkelerin alternatif enerji kaynaklarına yönelmesi ile jeotermal enerji daha da önemli hale gelmiştir. Temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan jeotermal enerjinin daha yoğun kullanılması, yenilenemeyen enerji kaynaklarına alternatif olacaktır.

**Şekil 2.54.** Dünya Jeotermal Enerjisi Tüketimi (1960-2014, Trilyon BTU)



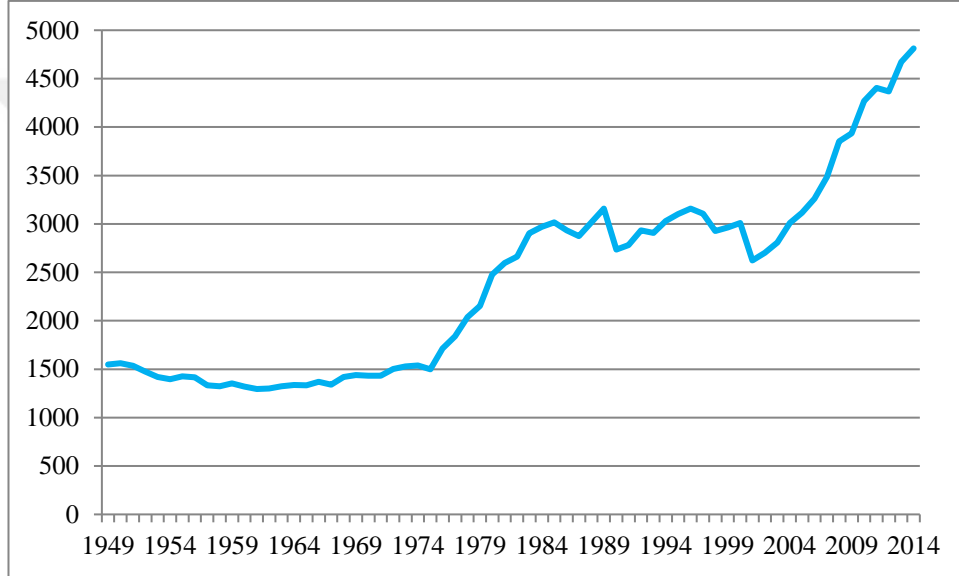
Kaynak: EIA (U.S. Energy Information Administration)

Şekil 2.54.'de 1960 ile 2014 dönemi için dünya jeotermal enerjisi tüketimi gösterilmektedir. 1960 yılında 0,4 trilyon BTU olan jeotermal enerji tüketimi, 1970 yılında 5,5 trilyon BTU'ya, 1980 yılında ise yaklaşık on kat artarak 52,7'ye yükselmiştir. Birkaç yıl dışında genellikle artan jeotermal enerji 1990 yılında 170,7 trilyon BTU'ya çıkmıştır. 2000 yılında ise 164,4 trilyon BTU iken 2010 yılında 208 trilyon BTU olmuştur ve 2014 yılında tarihinin zirvesine çıkarak 214,5 trilyon BTU olarak gerçekleşmiştir.

#### 2.1.3.2.4. Biyokütle Enerji Tüketimi

Biyokütle enerji, yenilenebilir enerji kaynaklarının bir başka önemli enerji çeşididir. Biyokütle enerji tüketimi 1949 yılında 1.549 BTU'dur. Biyokütle enerji tüketimi 1950 yılından itibaren azalmıştır ve azalış 1961 yılına kadar sürmüştür ve 1961 yılında 1.295 BTU'ya inmiştir. 1974 yılına kadar biyokütle enerji tüketimi yatay bir seyir takip ederken bu tarihten sonra tüketim miktarı artmıştır. 2000 yılında biyokütle enerji tüketimi 3.008 BTU iken 2014 yılında 4.812 BTU'ya yükselmiştir.

**Şekil 2.55.** Dünya Biyokütle Enerjisi Tüketimi (1949-2014, Trilyon BTU)



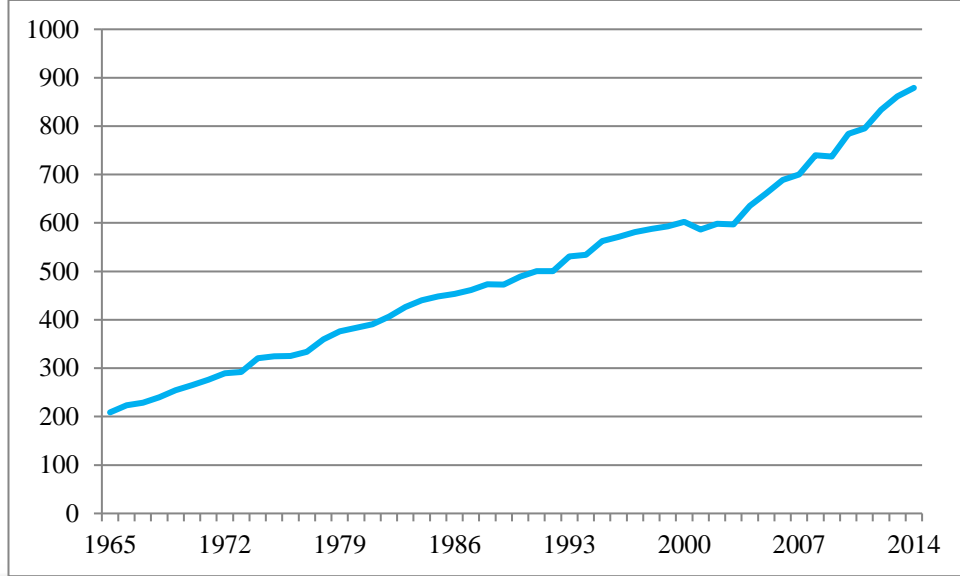
**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

Dünya biyokütle enerjisi tüketimi 1949 ile 2014 dönemi için Şekil 2.55.'de gösterilmektedir. 1974 yılına kadar durağan olan biyokütle enerji tüketimi 1975 yılından itibaren artmaya başlamıştır. 1984 yılından 2002 yılına kadar dalgalı bir seyir izleyen biyokütle enerji tüketimi 2003 yılından itibaren artmıştır ve 2014 yılında tarihinin en yüksek seviyesine ulaşmıştır.

#### 2.1.3.2.5. Hidrolik Enerji Tüketimi

Hidrolik enerji dünyada yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahiptir. Özellikle Türkiye gibi hidrolik enerji üretmeye müsait ülkelerin enerji ihtiyacını karşılayabilecek alternatif enerji kaynağıdır. Gerekli yatırımların yapılması neticesinde temiz ve bol enerji üretilen hidrolik enerjinin her geçen yıl tüketimi artmaktadır.

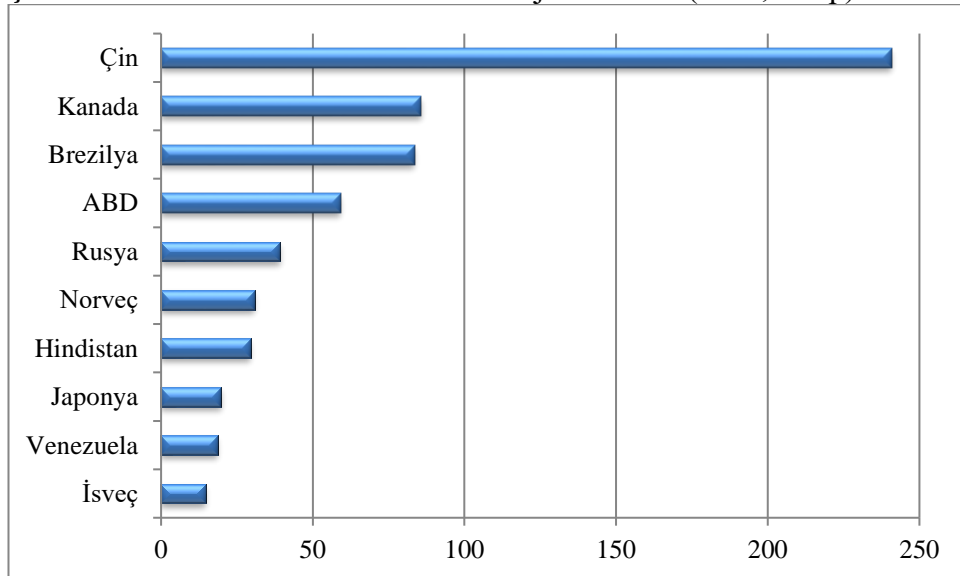
**Şekil 2.56.** Dünya Hidrolik Enerji Tüketimi (1965-2014, Mtep)



**Kaynak:** BP Statistical Review

Şekil 2.56.'da 1965 ile 2014 dönemine ait dünya hidrolik enerji tüketimi sunulmuştur. Şekilden de görüldüğü üzere birkaç yıl dışında hidrolik enerji tüketimi devamlı artmıştır. 1965 yılında 209 Mtep olan hidrolik enerji tüketimi 1980 yılında 383 Mtep'e, 1990 yılında 490 Mtep'e, 2000 yılında 602 Mtep'e ve 2014 yılında ise 879 Mtep'e yükselmiştir.

**Şekil 2.57.** İlk 10 Ülkenin Hidrolik Enerji Tüketimi (2014, Mtep)

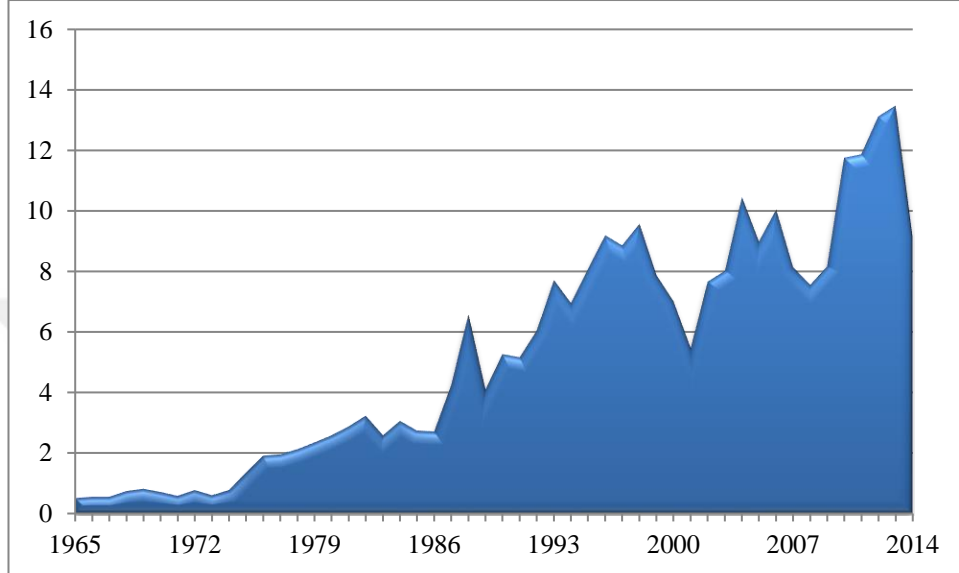


**Kaynak:** BP Statistical Review

İlk 10 ülkeninin hidrolik enerji tüketimi Şekil 2.57.'de gösterilmektedir. Hidrolik enerji tüketiminde Çin 241 Mtep ile ilk sıradır. Çin dünyada tüketilen hidrolik

enerjinin %27'sini tüketmektedir. Kanada'nın hidrolik enerji tüketimi 86 Mtep iken Brezilya'nın 84 Mteptir. Brezilya'yı ABD ve Rusya izlemektedir. Hidrolik enerjiyi en çok tüketen ilk on ülkenin toplam hidrolik enerji tüketimi 622 Mtep'tir ve dünyada tüketilen hidrolik enerjinin %70,8'i bu on ülkede tüketilmektedir.

**Şekil 2.58.** Türkiye’de Hidrolik Enerji Tüketimi (1965-2014, Mtep)



**Kaynak:** BP Statistical Review

1965 ile 2014 dönemindeki Türkiye’de hidrolik enerji tüketimi Şekil 2.58.’de verilmiştir. 1965 yılında 0,50 Mtep olan hidrolik enerji tüketimi, 1974 yılında 0,76 Mtep’e yükselmiştir. 1975 yılından itibaren artmaya başlayan hidrolik enerji tüketimi, 1988 yılında 6,55 Mtep’e yükselmiş, 1989 yılında ise 4,06 Mtep’e gerilemiştir. İnişli çıkışlı bir seyir izleyen hidrolik enerji tüketimi 2001 yılında 5,43 Mtep iken 2004 yılında 10,43 Mtep’e çıkmıştır. 2013 yılında tarihinin en yüksek seviyesi olan 13,45 Mtep’e yükselen hidrolik enerji tüketimi 2014 yılında 9,14 Mtep’e inmiştir.

## 2.2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

### 2.2.1. Doğalgaz Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiyi İnceleyen

#### Ampirik Çalışmalar

Enerji, gelişen ve gelişmekte olan ülkeler için çok önemli bir rol oynamaktadır. Literatürde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen pek çok çalışma olmasına rağmen, doğalgaz tüketimi ile ekonomik büyümeyi inceleyen çalışma sayısı nispeten daha azdır.

Çok ülke için yapılan çalışmalardan olan Balitskiy vd. (2016), 26 AB ülkesinin ekonomik büyüme ile doğalgaz tüketimi arasındaki ilişkisini 1977 ile 2011 dönemi için analiz etmişlerdir. Panel Eş-bütünleşme Testi (Pedroni) ve VECM Granger Nedensellik Testi yardımıyla yapılan analizler sonucunda eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur ve doğalgaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Kum vd. (2012) G-7 ülkelerini 1970 ile 2008 dönemi için analiz etmişlerdir. Hacker ve Hatemi (2006) Bootstrap Nedensellik Testi yardımıyla elde edilen bulgularda Fransa, Almanya ve ABD’de doğalgaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi, İtalya’da doğalgaz tüketiminden ekonomik büyüme doğru nedensellik ilişkisi ve İngiltere’de ekonomik büyümeden doğalgaz tüketimine doğru nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Apergis ve Payne (2010a), 67 ülkeyi 1992 ile 2005 dönemi için incelemişlerdir. Panel Eş-bütünleşme Testi (Pedroni), Panel FMOLS ve VECM Granger Nedensellik Testi kullanılan çalışmada, doğalgaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Doğalgaz tüketiminin esneklik katsayısı 0,652 olarak bulunmuştur ve doğalgaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Bildirici ve Bakirtas (2014), BRICTS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Türkiye ve Güney Afrika) ülkelerini 1980 ile 2011 dönemi için analiz etmişlerdir. ARDL ve Panel Granger Nedensellik Testi kullanılarak elde edilen sonuçlarda, Brezilya, Türkiye ve Rusya’da çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Solarin ve Ozturk (2016), OPEC ülkelerinin doğalgaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1980 ile 2012 dönemi için analiz etmişlerdir. Panel Granger Nedensellik Testi yardımıyla elde edilen bulgularda Irak, Kuveyt, Libya, Nijerya ve Suudi Arabistan’da doğalgaz tüketimi ekonomik büyümenin nedenselidir. Fas, İran, Birleşik Arap Emirlikleri ve Venezuela’da ekonomik büyüme doğalgaz tüketiminin nedenselidir. Ekvator’da ekonomik büyüme ile doğalgaz tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Tek ülke için yapılan çalışmalar şunlardır: Khan ve Ahmad (2008), Hu ve Lin (2008) Clement (2010), Payne (2011), Lim ve Yoo (2012), Shahbaz vd. (2013), Shahbaz vd. (2014), Solarin ve Shahbaz (2015), Rafindadi ve Ozturk (2015).

Panel veri ekonometrisi kullanılan çalışmalar genellikle gelişmiş ülkeler için yapılmıştır. Literatürde elde edilen bulgular ışığında, doğalgaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.



### 2.2.2. Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Ampirik Çalışmalar

Elektrik çeşitli teknolojilerin yardımı ile enerjinin nihai bir formuna dönüştürülmektedir. Elektriğin kullanılabilirlik ve esnekliğinin yanı sıra diğer avantajları da vardır. Örneğin, sürekli olarak arz edilebilmektedir ve elektrik hatları veya şebekeler yardımıyla uzun mesafelere taşınabilmektedir. Buna ek olarak, kullanım sürecinde sera gazı yaymaz, temiz ve verimlidir. Bu nedenle, elektrik geniş bir uygulama alanına sahiptir ve bütün ülkelerin ekonomik ve sosyal gelişmesinde önemli bir rol oynar (Niu vd., 2012:338).

Son yıllarda çok ülke için yapılan çalışmalar literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Wolde-Rufael (2006), 17 Afrika ülkesi için yaptığı çalışmada, ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasındaki ilişkiyi ARDL ve Toda–Yamamoto Granger Nedensellik Testi kullanarak test etmiştir. Çıkan sonuçlarda, 9 ülkede eşbütünleşme ilişkisi ve 12 ülkede nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bunlardan 6 ülke için çift yönlü nedensellik ilişkisi, 3 ülke için ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru nedensellik ilişkisi ve 3 ülke için elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi vardır. Chen vd., (2007) yaptıkları çalışmada, 10 asya ülkesini 1971 ile 2001 yılları arasında Johansen Eş-bütünleşme Testi ve VECM Granger Nedensellik Testi ile incelemişlerdir. Tespit edilen sonuçlarda, Malezya dışındaki ülkelerde eşbütünleşme tespit edilmiştir. Nedensellik analizleri neticesinde ise, ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi Çin, Endonezya, Kore, Tayvan ve Tayland'da tespit edilmiş, Hong-Kong'da elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi vardır ve ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru nedensellik ilişkisi Hindistan, Singapur, Filipinler ve Malezya ülkeleri için vardır. Narayan ve Smyth 2009 yılında 1974 ile 2002 yıllarını kapsayan çalışmalarında, 6 ortadoğu ülkesini ele almışlardır. Kişi başına reel GSYİH, kişi başına elektrik tüketimi ve ihracat verileri için panel eş-bütünleşme Testi, panel FMOLS ve panel Granger nedensellik testi kullanılarak yapılan çalışma sonucunda eşbütünleşmenin varlığı ve nedenselliğin enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürde 2010 yılından sonra yapılan çalışmalardan olan Yoo ve Kwak (2010), 7 güney Amerika ülkesi için kişi başına reel GSYİH ve kişi başına elektrik tüketimi ilişkisini incelemişlerdir. Johansen eş-bütünleşme testi, Hsiao'nun Granger

nedensellik testi ve ECM analizini kullanılarak yapılan çalışmada, Kolombiya ve Venezüella'da eş-bütünleşme ilişkisinin olduğu, Arjantin, Brezilya, Şili, Ekvador ve Peru'da ise eş-bütünleşme ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Venezüella'da nedensellik elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü olduğu, Peru'da ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru nedensellik ilişkisinin olduğu, Arjantin, Brezilya, Şili, Kolombiya ve Ekvador'da ise nedenselliğin elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğu tespit edilmiştir. Ciarreta ve Zarraga (2010), 12 Avrupa ülkesinin 1970 ile 2007 yıllarını kapsayan yaptıkları çalışmada, reel GSYİH, enerji fiyatları ve elektrik tüketimi verilerini kullanmışlardır. Panel eş-bütünleşme testi (Pedroni), Panel FMOLS ve VECM Granger nedensellik testini kullanarak analiz edilen bu çalışmada, eş-bütünleşmenin olduğu sonucuna ulaşılmış, aynı zamanda elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. Öztürk ve Acaravcı'nın 2011 yılında yaptıkları çalışma 1971 ile 2006 yıllarını kapsamaktadır ve 11 ortadoğu ve kuzey afrika ülkesi ele alınmıştır. Kişi başına reel GSYİH ile kişi başına elektrik tüketimi arasındaki ilişki ARDL ve VECM Granger nedensellik testi ile sınanmıştır. Sonucunda, 4 ülkede (Mısır, Suudi Arabistan, Umman ve İsrail) eşbütünleşme ilişkisinin varlığı ortaya çıkmış ve İsrail ile Umman'da ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru nedensellik ilişkisi tespit edilmiş, Mısır ve Suudi Arabistan'da ise elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi ortaya çıkmıştır.

Yüksek, üst orta, alt orta ve alt gelirli toplam 88 ülke için yapılan çalışmada, reel GSYİH, sermaye stoğu, işgücü ve elektrik tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. Yapılan amprik çalışmada, Larsson vd. (2001) panel eşbütünleşme testi ve VECM Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Elde edilen bulgularda, eşbütünleşme ilişkisi elde edilmiştir ve nedensellik ilişkisi yüksek, üst orta ve alt orta gelirli ülkelerde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü ilişki bulunmuş, alt orta gelirli ülkelerde ise enerji tüketiminden büyümeye doğru nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir (Apergis ve Payne, 2011a:770-781).

Bildirici ve Kayıkçı'nın 2012'de yapmış oldukları çalışmada, ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi ilişkisini eski Sovyet Cumhuriyetleri için araştırmışlardır. 1990 ile 2009 yıllarını kapsayan çalışmada 11 ülke ele alınmış ve Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni), Panel FMOLS, Panel ARDL ve VECM Granger Nedensellik yöntemleri kullanılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlarda ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasında uzun dönemli ilişki bulunmuş ve elektrik tüketiminden ekonomik

büyümeye doğru nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Hossain ve Saeki (2012), 30 yüksek gelirli ülke, 20 üst-orta gelirli ülke, 20 alt-orta gelirli ülke ve 6 düşük gelirli ülke için yaptıkları çalışma 1960 ile 2008 dönemini kapsamaktadır. Kişi başına elektrik tüketimi ve kişi başına reel GSYİH serilerini ele alarak, Panel Eşbütünleşme Testi (KAO) ve Panel Granger Nedensellik Testi modellerini kullanmışlardır. Elde edilen bulgularda, yüksek gelirli ülkelerde ve üst-orta gelirli ülkelerde eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Yüksek gelirli ülkeler ve üst-orta gelirli ülkelerde ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasında çift yönlü ilişkinin olduğu, alt-orta gelirli ülkelerde ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Düşük gelirli ülkelerde ise nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Niu vd. 2013 yılında yaptıkları çalışmada, 50 ülkenin kişi başına elektrik tüketimi, kişi başına reel GSYİH, kişi başına tüketim harcamaları, kentleşme oranı, doğumda yaşam beklentisi ve okuryazarlık oranı verilerini 1990 ile 2009 yılları arasında ele alarak Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni) ve Panel Granger nedensellik testini kullanarak analiz etmişlerdir. Ortaya çıkan sonuçlarda, eşbütünleşme ilişkisi vardır. Nedensellik analizi ile elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü ilişki tespit edilmiştir.

Al-mulali vd. (2014), 1980 ile 2010 yıllarını kapsayan çalışmasında, 18 Latin Amerika ülkesini kullanmışlardır. Reel GSYİH, yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik tüketimi, petrol, doğalgaz ve kömürden sağlanan elektrik tüketimi, işgücü, sermaye stoğu ve mal ve hizmetlerin toplam ticareti serileri, Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni), Panel DOLS ve VECM Granger nedensellik testi kullanılarak analiz edilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlarda, eşbütünleşme ilişkisinin olduğu, nedenselliğin elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Cowan vd. (2014) 1990 ile 2010 yıllarını kapsayan çalışmasında, BRICS ülkelerinin elektrik tüketimi, reel GSYİH ve CO2 emisyonu verilerini kullanarak analiz etmişlerdir. Breusch ve Pagan (1980) yatay kesit bağımlılığı testi ve Panel Granger nedensellik testi kullanılarak yapılan çalışmada ortaya çıkan sonuçlarda, Rusya'da elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Güney Afrika ülkesinde ise ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Çin, Brezilya ve Hindistan'da ise nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Gao ve Zhang (2014), 17 Sahra Altı Afrika ülkesi için yaptıkları çalışmada, kişi başına elektrik tüketimi, kişi başına reel GSYİH ve kişi başına CO2 emisyonu serilerini ele alarak

1980 ile 2009 yılları arasında değerlendirmişlerdir. Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni), Panel FMOLS ve Panel Granger Nedensellik Testi yöntemleri kullanılarak ortaya çıkan sonuçlarda, eşbütünleşme ilişkisinin varlığı saptanmıştır. Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Abdoli, Farahi ve Dastan (2015), 1980 ile 2011 dönemini kapsayan çalışmalarında, 12 OPEC ülkesini analiz etmişlerdir. Kişi başına elektrik tüketimi, kişi başına reel GSYİH ve reel ihracat ve ithalat serilerini kullanıp, Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni), Panel FMOLS ve Panel Granger Nedensellik Testi yöntemlerini kullanmışlardır. Ortaya çıkan sonuçlarda, ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasında uzun dönemli ilişkinin olduğu ve ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisini tespit etmişlerdir.

Elektrik tüketimi ile ekonomik büyümeyi inceleyen çok ülkeli diğer çalışmalar şu şekilde sıralanabilir: Murray ve Nan (1996), Ferguson vd. (2000), Yoo (2006b), Squalli (2007), Narayan ve Prasad (2008), Ciareta ve Zarraga (2008), Chontanawat (2008), Alinsato (2009), Lean ve Smith (2010), Kapusuzoğlu ve Karan (2010), Acaravci ve Öztürk (2010a), Kouakou (2011), Bayraktutan vd. (2012), Bildirici (2013), Cowan vd. (2013), Akbaş ve Şentürk (2013), Ohler ve Fetters (2014), Wolde-Rufael (2014), Fei ve Rasiah (2014), Bayar ve Özel (2014), Karakaş (2014), Ergün ve Polat (2015), Karanfil ve Li (2015), Altıntaş ve Mercan (2015), Ergün ve Polat (2015), Kim (2015), Salahuddin vd. (2015).

Tek ülkeyi ele alan ve elektrik tüketimi ile ekonomik büyümeyi inceleyen çalışmalardan bazıları ise şunlardır: Yang (2000), Aqeel ve Butt (2001), Ghosh (2002), Shiu ve Lam (2004), Jumbe (2004), Yoo (2005), Altinay ve Karagöl (2005), Narayan ve Smyth (2005), Yoo ve Kim (2006), Mozumder ve Marathe (2007), Ho ve Siu (2007), Tang (2008), Odhiambo (2009), Akinlo (2009), Abosedra vd. (2009), Ouédraogo (2010), Chandran ve Sharma (2010), Shahbaz vd. (2011), Ahamad ve Islam (2011), Shahbaz ve Feridun (2012), Acaravci ve Ozturk (2012), Abbas ve Choudhury (2013), Bélaïd ve Abderrahmani (2013), Hamdi vd. (2014), Nazlioglu vd. (2014), Iyke (2015), Shahbaz (2015).

Literatürde, elektrik tüketim ile ekonomik büyümeyi inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır. Gelişmiş ülkeleri inceleyen çalışmalarda, elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Eşbütünleşme katasayısını tahmin etmeyi amaçlayan çalışmalarda esneklik katsayısının pozitif ve 0 ile 1 arasında olduğu tespit edilmektedir. Az gelişmiş ülkeler

içinde yapılan çalışmalar benzer sonuçlar vermektedir (Abdoli, Farahi ve Dastan (2015), Bildirici ve Kayıkçı, 2012, Apergis ve Payne, 2011a).

### **2.2.3. Petrol Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Ampirik Çalışmalar**

Günümüzde petrol gelişmekte olan ve gelişen ülkeler için vazgeçilemez bir enerji kaynağıdır. Yenilenemeyen bir enerji çeşidi olan petrol, her geçen dönem daha da azaldığı için önemi ve değeri artmaktadır. Ülkelerin alternatif enerji kaynaklarına yönelme çalışmaları yetersiz olmasından dolayı petrol hala stratejik bir enerji kaynağıdır. Petrol tüketiminin ekonomik büyümeyi ne yönde ve ne kadar etkilediğini belirlemek için son yıllarda pek çok çalışma yapılmıştır. Petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalara kıyasla daha azdır.

Çok ülke için petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar son yıllarda artmıştır. Özellikle gelişen panel veri ekonomisi, elde edilen bulguların güvenilirliğini artırmaktadır. Al-mulali (2011) yaptığı çalışmada Ortadoğu ve Kuzey Afrika (MENA) ülkelerini 1980 ile 2009 dönemi için ele almıştır. GSYİH, petrol tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu değişkenlerini kullanarak elde ettiği sonuçlarda, eşbütünleşme ilişkisinin olduğu ve GSYİH ile petrol tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişki bulgusuna rastlamıştır. 2011 yılına yapılan bir diğer çalışmada Halkos ve Tzeremes (2011), 42 ülkeyi 1986 ile 2006 dönemi için ele almıştır. Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni) ve Panel GMM yöntemlerini kullandığı çalışmasında, eşbütünleşme ilişkisi bulmuştur ve petrol tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

2012 yılında yapılan çalışmalardan, Chu (2012), Kişi Başına Reel GSYİH ve petrol tüketimi verilerini 49 ülke için kullanmıştır. 1970 ile 2010 dönemini kapsayan çalışmasında, Panel Eşbütünleşme Testi ve Panel Bootstrap Granger Nedensellik Testini kullanmıştır. Elde ettiği sonuçlarda eşbütünleşme ilişkisinin olduğu ancak tüm ülkeler için nedensellik ilişkisi genellemesinin doğru olmayacağı sonucuna ulaşmıştır. Chu ve Chang (2012), G-6 ülkeleri için yaptıkları çalışmaları 1971 ile 2000 dönemini kapsamaktadır. Kişi Başına Reel GSYİH, Kişi Başına Petrol Tüketimi ve Kişi Başına Nükleer Enerji Tüketimi serilerini almışlardır ve Konya Nedensellik testini uygulamışlardır. Elde edilen bulgularda, ABD için ekonomik büyümeden petrol tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi elde etmişlerdir ve Almanya ve Japonya

için ise petrol tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Behrimi ve Manso (2012), 1976 ile 2009 dönemini için OECD ülkelerinin Kişi Başına Reel GSYİH, Kişi Başına Petrol Tüketimi, Reel Ham Petrol Fiyatı ve Reel Döviz Kuru serilerini kullanmışlardır. Yaptıkları analizde Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni) (KAO), Panel FMOLS ve VECM Granger Nedensellik Testi yöntemlerini kullanarak eşbütünleşme ilişkisinin ve petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Behrimi ve Manso (2013), Sahra Altı Afrika ülkelerinin Kişi Başına Reel GSYİH, Kişi Başına Petrol Tüketimi ve Reel Ham Petrol Fiyatı serilerini ele alarak yaptıkları çalışma 1985 ile 2011 dönemini kapsamaktadır. Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni) (KAO), Panel FMOLS ve VECM Granger Nedensellik Testi kullanılarak elde edilen sonuçlarda eşbütünleşme ilişkisinin ve petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bildirici ve Kayikci (2013) Avrasya ülkelerini 1993 ile 2010 dönemi için ele almışlardır. Kişi Başına Reel GSYİH ve Petrol Tüketimi serilerini kullanarak Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni) (KAO), Panel FMOLS ve VECM Granger Nedensellik Testi ile analiz etmişlerdir. Ortaya çıkan sonuçlarda uzun dönemli ilişki bulmuşlardır ve petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bildirici ve Bakirtas (2014), BRICST ülkelerini ele alarak yaptıkları çalışma 1980 ile 2011 dönemini kapsamaktadır. GSYİH, Petrol Tüketimi, Kömür Tüketimi ve Doğalgaz Tüketimi verileri Panel Eşbütünleşme Testi ve VECM Granger Nedensellik Testi yardımıyla analiz edilmiştir. Eşbütünleşme ilişkisi bulgusuna rastlanılmıştır ve petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişki tespit edilmiştir. Alam ve Paramati (2015), 1980 ile 2012 dönemi için 18 gelişmekte olan ülkenin Kişi Başına Reel GSYİH, Kişi Başına Petrol Tüketimi, Kişi Başına CO2 Emisyonu, Finansal Gelişim ve Endüstrileşme serilerini kullanarak yaptıkları analizde, Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni) (Kao), Johansen Fisher Panel Eşbütünleşme Testi ve VECM Granger Nedensellik Testi yöntemlerini kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlarda eşbütünleşme ilişkisini ve petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisini tespit etmişlerdir.

Petrol tüketimi ile ekonomik büyümeyi inceleyen çok ülkeli çalışmalardan bazıları şunlardır: Narayan ve Wong (2009), Zikovic ve Nela (2009), Eggho vd. (2011), Gately (2013), Behmiri ve Manso (2014), Chang vd. (2014), Naser (2015).

Tek ülkeyi ele alıp petrol tüketimi ile ekonomik büyümeyi inceleyen bazı çalışmalar ise şunlardır: Yang (2000), Zou ve Chau (2006), Yoo (2006a), Zhao vd. (2008), Aktaş ve Yılmaz (2008), Ghosh (2009), Bhusal (2012), Gately vd. (2012), Yazdan ve Hossein (2012), Zheng ve Luo (2013), Ishida (2013), Park ve Yoo (2014), Şanlı ve Tuna (2014), Nasiru vd. (2014), Ceylan ve Baser (2014), Syahnur vd. (2014), Uçak ve Usupbeyli (2015), Blosh vd. (2015).

Literatürde petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki özetlendiğinde, incelenen çalışmalarda eşbütünleşme ilişkisi bulunmaktadır. Gelişmiş ve az gelişmiş ülkelerde eşbütünleşme katsayısı tahmincisi kullanılan çalışmaların sonuçları benzerlik göstermektedir. Esneklik katsayısının pozitif olması bu çalışmaların ortak yönüdür.

#### **2.2.4. Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Ampirik Çalışmalar**

Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreyi yenilenemez enerji kaynaklarına göre daha az kirletmesi ve yenilenebilir olması, bu kaynaklara olan önemi artırmaktadır. Son yıllarda literatürde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışma sayısı artmaktadır. Çok ülke için yapılan çalışmalardan Apergis ve Payne (2010b), 20 OECD ülkesi 1985 ile 2005 dönemi için analiz etmişlerdir. Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni), Panel FMOLS ve Panel Granger Nedensellik Testi yöntemlerini kullanarak elde ettiği sonuçlarda, seriler arasında uzun dönemli ilişki bulmuşlardır ve yenilenebilir enerjinin esneklik katsayısı 0,76 olarak tahmin edilmiştir. Nedensellik analizi sonuçlarında ise yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır. OECD ülkelerini inceleyen bir diğer çalışma olan Salim vd. (2014), 29 ülkeyi 1980 ile 2012 dönemi için incelemişlerdir. Panel Eşbütünleşme Testi (Westerlund 2006, 2007), Panel Eşbütünleşme Testi (CCE) ve Panel Granger Nedensellik Testini kullandıkları çalışmada eşbütünleşme ilişkisi vardır ve yenilenebilir enerji esneklik katsayısı 0,101 bulunmuştur. Nedensellik analizi sonucuna göre ise yenilenebilir enerji tüketimi ve GSYİH arasında tek yönlü nedensellik vardır. Inglesi-Lotz (2015), 34 OECD ülkesini 1990 ile 2010 dönemi için analiz etmiştir. Sabit Etkiler ile En Küçük Kareler ve Panel

Eşbütünleşme Testi (Pedroni) testi sonuçlarına göre seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır ve esneklik katsayısı 0,105 olarak tahmin edilmiştir.

Menegaki (2011), AB ülkelerinin 1997 ile 2007 dönemini ele aldığı çalışmada, Kişi Başına Reel GSYİH, Enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> Emisyonu ve yenilenebilir enerjinin tüketimindeki payı verileri kullanmıştır. Tek yönlü rassal etki modeli ve Panel Nedensellik Testi sonuçlarında, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisine rastlamamıştır. AB ülkeleri için yapılan bir diğer çalışma olan Ucan vd. (2014), AB ülkelerini 1990 ile 2011 dönemi için incelemiştir. Reel GSYİH, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Yenilenemeyen Enerji Tüketimi, CO<sub>2</sub> Emisyonu, Reel Gayri Safi Sabit Sermaye Oluşumu ve Enerji Teknolojisi Araştırma ve Geliştirme Göstergeleri serilerini kullanarak Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni), Panel FMOLS ve VECM Granger Nedensellik Testi ile analiz etmişlerdir. Elde ettikleri bulgularda, eşbütünleşme ilişkisi ve yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Tiwari (2011), ise 16 AB ülkesini 1965 ile 2009 dönemi için analiz etmiştir. GSYİH, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Yenilenemeyen Enerji Tüketimi ve CO<sub>2</sub> Emisyonu verilerini kullandığı çalışmada, Panel VAR ve Panel Granger Nedensellik Testini kullanmışlardır. Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulgusuna rastlamışlardır.

Apergis ve Payne (2012), 6 Orta Amerika Bölgesi ülkesinin 1990 ile 2007 döneminin verilerini kullanarak yaptıkları çalışmada, Panel Eşbütünleşme Testi ve Panel Granger Nedensellik Testi yöntemlerini kullanmışlardır. Elde edilen bulgularda, eşbütünleşmenin olduğu ve yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sebri ve Ben-Salha (2014), 1971 ile 2010 dönemini ele alarak BRICS ülkelerini analiz etmişlerdir. Analizde, Reel GSYİH, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, CO<sub>2</sub> Emisyonu ve Dışa Açıklık verilerini kullanmışlardır. ARDL, Panel FMOLS, Panel DMOLS ve VECM Granger Nedensellik Testi kullanılarak ortaya çıkan sonuçlarda, eşbütünleşme ilişkisinin olduğu ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Farhani ve Shahbaz (2014), Ortadoğu ve Kuzey Afrika (MENA) ülkelerini 1980 ile 2009 dönemi için ele almışlardır. Kişi başına yenilenebilir enerjiden sağlanan elektrik tüketimi, kişi başına yenilenemeyen enerjiden sağlanan elektrik tüketimi, Kişi Başına Reel GSYİH ve Kişi Başına CO<sub>2</sub> Emisyonu serilerini kullanarak Panel



Eşbütünleşme Testi (Pedroni), Panel FMOLS, Panel DOLS ve VECM Granger Nedensellik Testi yardımıyla analiz etmişlerdir. Elde edilen sonuçlarda, eşbütünleşme ilişkisi bulunmasına karşılık nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Ortadoğu ve Kuzey Afrika (MENA) ülkeleri için yapılan bir diğer çalışma olan Akay vd. (2015), Reel GSYİH, yenilenebilir enerji tüketimi ve kişi başı CO<sub>2</sub> emisyonu serilerini kullanarak 1988 ile 2010 dönemi arasını analiz etmişlerdir. Panel Eşbütünleşme Testi (Westerlund 2007), Panel VAR ve Panel Granger Nedensellik Testi yöntemlerini kullanarak buldukları sonuçlarda eşbütünleşme ilişkisi bulunmamasına rağmen yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Çok ülke için yapılan diğer çalışmalar şunlardır: Sadorsky (2009), Apergis vd. (2010), Apergis ve Payne (2011b), Salim ve Rafiq (2012), Menegaki (2013), Jebli ve Youssef (2015), Omri vd. (2015), Cho vd. (2015), Çınar ve Yılmaz (2015), Bilgili vd. (2016), Jebli vd. (2016), Bhattacharya vd. (2016).

Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeyi tek ülke için inceleyen diğer çalışmalar: Menyah ve Wolde-Rufael (2010), Bowden (2010), Fang (2012), Yıldırım vd. (2012), Pao ve Fu (2013), Ocal ve Aslan (2013), Al-Mulali vd. (2013), Lin ve Moubarak (2014), Alshehry ve Belloumi (2015), Begum vd. (2015), Shahbaz vd. (2015).

Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi, panel veri ekonometrisini kullanarak tahmin eden çalışmalarda sonuçlarda, Farhani ve Shahbaz (2014) az gelişmiş ülkelerde eşbütünleşme ilişkisi bulunmasına karşılık, Akay vd. (2015) eşbütünleşme ilişkisi bulunamamışlardır. Kullandıkları yöntem ve dönemin bunda etkisi vardır. OECD ülkelerini inceleyen çalışmalarda elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir (Salim vd. (2014), Inglesi-Lotz (2015), Apergis ve Payne (2010b)).

### **2.2.5. Toplam Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Ampirik Çalışmalar**

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ampirik olarak inceleyen ilk çalışma olan Kraft ve Kraft (1978), 1947 ile 1974 dönemi için enerji tüketimi ile GSYİH verilerini kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlarda, GSYİH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. ABD için yapılan diğer çalışmalar olan Akarca ve Long (1980), Yu ve Hwang (1984), Yu ve

Choi (1985), enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında bir ilişkiye rastlayamamışlardır.

Lee vd. (2008), 1960 ile 2001 dönemi için 22 OECD ülkesini incelemişlerdir. Kişi Başına Reel GSYİH, Kişi Başına Enerji Tüketimi ve Kişi Başına Sermaye Stoku serilerini kullanarak Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni) ve VECM Granger Nedensellik Testi ile analiz etmişlerdir. Seriler arasında uzun dönemli ilişkinin olduğu ve enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Güvenek ve Alptekin (2010), 25 OECD ülkesini 1980 ile 2005 dönemi için analiz etmişlerdir. GSYİH ve enerji tüketimi verilerini kullanarak Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni) ve Sabit Etkili Panel Veri Regresyonu yöntemleri ile test etmişlerdir. Elde edilen bulgularda, eşbütünleşme ilişkisinin olduğu ve enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi olumlu etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. OECD ülkelerini inceleyen bir diğer çalışma olan Yıldırım ve Aslan (2012), 1960 ile 2009 dönemi için kişi başına reel GSYİH, kişi başına enerji tüketimi, istihdam ve brüt sabit sermaye verilerini kullanmışlardır. Elde edilen bulgularda, Japonya’da enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi, Avustralya, Kanada ve İrlanda’da ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru, İtalya, Yeni Zelanda, Norveç ve İspanya’da enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Huang vd. (2008), 82 ülkeyi 1972 ile 2002 dönemi için kişi başına reel GSYİH, enerji tüketimi, sermaye stoku ve nüfus serilerini kullanarak analiz etmişlerdir. Panel Var ve GMM metodları kullanılarak elde edilen bulgularda orta ve yüksek gelirli ülkelerde ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisine rastlamışlardır ancak düşük gelirli ülkelerde ise enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisine rastlamamışlardır. Chiou-Wei (2008), ABD ve yeni sanayileşen 8 Asya ülkesini ele aldıkları çalışma 1954 ile 2006 dönemini ele almaktadır. Reel GSYİH ve toplam enerji tüketimi serileri Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Granger Nedensellik Testi yöntemleri yardımıyla analiz edilmiştir ve ortaya çıkan sonuçlarda, ABD ve Tayvan’da eşbütünleşme ilişkisi varken diğer 6 ülkede eşbütünleşme ilişkisi yoktur. Malezya, Tayvan, Hong-Kong ve Endonezya’da enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi, Singapur ve Filipinler’de ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisi olmasına karşılık, ABD, Tayland ve Güney Kore’de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Narayan ve Smyth (2008), 1972 ile 2002 dönemi için G7 ülkelerinin kişi başına reel GSYİH, kişi başına enerji tüketimi ve kişi başına sermaye oluşumu verilerini kullanarak analiz etmişlerdir. Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni) ve Panel Granger Nedensellik Testi sonuçlarına göre seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu ve enerji tüketiminden ekonomik büyüme doğru tek yönlü nedensellik ilişkisini tespit etmişlerdir.

Farhani ve Rejeb (2012), çalışmalarında Ortadoğu ve Kuzey Afrika (MENA) ülkelerini 1980 ile 2009 dönemi için analiz etmişlerdir. GSYİH, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu verilerini kullanarak Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni) (Kao), Panel OLS-DOLS-FMOLS ve VECM Granger Nedensellik Testi yöntemleri ile analiz ettikleri çalışmanın sonuçlarında, eşbütünleşme ilişkisi ve ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. MENA bölgesi ülkeleri için yapılan bir diğer çalışmada Arouri vd. (2012), 1981 ile 2005 dönemini ele almışlardır. Kişi başına reel GSYİH, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu verilerini kullandıkları çalışmada Panel Eşbütünleşme Testi (Westerlund ve Edgerton (2007)), Panel CCE ve Panel ECM yöntemlerini kullanmışlardır. Ortaya çıkan sonuçlarda enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi vardır. Omri (2013), MENA bölgesi ülkelerini ele aldığı çalışma 1990 ile 2011 dönemini kapsamaktadır ve kişi başına reel GSYİH, kişi başına enerji tüketimi, kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonu, dışa açıklık, finansal gelişme, kentleşme, toplam nüfus, sermaye stoğu ve toplam işgücü serilerini kullanmıştır. Panel GMM yöntemi sonuçlarında, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Eggoh (2011), 21 Afrika ülkesini 1970 ile 2006 dönemi için incelemiştir. Reel GSYİH, enerji tüketimi, TÜFE, toplam işgücü ve toplam sermaye serileri kullanarak Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni) (Westerlund 2006, 2007), Panel DOLS ve Panel ECM metodları yardımıyla analiz etmiştir. Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi ve enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Lee ve Chang (2008), 1971 ile 2002 dönemi için 16 Asya ülkesini incelemiştir. Reel GSYİH, reel gayrisafi sermaye oluşumu, işgücü ve enerji kullanımı serilerini ele alarak Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni) ve Panel Granger Nedensellik Testi yöntemleri ile analiz etmiştir. Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulgusuna ve enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulgusuna ulaşmıştır. Mishra vd. (2009), Pasifik Ada Ülkelerini

1980 ile 2005 dönemi için incelemiştir. Kişi başına reel GSYİH ve kişi başına enerji tüketimi değişkenlerini kullanarak Panel Eşbütünleşme Testi (Pedroni) ve Panel Granger Nedensellik Testi metodlarıyla incelemiştir. Ortaya çıkan sonuçlarda, seriler arasında uzun dönemli ilişki bulunmuş, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Enerji tüketimi ile ekonomik büyümeyi çok ülke için inceleyen diğer çalışmalar şunlardır: Asafu-Adjaye (2000), Mahadevan ve Asafu-Adjaye (2007), Chontanawat vd. (2008), Wolde-Rufael (2009), Acaravci ve Ozturk (2010b), Hossain (2011), Pirlogea ve Cicea (2012), Heidari vd. (2015), Rezitis ve Ahammad (2015), Saidi ve Hammami (2015).

Tek ülke için toplam enerji tüketimi ile ekonomik büyümeyi inceleyen çalışmalar şunlardır: Aqeel ve Butt (2001), Paul ve Bhattacharya (2004), Oh ve Lee (2004), Ang (2008), Zhang ve Cheng (2009), Odhiambo (2009), Ozturk ve Acaravci (2010), Fei vd. (2011), Begum vd. (2015), Haseeb ve Azam (2015).

Literatürde, OECD ülkelerinde toplam enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi, panel veri ekonometrisi ile inceleyen çalışmaların sonuçları benzerlik göstermektedir. Elde edilen bulgular, eşbütünleşme ilişkisinin olduğu yönündedir. Az gelişmiş ülkeler için yapılan çalışmaların sonuçları benzerlik göstermektedir. Bu nedenle, toplam enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Lee vd. (2008), Güvenek ve Alptekin (2010), Eggoh (2011)).

### **2.2.6. Literatür Değerlendirmesi (Sonuç)**

Enerji, ülkelerin kalkınmasını ve gelişmesini belirleyen en önemli sektörlerden birisidir. Ekonomilerde enerjinin en yoğun kullanım alanı sanayi alanıdır. Sanayilerde en temel girdi olan enerjiye olan talep giderek artmaktadır. Böylece enerji, ülkelerin gelişmişlik düzeyini önemli derecede etkilemektedir.

Ekonomik modellerde enerjinin ekonomik büyümeyi artırması öngörülmektedir. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında, enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki genellikle pozitifdir.

Yapılan bu çalışmada, beş farklı enerji sektörü (doğalgaz, elektrik, petrol, yenilenebilir enerji ve toplam enerji) ele alınarak, ekonomik büyümeyle olan ilişkisi farklı modellerde analiz edilmiştir. Ampirik olarak test edilen beş farklı modelinde literatürle uyduğu belirlenmiştir.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

### 3.1. VERİ SETİ VE MODEL

Bu çalışmada OECD ülkeleri ile OECD dışı ülkelere ait, reel GSYİH (constant 2005 US\$), doğalgaz tüketimi (billion cubic feet), elektrik tüketimi (billion kilowatthours), petrol tüketimi (thousand barrels per day), yenilenebilir enerji tüketimi (billion kilowatthours) ve toplam enerji tüketimi (quadrillion btu) verileri kullanılmıştır. Serilerin logaritmaları alınarak modele dahil edilmiştir. Reel GSYİH verileri dünya bankasından (World Bank Indicator), doğalgaz tüketimi, elektrik tüketimi, petrol tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi ve toplam enerji tüketimi verileri EIA (U.S. Energy Information Administration)'dan alınmıştır. Analizlerde GAUSS 10.0 ve Eviews 9 ekonometrik analiz programları kullanılmıştır.

**Tablo 3.1.** Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimine İlişkin Değişkenler

<b>SERİ</b>	<b>SERİNİN AÇIKLAMASI</b>
<b>GDP</b>	Reel GSYİH (constant 2005 US\$)
<b>DGT</b>	Doğalgaz Tüketimi (billion cubic feet)
<b>ET</b>	Elektrik Tüketimi (billion kilowatthours)
<b>PT</b>	Petrol Tüketimi (thousand barrels per day)
<b>YET</b>	Yenilenebilir Enerji Tüketimi (billion kilowatthours)
<b>TET</b>	Toplam Enerji Tüketimi (quadrillion btu)

Çalışmada 5 tane matematiksel model analiz edilmiştir. Matematiksel modeller aşağıda gösterilmiştir.

$$GDP = f(DGT) \quad (3.1)$$

$$GDP = f(ET) \quad (3.2)$$

$$GDP = f(PT) \quad (3.3)$$

$$GDP = f(YET) \quad (3.4)$$

$$GDP = f(TET) \quad (3.5)$$

### 3.2. AMPİRİK ANALİZ

Çalışmanın bu bölümünde, yapılacak ekonometrik analizlerde kullanılacak yöntemler sunulacak, testlerin birbirleriyle olan ilişkileri incelenecektir. Testlerin kullanılma koşulları yorumlanacaktır.

#### 3.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri

Yapılan analizlerde, ilk olarak yapılacak panel birim kök testlerini belirlemek için yatay kesit bağımlılığının (cross-section dependence) sınanması gerekmektedir. Panel verilerinde yatay kesit bağımlılığı varlığı reddedilirse 1. nesil panel birim kök testleri kullanılabilir. Ancak panel verilerinde yatay kesit bağımlılığı varsa, 2. nesil panel birim kök testleri kullanılması daha etkin ve güçlü tahminleme yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Yatay kesit bağımlılığını panel veri setlerinde test edebilmek için kullanılan yöntemler, Breusch-Pagan (1980)  $CDLM_1$  testi, Pesaran (2004)  $CDLM_2$  testi ve Pesaran vd. (2008) Bias Adjusted CD test testleridir.

$H_0$ : Yatay kesit bağımlılığı yoktur.

$H_1$ : Yatay kesit bağımlılığı vardır.

Breusch-Pagan (1980)  $CD_{LM1}$  testi, Pesaran (2004)  $CD_{LM2}$  testi ve Pesaran vd. (2008) Bias Adjusted CD testlerinden elde edilecek sonuçlarda olasılık değerleri 0.05'ten küçük olduğunda %5 anlamlılık düzeyinde  $H_0$  reddedilmekte ve paneli oluşturan birimler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğuna karar kılınmaktadır.

$$CDLM_1 = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \quad (3.6)$$

$\hat{\rho}_{ij}$ : artıklar arasında yatay kesit korelasyonlarının tahminlerini göstermektedir.

$H_0$  hipotezi altında yatay kesit bağımlılığı yoktur.  $H_0$  hipotezi altında N sabit ve  $T \rightarrow \infty$ 'a gitmektedir. İstatistik  $N(N-1)/2$  serbestlik derecesi ile Ki-kare asimptotik dağılımı vardır.  $CD_{LM1}$  testi zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük olduğunda ( $T > N$ ) kullanılmaktadır.

$$CDLM_2 = \left( \frac{1}{N(N-1)} \right)^{1/2} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T \hat{\rho}_{ij}^2 - 1) \quad (3.7)$$

$CDLM_2$  istatistiği Pesaran (2004),  $H_0$  hipotezi altında  $T \rightarrow \infty$  ve  $N \rightarrow \infty$  durumunda, standart normal dağılır.  $CD_{LM2}$  testi zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük olduğunda ( $T > N$ ) kullanılmaktadır.

$$\text{Bias adjusted CD test} = \left( \frac{2}{N(N-1)} \right)^{1/2} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\beta}_{ij}^2 \frac{(T-K-1)\hat{\rho}_{ij} - \hat{\rho}_{Tij}}{v_{Tij}} \sim N(0,1) \quad (3.8)$$

Denkleminde,  $\hat{\mu}_{Tij}$  ortalamayı,  $v_{Tij}$  varyansı ifade etmektedir ve elde edilecek test istatistiği, asimtotik olarak standart normal dağılacaktır. Bias adjusted CD testi yatay kesit boyutu zaman boyutundan büyük olduğunda ( $N > T$ ) kullanılmaktadır. (Pesaran vd., 2008).

### 3.2.2. Panel Birim Kök Testi

Çalışmada, Pesaran (2007) tarafından geliştirilen yatay kesit bağımlılığı altında CIPS panel birim kök testi kullanılmıştır.

CADF regresyon denklemi aşağıda sunulmuştur.

Basit dinamik heterojen panel veri modelinde,  $t$  zaman ve  $i$ 'inci yatay kesit gözlemleri;

$$y_{it} = (1 - \phi_i)\mu_i + \phi_i y_{i,t-1} + u_{it}, \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (3.9)$$

$$\mu_{it} = \gamma_i f_t + \varepsilon_{it} \quad (3.10)$$

Burada,  $f_t$  gözlemlenemeyen ortak etkiler ve  $\varepsilon_{it}$  bireysel spesifik hatadır.

Yukarıdaki iki eşitlik ve birim kök hipotezleri şu şekilde yazılabilir:

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \gamma_i f_t + \varepsilon_{it} \quad (3.11)$$

$$\alpha_i = (1 - \phi_i)\mu_i, \quad \beta_i = -(1 - \phi_i) \quad \text{ve} \quad \Delta y_{it} = y_{it} - y_{i,t-1} \quad (3.12)$$

alternatif hipotez ise,

$$H_1 = \beta_i < 0, \quad i = 1, 2, \dots, N_1, \quad \beta_i = 0, \quad i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N \quad (3.13)$$

Burada durağan bireylerin kesri  $0 < \delta \leq 1$  ile  $N \rightarrow \infty$  giderken,  $N_1/N \rightarrow k$  şeklindedir.

Pesaran (2007) çalışması aşağıdaki üç varsayıma dayanmaktadır:

- a) Şokların  $\varepsilon_{it}$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ ,  $t = 1, 2, \dots, T$ ,  $t$  ve  $i$  'ler arasında bağımsız şekilde dağıldığı, sıfır ortalamaya sahip olduğu,  $\sigma_i^2$  varyansına ve sonlu dördüncü dereceden momente sahip olduğu varsayılr.
- b) Genel faktör  $f_t$ , sıfır ortalamalı ve sabit varyans  $\sigma_i^2$  ve sonlu dördüncü sıra momente ile seri olarak korelasyonsuzdur.
- c)  $\varepsilon_{it}$ ,  $f_t$  ve  $\gamma_i$  bütün  $i$ 'lerden bağımsız dağılmaktadır.

Zaman serisi verilerinin birim kök varlığını incelemek için, Im, Pesaran ve Shin (IPS) (2003) tarafından geliştirilen heterojen panel birim kök testi

kullanılabilmektedir. Bu test genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) regresyonuna dayanmaktadır.

$$\Delta x_{it} = z'_{it}\gamma + \rho_i x_{it-1} + \sum_{j=1}^{k_i} \phi_{ij} \Delta x_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (3.14)$$

Burada,  $k_i$  gecikme uzunluğu,  $z_{it}$  belirleyici terimleri ve  $\rho_i$  kesite özgü birinci dereceden otoregresif parametrelerdir.

Standart IPS testi, dışsal ekonomiler veya şoklar durumunda sahte çıkarımlara yol açabilir. Bu yüzden, Pesaran (2007) önerdiği yatay kesitsel genişletilmiş IPS testi kullanılır. Bu test, gecikmiş seviyelerin yatay kesit ortalamaları ve bireysel serilerin birinci farkı ile genişletilmiş ADF regresyonudur (Herzer, 2014). Buna göre, yatay kesitsel genişletilmiş ADF (CADF) regresyonu;

$$\Delta x_{it} = z'_{it}\gamma + \rho_i x_{it-1} + \sum_{j=1}^{k_i} \phi_{ij} \Delta x_{it-j} + \alpha_i \bar{x}_{t-1} + \sum_{j=0}^{k_i} \eta_{ij} \Delta \bar{x}_{t-j} + v_{it} \quad (3.15)$$

Burada  $\bar{x}_t$ ,  $x_{it}$ 'nin yatay kesit ortalaması ve  $\bar{x}_t = N^{-1} \sum_{i=1}^n x_{it}$ 'dir. Her bir kesit için hesaplanan CADF istatistiklerinin aritmetik ortalaması alınarak, panelin genelinde birim kökün varlığına karar verilir.

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

Burada  $t_i$ , denklem 11'deki  $\rho_i$ 'nin EKK t-oranıdır. Kritik değer Pesaran (2007)'deki tablo değerleri ile karşılaştırılır.

CIPS test istatistiği sonuçları GAUSS 10 paket programı yardımı ile hesaplanmıştır.

### 3.2.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliğinin Test Edilmesi

Swamy (1970) yaptığı çalışmada, eşbütünleşme denklemlerindeki eğim katsayılarının homojenliğini belirlemiştir. Pesaran ve Yamagata (2008) ise Swamy testini üst seviyeye çıkararak literatüre sunmuşlardır. Bu testte;

$$Y_{it} = \alpha + \beta_i X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.17)$$

Şeklindeki genel bir eşbütünleşme denkleminde,  $\beta_i$  eğim katsayılarının, yatay kesitler arasında farklı olup olmadığı test edilmektedir. Testin hipotezleri:

$$H_0: \beta_i = \beta \text{ Eğim katsayıları homojendir.}$$

$$H_1: \beta_i \neq \beta \text{ Eğim katsayıları homojen değildir.}$$

Önce panel EKK (Ordinary Least Squares) ile sonra Ağırlıklandırılmış Sabit Etkiler Modeli (Weighted Fixed Effect) ile tahmin edilerek gerekli test istatistikleri



oluşturulmaktadır. Pesaran ve Yamagata (2008), hipotezleri test edebilmek için iki farklı test istatistiği geliştirmişlerdir:

$$\text{Büyük örneklem için: } \tilde{D} = \sqrt{N} \frac{N^{-1}\tilde{S}-k}{\sqrt{2k}} \quad (3.18)$$

$$\text{Küçük örneklem için: } \tilde{D}_{adj} = \sqrt{N} \frac{N^{-1}\tilde{S}-k}{\sqrt{\text{Var}(t,k)}} \quad (3.19)$$

Burada N; yatay kesit sayısını, S; Swamy test istatistiğini, k; açıklayıcı değişken sayısını ve Var(t,k) standart hatayı ifade etmektedir. Elde edilen olasılık değerleri 0.05'ten küçük olduğunda  $H_0$  hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmekte,  $H_1$  hipotezi kabul edilmektedir. Böylece eşbütünleşme katsayılarının homojen olmadığına karar verilmektedir (Pesaran ve Yamagata, 2008).

### 3.2.4. Durbin-Hausman (Durbin-H) Panel Eşbütünleşme Testi

Bu çalışmada seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi Westerlund (2008) tarafından geliştirilen Durbin-Hausman panel eşbütünleşme testi ile analiz edilmiştir. Durbin-H eşbütünleşme testi, bağımlı değişken I(1) olması koşuluyla, bağımsız değişkenlerin I(1) veya I(0) olması durumunda panel eşbütünleşme analizi yapılmasına imkan sağlanmakta ve ortak faktörleri dikkate almaktadır (Westerlund, 2008).

Durbin-H yönteminde Westerlund (2008), eşbütünleşme ilişkisinin varlığını iki farklı test ile incelemiştir. Bunlardan birincisi Durbin-H panel testi, ikincisi ise Durbin-H grup testidir. Westerlund (2008), Durbin-H grup testinde otoregresif parametrenin kesitler arasında farklılaşmasına olanak sağlamaktadır. Bu testte  $H_0$  hipotezi eşbütünleşme yoktur, alternatif hipotez ise en az bazı kesitler için eşbütünleşme ilişkisinin varlığını ifade etmektedir. Westerlund (2008) Durbin-H panel testinde otoregresif parametrenin bütün kesitler için aynı olduğu kabul edilmektedir.  $H_0$  hipotezi eşbütünleşme yoktur, alternatif hipotez ise panelin tümünde, eşbütünleşme ilişkisi olduğuna işaret eder.

Panel veri modeli aşağıdaki gibi kabul edilir:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_i x_{it} + z_{it} \quad (3.20)$$

$$x_{it} = \delta x_{it-1} + w_{it} \quad (3.21)$$

$z_{it}$  dağılımı ortak faktörlere olanak sağlar. Aşağıda belirtilen yatay kesit bağımlılığına izin veren denklem setiyle uyumlu olduğu varsayılır.

$$z_{it} = \lambda_i' F_t + e_{it} \quad (3.22)$$

$$F_{jt} = p_j F_{jt-1} + u_{jt} \quad (3.23)$$

$$e_{it} = \phi_i e_{it-1} + v_{it} \quad (3.24)$$

Her j için  $p_j < 1$ .

Burada  $F_t, F_{jt}$  ( $j=1\dots k$ ) ile k-boyutlu ortak faktör vektörüdür.  $\lambda_i$  ise faktör yüklerinin uyumlu vektörüdür.

Durbin-H testini oluşturmak için öncelikle 3.24 nolu denklemin farkı alınır.

$$\Delta z_{it} = \lambda_i' \Delta F_t + \Delta e_{it} \quad (3.25)$$

Eğer  $\Delta z_{it}$  bilinirse,  $\lambda_i$  ve  $\Delta F_t$  tahmin edilebilir. Fakat  $\Delta z_{it}$  bilinmemektedir. Bundan dolayı, denklem 3.24'de yazılan EKK tahmini yerine, temel bileşenler analizinin uygulanması gerekmektedir.

$$\Delta \hat{z}_{it} = \Delta y_{it} - \hat{\beta}_i \Delta x_{it} \quad (3.26)$$

$F_t$ 'nin ana bileşeni tahmincisi olan  $\Delta F_t$ ,  $(T-1) \times (T-1)$  boyutlu  $\Delta \hat{z} \Delta \hat{z}'$  matrisinin en büyük özdeğeriyle uyumlu özvektörü  $\sqrt{T-1}$  defa hesaplanarak elde edilir. Burada  $\hat{\lambda}, \hat{\lambda} = \frac{\Delta \hat{F}' \Delta \hat{z}}{T-1}$  ile hesaplanır.

kalıntıların (resid) birinci farkı şu şekilde ifade edilebilir.

$\widehat{\Delta F}$  ve  $\hat{\lambda}_i$  hesaplandıktan sonra, kalıntıların farkı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\Delta \hat{e}_{it} = \Delta \hat{z}_{it} - \lambda_i' \Delta \hat{F}_t \quad (3.27)$$

$$\hat{e}_{it} = \sum_{j=2}^t \Delta \hat{e}_{ij}$$

Eşbütünleşmenin olmadığı belirten  $H_0$  hipotezi,  $\phi_i = 1$  olup olmadığını test edilmesiyle asimtotik eşdeğerdir.

$$\hat{e}_{it} = \phi_i \hat{e}_{it-1} + \text{hata terimi} \quad (3.28)$$

Durbin-H testini oluşturmak için gerekli diğer bir tahminci Kernal tahmincisidir. Çekirdek tahmincisi aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$\hat{\omega}_i^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{j=M_i}^{M_i} \left(1 - \frac{j}{M_{i+1}}\right) \sum_{t=j+1}^T \hat{\mu}_{it} \hat{\mu}_{it-1} \quad (3.29)$$

EKK kalıntıları  $\hat{\mu}_{it}$ 'dir.  $M_i$  ise bant genişliği parametresidir.  $\hat{\omega}_i^2$ 'nin değeri,  $\hat{\mu}_{it}$ 'nin uzun dönem varyansı  $\hat{\omega}_i^2$ 'nin tahmini ile uyumludur. Buna karşılık gelen eşzamanlı varyans tahmini  $\hat{\sigma}_i^2$  olarak ifade edilebilir. Bu tahminler yapıldıktan sonra iki varyans oranı hesaplanabilir:

$$\hat{S}_i = \frac{w_i^2}{\sigma_i^4} \text{ ve } \hat{S}_n = \frac{w_n^2}{(\sigma_n^2)^2} \quad (3.30)$$

Burada;

$$\hat{\omega}_i^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{\omega}_i^2 \text{ ve } \hat{\sigma}_i^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{\sigma}_i^2 \text{ dir.} \quad (3.31)$$

Bu hesaplamalar yapıldıktan sonra, Durbin-H testleri aşağıdaki formüllerden tahmin edilir:

$$DH_G = \sum_{i=1}^n \hat{S}_i (\tilde{\phi}_i - \hat{\phi}_i)^2 \sum_{t=2}^T e_{it-1}^2; \quad (3.32)$$

$$DH_p = \hat{S}_n (\tilde{\phi}_i - \hat{\phi}_i)^2 \sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^T e_{it-1}^2. \quad (3.33)$$

### 3.2.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi

Çalışmanın bu bölümünde, seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra uzun dönem bireysel eşbütünleşme katsayıları yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulunduran Ortak İlişkili Etkiler (Common Correlated Effect - CCE) yöntemiyle Pesaran (2006) tahmin edilmiştir. CCE yöntemi, zaman boyutunun kesit boyutundan küçük veya büyük olması durumunda dahi tutarlı ve asimtotik normal dağılım gösteren sonuçlar üretebilen bir tahmincidir (Pesaran, 2006). Bu testin aşamaları aşağıdaki gibidir:

$$y_{it} = \alpha'_i d_t + \beta'_i x_{it} + e_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T \quad (3.34)$$

Doğrusal heterojen panel veri modeline ait olan denklem  $y_i$ 'den yola çıkarak;

$$e_{it} = \gamma'_i f_t + \varepsilon_{it} \quad (3.35)$$

Yukarıda  $d_t$ , gözlenebilen ortak etkileri ve  $f_t$ , gözlemlenemeyen ortak etkileri ifade etmektedir.

Model,

$$x_{it} = A'_i d_t + \Gamma'_i f_t + v_{it} \quad (3.36)$$

dönüşümüyle sürdürülmektedir.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. DOĞALGAZ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ

Globalleşen ekonomide doğalgaz tüketimi yeni ulaşım ağları ile birlikte daha yaygın hale gelmektedir. Diğer fosil yakıtlara göre daha temiz olan doğalgazın tüketimi giderek artmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde, doğalgaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki analiz edilmiştir.

#### 4.1.1. OECD Ülkeleri Sonuçları

Doğalgaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1982 ile 2012 yıllarını kapsayacak şekilde 20 OECD ülke<sup>1</sup> için incelenmiştir. Yapılan ampirik analizler aşağıda sunulmuştur.

##### 4.1.1.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi

İkinci nesil panel birim kök testi ve eşbütünleşme testinin uygulanabilmesi için öncelikle yatay kesit bağımlılığı sonuçlarına bakılmalıdır. Elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4.1.** OECD Ülkeleri için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları

Regresyon Modeli: $LGDP_t = \alpha_0 + \alpha_1 LDGT_t + \varepsilon_t$	LGDP	LDGT	Panel
<b>Testler</b>			
<b>CDLM<sub>1</sub> (Breusch ve Pagan, 1980)</b>	430,030 [0,000]	465,743 [0,000]	1.012,138 [0,000]
<b>CDLM<sub>2</sub> (Pesaran, 2004 CDLM)</b>	12,313 [0,000]	14,145 [0,000]	42,175 [0,000]
<b>Bias-adjusted CD test (Pesaran vd., 2008)</b>	8,586 [0,000]	2,292 [0,011]	162,030 [0,000]

**Not:** Tablo değerleri CD test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

<sup>1</sup> Çalışmaya alınan OECD Ülkeleri: ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Belçika, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsviçre, İtalya, Japonya, Kanada, Lüksemburg, Meksika, Norveç, Türkiye ve Yeni Zelanda olmak üzere 20 ülkedir.

Yatay kesit bağımlılığı sonuçları Tablo 4.1’de görülmektedir. Zaman boyutunun yatay kesitten büyük olması sebebiyle ( $31 > 20$ ), bakılması gereken CDLM1 (Breusch ve Pagan, 1980) ve CDLM2 (Pesaran, 2004 CDLM) testleridir. Ortaya çıkan sonuçlarda, ekonomik büyüme ve doğalgaz tüketimi serilerinde yatay kesit bağımlılığının olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, panel genelinde de yatay kesit bağımlılığının olduğu görülmektedir.

Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olmasından dolayı kullanılması gereken panel birim kök testinin ikinci nesil olması gerekmektedir. Panel genelinde de yatay kesit bağımlılığı olduğundan, panel eşbütünleşme testinde ikinci nesil panel eşbütünleşme testi olmalıdır.

#### 4.1.1.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

Panel birim kök testlerinde güvenilir ve tutarlı sonuçlar elde etmek için yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil birim kök testlerinin kullanılması gerekmektedir. Değişkenlerin CIPS Birim Kök Testi sonuçları, Tablo 2’de sunulmuştur.

**Tablo 4.2. OECD Ülkeleri için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları (Sabitli)**

	LGDP	LDGT	ΔLGDP	ΔLDGT
	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği
CIPS	-1.933	-1.964	-2.841***	-3.727***

**Not:** CIPS için kritik tablo değerleri  $N=20$   $T=31$  için, sabitli sf. 280 IIB’de %1’de -2,38 ve %5’te -2,20’dir. Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak alınmıştır ve optimal gecikme uzunlukları, Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5’te anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

CIPS Birim Kök Testinin sabitli sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, serilerin seviyesinde durağan olmadığı, birinci farkları alındığında %1 anlamlılık düzeyinde değişkenlerin durağan hale geldiği görülmektedir  $I(1)$ .

#### 4.1.1.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları

Uzun dönem parametrelerinin homojen olup olmadığı Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Delta Testi ile incelenmiştir.

**Tablo 4.3.** OECD Ülkeleri için Homojenlik Testi Sonuçları

	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
$\tilde{A}$	57,719	0,000
$\tilde{A}_{adj}$	60,631	0,000

Tablo 4.3 homojenlik testi sonuçlarını göstermektedir. Elde edilen bulgularda  $H_0$  reddedilip alternatif hipotez kabul edilmiştir. Böylece eğim katsayılarının heterojen olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

#### 4.1.1.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

OECD ülkelerinde yatay kesit bağımlılığı olduğundan (Tablo 1), kullanılması gereken panel eşbütünleşme testinin ikinci nesil olması gerekmektedir. İkinci nesil panel eşbütünleşme testi olan Durbin-H Eşbütünleşme Testi sonuçları aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4.4.** OECD Ülkeleri için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Testler	Panel
Durbin-H Grup İstatistiği	2,186 [0,014]
Durbin-H Panel İstatistiği	3,061 [0,001]

**Not:** Tablo değerleri test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Tablo 4.4'te OECD ülkelerinin panel eşbütünleşme ilişkileri verilmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi Durbin-H Grup İstatistiği ve Durbin-H Panel İstatistiğinde eşbütünleşme ilişkisi olmadığı yönündeki  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir. Buna göre, OECD ülkelerinde I(1) eşbütünleşme ilişkisi mevcuttur.

#### 4.1.1.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi

Durbin-H Eşbütünleşme Testi uygulandıktan sonra bu ilişkinin nihai sapmasız katsayılarını tahmin etmek üzere Panel CCE tahmincisi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4.5.** OECD Ülkeleri için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları

1982-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı		
	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
<b>PANEL</b>	0,062**	1,92
1990-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı		
	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
<b>PANEL</b>	0,096**	2,23

**Not:** \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10'da anlam düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 4.5, OECD ülkeleri için eşbütünleşme katsayı tahmin sonuçlarını vermektedir. Doğalgaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki iki farklı dönem için incelenmiştir. Öncelikle 1982 ile 2012 dönemi için eşbütünleşme katsayısı tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgularda esneklik katsayısı 0,062 çıkmıştır ve %5 düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır. 1990 ile 2012 dönemi için yeniden eşbütünleşme katsayısı tahmin edilmiştir ve esneklik katsayısı 0,096 olarak tahmin edilmiştir. Ele alınan bu dönemde test istatistiğinin 1982 ile 2012 dönemine göre iyileştiği görülmektedir.

Elde edilen bulgular beklentilerimizle ve Balitskiy vd. (2016) ve Kum vd. (2012) uyumludur.

#### 4.1.2. OECD Dışı Ülkelerin Sonuçları

OECD dışı 22 ülke<sup>2</sup> için doğalgaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1982 ile 2012 dönemi için incelenmiştir. Yapılan analizler ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

##### 4.1.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi

Yatay kesit bağımlılığı testi ile kullanılması gereken panel birim kök testi ve eşbütünleşme testlerinin birinci nesil ya da ikinci nesil olması seçilir. Yatay kesit bağımlılığının olması durumunda ikinci nesil testlerin kullanılması gerekir.

<sup>2</sup> Çalışmaya alınan OECD Dışı Ülkeler: Arnavutluk, Arjantin, Bahreyn, Bangladeş, Barbados, Brezilya, Bulgaristan, Çin, Kolombiya, Ekvator, Hindistan, Endonezya, Irak, Fas, Nijerya, Pakistan, Peru, Romanya, Tayland, Trinidad ve Tobago, Tunus, Venezuela olmak üzere 22 ülkedir.

**Tablo 4.6.** OECD Dışı Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları

Regresyon Modeli: $LGDP_t = \alpha_0 + \alpha_1 LDGT_t + \varepsilon_t$			
Testler	LGDP	LDGT	Panel
<b>CDLM<sub>1</sub> (Breusch ve Pagan, 1980)</b>	390,629 [0,000]	307,648 [0,001]	1.243,579 [0,000]
<b>CDLM<sub>2</sub> (Pesaran, 2004 CDLM)</b>	7,427 [0,000]	3,566 [0,000]	47,109 [0,000]
<b>Bias-adjusted CD test (Pesaran vd., 2008)</b>	-0,169 [0,433]	-3,335 [0,000]	152,252 [0,000]

**Not:** Tablo değerleri CD test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Zaman boyutunun yatay kesit boyutundan büyük olmasından dolayı ( $31 > 22$ ), CDLM<sub>1</sub> (Breusch ve Pagan, 1980) ve CDLM<sub>2</sub> (Pesaran, 2004 CDLM) testlerinin sonuçları geçerlidir. Elde edilen bulgulara göre, ekonomik büyüme ve doğalgaz tüketimi serilerinde yatay kesit bağımlılığı olduğu Tablo 4.6'da görülmektedir. Panel genelinde ise yatay kesit bağımlılığı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kullanılması gereken panel birim kök testi ve eşbütünleşme testinin yatay kesit bağımlılığını dikkate alan testlerden olması gerekmektedir.

#### 4.1.2.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğundan (Tablo 1), kullanılması gereken panel birim kök testi ikinci nesil panel birim kök testi olmalıdır. Aşağıda ikinci nesil panel birim kök testi olan CIPS Birim Kök testi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4.7.** OECD Dışı Ülkeler için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları (Sabitli)

	LGDP	LDGT	$\Delta LGDP$	$\Delta LDGT$
	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği
<b>CIPS</b>	-1,735	-1,721	-3,148***	-3,786***

**Not:** CIPS için kritik tablo değerleri  $N=22$   $T=31$  için sabitlide sf. 280 IIb'de %1'de -2,38 ve %5'te -2,20'dir. Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak alınmıştır ve optimal gecikme uzunlukları, Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5'te anlam düzeyini ifade etmektedir.

İncelenen 22 OECD dışı ülkede, ekonomik büyüme ve doğalgaz tüketimi serilerinin seviyesinde durağan olmadıkları tespit edilmiştir (Tablo 4.7). Serilerin farkları alındıktan sonra yapılan panel birim kök testi sonuçlarında ise alternatif hipotez kabul edilmiştir. Elde edilen bulgularda serilerin durağan olduğu  $I(1)$  tespit edilmiştir.



#### 4.1.2.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları

Eşbütünleşme katsayılarının homojenliği testi ile eğitim katsayılarının yatay kesitler arasında farklı olup olmadığını test edilmektedir. Elde edilen sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.

Delta testi sonuçlarına göre,  $\tilde{\Delta}$  ve  $\tilde{\Delta}_{adj}$  test istatistiklerinin %5'ten küçük olmasından dolayı  $H_0$  reddedilmiştir. Alternatif hipotez olan eşbütünleşme katsayıları heterojendir kabul edilmiştir (Tablo 4.8).

**Tablo 4.8.** OECD Dışı Ülkeler için Homojenlik Testi Sonuçları

	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
$\tilde{\Delta}$	39,242	0,000
$\tilde{\Delta}_{adj}$	41,222	0,000

#### 4.1.2.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Panel denkleminde yatay kesit bağımlılığı dikkate alındığından (Tablo 4.9), uygulanması gereken eşbütünleşme testinin ikinci nesil panel eşbütünleşme testi olması gerekmektedir. Tablo 5.'te ikinci nesil eşbütünleşme testi olan Panel Durbin-H Eşbütünleşme Testi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4.9.** OECD Dışı Ülkeler için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Testler	Panel
Durbin-H Grup İstatistiği	2,125 [0,017]
Durbin-H Panel İstatistiği	2,534 [0,006]

**Not:** Tablo değerleri test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Tablo 4.9'daki sonuçlar incelendiğinde, Durbin-H Grup İstatistiği ve Durbin-H Panel İstatistiğinin anlamlı çıkmasından dolayı seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu görülmektedir. Seriler, uzun dönemde birlikte hareket etmektedir.

#### 4.1.2.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi

Doğalgaz tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde uzun dönemli etkisi Panel CCE tahmincisi ile analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4.10.** OECD Dışı Ülkeler için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları  
1982-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı

	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
<b>PANEL</b>	0,134**	2,18
1990-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı		
	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
<b>PANEL</b>	0,079***	6,05

**Not:** \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10'da anlam düzeyini ifade etmektedir.

OECD dışı ülkelerin eşbütünleşme katsayı tahmin sonuçları Tablo 4.10'da verilmiştir. Panel genelinde değerlendirildiğinde, her iki dönem için tahmin edilen eşbütünleşme katsayıları beklenildiği gibi pozitiftir. 1982-2012 dönemi için eşbütünleşme katsayısı 0,134 olarak tahmin edilmiştir ve %5 düzeyinde anlamlıdır. 1990-2012 dönemi için eşbütünleşme katsayısı ise 0,079 olarak tahmin edilmiştir ve %1'de anlam olduğu görülmektedir. Bu nedenle, uzun dönemde doğalgaz tüketiminde meydana gelecek artışın ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilemesi beklenilmektedir. Elde edilen sonuçlar Apergis ve Payne (2010a), 67 ülkeyi ele aldıkları çalışmanın sonuçları ve beklentilerimizle uyusmaktadır.

## 4.2. ELEKTRİK TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ

Elektrik tüketimi, sanayileşen ve sanayileşmiş ülkelerde vazgeçilmez bir enerji çeşitidir. Çalışmanın bu bölümünde elektrik tüketiminin ekonomik büyüme ile olan ilişkisi analiz edilmiştir.

### 4.2.1. OECD Ülkeleri Sonuçları

Çalışmanın bu bölümünde 28 OECD ülkesinin<sup>3</sup> elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1980 ile 2012 yılları için panel veri metoduyla incelenmiştir.

#### 4.2.1.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi

Aşağıda OECD ülkeleri için ekonomik büyüme, elektrik tüketimi ve panel denklemi yatay kesit bağımlılığı testleri sonuçları verilmiştir.

<sup>3</sup> Çalışmaya alınan OECD Ülkeleri: ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Lüksemburg, Meksika, Norveç, Polonya, Şili, Türkiye, Yeni Zelanda, Yunanistan olmak üzere 28 ülkedir.

**Tablo 4.11.** OECD Ülkeleri için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları

<b>Regresyon Modeli: <math>LGDP_t = \alpha_0 + \alpha_1 LELT_t + \varepsilon_t</math></b>			
<b>Testler</b>	<b>LGDP</b>	<b>LELT</b>	<b>Panel</b>
<b>CDLM<sub>1</sub> (Breusch ve Pagan, 1980)</b>	687,958 [0,000]	551,354 [0,000]	2.909,283 [0,000]
<b>CDLM<sub>2</sub> (Pesaran, 2004 CDLM)</b>	11,273 [0,000]	6,305 [0,000]	92,062 [0,000]
<b>Bias-adjusted CD test (Pesaran vd., 2008)</b>	-0,127 [0,450]	1,847 [0,032]	354,122 [0,000]

**Not:** Tablo değerleri CD test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Tablo 4.11’de OECD Ülkeleri için yatay kesit bağımlılığı testleri sonuçları görülmektedir. N=28 ve T=33 olduğundan CDLM<sub>1</sub> ve CDLM<sub>2</sub> test değerlerine bakılmıştır. CDLM<sub>1</sub> ve CDLM<sub>2</sub> test sonuçlarında olasılık değeri 0.05’ten küçük olduğu için H<sub>0</sub> hipotezi reddedilmiş ve alternatif hipotez olan yatay kesit bağımlılığı vardır kabul edilmiştir. Ortaya çıkan bulgulara göre paneli oluşturan ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğu için, uygulanması gereken panel birim kök testlerinin yatay kesit bağımlılığını dikkate alan testler olması gerekmektedir. Bundan dolayı ikinci nesil panel birim kök testi olan CIPS panel birim kök testi kullanılmıştır.

#### 4.2.1.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığı tespit edildiği için, serilerin durağanlığını incelemede ikinci nesil panel birim kök testlerinden CIPS birim kök testi kullanılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4.12.** OECD Ülkeleri için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları (Sabitli)

	<b>LGDP</b>	<b>LET</b>	<b><math>\Delta</math>LGDP</b>	<b><math>\Delta</math>LET</b>
	<b>Test İstatistiği</b>	<b>Test İstatistiği</b>	<b>Test İstatistiği</b>	<b>Test İstatistiği</b>
<b>CIPS</b>	-1,944	-2,110	-3,129***	-3,579***

**Not:** CIPS için kritik tablo değerleri N=28 T=33 için sabitlide sf. 280 Iİb’de %1’de -2,30 ve %5’te -2,15’tir. Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak alınmıştır ve optimal gecikme uzunlukları, Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5’te anlam düzeyini ifade etmektedir.

OECD ülkeleri için sabitli olarak hesaplanan panel birim kök testi sonuçlarına göre, CIPS istatistikleri düzey değerlerinde test istatistikleri tablo değerinden büyük olduğu için H<sub>0</sub> hipotezi kabul edilir. Böylece, panelin tamamının birim köklü olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 4.12). Serilerin farkları alındıktan sonra yapılan birim

kök testi sonuçlarında ise  $H_0$  hipotezi reddedilip alternatif hipotez kabul edilmiştir. Elde edilen bulgularda serilerin birinci mertebeden durağan olduğu  $I(1)$  sonucuna ulaşılmıştır.

OECD ülkelerinde seriler düzeyde birim köklü olduğu, farklarının alınmasıyla serilerin durağan olduğu tespit edildikten sonra Westerlund Durbin-H (2008) Eşbütünleşme Testi'ne geçilmiştir.

#### 4.2.1.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları

Eşbütünleşme denkleminde eğim katsayılarının homojen olup olmadığı test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4.13.** OECD Ülkeleri için Homojenlik Testi Sonuçları

	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
$\tilde{A}$	60,183	0,000
$\tilde{A}_{adj}$	63,028	0,000

Tablo 4.13'te yer alan sonuçlara göre testlerin olasılık değerleri 0,05'ten küçük olduğu için,  $H_0$  hipotezi reddedilmiş ve  $H_1$  hipotezi kabul edilmiştir. Ampirik modelde yer alan değişkenler homojen değildir. Bu durumda, panelin geneli için yapılan eşbütünleşme yorumları geçerlidir (Pesaran ve Yamagata, 2008).

Eşbütünleşme denkleminde eğim katsayıları heterojen olduğundan kullanılması gereken eşbütünleşme testi heterojen tahmine dayalı eşbütünleşme yöntemi olması gerekmektedir.

#### 4.2.1.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Panel denkleminde yatay kesit bağımlılığı dikkate alındığından (Tablo 4.11), uygulanması gereken eşbütünleşme testinin yatay kesit bağımlılığını dikkate alması gerekmektedir. Tablo 4.14'te ikinci nesil eşbütünleşme testi olan Panel Durbin-H Eşbütünleşme Testi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4.14.** OECD Ülkeleri için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Testler	Panel
Durbin-H Grup İstatistiği	5,859 [0,000]
Durbin-H Panel İstatistiği	1,397 [0,081]

**Not:** Tablo değerleri test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Durbin-H Eşbütünleşme Testi iki analizden oluşmaktadır. Bunlar, Durbin-H Grup İstatistiği ve Durbin-H Panel İstatistiğidir. Durbin-H Grup İstatistiği yatay kesitlerin heterojen olması durumunda kullanılmaktadır. Durbin-H Panel İstatistiği ise yatay kesitlerin homojen olması durumunda kullanılmaktadır. Her iki testte de  $H_0$  hipotezi eşbütünleşme yoktur hipotezini test eder. Tablo 4.14'te verilen sonuçlarda, Durbin-H Grup İstatistiği 5.859 olarak bulunmuştur. Bu durumda,  $H_0$  hipotezi reddedilir ve alternatif hipotez olan ülke gruplarında eşbütünleşme vardır hipotezi kabul edilir.

#### 4.2.1.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi

Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunduğundan sonra, serilerin uzun dönem eşbütünleşme katsayıları CCE yöntemiyle tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.15'te verilmiştir.

**Tablo 4.15. OECD Ülkeleri için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları**

<b>1980-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı</b>		
	<b>Eşbütünleşme Katsayısı</b>	<b>Test İstatistiği</b>
<b>PANEL</b>	0,415***	4,36
<b>1990-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı</b>		
	<b>Eşbütünleşme Katsayısı</b>	<b>Test İstatistiği</b>
<b>PANEL</b>	0,337***	15,02

**Not:** \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10'da anlam düzeyini ifade etmektedir.

OECD ülkelerinde enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki uzun dönemli etkisi CCE yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan analizlerde 1982-2012 dönemi ve 1990-2012 dönemi olmak üzere iki farklı dönem incelenmiştir. Elde edilen bulgularda 1982-2012 dönemi için esneklik katsayısı 0,415 olarak bulunmuştur. 1990-2012 dönemi için ise esneklik katsayısı 0,337 olarak bulunmuştur. Her iki dönemin de test istatistiği %1 düzeyinde anlamlıdır. Beklenildiği gibi elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif ilişki tahmin edilmiştir. (Tablo 4.15) Elde edilen sonuçlar beklentilerimizle ve Ciarreta and Zarraga (2010), Gurgul ve Lach (2012), Acaravci ve Ozturk (2012), Hossain ve Saeki (2012) çalışmalarıyla uyumludur.

#### 4.2.2. OECD Dışı Ülkelerin Sonuçları

Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1980 ile 2012 yıllarını kapsayacak şekilde 91 OECD dışı ülke<sup>4</sup> için incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

##### 4.2.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi

Yatay kesit bağımlılığı testleri ile kullanılacak panel birim kök testi ve panel eşbütünleşme testi seçimi yapılmaktadır. Yatay kesit bağımlılığı varsa 2. nesil testlerin kullanılması gerekmektedir. Aşağıda OECD dışı ülkelerin yatay kesit bağımlılığı testi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4.16.** OECD Dışı Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları

Testler	LGDP	LELT	Panel
<b>CDLM<sub>1</sub> (Breusch ve Pagan, 1980)</b>	5.614,435 [0,000]	5.155,738 [0,000]	1.8070,75 [0,000]
<b>CDLM<sub>2</sub> (Pesaran, 2004 CDLM)</b>	16,790 [0,000]	11,721 [0,000]	154,431 [0,000]
<b>Bias-adjusted CD test (Pesaran vd., 2008)</b>	2,387 [0,008]	2,581 [0,005]	1.084,853 [0,000]

**Not:** Tablo değerleri CD test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

OECD dışı ülkeler için yapılan Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri sonuçları Tablo 4.16'da görülmektedir. Yatay kesitin zaman boyutundan büyük olması sebebiyle (91>33) Bias-adjusted CD teste dikkat edilmiştir. Ekonomik büyüme ve elektrik tüketiminde test sonuçları anlamlı çıktığından  $H_0$  reddedilmiş, alternatif hipotez olan seriler arasında yatay kesit bağımlılığı vardır, kabul edilmiştir.

Elde edilen bulgularda Yatay Kesit Bağımlılığı olduğundan ikinci nesil panel birim kök testi kullanılmıştır.

<sup>4</sup> Çalışmaya alınan OECD Dışı Ülkeler: Arjantin, Arnavutluk, Bahamalar, Bahreyn, Bangladeş, Barbados, Belize, Benin, Bhutan, Birleşik Arap Emirlikleri, Bolivya, Botswana, Brezilya, Brunei, Bulgaristan, Burkina Faso, Burundi, Çad, Cezayir, Çin, Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Dominik Cumhuriyeti, Dominika, Ekvator, Ekvator Ginesi, El Salvador, Endonezya, Fas, Fiji, Fildişi Sahili, Filipinler, Gabon, Gana, Gine-Bissau, Grenada, Güney Afrika, Güney Kıbrıs Rum Yönetimi, Guyana, Hindistan, Honduras, Hong Kong, Irak, İran, Kamerun, Kenya, Kiribati, Kolombiya, Komorlar, Liberya, Madagaskar, Malavi, Malezya, Mali, Malta, Mauritius, Mısır, Moritanya, Mozambik, Nepal, Nijer, Nijerya, Nikaragua, Orta Afrika Cumhuriyeti, Pakistan, Panama, Papua Yeni Gine, Paraguay, Peru, Romanya, Ruanda, Senegal, Seyşeller, Sierra Leone, Singapur, Sri Lanka, Sudan, Surinam, Suudi Arabistan, Svaziland, Tayland, Togo, Trinidad ve Tobago, Tunus, Umman, Ürdün, Uruguay, Vanuatu, Venezuela, Yeşil Burun Adaları, Zambiya ve Zimbabve olmak üzere 91 ülkedir.

#### 4.2.2.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

Çalışmanın bu bölümünde, ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığı ortaya çıktığından (Tablo 4.16), ikinci nesil panel birim kök testi olan CIPS Birim Kök Testi kullanılmıştır.

Yatay kesit bağımlılığını dikkate alan CIPS Birim Kök Testi sonuçlarına göre, sabitli model dikkate alındığında, düzeyde serilerin birim kök içerdiği görülmektedir. Ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi serilerinin farkı alındığında, serilerin durağanlaştığı görülmektedir (Tablo 4.17).

**Tablo 4.17.** OECD Dışı Ülkeler için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları (Sabitli)

	LGDP	LET	$\Delta$ LGDP	$\Delta$ LET
	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği
CIPS	-1,948	-2,051	-3,413***	-3,509***

**Not:** CIPS için kritik tablo değerleri N=91 T=33 için sabitlide sf. 280 IIB'de %1'de -2,17 ve %5'te -2,07'dir. Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak alınmıştır ve optimal gecikme uzunlukları, Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5'te anlam düzeyini ifade etmektedir.

91 OECD dışı ülke ele alınarak yapılan panel birim kök testi sonuçları farkta durağan olduğu için, ikinci nesil panel eşbütünleşme testi olan Westerlund Durbin-H (2008) Eşbütünleşme Testi'ne geçilmiştir.

#### 4.2.2.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları

Eşbütünleşme denkleminde eğim katsayılarının heterojenliği test edilmiştir. Elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4.18.** OECD Dışı Ülkeler için Homojenlik Testi Sonuçları

	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
$\tilde{A}$	83,588	0,000
$\tilde{A}_{adj}$	87,539	0,000

OECD dışı ülkeler için homojenlik testi sonuçları Tablo 4.18'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre alternatif hipotez olan sabit terim ve eğim katsayılarının homojen olmadığına karar verilmiştir. Böylece, yapılan eşbütünleşme testi yorumları geçerli ve güvenilirdir.

#### 4.2.2.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Panel denkleminde yatay kesit bağımlılığı olduğundan (Tablo 4.16), kullanılması gereken panel eşbütünleşme yöntemi ikinci nesil panel eşbütünleşme yöntemi olması gerekmektedir. Panel veri analizinde, seriler arasında eşbütünleşmenin varlığı Westerlund (2008) tarafından geliştirilen, yatay kesit bağımlılığını ve yatay kesit eğim parametrelerinin heterojenliğini dikkate alan Durbin-H Eşbütünleşme Testi kullanılarak test edilmiştir.

**Tablo 4.19.** OECD Dış Ülkeler için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Testler	Panel
<b>Durbin-H Grup İstatistiği</b>	16,198 [0,000]
<b>Durbin-H Panel İstatistiği</b>	19,815 [0,000]

Not: Tablo değerleri test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

OECD dışı ülkeler için yapılan Durbin-H Eşbütünleşme Testi sonuçlarına göre, Durbin-H Grup istatistiği 16.198 ve Durbin-H Panel istatistiği 19.815 çıkmıştır (Tablo 4.19). Böylece, ülke gruplarında ve panel genelinde alternatif hipotez olan eşbütünleşme vardır kabul edilir.

OECD dışı ülkelerde eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra eşbütünleşme katsayılarının tahmini için Pesaran (2006) CCE testine geçilmiştir.

#### 4.2.2.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi

Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunduğundan sonra, serilerin uzun dönem eşbütünleşme katsayıları CCE yöntemiyle tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.20’de verilmiştir.

**Tablo 4.20.** OECD Dış Ülkeler için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları

1980-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı		
	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
<b>PANEL</b>	0,276***	7,66
1990-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı		
	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
<b>PANEL</b>	0,249***	6,47

Not: \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10’da anlam düzeyini ifade etmektedir.



OECD dışı ülkeler için eşbütünleşme katsayılarının tahminleri Tablo 4.20’de verilmiştir. 1980 ile 2012 dönemi için yapılan analizde, esneklik katsayısı 0,276 olarak bulunmuştur ve test istatistiği %1 düzeyinde anlamlıdır. 1990 ile 2012 dönemi için yapılan analiz sonucunda esneklik katsayısı 0,249’dur ve test istatistiği %1 düzeyinde anlamlıdır. Elde edilen bulgular beklentilerimizle ve Lorde vd. (2010), Mutascu vd. (2011), Adom vd. (2012) ve Belaid ve Abderrahmani (2013), Niu vd. (2013) Cowan vd. (2014), Gao ve Zhang (2014), çalışmaları ile örtüşmektedir.

### 4.3. PETROL TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ

Petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, hem OECD ülkeleri için hem de OECD dışı ülkeler için analiz edilmiştir.

#### 4.3.1. OECD Ülkeleri Sonuçları

Petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 28 OECD ülkesi<sup>5</sup> 1980 ile 2013 dönemi arası için incelenmiştir. Elde edilen analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

##### 4.3.1.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi

Panel veri serilerinde yatay kesit bağımlılığını test etmek için kullanılan yöntemler Breusch-Pagan (1980) LM<sub>1</sub> testi, Pesaran (2004) CD<sub>LM2</sub> testi ve Peseran vd., (2008) Bias-adjusted CD testidir. Boş hipotez yatay kesit bağımlılığı yoktur, alternatif hipotez ise yatay kesit bağımlılığı vardır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.21’de verilmiştir.

**Tablo 4.21. OECD Ülkeleri için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları**

Regresyon Modeli: $LGDP_t = \alpha_0 + \alpha_1 LPT_t + \varepsilon_t$	LGDP	LPT	Panel
<b>Testler</b>			
<b>CDLM<sub>1</sub> (Breusch ve Pagan, 1980)</b>	702,151 [0,000]	593,926 [0,000]	2.866,751 [0,000]
<b>CDLM<sub>2</sub> (Pesaran, 2004 CDLM)</b>	11,789 [0,000]	7,853 [0,000]	90,515 [0,000]
<b>Bias-adjusted CD test (Peseran vd., 2008)</b>	32,337 [0,000]	35,597 [0,000]	183,289 [0,000]

**Not:** Tablo değerleri CD test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

<sup>5</sup> Çalışmaya alınan OECD Ülkeleri: ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Lüksemburg, Meksika, Norveç, Polonya, Şili, Türkiye, Yeni Zelanda ve Yunanistan olmak üzere 28 ülkedir.

Petrol tüketimi serisi için yapılan yatay kesit bağımlılığı sonuçlarında, Breusch-Pagan (1980)  $LM_1$  testi, Pesaran (2004)  $CD_{LM2}$  testi, ve Pesaran vd., (2008) Bias-adjusted CD testinde  $H_0$  reddedilip alternatif hipotez kabul edilmiştir. Böylece seride yatay kesit bağımlılığı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ekonomik büyüme serisinde ise, kullanılan üç testte de  $H_0$  reddedilmiş, alternatif hipotez olan yatay kesit bağımlılığı vardır sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 4.21).

#### 4.3.1.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

Yatay kesit bağımlılığı testleri sonucunda, petrol tüketimi ve ekonomik büyüme serilerinde alternatif hipotez olan yatay kesit bağımlılığı olduğu kabul edilmiştir. Bu nedenle ikinci nesil panel birim kök testi olan CIPS Birim Kök Testi kullanılmıştır.

**Tablo 4.22.** OECD Ülkeleri için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları (Sabitli)

	LGDP	LPT	$\Delta$ LGDP	$\Delta$ LPT
	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği
CIPS	-1,926	-1,841	-3,247***	-4,012***

**Not:** CIPS için kritik tablo değerleri  $N=28$   $T=34$  için sabitlide sf. 280 IIb'de %1'de -2,30 ve %5'te -2,15'tir. Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak alınmıştır ve optimal gecikme uzunlukları, Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5'te anlam düzeyini ifade etmektedir.

OECD ülkelerinin ekonomik büyüme ve petrol tüketimi serilerinin düzeyde durağan olmayıp, birinci farkları alındığında durağan süreç karakteristiğine sahip olduğu  $I(1)$  görülmektedir. Böylece, hem ekonomik büyümeye, hem de petrol tüketimine gelen şokların etkisinin kalıcı olduğu ifade edilebilir (Tablo 4.22).

#### 4.3.1.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları

Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen test sonuçları aşağıda görülmektedir. Literatürde Delta Testi olarak bilinen bu testte, değişkenleri temsil eden serilerin homojen veya heterojen yapısı ortaya konabilmektedir.

**Tablo 4.23.** OECD Ülkeleri için Homojenlik Testi Sonuçları

	<b>Test İstatistiği</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
$\tilde{\Delta}$	29,868	0,000
$\tilde{\Delta}_{adj}$	31,236	0,000

Değişkenlere ait homojenlik test sonucuna göre, değişkenlerin heterojen olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Ortaya çıkan test istatistiklerinin olasılık değerleri bu durumu desteklemektedir (Tablo 4.23).

#### 4.3.1.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Panel denkleminde yatay kesit bağımlılığı olduğundan (Tablo 4.21), kullanılması gereken panel eşbütünleşme testi yatay kesit bağımlılığını dikkate alan testlerden olması gerekmektedir. Tablo 4.24'te, Westerlund (2008) tarafından geliştirilen eşbütünleşme sonuçları görülmektedir.

**Tablo 4.24.** OECD Ülkeleri için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

<b>Testler</b>	<b>Panel</b>
<b>Durbin-H Grup İstatistiği</b>	3,056 [0,001]
<b>Durbin-H Panel İstatistiği</b>	3,045 [0,001]

**Not:** Tablo değerleri test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Test sonucunda elde edilen grup ve panel istatistiklerinin anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durumda  $H_0$  hipotezi reddedilmiş ve ülke gruplarında ve panelin genelinde ekonomik büyüme ile petrol tüketimi serileri arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 4.24).

#### 4.3.1.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi

Serilerin eşbütünleşik olduklarına karar verildikten sonra eşbütünleşme tahmincileri ile modeldeki katsayılar tahmin edilebilirler. Modelin CCE ile tahmini neticesinde elde edilen katsayılar Tablo 4.25'te sunulmuştur.

**Tablo 4.25. OECD Ülkeler için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları**

<b>1980-2013 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı</b>		
	<b>Eşbütünleşme Katsayısı</b>	<b>Test İstatistiği</b>
<b>PANEL</b>	0,279***	5,24
<b>1990-2013 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı</b>		
	<b>Eşbütünleşme Katsayısı</b>	<b>Test İstatistiği</b>
<b>PANEL</b>	0,338***	5,83

**Not:** \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10'da anlam düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 4.25'de OECD ülkeler için eşbütünleşme katsayı tahmin sonuçları sunulmuştur. Panel genelinde elde edilen sonuçlar pozitif ve anlamlıdır. Esneklik katsayıları 1980 ile 2013 dönemi için 0,279'dur ve test istatistiği %1 düzeyinde anlamlıdır. 1990 ile 2013 dönemi için yapılan analiz sonucunda esneklik katsayısı 0,338 olarak bulunmuştur ve test istatistiği %1 düzeyinde anlamlıdır. Elde edilen bulgular beklentilerimizle ve Halkos ve Tzeremes (2011), Chu ve Chang (2012), Behrimi ve Manso (2012), Bildirici ve Kayıkci (2013) ve Naser (2015) ile uyumludur.

#### **4.3.2. OECD Dışı Ülkelerin Sonuçları**

Çalışmanın bu bölümünde 83 OECD dışı ülkenin<sup>6</sup> petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1980 ile 2013 dönemini kapsayacak şekilde panel veri metotlarıyla incelenmiştir.

##### **4.3.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi**

Panel bitim kök testi ve panel eşbütünleşme sınamaları yatay kesitlerin bağımsızlığına göre ikiye ayrılmaktadır. Yatay kesit bağımsızlığı durumunda kullanılması gereken testler birinci nesil testlerin olması gerekmektedir. Eğer yatay kesitler arasında bağımlılık varsa bu durumda ikinci nesil testler kullanılmalıdır. Aşağıda OECD dışı 83 ülkenin yatay kesit bağımlılığı testleri gösterilmiştir.

<sup>6</sup> Çalışmaya alınan OECD Dışı Ülkeler: Arjantin, Arnavutluk, Bahreyn, Bangladeş, Barbados, Belize, Bhutan, Birleşik Arap Emirlikleri, Bolivya, Botswana, Brezilya, Brunei, Bulgaristan, Burkina Faso, Burundi, Çad, Cezayir, Çin, Comoros, Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Dominik Cumhuriyeti, Dominika, Ekvator, Ekvator Ginesi, El Salvador, Endonezya, Fas, Fiji, Filipinler, Gabon, Gambia, Gana, Gine-Bissau, Grenada, Guatemala, Güney Afrika, Güney Kıbrıs Rum Yönetimi, Hindistan, Honduras, Hong Kong, Irak, İran, Kamerun, Kenya, Kiribati, Kolombiya, Kongo Cumhuriyeti, Kosta Rika, Lesotho, Liberya, Madagaskar, Malezya, Malta, Mauritanya, Mauritius, Mozambik, Nepal, Nijer, Nijerya, Nikaragua, Pakistan, Papua Yeni Gine, Paraguay, Peru, Ruanda, Senegal, Seyşeller, Sierra Leone, Singapur, Sri Lanka, Sudan, Surinam, Suudi Arabistan, Svaziland, Tayland, Togo, Tunus, Ürdün, Vanuatu, Venezuela, Yeşil Burun Adaları, Zambiya ve Zimbabve olmak üzere 83 ülkedir.

**Tablo 4.26.** OECD Dış Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları

Regresyon Modeli: $LGDP_t = \alpha_0 + \alpha_1 LPT_t + \varepsilon_t$			
Testler	LGDP	LPT	Panel
CDLM <sub>1</sub> (Breusch ve Pagan, 1980)	4.896,311 [0,000]	4.890,314 [0,000]	17.954,919 [0,000]
CDLM <sub>2</sub> (Pesaran, 2004 CDLM)	18,101 [0,000]	18,028 [0,000]	176,390 [0,000]
Bias-adjusted CD test (Pesaran vd., 2008)	-4,257 [0,000]	-6,212 [0,000]	695,836 [0,000]

**Not:** Tablo değerleri CD test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Tablo 4.26 sonuçlarına göre, ekonomik büyüme serisinde üç testte de alternatif hipotez olan yatay kesit bağımlılığı olduğu görülmektedir. Bu yüzden ekonomik büyüme serisinde yatay kesit bağımlılığı kabul edilmiştir. Petrol tüketimi için uygulanan üç testte de  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. Böylece petrol tüketiminde yatay kesit bağımlılığının olduğu görülmektedir.

Ekonomik büyüme ve petrol tüketiminde yatay kesit bağımlılığı olduğundan ikinci nesil panel birim kök testi kullanılmıştır.

#### 4.3.2.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

Panel veri analizlerinde, sahte regresyon ile karşılaşmamak için serilerin durağan düzeyleri ile regresyona katılmaları gerekmektedir. Serilerin durağanlığı ikinci nesil panel birim kök testi olan CIPS Birim Kök Testi ile sınanmıştır. Analizlerde sabitli ve sabitli ve trendli olmak üzere iki model kullanılmıştır.

**Tablo 4.27.** OECD Dış Ülkeler için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları (Sabitli)

	LGDP	LPT	$\Delta LGDP$	$\Delta LPT$
	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği
CIPS	-1,905	-2,060	-3,495***	-3,855***

**Not:** CIPS için kritik tablo değerleri  $N=83$   $T=34$  için sabitlide sf. 280 Iİb'de %1'de -2,17 ve %5'te -2,07'dir. Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak alınmıştır ve optimal gecikme uzunlukları, Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5'te anlam düzeyini ifade etmektedir.

CIPS Birim Kök Testi sonuçları Tablo 4.27'de verilmiştir. Düzeyde ekonomik büyüme ve petrol tüketimi serilerinin CIPS istatistiğinin -2.07'den büyük olmasından dolayı serinin birim köklü olduğu kabul edilmiştir. Seriler birinci farkı alınıp analiz edildiğinde, CIPS istatistiklerinin -2.17'den küçük çıkması serilerin %1 anlam düzeyinde anlamlı olduğu yani durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Seriler durağan çıktığından I(1) eşbütünleşme analizine geçilebilir. Çünkü eşbütünleşme analizinin yapılabilmesi için serilerin I(1) olması ön koşuldur.

#### 4.3.2.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları

Eşbütünleşme denkleminde eğim katsayısının homojen olup olmadığı test edilmelidir. Homojenlik testi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.28.** OECD Dışı Ülkeler için Homojenlik Testi Sonuçları

	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
$\tilde{A}$	71,686	0,000
$\tilde{A}_{adj}$	74,971	0,000

Tablo 4.28'de hesaplanan testlerin olasılık değerleri 0.05'ten küçük olduğundan  $H_0$  reddedilmiş, alternatif hipotez kabul edilmiştir. Eş bütünleşme denkleminde, sabit terim ve eğim katsayılarının heterojen olduğuna karar verilmiştir.

#### 4.3.2.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Bu çalışmada seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi Westerlund (2008) tarafından geliştirilen heterojen ve yatay kesit bağımlılığı koşullarında kullanılabilen panel eşbütünleşme testi ile (Tablo 4.29) araştırılmıştır.

**Tablo 4.29.** OECD Dışı Ülkeler için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Testler	Panel
<b>Durbin-H Grup İstatistiği</b>	3,422 [0,000]
<b>Durbin-H Panel İstatistiği</b>	4,871 [0,000]

**Not:** Tablo değerleri test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Ekonomik büyüme ve petrol tüketimi arasındaki uzun dönemli ilişki Durbin-H Eşbütünleşme Testi kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgularda hem Durbin-H grup istatistiğinde hem de Durbin-H panel istatistiğinde  $H_0$  hipotezi reddedip alternatif hipotez kabul edilmiştir. Bu nedenle, uzun dönemde ekonomik büyüme ve petrol tüketimi arasında bir ilişkiden söz edilebilir. Uzun dönemde OECD dışı ülkelerde ekonomik büyüme ve petrol tüketimi arasında birlikte hareket söz konusudur ve yapılan analizler değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğunu göstermektedir.

#### 4.3.2.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi

Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi belirlendiğinde, uzun dönem eşbütünleşme katsayıları CCE yöntemiyle tahmin edilebilmektedir. Elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4.30. OECD Dışı Ülkeler için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları**  
**1980-2013 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı**

	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
<b>PANEL</b>	0,169***	4,44
<b>1990-2013 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı</b>		
	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
<b>PANEL</b>	0,223***	4,50

**Not:** \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10'da anlam düzeyini ifade etmektedir.

OECD dışı 83 ülke için yapılan Panel CCE yöntemi ile elde edilmiş panel geneli eşbütünleşme katsayıları Tablo 4.30'da görülmektedir. 1980-2013 ve 1990-2013 dönemleri için yapılan analiz sonuçlarına göre petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif ilişki vardır. 1980-2013 dönemindeki esneklik katsayısı 0,169 olarak bulunmuştur ve test istatistiği %1 anlam düzeyinde anlamlıdır. 1990-2013 döneminde ise 0,223 olarak bulunan esneklik katsayısının test istatistiği %1 düzeyinde anlamlıdır. Elde edilen sonuçlar beklentilerimiz ve Al-mulali (2011), Chu (2012), Behrimi ve Manso (2013), Bildirici ve Bakirtas (2014) ve Alam ve Paramati (2015) ile uyumludur.

#### 4.4. YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ

Yenilenebilir enerji son yıllarda önemi daha da artan bir enerji çeşididir. Dünya ekonomileri fosil yakıtların rezervlerinin giderek azalması sebebiyle alternatif enerji çeşidine yönelmeye başlamışlardır. Çalışmanın bu bölümünde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir.

#### 4.4.1. OECD Ülkeleri Sonuçları

Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye etkisi 23 OECD ülkesinin<sup>7</sup> 1980 ile 2012 yılları arası için analiz edilmiştir.

##### 4.4.1.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi

Panel birim kök ve nedensellik testine geçmeden önce panelin yatay kesit bağımlılığının test edilmesi gerekmektedir. Elde edilen bulgularda yatay kesit bağımlılığı varsa kullanılması gereken testin ikinci nesil testler olmalıdır.

**Tablo 4.31.** OECD Ülkeleri için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları

Regresyon Modeli: $LGDP_t = \alpha_0 + \alpha_1 LYET_t + \varepsilon_t$	LGDP	LYET	Panel
<b>Testler</b>			
<b>CDLM<sub>1</sub> (Breusch ve Pagan, 1980)</b>	507,551 [0,000]	357,535 [0,000]	1.810,694 [0,000]
<b>CDLM<sub>2</sub> (Pesaran, 2004 CDLM)</b>	11,316 [0,000]	4,647 [0,000]	69,248 [0,000]
<b>Bias-adjusted CD test (Pesaran vd., 2008)</b>	7,379 [0,000]	0,681 [0,248]	130,891 [0,000]

**Not:** Tablo değerleri CD test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük olduğundan (33>23) CDLM1 (Breusch ve Pagan, 1980) ve CDLM2 (Pesaran, 2004 CDLM) testleri sonucuna bakılmalıdır. Tablo 4.31'e bakıldığında, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi serilerinde yatay kesit bağımlılığının olduğu görülmektedir. Bu nedenle, kullanılması gereken panel birim kök testinin ikinci nesil panel birim kök testinin olması gerekmektedir.

##### 4.4.1.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

Ekonometrik analizlerde kullanılan serilerin durağan özellikler taşıması önem arz etmektedir. Serilerin durağan olmaması sahte (superious) tahmin sonuçları vermektedir. Granger ve Newbold (1974)'a göre incelenen değişkenler arasında verilerin durağan olmaması durumunda elde edilen ilişki güvenilir olamamaktadır. Bundan dolayı serilerin durağanlığı CIPS Birim Kök Testi ile sınanmıştır.

<sup>7</sup> Çalışmaya alınan OECD Ülkeleri: ABD, Almanya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Meksika, Polonya, Şili, Türkiye ve Yunanistan olmak üzere 23 ülkedir.



**Tablo 4.32.** OECD Ülkeleri için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları (Sabitli)

	LGDP	LYET	$\Delta$ LGDP	$\Delta$ LYET
	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği
CIPS	-1,810	-2,169	-3,101***	-4,229***

**Not:** CIPS için kritik tablo değerleri, N=23 T=33 için sabitlide sf. 280 IIb'de %1'de -2,38 ve %5'te -2,20'dir. Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak alınmıştır ve optimal gecikme uzunlukları, Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5'te anlam düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 2, çalışmaya konu olan ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenlerine ait panel verilerin birim kök testi sonuçlarını göstermektedir. Elde edilen bulgulara göre, sabitlide serilerin düzeyde birim kök içerdiği belirlenmiştir. Serilerin birinci farkı alınıp analiz edildiğinde, serilerin I(1)'de durağan olduğu görülmektedir (Tablo 4.32).

Ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi serilerinin birinci farkında durağan olması sebebiyle eşbütünleşme ilişkisi incelenecektir.

#### 4.4.1.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları

Yatay kesitlere ilişkin eğim parametrelerinin homojen olup olmadığının tespiti için Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Delta Testi kullanılmıştır.

**Tablo 4.33.** OECD Ülkeleri için Homojenlik Testi Sonuçları

	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
$\tilde{\Delta}$	42,349	0,000
$\tilde{\Delta}_{adj}$	44,351	0,000

Tablo 4.33, OECD ülkelerinin homojenlik testi sonuçlarını göstermektedir. Elde edilen bulgularda, ülkelerin homojen olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Test sonuçlarına göre, ülkeler arasında eğim katsayıları farklılaşmaktadır.

#### 4.4.1.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Modelde dikkate alınan değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığı bulunduğundan (Tablo 4.31), uzun dönemli ilişkilerin tespit edilebilmesi için Durbin-H Eşbütünleşme Testi'nden yararlanılmıştır.

**Tablo 4.34.** OECD Ülkeleri için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Testler	Panel
Durbin-H Grup İstatistiği	2,763 [0,003]
Durbin-H Panel İstatistiği	1,364 [0,086]

**Not:** Tablo değerleri test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Yatay kesitlerin heterojenliği durumunda kullanılan Durbin-H Grup İstatistiği sonuçlarına göre  $H_0$  hipotezi reddedilip alternatif hipotez kabul edilmiştir. Böylece eşbütünleşme ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. Durbin-H Panel İstatistiği ise yatay kesitleri homojenliği durumunda kullanılmaktadır. Tablo 4.34 sonuçlarında yatay kesitlerin heterojenliği durumu olduğundan Durbin-H Panel İstatistiği dikkate alınmamıştır.

#### 4.4.1.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi

Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin belirlenmesinden sonra, panel eşbütünleşme parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Panel CCE tahmincisinde elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4.35.** OECD Ülkeleri için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları

1980-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı		
	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
PANEL	0,017	0,57
1990-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı		
	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
PANEL	0,446**	2,22

**Not:** \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10'da anlam düzeyini ifade etmektedir.

CCE tahmincisi yardımıyla ekonomik büyümenin bağımsız değişken, yenilenebilir enerji tüketimi bağımlı değişken olduğu durumda elde edilen eşbütünleşme katsayıları Tablo 4.35'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 1980 ile 2012 dönemindeki eşbütünleşme katsayıları istatistiki olarak anlamlı değildir. Bunun sebepleri arasında yenilenebilir enerji tüketiminin 1980'li yıllarda yeterince popüler olmaması ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ilginin yetersiz olması gösterilebilir. 1990 ile 2012 dönemi için yapılan analiz sonucunda esneklik katsayısı 0,446 olarak bulunmuştur ve istatistiki olarak %5 düzeyinde anlamlıdır. 1990 ile 2012 dönemi için yapılan analiz sonucunda elde edilen bulgular beklentilerimizle ve Apergis ve Payne (2010b), Menegaki (2011), Tiwari (2011), Menegaki (2013), Ucan

vd. (2014), Salim vd. (2014), Inglesi-Lotz (2015) ve Bhattacharya vd. (2016) ile uyumludur.

#### 4.4.2. OECD Dışı Ülkelerin Sonuçları

Çalışmanın bu bölümünde 49 OECD dışı ülkenin<sup>8</sup> elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1980 ile 2012 yılları için panel veri metotlarıyla analiz edilmiştir.

##### 4.4.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi

Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı testi yapılmadan panel birim kök testi ve eşbütünleşme testi seçimi yapmak, ortaya çıkacak sonuçları büyük oranda değiştirecektir. Bu nedenle yapılan analizlerde çıkan sonuçlar sapmalı ve tutarsız olacaktır.

**Tablo 4.36.** OECD Dışı Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları

Regresyon Modeli: $LGDP_t = \alpha_0 + \alpha_1 LYET_t + \varepsilon_t$			
Testler	LGDP	LYET	Panel
<b>CDLM<sub>1</sub> (Breusch ve Pagan, 1980)</b>	1.397,377 [0,000]	1.541,370 [0,000]	7.044,136 [0,000]
<b>CDLM<sub>2</sub> (Pesaran, 2004 CDLM)</b>	4,565 [0,000]	7,534 [0,000]	120,999 [0,000]
<b>Bias-adjusted CD test (Pesaran vd., 2008)</b>	-6,153 [0,000]	-1,651 [0,049]	281,032 [0,000]

**Not:** Tablo değerleri CD test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Tablo 4.36 OECD dışı ülkelerin yatay kesit bağımlılığı testlerinin sonuçlarını göstermektedir. Ortaya çıkan sonuçlarda, ekonomik büyümenin ve yenilenebilir enerji tüketimi serilerinde yatay kesit bağımlılığı olduğuna karar verilmiştir.

##### 4.4.2.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

<sup>8</sup> Çalışmaya alınan OECD Dışı Ülkeler: Arjantin, Arnavutluk, Bangladeş, Belize, Bhutan, Bolivya, Brezilya, Bulgaristan, Burundi, Cezayir, Çin, Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Dominik Cumhuriyeti, Dominika, Ekvator Ginesi, El Salvador, Filipinler, Güney Afrika, Hindistan, Irak, İran, Kenya, Komorlar, Malavi, Mali, Mauritius, Moritanya, Mozambik, Nijerya, Nikaragua, Orta Afrika, Cumhuriyeti, Pakistan, Panama, Papua Yeni Gine, Paraguay, Peru, Romanya, Ruanda, Sri Lanka, Sudan, Surinam, Svaziland, Togo, Trinidad ve Tobago, Tunus, Uruguay, Venezuela, Zambia ve Zimbabve olmak üzere 49 ülkedir.

Panel veriler arasında panel eşbütünleşme analizi gerçekleştirilebilmesi için öncelikle ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi serilerinde birim kök olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 4.37. OECD Dışı Ülkeler için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları (Sabitli)**

	LGDP	LYET	$\Delta$ LGDP	$\Delta$ LYET
	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği
CIPS	-1,933	-2,100	-3,284***	-3,838***

**Not:** CIPS için kritik tablo değerleri N=49 T=33 için sabitlide sf. 280 IIb’de %1’de -2,23 ve %5’te -2,11’dir. Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak alınmıştır ve optimal gecikme uzunlukları, Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5’te anlam düzeyini ifade etmektedir.

Analize dahil edilen 49 OECD dışı ülke için yapılan CIPS Birim Kök Testi sonuçlarına göre, serilerin sabitlide durağan olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır. Serilerin birinci farkı alındığında ise birim kök içermediği görülmektedir (Tablo 4.37).

Hem sabitli de hem de sabitli ve trendlide seriler birinci dereceden durağan olduğundan I(1), eşbütünleşme analizine geçilebilir.

#### 4.4.2.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları

Eşbütünleşme katsayılarının homojenliğinin test edilmesi büyük önem taşımaktadır. Homojenlik veya hetorejenlik durumunda uygulanacak eşbütünleşme testi de değişecektir. Aşağıda OECD dışı ülkelerin homojenlik testi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4.38. OECD Dışı Ülkeler için Homojenlik Testi Sonuçları**

	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
$\tilde{A}$	53,366	0,000
$\tilde{A}_{adj}$	55,889	0,000

Homojenlik testi sonuçlarına göre, panel veri setini oluşturan değişkenler heterojendir. Tahminlenen olasılık değeri %5 düzeyinde anlamlıdır ve alternatif hipotez kabul edilir (Tablo 4.38).

#### 4.4.2.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Panel genelinde yatay kesit bağımlılığının olmasından dolayı (Tablo 4.39) kullanılması gereken panel eşbütünleşme testinin ikinci nesil olması gerekmektedir.

**Tablo 4.39.** OECD Dış Ülkeler için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Testler	Panel
Durbin-H Grup İstatistiği	2,338 [0,009]
Durbin-H Panel İstatistiği	3,448 [0,000]

**Not:** Tablo değerleri test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Durbin-H Eşbütünleşme yönteminde sıfır hipotez, değişkenler arasında eşbütünleşmenin olmadığı şeklinde kurulmaktadır. Elde edilen bulgularda, Durbin-H Grup İstatistiği ve Durbin-H Panel İstatistiğinde sıfır hipotez reddedilmiştir. Bu nedenle değişkenler arasında eşbütünleşmenin olduğu tespit edilmiştir. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra uzun dönem eşbütünleşme katsayılarının tahminine geçilmiştir.

#### 4.4.2.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi

OECD dışı ülkelerde eşbütünleşme ilişkisi tespit edildiği için ülkelerin uzun dönemli katsayılarının bulunması gerekmektedir. CCE tahmincisi vasıyasıyla ortaya çıkan sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

**Tablo 4.40.** OECD Dış Ülkeler için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları  
1980-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı

PANEL	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
PANEL	0,050*	1,41
1990-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı		
PANEL	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
PANEL	0,065**	1,72

**Not:** \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10'da anlam düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 4.40'ta OECD dışı 49 ülkenin panel eşbütünleşme parametreleri verilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlara göre, 1980 ile 2012 döneminde esneklik katsayısı 0,05 olarak bulunmuştur ve %10 düzeyinde anlamlıdır. 1990 ile 2012 döneminde yapılan analizde ise esneklik katsayısı 0,065 olarak bulunmuştur. Bu dönem için yapılan analizde test istatistiği %5'te anlamlı çıkmıştır. Elde edilen bulgular

beklentilerimizle ve Apergis ve Payne (2012), Sebri ve Ben-Salha (2014), Farhani ve Shahbaz (2014), Akay vd. (2015) ve Çınar ve Yılmaz (2015) ile uyumludur.

#### 4.5. TOPLAM ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ

Modern büyüme teorileri enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi olumlu etkileyeceğini ifade etmektedir. Çalışmanın bu bölümünde toplam enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi incelenmiştir.

##### 4.5.1. OECD Ülkeleri Sonuçları

Toplam enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 24 OECD ülkesinin<sup>9</sup> 1980 ile 2012 dönemi arası için incelenmiştir. Uygulanan ampirik analizler aşağıda verilmiştir.

##### 4.5.1.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi

Yatay kesit bağımlılığı testleri ile panel birim kök ve eşbütünleşme testlerinin birinci nesil veya ikinci nesil testleri seçimi yapılmaktadır. Yatay kesit bağımsızlığı durumunda birinci nesil, yatay kesit bağımlılığı durumunda ikinci nesil testlerinin kullanılması gerekmektedir.

**Tablo 4.41.** OECD Ülkeleri için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları

Regresyon Modeli: $LGDP_t = \alpha_0 + \alpha_1 LTET_t + \varepsilon_t$			
Testler	LGDP	LTET	Panel
CDLM <sub>1</sub> (Breusch ve Pagan, 1980)	471,878 [0,000]	376,826 [0,000]	1.692,919 [0,000]
CDLM <sub>2</sub> (Pesaran, 2004 CDLM)	8,337 [0,000]	4,291 [0,000]	60,308 [0,000]
Bias-adjusted CD test (Pesaran vd., 2008)	9,462 [0,000]	11,942 [0,000]	278,376 [0,000]

**Not:** Tablo değerleri CD test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Tablo 4.41, OECD ülkelerinin yatay kesit bağımlılığı testlerini göstermektedir. Elde edilen bulgularda, ekonomik büyüme ve toplam enerji tüketimi serilerinde  $H_0$  reddedilip alternatif hipotez kabul edilmiştir. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğundan ikinci nesil panel birim kök testi kullanılmalıdır. Panel

<sup>9</sup> Çalışmaya alınan OECD Ülkeleri: ABD, Almanya, Avustralya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsrail, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Lüksemburg, Meksika, Polonya, Şili, Türkiye, Yeni Zelanda ve Yunanistan olmak üzere 24 ülkedir.

geneline bakıldığında, yine alternatif hipotez kabul edilmiştir. Böylece kullanılması gereken panel eşbütünleşme testinin ikinci nesil olması gerekmektedir.

#### 4.5.1.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

Yatay kesit bağımlılığı olması durumunda, panel birim kök testi ikinci nesil panel birim kök testi olmalıdır. Tablo 4.41’de seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğundan ikinci nesil panel birim kök testi olan CIPS Birim Kök Testi kullanılmıştır.

**Tablo 4.42.** OECD Ülkeleri için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları (Sabitli)

	LGDP	LTET	$\Delta$ LGDP	$\Delta$ LTET
	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği
<b>CIPS</b>	-1,890	-2,107	-3,018***	-3,816***

**Not:** CIPS için kritik tablo değerleri N=24 T=33 için sabitlide sf. 280 Iİb’de %1’de -2,38 ve %5’te -2,20’dir. Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak alınmıştır ve optimal gecikme uzunlukları, Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5’te anlam düzeyini ifade etmektedir.

OECD ülkelerinin panel birim kök testi sonuçlarına göre, düzeyde ekonomik büyüme ile toplam enerji tüketimi serilerinin birim kök içerdiği Tablo 4.42’de görülmektedir. Bu nedenle, GSYİH’da veya toplam enerji tüketiminde meydana gelebilecek şoklar Panel genelinde kalıcı etki oluşturabilecektir. Serilerin birinci farkları alındığında ise durağan olduğu görülmektedir.

#### 4.5.1.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları

OECD ülkelerinin uzun dönem katsayılarının homojen olup olmaması seçilecek eşbütünleşme testi için önem arz etmektedir. Tablo 4’te homojenlik testinin sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.43’te hesaplanan testlerin olasılık değerleri 0.05’ten küçük olduğu için,  $H_0$  hipotezi reddedilip alternatif hipotez kabul edilmiştir. Eşbütünleşme denkleminde, sabit terim ve eğim katsayılarının heterojen olduğuna karar verilmiştir.

**Tablo 4.43.** OECD Ülkeleri için Homojenlik Testi Sonuçları

	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
$\tilde{\Delta}$	44,624	0,000
$\tilde{\Delta}_{adj}$	46,733	0,000

#### 4.5.1.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Ekonomik büyüme ile toplam enerji tüketimi arasında eşbütünleşme analizi Durbin-H Eşbütünleşme Testi ile yapılmış ve sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 4.44.** OECD Ülkeleri için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

TESTLER	PANEL
Durbin-H Grup İstatistiği	1,735 [0,041]
Durbin-H Panel İstatistiği	1,800 [0,036]

**Not:** Tablo değerleri test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Tablo 4.44'te Durbin-H Eşbütünleşme Testi sonuçları sunulmuştur. Durbin-H Grup İstatistiği ve Durbin-H Panel İstatistiği sonuçlarına bakıldığında %5 anlam düzeyinde bir eşbütünleşme eşitliğinin olduğu görülmektedir. Bu durum ekonomik büyüme ile toplam enerji tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu göstermektedir.

#### 4.5.1.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi

Eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra, eşbütünleşme ilişkisinde bağımsız değişkene (toplam enerji tüketimi) ait uzun dönem katsayılarının tahmin edilmesi gerekmektedir.

**Tablo 4.45.** OECD Ülkeleri için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları

1980-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı		
PANEL	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
	0,391***	4,45
1990-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı		
PANEL	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
	0,434***	5,20

**Not:** \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10'da anlam düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 4.45'teki Panel CCE tahmincisinin sonuçları incelendiğinde, 1980 ile 2012 dönemindeki eşbütünleşme katsayısı beklenildiği gibi pozitifdir ve 0,391 olarak bulunmuştur. 1990 ile 2012 dönemi sonuçları incelendiğinde eşbütünleşme katsayısı 0,434 olarak bulunmuştur. Her iki dönemin test istatistiğinin de %1 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Elde edilen bulgular beklentimizle ve Lee vd. (2008), Chiou-Wei (2008), Narayan ve Smyth (2008), Güvenek ve Alptekin (2010), Yıldırım ve Aslan (2012), Pirlogea ve Cicea (2012) ve Saidi ve Hammami (2015) ile uyumludur.



#### 4.5.2. OECD Dışı Ülkelerin Sonuçları

Toplam enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1980 ile 2012 yıllarını kapsayacak şekilde 85 OECD dışı ülke<sup>10</sup> için incelenmiştir. Yapılan ampirik analizler aşağıda verilmiştir.

##### 4.5.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi

Panel veri setlerinde, yatay kesit bağımlılığı sınanması gerekmektedir. Yatay kesit bağımlılığının olması durumunda ikinci nesil panel birim kök testi ve eşbütünleşme testinin uygulanması gerekmektedir. Böylece daha tutarlı, etkin ve güçlü tahminleme sağlanacaktır.

**Tablo 4.46.** OECD Dışı Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları

Regresyon Modeli: $LGDP_t = \alpha_0 + \alpha_1 LTET_t + \varepsilon_t$			
Testler	LGDP	LTET	Panel
CDLM <sub>1</sub> (Breusch ve Pagan, 1980)	5.125,156 [0,000]	4.689,776 [0,000]	15.608,820 [0,000]
CDLM <sub>2</sub> (Pesaran, 2004 CDLM)	18,405 [0,000]	13,252 [0,000]	142,474 [0,000]
Bias-adjusted CD test (Pesaran vd., 2008)	1,664 [0,048]	-1,986 [0,024]	887,993 [0,000]

**Not:** Tablo değerleri CD test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Seriler arasındaki yatay kesit bağımlılığı sonuçları Tablo 4.46’da verilmiştir. Her iki serisinde yatay kesit bağımlılığı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle kullanılması gereken panel birim kök testinin ikinci nesil olması gerekmektedir. Panel genelindeki yatay kesit bağımlılığı testinde alternatif hipotez kabul edilmiştir. Yatay kesit bağımlılığı olmasından dolayı, panel eşbütünleşme testinin de ikinci nesil olması gerekmektedir.

<sup>10</sup> Çalışmaya alınan OECD Dışı Ülkeler: Arjantin, Arnavutluk, Bahreyn, Bangladeş, Barbados, Belize, Bhutan, Birleşik Arap Emirlikleri, Bolivya, Botswana, Brezilya, Brunei, Bulgaristan, Burkina Faso, Burundi, Çad, Cezayir, Çin, Dominik Cumhuriyeti, Dominika, Ekvator, Ekvator Ginesi, El Salvador, Endonezya, Fas, Fiji, Filipinler, Gabon, Gambiya, Gine-Bissau, Grenada, Guatemala, Güney Afrika, Güney Kıbrıs Rum Yönetimi, Hindistan, Honduras, Hong Kong, Irak, Kamerun, Kenya, Kiribati, Kolombiya, Komoros, Kongo Cumhuriyeti, Kongo Demokratik Cumhuriyeti, Kosta Rika, Lesotho, Liberya, Madagaskar, Malavi, Malezya, Mali, Malta, Mauritius, Mısır, Moritanya, Mozambik, Nepal, Nijer, Nijerya, Nikaragua, Pakistan, Papua Yeni Gine, Paraguay, Peru, Romanya, Senegal, Seyşeller, Sierra Leone, Singapur, Sri Lanka, Sudan, Suudi Arabistan, Svaziland, Tayland, Togo, Trinidad ve Tobago, Tunus, Umman, Ürdün, Uruguay, Vanuatu, Venezuela, Zambiya ve Zimbabve olmak üzere 85 ülkedir.

#### 4.5.2.2. CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

OECD dışı 85 ülkenin ekonomik büyüme ve toplam enerji tüketimi serilerinde yatay kesit bağımlılığı olduğu Tablo 4.46'da ifade edilmiştir. Bu nedenle kullanılması gereken panel birim kök testinin ikinci nesil panel birim kök testi olması gerekmektedir. Aşağıda ikinci nesil panel birim kök testi olan CIPS Birim Kök Testi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4.47.** OECD Dışı Ülkeler için CIPS Birim Kök Testi Sonuçları (Sabitli)

	LGDP	LTET	$\Delta$ LGDP	$\Delta$ LTET
	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği	Test İstatistiği
CIPS	-2,010	-1,998	-3,468***	-3,849***

**Not:** CIPS için kritik tablo değerleri N=85 T=33 için sabitlide sf. 280 IIb'de %1'de -2,17 ve %5'te -2,07'dir. Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak alınmıştır ve optimal gecikme uzunlukları, Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5'te anlam düzeyini ifade etmektedir.

Ekonomik büyüme ve toplam enerji tüketimi CIPS istatistiğinin düzeyde birim kök içerdiği Tablo 4.47'de görülmektedir. Panel genelinde meydana gelebilecek şoklar, ekonomik büyümede veya toplam enerji tüketiminde kalıcı şoklar oluşturabilecektir. Seriler birinci farkı alındığında durağan hale gelmiştir.

#### 4.5.2.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Homojenliği Testi Sonuçları

Paneli oluşturan yatay kesitlere ait eşbütünleşme denklemindeki eğim katsayılarının homojen veya heterojen olması seçilecek eşbütünleşme testini etkileyecektir.

**Tablo 4.48.** OECD Dışı Ülkeler için Homojenlik Testi Sonuçları

	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
$\tilde{\Delta}$	79,919	0,000
$\tilde{\Delta}_{adj}$	83,697	0,000

Tablo 4'te hesaplanan testlerin olasılık değerleri 0.05'ten küçük olduğu için alternatif hipotez kabul edilmiştir. Eşbütünleşme denkleminde eğim katsayılarının heterojen olduğuna karar verilmiştir (Tablo 4.48).

#### 4.5.2.4. Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Panelde yatay kesit bağımlılığı olması (Tablo 4.46) yapılması gereken panel eşbütünleşme testinin seçiminde önemli bir etkiye sahip olmaktadır. Yatay kesit bağımlılığı olmasından dolayı panel eşbütünleşme testinin ikinci nesil olması gerekmektedir. Aşağıda ikinci nesil panel eşbütünleşme testi olan Durbin-H Eşbütünleşme Testi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4.49.** OECD Dışı Ülkeler için Durbin-H Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Testler	Panel
<b>Durbin-H Grup İstatistiği</b>	12,418 [0,000]
<b>Durbin-H Panel İstatistiği</b>	2,678 [0,004]

**Not:** Tablo değerleri test istatistiklerini, parantez içerisi olasılık değerlerini vermektedir.

Tablo 4.49’da Durbin-H Grup İstatistiği ve Durbin-H Panel İstatistiği sonuçları verilmiştir. Eşbütünleşme analizine ilişkin her iki istatistik sonucuna göre, ekonomik büyüme ve toplam enerji tüketimi değişkenlerinin uzun dönemde ortak bir yönetime sahip olduklarını başka bir ifade ile eşbütünleşik olduklarını güçlü şekilde desteklemektedir.

#### 4.5.2.5. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi

Seriler arasındaki uzun dönemli ilişki Panel CCE yöntemiyle tahmin edilmiştir ve ortaya çıkan sonuçlar Tablo 4.50’de sunulmuştur.

**Tablo 4.50.** OECD Dışı Ülkeler için Eşbütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları

1980-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı		
PANEL	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
	0,272***	6,74
1990-2012 Dönemi için Eşbütünleşme Katsayısı		
PANEL	Eşbütünleşme Katsayısı	Test İstatistiği
	0,222***	5,48

**Not:** \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10’da anlam düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 4.50’de OECD dışı ülkeler için eşbütünleşme katsayı tahmin sonuçları sunulmaktadır. Panel CCE analizi 1980-2012 ve 1990-2012 dönemi olmak üzere iki farklı dönem için yapılmıştır. 1980-2012 dönemi için yapılan analizde esneklik katsayısı 0,272 olarak elde edilmiştir ve test istatistiği %1 düzeyinde anlamlıdır. İkinci analiz 1990-2012 dönemini kapsamaktadır ve esneklik katsayısı 0,222 olarak

bulunmuştur, test istatistiği ise %1 düzeyinde anlamlıdır. Her iki dönem içinde elde edilen bulgular beklentilerimizle ve Huang vd. (2008), Lee ve Chang (2008), Eggoh (2011), Farhani ve Rejeb (2012), Arouri vd. (2012), Omri (2013) ve Rezitis ve Ahammad (2015) ile uyumludur.



**Tablo 4.51. OECD Ülkelerindeki Enerji Kaynakları ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki**

Doğalgaz Tüketimi-Ekonomik Büyüme			Elektrik Tüketimi-Ekonomik Büyüme			Petrol Tüketimi-Ekonomik Büyüme			Yenilenebilir Enerji Tüketimi-Ekonomik Büyüme			Toplam Enerji Tüketimi-Ekonomik Büyüme		
1982-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1980-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1980-2013 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1980-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1980-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı		
	Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği
PANEL	0,062**	1,92	PANEL	0,415***	4,36	PANEL	0,279***	5,24	PANEL	0,017	0,57	PANEL	0,391***	4,45
1990-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1990-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1990-2013 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1990-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1990-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı		
	Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği
PANEL	0,096**	2,23	PANEL	0,337***	15,02	PANEL	0,338***	5,83	PANEL	0,446**	2,22	PANEL	0,434***	5,20

**Not:** \*\*\*:%1 , \*\*:%5, \*:%10 anlam düzeyini ifade etmektedir. Test istatistiği 2,32'den büyükse %1, 1,65'ten büyükse %5 ve 1,28'den büyükse %10'da anlamlıdır.

**Tablo 4.52. OECD Dışı Ülkelerdeki Enerji Kaynakları ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki**

Doğalgaz Tüketimi-Ekonomik Büyüme			Elektrik Tüketimi-Ekonomik Büyüme			Petrol Tüketimi-Ekonomik Büyüme			Yenilenebilir Enerji Tüketimi-Ekonomik Büyüme			Toplam Enerji Tüketimi-Ekonomik Büyüme		
1982-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1980-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1980-2013 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1980-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1980-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı		
	Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği
PANEL	0,134**	2,18	PANEL	0,276***	7,66	PANEL	0,169***	4,44	PANEL	0,050*	1,41	PANEL	0,272***	6,74
1990-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1990-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1990-2013 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1990-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı			1990-2012 Dönemi için Eşbütünlüşme Katsayısı		
	Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği		Eşbütünlüşme Katsayısı	Test İstatistiği
PANEL	0,079***	6,05	PANEL	0,249***	6,47	PANEL	0,223***	4,50	PANEL	0,065**	1,72	PANEL	0,222***	5,48

**Not:** \*\*\*:%1 , \*\*:%5, \*:%10 anlam düzeyini ifade etmektedir. Test istatistiği 2,32'den büyükse %1, 1,65'ten büyükse %5 ve 1,28'den büyükse %10'da anlamlıdır.

Tablo 4.51’de OECD ülkelerindeki beş farklı enerji kaynağı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Beş farklı enerji kaynağı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki iki farklı dönem için eşbütünleşme tahmincisi kullanılarak analiz edilmiştir. Doğalgaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1982-2012 dönemi ve 1990-2012 dönemi için analiz edilmiştir. Elde edilen bulgularda, esneklik katsayısı her iki dönem için %5 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1980-2012 dönemi ve 1990-2012 dönemi için ayrı ayrı analiz edilmiştir. Her iki dönemde de eşbütünleşme katsayısı %1 anlam düzeyinde anlamlıdır. Petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1980-2013 dönemi ve 1990-2013 dönemi için analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda test istatistiğinin her iki dönem içinde %1 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye etkisi 1980-2012 dönemi ve 1990-2012 dönemi için ampirik olarak incelenmiştir. 1980-2012 döneminde eşbütünleşme katsayısının test istatistiği istatistiki olarak anlamlı değildir. 1990-2012 dönemi için yapılan analiz sonucunda esneklik katsayısının anlamlı olduğu görülmektedir. Test istatistiğinin 1980-2012 döneminde anlamsız çıkmasına karşılık 1990-2012 döneminde anlamlı çıkmasının sebepleri arasında, yenilenebilir enerjinin 1990 sonrasında daha yaygın hale gelmesi, ülkelerin bu enerji çeşidine yönelmesi, 1980-1990 arasındaki verilerin yeterince güvenilir olmaması gösterilebilir. Toplam enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1980-2012 dönemi ve 1990-2012 dönemi için incelenmiştir ve elde edilen bulgularda her iki dönemde de eşbütünleşme katsayısının anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

OECD dışı ülkelerdeki beş farklı enerji kaynağı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Tablo 4.52’de gösterilmektedir. Doğalgaz tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi 1982-2012 dönemi ve 1990-2012 dönemleri için ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir. 1982-2012 döneminde eşbütünleşme katsayısı %5 düzeyinde anlamlı çıkmasına rağmen 1990-2012 döneminde %1 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Böylece 1990-2012 döneminin daha güvenilir sonuç verdiği söz edilebilir. Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkisinin 1980-2012 dönemi ve 1990-2012 dönemi için ampirik analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgularda her iki dönemde de %1 düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1980-2013 dönemi ve 1990-2013 dönemi için analiz edilmiştir. Elde edilen eşbütünleşme katsayılarının %1 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki

ilişki 1980-2012 dönemi ve 1990-2012 dönemi için incelenmiştir. Eşbütünleşme katsayısı 1980-2012 döneminde %10 düzeyinde anlamlı çıkmasına karşılık 1990-2012 döneminde %5 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Bu nedenle, 1990-2012 döneminde elde edilen sonuçların daha güvenilir olduğundan söz edilebilir. Toplam enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi 1980-2012 ve 1990-2012 dönemi için ayrı ayrı analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda her iki dönemde de eşbütünleşme katsayısı %1 düzeyinde anlamlıdır.



## SONUÇ ve ÖNERİLER

Enerji, ülkelerin gelişmişlik ve kalkınmışlık seviyesini belirleyen en önemli etkenlerden birisidir. Bir ülkenin tarımında, sanayisinde veya turizmde belirleyici rolü enerji almaktadır. Enerjinin sosyoekonomik alanda bu denli önemli rol oynaması, enerjinin stratejik rolünü artırmaktadır.

Enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenemeyen enerji kaynakları olmak üzere sınıflandırılmıştır. Dünya ekonomilerinin enerjiye olan ihtiyaçlarının büyük bir kısmı yenilenemeyen enerji kaynakları ile temin edilebilmektedir. Dünyadaki yenilenemeyen enerji kaynakları hızlı bir biçimde tükenmektedir.

Günümüz dünyasında ülkelerin politikaları enerji üzerine kurulmaktadır. Enerjiye olan talebi daha fazla olan gelişmiş ülkelerin, dünya enerji piyasasında daha etkin rol oynaması kaçınılmaz bir gerçektir. Geçmişte ve günümüzde enerji savaşlarının ortaya çıkması, dünyadaki enerji kaynaklarının önemini vurgulamaktadır. Ülkelerin azalan yenilenemeyen enerji kaynaklarına alternatif arayışları giderek artmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynakları doğada var olan ancak tüketildiği anda yerine yenisinin konulmasının çok uzun yıllar almasından dolayı yenilenemeyen olarak adlandırılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları olarak sınıflandırılan güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle enerji ve hidrolik enerjinin hem çevreyi az kirletmesi hem de tüketildikten sonra yenilenebilir olması sebebiyle kullanımını artmaktadır. Ülkelerin ve büyük şirketlerin bu enerji türlerine yaptıkları yatırımlar ile ilerleyen yıllarda dünya enerji piyasasında önemli bir rol oynayacağı beklenmektedir.

Enerjiye ihtiyaçlarının büyük kısmını ithal eden ülkelerin kendi enerji kaynaklarını tedarik edebilmesi gerekmektedir. Bir ülkenin rezervlerinde yenilenemeyen enerji kaynaklarının yeterince olmaması o ülkenin uluslararası arenada rekabet edebilirliğini azaltmaktadır. Aynı zamanda politik sorunların ülke içi



üretim ve hizmet sektörlerine ciddi darbe vurabilme ihtimali artmaktadır. Bu nedenle kendi enerji kaynaklarını oluşturması gerekmektedir. Yenilenebilir enerjiye yapacağı yatırımlar neticesinde diğer ülkeler ile rekabet edebilirliği kolaylaşacaktır.

Enerji verimliliği, dünyada birçok ülkenin gündemindedir. Enerji verimliliğinin artırmak için yeni uygulamalar ile birlikte teknolojiye büyük önem verilmektedir. Enerji verimliliğinin artırılması ile birlikte çevreye olumsuz etki azalacak, kaynaklar daha az kullanılacak ve enerjiyi ithal eden ülkelerin cari açığı azalacaktır. Bunun içinde enerjiyi yoğun kullanan sektörlerin uyumlu çalışması gerekmektedir. İnsanların bu anlamda bilinçlendirilerek daha duyarlı hale getirilmesi sağlanmalıdır.

Türkiye'nin ekonomik anlamda büyümesi ve gelişmesi için enerji önemli bir rol oynamaktadır. Ancak enerji tüketiminin artması bazı çevresel sorunlar getirebilmektedir. Türkiye'de 2009 yılında Kyoto protokolünün yasalaşması ile birlikte, fosil yakıtların kullanımına sınır getirilmiştir ve ilerleyen yıllarda çevresel problemlerin ülkemize ek yük getirmesine neden olabilecektir. Bu sorunla karşılaşmamak için yerli alternatif enerji kaynaklarına yönelmemiz gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarında Türkiye, birçok ülkeye göre avantajlı konumdadır. Türkiye'nin güneş potansiyeli çok yüksek düzeydedir ve yapılacak yatırımların uzun dönemde getirisi çok fazla olacaktır. Gelişmiş bazı ülkelerin güneş potansiyeli Türkiye kadar olmamasına rağmen, yaptıkları yatırımlar neticesinde güneşten yararlanmaları çok daha fazladır. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelini kullanamamasının en önemli sebebi güneş enerjisi teknolojisinin çok pahalı olmasından dolayıdır. Türkiye bir diğer yenilenebilir enerji kaynağı olan hidrolik enerjide coğrafi olarak çok avantajlıdır. Hidrolik enerjiye yapılacak yatırımların çok kısa zamanda geri dönüşümü olması, bu enerji kaynağının önemini artırmaktadır. Uzun yıllardır kullanılan hidrolik enerjinin Türkiye ekonomisine çok ciddi katkısı olmuştur. Ancak hidrolik enerji potansiyelinin önemli bir kısmı hala kullanılamamaktadır. Geliştirilecek yeni politikalar ve yatırımlar ile elde edilecek enerji, dışa bağımlılığımızı azaltacaktır. Hidrolik enerji gibi temiz ve yenilenebilir enerji çeşidi olan rüzgar enerjisi potansiyeli Türkiye'de oldukça yüksektir. Uygun yerlere kurulacak rüzgar türbinleri, ucuz enerji sağlayabilecektir. Ancak Türkiye'de rüzgar enerjisi kullanımı oldukça kısıtlıdır. Bunun da sebebi rüzgar türbinlerini kendimiz üretmediğimizden çok pahalıya ithal etmemiz ve bakımlarına gerekli önemi vermediğimizdendir. Rüzgar enerjisi üretimini daha fazla yaygın hale getirmemiz

gerekmektedir. Uygulanacak devlet teşvikleri ile rüzgar enerjisine yapılacak özel yatırımlar artacaktır.

Literatürde, toplam enerji tüketimi ile ekonomik büyümeyi inceleyen çalışmaların yoğunlukta olduğu gözlenmektedir. Enerji tüketiminin ülkelerin stratejik politikaları açısından öneminin giderek artması, bu alana olan araştırmalarında artmasına neden olmuştur. Özellikle 1970'li yılların sonlarından itibaren bu alana olan ilgi artmıştır. Son yıllarda geliştirilen ekonomik ve ekonometrik teknikler ile daha çeşitli ve özgün çalışmalar elde edilebilmektedir. Yapılan çalışmalar sonucu, birbiri ile tutarlı olan sonuçların ortaya çıkabildiği gibi, tutarsız sonuçlarda çıkabilmektedir.

Bu çalışmada, beş farklı enerji kaynağının (doğalgaz, elektrik, petrol, yenilenebilir enerji ve toplam enerji) ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu amaçla beş farklı model kullanılmıştır. Bunlar; doğalgaz tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi, elektrik tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi, petrol tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi, yenilenebilir enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi ve toplam enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisidir.

Çalışmada enerji kaynakları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki OECD ülkeleri ve OECD dışı ülkeler olmak üzere incelenmiştir.

Yapılan analizlerde, ilk olarak panel birim kök testlerini ve eşbütünleşme testini belirlemek için yatay kesit bağımlılığının (cross-section dependence) sınanması gerekmektedir. Bu amaçla, Breusch-Pagan (1980)  $CDLM_1$  testi, Pesaran vd. (2004)  $CDLM_2$  testi ve Pesaran vd. (2008) Bias Adjusted CD yatay kesit bağımlılığı testleri kullanılmıştır. Yapılan analizlerde hem serilerde hem de eşbütünleşme denkleminde yatay kesit bağımlılığı söz konusudur. Bu nedenle ikinci nesil birim kök testi ve eşbütünleşme testi kullanılmıştır.

İkinci nesil birim kök testlerinden olan Pesaran CIPS (2007) testi yardımıyla serilerin durağanlıkları incelenmiştir. Serilerin düzeyde birim köklü olduğu, birinci farklarının alınması neticesinde durağan hale geldiği belirlenmiştir. Eşbütünleşme denklemlerindeki eğim katsayılarının homojen olup olmadığını belirlemiştir. Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen test yardımıyla beş modelde de eğim katsayılarının heterojen olduğu belirlenmiştir.

İkinci nesil eşbütünleşme testlerinden olan Westerlund (2008) Durbin-H eşbütünleşme testi yardımıyla beş model için uzun dönemli ilişki analiz edilmiştir. Elde edilen bulgularda, serilerin uzun dönemde birlikte hareket edeceği sonucuna ulaşılmıştır.

Eşbütünleşme ilişkisi bulunduğundan sonra uzun dönem eşbütünleşme katsayılarının tahmini Common Correlated Effect (CCE) ile incelenmiştir. Eşbütünleşme katsayıları her model için iki farklı dönem için tahmin edilmiştir.

Doğalgaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1982-2012 ile 1990-2012 dönemi için analiz edilmiştir. Hem OECD hem de OECD dışı ülkelerde eşbütünleşme katsayısının pozitif ve anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1980-2012 ile 1990-2012 dönemi için tahmin edilmiştir. OECD ülkeleri ve OECD dışı ülkeler için yapılan ayrı analizlerde, eşbütünleşme katsayıları pozitif ve %1 düzeyinde anlamlıdır.

OECD ülkeleri ve OECD dışı ülkeler için petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki tahmin ampirik olarak incelenmiştir. 1980-2013 ile 1990-2013 dönemleri için yapılan analiz sonuçlarında eşbütünleşme katsayılarının pozitif ve anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki OECD ülkeleri ve OECD dışı ülkeler için analiz edilmiştir. OECD ülkeleri için elde edilen eşbütünleşme katsayısı 1980-2012 dönemi için anlamsız çıkmasına rağmen, 1990-2012 dönemi için pozitif ve anlamlı çıkmıştır. Bununla birlikte sebepleri arasında, yenilenebilir enerjinin 1990 sonrasında daha popüler olması, ülkelerin bu enerji çeşidine yönelmesi, kullanımının artması, 1980-1990 arasındaki verilerin yeterince güvenilir olmaması gösterilebilir. OECD dışı ülkelerde ise eşbütünleşme katsayısı pozitif ve anlamlıdır.

Toplam enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki OECD ülkeleri ve OECD dışı ülkeler için analiz edilmiştir. 1980-2012 ve 1990-2012 dönemleri için yapılan analizler sonucunda eşbütünleşme katsayıları pozitif çıkmıştır ve %1 düzeyinde anlamlıdır.

Elde edilen bulgulara göre, OECD ülkeleri ve OECD dışı ülkeler için 1990 ve sonrası için yapılan eşbütünleşme katsayısı analizlerinin daha anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketiminin esneklik katsayısı (0,446) diğer enerji kaynaklarına göre daha fazla olarak tahmin edilmiştir. Böylece yenilenebilir enerji tüketiminin yaygınlaştırılması ve günlük hayata sokulmasıyla ekonomik büyümede istenilen seviyeye gelinebilecektir. Yenilenebilir enerjinin diğer enerji kaynaklarına göre daha önemli olmasının sebebi temiz ve ucuz olmasıdır.

Amirik analizin sonuçlarındanda görüleceği üzere yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyüme üzerinde daha etkilidir. Politika yapıcılarının bu tür enerji kaynaklarına yönelmesi gelişme ve kalkınma için daha etkin rol oynanmasına yol açacaktır. Özellikle gelişmiş ülkelerde daha fazla tüketilen yenilenebilir enerji, gelişmelerine ciddi oranda katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerin yenilenebilir enerji tüketimlerinin artması büyüme ve kalkınmasına önemli katkı sağlayacaktır.



## KAYNAKLAR

- Abbas, F. ve Choudhury, N. (2013). Electricity Consumption-Economic Growth Nexus: An Aggregated and Disaggregated Causality Analysis in India and Pakistan. *Journal of Policy Modeling*, 35(4):538-553.
- Abdoli, G., Gudarzi Farahani, Y. ve Dastan, S. (2015). Electricity Consumption and Economic Growth in OPEC Countries: A Cointegrated Panel Analysis. *OPEC Energy Review*, 39(1):1-16.
- Abosedra, S., Dah, A. ve Ghosh, S. (2009). Electricity Consumption And Economic Growth, The Case of Lebanon. *Applied Energy*, 86(4):429-432.
- Acaravci, A. ve Ozturk, I. (2010a). Electricity Consumption-Growth Nexus: Evidence from Panel Data for Transition Countries. *Energy Economics*, 32(3):604-608.
- Acaravci, A. ve Ozturk, I. (2010b). On The Relationship Between Energy Consumption, CO 2 Emissions and Economic Growth in Europe. *Energy*, 35(12):5412-5420.
- Acaravci, A., ve Ozturk, I. (2012). Electricity Consumption and Economic Growth Nexus: A Multivariate Analysis for Turkey. *Amfiteatru Economic*, 14(31):246-257.
- Adom, P. K., Bekoe, W. ve Akoena, S. K. K. (2012). Modelling Aggregate Domestic Electricity Demand in Ghana: An Autoregressive Distributed Lag Bounds Cointegration Approach. *Energy Policy*, 42:530-537.
- Ahamad, M. G. ve Islam, A. N. (2011). Electricity Consumption and Economic Growth Nexus in Bangladesh: Revisited Evidences. *Energy Policy*, 39(10):6145-6150.
- Akarca, A.T. ve Long, T.V. (1980). On the Relationship Between Energy and GNP: A Reexamination. *Journal Energy Development*, 5(2):326-331.
- Akay, E. Ç., Abdieva, A. P. D. 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 2015*: 628-636.
- Akbaş, Y. E. ve Şentürk, M. (2013). Mena Ülkelerinde Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Karşılıklı İlişkinin Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (41):45-67.
- Akinlo, A. E. (2009). Electricity Consumption and Economic Growth in Nigeria: Evidence from Cointegration and Co-Feature Analysis. *Journal of Policy Modeling*, 31(5):681-693.
- Aktas, C. ve Yilmaz, V. (2008). Causal Relationship Between Oil Consumption and Economic Growth in Turkey, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15: 45-55.
- Alam, M. S. ve Paramati, S. R. (2015). Do Oil Consumption and Economic Growth Intensify Environmental Degradation? Evidence from Developing Economies. *Applied Economics*, 47(48):5186-5203.
- Alinsato, A. S. (2009). Electricity Consumption and GDP in an Electricity Community: Evidence from Bound Testing Cointegration and Granger-Causality Tests. *Munich Personal Research Archive 2009; Working Paper No.20816*.
- Al-mulali, U. (2011). Oil consumption, CO 2 Emission and Economic Growth in MENA Countries. *Energy*, 36(10):6165-6171.
- Al-mulali, U., Fereidouni, H. G., Lee, J. Y. ve Sab, C. N. B. C. (2013). Examining The Bi-Directional Long Run Relationship between Renewable Energy Consumption and GDP Growth. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22:209-222.
- Al-mulali, U., Fereidouni, H. G. ve Lee, J. Y. (2014). Electricity Consumption from Renewable and Non-Renewable Sources and Economic Growth: Evidence from Latin American Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (30):290-298.
- Alshehry, A. S. ve Belloumi, M. (2015). Energy Consumption, Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: The Case of Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41:237-247.
- Altıntaş, H. ve Mercan, M. (2015). Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: G-11 Ülkeleri Örneğinde Panel Eşbütünleşme ve Nedensellik Uygulaması. *TISK Academy/TISK Akademi*, 10(20):318-347

- Altınay, G. ve Karagöl, E. (2005). Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey. *Energy Economics*, 27(6):849-856.
- Ang, J. B. (2008). Economic Development, Pollutant Emissions and Energy Consumption in Malaysia. *Journal of Policy Modeling*, 30(2):271-278.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2010a). Natural Gas Consumption and Economic Growth: A Panel Investigation of 67 Countries. *Applied Energy*, 87(8):2759-2763.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2010b). Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from A Panel of OECD Countries. *Energy Policy*, 38(1):656-660.
- Apergis, N., Payne, J. E., Menyah, K. ve Wolde-Rufael, Y. (2010). On The Causal Dynamics between Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy, and Economic Growth. *Ecological Economics*, 69(11):2255-2260.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2011a). A Dynamic Panel Study of Economic Development and The Electricity Consumption-Growth Nexus. *Energy Economics*, 33(5):770-781.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2011b). The Renewable Energy Consumption–Growth Nexus in Central America. *Applied Energy*, 88(1):343-347.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2012). The Electricity Consumption-Growth Nexus: Renewable Versus Non-Renewable Electricity in Central America. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 7(4):423-431.
- Aqeel, A. ve Butt, M. S. (2001). The Relationship between Energy Consumption and Economic Growth in Pakistan. *Asia-Pacific Development Journal*, 8(2):101-110.
- Arouri, M. E. H., Youssef, A. B., M'henni, H. ve Rault, C. (2012). Energy Consumption, Economic Growth and CO<sub>2</sub> Emissions in Middle East and North African Countries. *Energy Policy*, 45:342-349.
- Asafu-Adjaye, J. (2000). The relationship between Energy Consumption, Energy Prices and Economic Growth: Time Series Evidence from Asian Developing Countries. *Energy Economics*, 22(6):615-625.
- Balitskiy, S., Bilan, Y., Strielkowski, W. ve Štreimikienė, D. (2016). Energy Efficiency and Natural Gas Consumption in The Context of Economic Development in the European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55:156-168.

- Bayar, Y. ve Özel, H. A. (2014). Electricity Consumption and Economic Growth in Emerging Economies. *Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology*, 4(2):411-419.
- Bayraç, H. N. (2005). Uluslararası Petrol Piyasasının Ekonomik Analizi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 42(499):6-20.
- Bayraç, H. N. (2011). Küresel Rüzgar Enerjisi Politikaları ve Uygulamaları, *Uludağ Üniversitesi, İİBF Dergisi*, XXX (1):37-57.
- Bayraktutan, Y., Uçak S. ve Bıcıl, İ.M. (2012). Yükselen Piyasalarda Elektrik Tüketimi-Büyüme İlişkisi: Nedensellik Analizi, *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(1):241-254.
- Begum, R. A., Sohag, K., Abdullah, S. M. S. ve Jaafar, M. (2015). CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, Economic and Population Growth in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41:594-601.
- Behmiri, N. B. ve Manso, J. R. P. (2012). Crude Oil Conservation Policy Hypothesis in OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) Countries: A Multivariate Panel Granger Causality Test. *Energy*, 43(1):253-260.
- Behmiri, N. B. ve Manso, J. R. P. (2013). How Crude Oil Consumption Impacts on Economic Growth of Sub-Saharan Africa?. *Energy*, 54:74-83.
- Behmiri, N. B. ve Manso, J. R. P. (2014). The Linkage between Crude Oil Consumption and Economic Growth in Latin America: The Panel Framework Investigations for Multiple Regions. *Energy*, 72:233-241.
- Bélaïd, F. ve Abderrahmani, F. (2013). Electricity Consumption and Economic Growth in Algeria: A Multivariate Causality Analysis in The Presence of Structural Change. *Energy Policy*, 55:286-295.
- Beşergil, B. (2007). *Hampetrolde Petrokimyasallara*. Gazi Kitabevi, Ankara.
- 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*, 162:733-741.
- Bhusal, T. P. (2012). Econometric Analysis of Oil Consumption and Economic Growth in Nepal. *Economic Journal of Development Issues*, 11:135-143.
- Bildirici, M. E. ve Kayıkcı, F. (2012). Economic Growth and Electricity Consumption in Former Soviet Republics. *Energy Economics*, 34(3):747-753.



- Bildirici, M. E. (2013). The Analysis of Relationship Between Economic Growth and Electricity Consumption in Africa by ARDL Method. *Energy Economics Letters*, 1(1):1-14.
- Bildirici, M. E. ve Kayıkçı, F. (2013). Effects of Oil Production on Economic Growth in Eurasian Countries: Panel ARDL Approach. *Energy*, 49:156-161.
- Bildirici, M. E. ve Bakirtas, T. (2014). The Relationship Among Oil, Natural Gas and Coal Consumption and Economic Growth in BRICTS (Brazil, Russian, India, China, Turkey and South Africa) Countries. *Energy*, 65:134-144.
- Bilgili, F., Koçak, E. ve Bulut, Ü. (2016). The Dynamic Impact of Renewable Energy Consumption on CO<sub>2</sub> Emissions: A Revisited Environmental Kuznets Curve Approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54:838-845.
- Bloch, H., Rafiq, S. ve Salim, R. (2015). Economic Growth with Coal, Oil and Renewable Energy Consumption in China: Prospects for Fuel Substitution. *Economic Modelling*, 44:104-115.
- Bowden, N. ve Payne, J. E. (2010). Sectoral Analysis of the Causal Relationship between Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Real Output in the US. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 5(4):400-408.
- Breusch, T. S. ve Pagan, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1):239-253.
- Ceylan, R. ve Başer, S., (2014). Türkiye’de Petrol Tüketimi ile Reel GSYİH Arasındaki Uzun Dönem İlişkinin Johansen Eşbütünleşme Yöntemi ile Analiz Edilmesi, *İşletme ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(2):47-60.
- Chandran, V. G. R., Sharma, S. ve Madhavan, K. (2010). Electricity Consumption–Growth Nexus: The Case of Malaysia. *Energy Policy*, 38(1):606-612.
- Chang, T., Gadinabokao, O. A., Gupta, R., Inglesi–Lotz, R., Kanniah, P. ve Simo–Kengne, B. D. (2014). Panel Granger Causality Between Oil Consumption and GDP: Evidence from BRICS Countries. *International Journal of Sustainable Economy*, 7(1):30-41.
- Chen, S-T, Kuo H-I ve Chen. C-C. (2007). The Relationship between GDP and Electricity Consumption in 10 Asian Countries. *Energy Policy*, 35(4):2611–2621.

- Chiou-Wei, S. Z., Chen, C. F. ve Zhu, Z. (2008). Economic Growth and Energy Consumption Revisited—Evidence from Linear And Nonlinear Granger Causality. *Energy Economics*, 30(6):3063-3076.
- Cho, S., Heo, E. ve Kim, J. (2015). Causal Relationship Between Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Comparison between Developed and Less-Developed Countries. *Geosystem Engineering*, 18(6):284-291.
- Chontanawat, J. (2008). Modelling Causality between Electricity Consumption and Economic Growth in Asian Developing Countries. *Conference Paper presented at the 2nd IAEE Asian Conference*, Perth, Australia.
- Chontanawat, J., Hunt, L. C. ve Pierse, R. (2008). Does Energy Consumption Cause Economic Growth?: Evidence from a Systematic Study of Over 100 countries. *Journal of Policy Modeling*, 30(2):209-220.
- Chu, H. P. (2012). Oil Consumption and Output: What Causes What? Bootstrap Panel Causality for 49 Countries. *Energy Policy*, 51:907-915.
- Chu, H. P. ve Chang, T. (2012). Nuclear Energy Consumption, Oil Consumption and Economic Growth in G-6 Countries: Bootstrap Panel Causality Test. *Energy Policy*, 48:762-769.
- Ciarreta, A. ve Zarraga, A. (2010). Economic Growth-Electricity Consumption Causality in 12 European Countries: A Dynamic Panel Data Approach. *Energy Policy*, 38(7):3790-3796.
- Clement, I. A. U. (2010). Cointegration and Causality Relationship between Energy Consumption and Economic Growth: Further Empirical Evidence for Nigeria. *Journal of Business Economics and Management*, 15:97-111.
- Cowan, W. N., Chang, T., Inglesi-Lotz, R. ve Gupta, R. (2014). The Nexus of Electricity Consumption, Economic Growth and CO<sub>2</sub> Emissions in the BRICS Countries. *Energy Policy*, 66:359-368.
- 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.
- Eggoh, J. C., Bangaké, C. ve Rault, C. (2011). Energy Consumption and Economic Growth Revisited in African countries. *Energy Policy*, 39(11):7408-7421.
- EPDK-Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (2014). Doğal Gaz Piyasası 2014 Yılı Sektör Raporu. [www.epdk.org.tr/TR/Dokuman/2500](http://www.epdk.org.tr/TR/Dokuman/2500), (12.04.2016).

- Ergün, S. ve Polat, M. A. (2015). OECD Ülkelerinde CO2 Emisyonu, Elektrik Tüketimi ve Büyüme İlişkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (45):115-141.
- ETKB. (2012). Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler, *Enerji İşleri Genel Müdürlüğü*, Yayın No:1.
- Fanchi, J. R. ve Fanchi, C. J. (2005). *Energy in the 21st Century*. Hackensack, NJ: World scientific.
- Fang, Y. (2011). Economic Welfare Impacts from Renewable Energy Consumption: the China Experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9):5120-5128.
- Farhani, S. ve Ben Rejeb, J. (2012). Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions: Evidence from Panel Data for MENA Region. *International Journal of Energy Economics and Policy (IJEEP)*, 2(2):71-81.
- Farhani, S. ve Shahbaz, M. (2014). What Role of Renewable and Non-Renewable Electricity Consumption and Output is Needed to Initially Mitigate CO<sub>2</sub> Emissions in MENA Region?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40: 80-90.
- Fei, L., Dong, S., Xue, L., Liang, Q. ve Yang, W. (2011). Energy Consumption-Economic Growth Relationship and Carbon Dioxide Emissions in China. *Energy policy*, 39(2):568-574.
- Fei, Q. ve Rasiah, R. (2014). Electricity Consumption, Technological Innovation, Economic Growth and Energy Prices: Does Energy Export Dependency and Development Levels Matter?. *Energy Procedia*, 61:1142-1145.
- Ferguson, R., Wilkinson, W. ve Hill, R. (2000). Electricity Use and Economic Development. *Energy Policy*, 28(13):923-934.
- Gao, J. ve Zhang, L. (2014). Electricity Consumption–Economic Growth–CO<sub>2</sub> Emissions Nexus in Sub-Saharan Africa: Evidence from Panel Cointegration. *African Development Review*, 26(2):359-371.
- Gately, D., Al-Yousef, N. ve Al-Sheikh, H. M. (2012). The Rapid Growth of Domestic Oil Consumption in Saudi Arabia and The Opportunity Cost of Oil Exports Foregone. *Energy Policy*, 47:57-68.
- Gately, D., Al-Yousef, N. ve Al-Sheikh, H. M. (2013). The Rapid Growth of OPEC' s Domestic Oil Consumption. *Energy Policy*, 62:844-859.

- Ghosh, S. (2002). Electricity Consumption and Economic Growth in India. *Energy Policy*, 30(2), 125-129.
- Ghosh, S. (2009). Import Demand of Crude Oil and Economic Growth: Evidence From India. *Energy Policy*, 37(2):699-702.
- Gökdemir, M., Kömürcü, M. İ. ve Ulaş, E. T. (2012). Türkiye’de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış. *TMH*, 471(1):18-26.
- Granger, C. W. ve Newbold, P. (1974). Spurious Regressions in Econometrics. *Journal of Econometrics*, 2(2):111-120.
- Gurgul, H. ve Lach, Ł. (2012). The Electricity Consumption Versus Economic Growth of the Polish Economy. *Energy Economics*, 34(2):500-510.
- Güvenek, B. ve Alptekin, V. (2010). Enerji Tüketimi ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine İlişkin Bir Panel Veri Analizi. *Enerji, Piyasa ve Düzenleme*, 1(2):172-193.
- Hacker, R. S. ve Hatemi-J, A. (2006). Tests for Causality between Integrated Variables Using Asymptotic and Bootstrap Distributions: Theory and Application. *Applied Economics*, 38(13):1489-1500.
- Hakan, K. (2009). Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Dünya Piyasalarındaki Son Gelişmeler ve Politikalar. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (33):207-223.
- Haktanır, D. (2002). Rüzgâr Enerjisi Geleceğin Enerji Kaynağı Olabilir Mi?. *Lefkoşa 2020 Sempozyumu LTB-YDÜ*, Lefkoşa
- Halkos, G. E. ve Tzeremes, N. G. (2011). Oil Consumption and Economic Efficiency: A Comparative Analysis of Advanced, Developing and Emerging Economies. *Ecological Economics*, 70(7):1354-1362.
- Hamdi, H., Sbia, R. ve Shahbaz, M. (2014). The Nexus between Electricity Consumption and Economic Growth in Bahrain. *Economic Modelling*, 38:227-237.
- Haseeb, M. ve Azam, M. (2015). Energy Consumption, Economic Growth and CO<sub>2</sub> Emission Nexus in Pakistan. *Asian Journal of Applied Sciences*, 8:27-36.
- Heidari, H., Katircioğlu, S. T. ve Saeidpour, L. (2015). Economic Growth, CO<sub>2</sub> Emissions, and Energy Consumption in the Five ASEAN Countries. *International Journal of Electrical Power ve Energy Systems*, 64:785-791.

- Herzer, D. (2014). Unions and income inequality: a heterogeneous panel cointegration and causality analysis (No. 146). Diskussionspapier, *Helmut-Schmidt-Universität, Fächergruppe Volkswirtschaftslehre*.
- Ho, C. Y. ve Siu, K. W. (2007). A Dynamic Equilibrium of Electricity Consumption and GDP in Hong Kong: an Empirical Investigation. *Energy Policy*, 35(4):2507-2513.
- Holtz-Eakin, D., Newey, W. ve Rosen, H. S. (1988). Estimating Vector Auto Regressions with Panel Data. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 56:1371-1395.
- Hossain, M. S. (2011). Panel Estimation for CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Trade Openness and Urbanization of Newly Industrialized Countries. *Energy Policy*, 39(11):6991-6999.
- Hossain, M. S. ve Saeki, C. (2012). A Dynamic Causality Study between Electricity Consumption and Economic Growth for Global Panel: Evidence from 76 Countries. *Asian Economic and Financial Review*, 2(1):1-13.
- Hu, J. L. ve Lin, C. H. (2008). Disaggregated Energy Consumption and GDP in Taiwan: a Threshold Co-Integration Analysis. *Energy Economics*, 30(5):2342-2358.
- Huang, B. N., Hwang, M. J. ve Yang, C. W. (2008). Causal Relationship between Energy Consumption and GDP Growth Revisited: a Dynamic Panel Data Approach. *Ecological economics*, 67(1):41-54.
- Im, K. S., Pesaran, M. H. Ve Shin, Y. (2003). Testing for Unitroots in Heterogeneous Panels. *Journal of Econometrics*, 115(1):53-74.
- Inglesi-Lotz, R. (2015). The Impact of Renewable Energy Consumption to Economic Growth: A Panel Data Application. *Energy Economics*, 53:58-63
- International Atomic Energy Agency. (2015). Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period Up to 2050. *International Atomic Energy Agency Vienna*.
- Ishida, H. (2013). Causal Relationship between Fossil Fuel Consumption and Economic Growth in Japan: A Multivariate Approach. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3(2):127-136.
- Iyke, B. N. (2015). Electricity Consumption and Economic Growth in Nigeria: A Revisit of the Energy-Growth Debate. *Energy Economics*, 51:166-176.

- Jebli, M. B. ve Youssef, S. B. (2015). Output, Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and International Trade: Evidence From a Panel of 69 Countries. *Renewable Energy*, 83:799-808.
- Jebli, M. B., Youssef, S. B. ve Ozturk, I. (2016). Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis: The Role of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Trade in OECD Countries. *Ecological Indicators*, 60:824-831.
- Jumbe, C. B. (2004). Cointegration and Causality between Electricity Consumption and GDP: Empirical Evidence from Malawi. *Energy Economics*, 26(1):61-68.
- Kaldellis, J. K. ve Zafirakis, D. (2011). The Wind Energy (r) Evolution: A Short Review of a Long History. *Renewable Energy*, 36(7):1887-1901.
- Kapusuzoğlu, A. ve Karan, M. B. (2010). Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi ile Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisinin Analizi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Çalışma, *Business and Economics Research Journal*, 1(3):57-68.
- Karagöl, E., Erbaykal, E. ve Ertuğrul, H. M. (2011). Türkiye'de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8(1):72-80.
- Karakaş, A. (2014). OECD VE OECD DİŞİ Ülkelerde Elektrik Tüketimi, Nüfus ve Gelir İlişkisi: 1990-2011 Dönemi için Bir Panel Veri Analizi. *Electronic Turkish Studies*, 9(2).
- Karanfil, F. ve Li, Y. (2015). Electricity Consumption and Economic Growth: Exploring Panel-Specific Differences. *Energy Policy*, 82:264-277.
- Karaosmanoğlu, F. (2006). "Biyoyakıt Teknolojisi ve İTÜ Araştırmaları", *ENKÜS 2006-İTÜ Enerji Çalıştayı ve Sergisi*, Bildiri Kitabı, İstanbul, ss.110-146.
- Kaya, M. ve Ercan, H. (2002). Türkiye'de ve Dünya'da bir LPG İncelemesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1):101-105.
- Kervankıran İ. (2012). Afyonkarahisar İlinde Jeotermal Enerji Kullanımı ve Sorunları. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 25:108-126.
- Khan, M. A. ve Ahmad, U. (2008). Energy Demand in Pakistan: A Disaggregate Analysis. *The Pakistan Development Review*, 437-455.
- Kim, Y. S. (2015). Electricity Consumption and Economic Development: Are Countries Converging to a Common Trend?. *Energy Economics*, 49:192-202.
- Koç, E. ve Şenel, M. C. (2013). Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu-Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 54(639):32-44.

- Kouakou, A. K. (2011). Economic Growth and Electricity Consumption in Cote d'Ivoire: Evidence From Time Series Analysis. *Energy Policy*, 39(6):3638-3644.
- Kraft, J. ve Kraft A. (1978). On The Relationship Between Energy and GNP, *Journal Energy Development*, 3:401- 403.
- Kum, H., Ocal, O. ve Aslan, A. (2012). The Relationship Among Natural Gas Energy Consumption, Capital and Economic Growth: Bootstrap-Corrected Causality Tests from G-7 Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5):2361-2365.
- Külekçi, Ö. C. (2009). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2):83-91.
- Larsson, R., Lyhagen, J. ve Löthgren, M. (2001). Likelihood-Based Cointegration Tests in Heterogeneous Panels. *Econometrics Journal*, 4:109–142.
- Lean, H. H. ve Smyth, R. (2010). CO<sub>2</sub> Emissions, Electricity Consumption and Output in ASEAN. *Applied Energy*, 87(6):1858-1864.
- Lee, C. C. ve Chang, C. P. (2008). Energy Consumption and Economic Growth in Asian Economies: A More Comprehensive Analysis Using Panel Data. *Resource and Energy Economics*, 30(1):50-65.
- Lee, C. C., Chang, C. P. ve Chen, P. F. (2008). Energy-Income Causality in OECD Countries Revisited: The Key Role of Capital Stock. *Energy Economics*, 30(5):2359-2373.
- Lim, H. J. ve Yoo, S. H. (2012). Natural Gas Consumption and Economic Growth in Korea: A Causality Analysis. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 7(2):169-176.
- Lin, B. ve Moubarak, M. (2014). Renewable Energy Consumption–Economic Growth Nexus for China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40:111-117.
- Lorde, T., Waithe, K. ve Francis, B. (2010). The Importance of Electrical Energy for Economic Growth in Barbados. *Energy Economics*, 32(6):1411-1420.
- Mahadevan, R. ve Asafu-Adjaye, J. (2007). Energy Consumption, Economic Growth and Prices: A Reassessment Using Panel VECM for Developed and Developing Countries. *Energy Policy*, 35(4):2481-2490.
- Makine Mühendisleri Odası (2006). Türkiye'nin Doğal Gaz Temin ve Tüketim Politikalarının Değerlendirilmesi Raporu. *Makine Mühendisleri Odası*, Ankara.

- Menegaki, A. N. (2011). Growth and Renewable Energy in Europe: A Random Effect Model with Evidence for Neutrality Hypothesis. *Energy Economics*, 33(2):257-263.
- Menegaki, A. N. (2013). Growth and Renewable Energy in Europe: Benchmarking with Data Envelopment Analysis. *Renewable Energy*, 60:363-369.
- Menyah, K. ve Wolde-Rufael, Y. (2010). CO<sub>2</sub> Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy and Economic Growth in the US. *Energy Policy*, 38(6):2911-2915.
- Michaelides, E. E. S. (2012). *Alternative Energy Sources*. Springer Science and Business Media.
- Mishra, V., Smyth, R. ve Sharma, S. (2009). The Energy-GDP Nexus: Evidence from a Panel of Pacific Island Countries. *Resource and Energy Economics*, 31(3):210-220.
- Mozumder, P. ve Marathe, A. (2007). Causality Relationship between Electricity Consumption and GDP in Bangladesh. *Energy policy*, 35(1):395-402.
- Murray, D. A. ve Nan, G. D. (1996). A Definition of the Gross Domestic Product-Electrification Interrelationship. *The Journal of Energy and Development*, 19(2):275-283.
- Mutascu, M., Shahbaz, M. ve Tiwari, A. K. (2011). Revisiting the Relationship between Electricity Consumption, Capital and Economic Growth: Cointegration and Causality Analysis in Romania. *MPRA Paper*, no:2933.
- Narayan, P. K. ve Smyth, R. (2005). Electricity Consumption, Employment and Real Income in Australia Evidence from Multivariate Granger Causality Tests. *Energy Policy*, 33(9):1109-1116.
- Narayan, P. K. ve Prasad, A. (2008). Electricity Consumption-Real GDP Causality Nexus: Evidence from a Bootstrapped Causality Test for 30 OECD Countries. *Energy Policy*, 36(2):910-918.
- Narayan, P. K., ve Smyth, R. (2008). Energy Consumption and Real GDP in G7 Countries: New Evidence From Panel Cointegration with Structural Breaks. *Energy Economics*, 30(5):2331-2341.
- Narayan, P. K. ve Smyth, R. (2009). Multivariate Granger Causality between Electricity Consumption, Exports and GDP: Evidence from a Panel of Middle Eastern Countries. *Energy Policy*, 37(1):229-236.
- Narayan, P. K. ve Wong, P. (2009). A Panel Data Analysis of the Determinants of Oil Consumption: The Case of Australia. *Applied Energy*, 86(12):2771-2775.



- Naser, H. (2015). Analysing the Long-Run Relationship among Oil Market, Nuclear Energy Consumption, and Economic Growth: An Evidence from Emerging Economies. *Energy*, 89:421-434.
- Nasiru, I., Usman, H. M. ve Saidu, A. M. (2014). Oil Consumption and Economic Growth: Evidence from Nigeria. *Bulletin of Energy Economics*, 2(4):106-112.
- Nazlioglu, S., Kayhan, S. ve Adiguzel, U. (2014). Electricity Consumption and Economic Growth in Turkey: Cointegration, Linear and Nonlinear Granger Causality. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 9(4):315-324.
- Niu, S., Jia, Y., Wang, W., He, R., Hu, L. ve Liu, Y. (2013). Electricity Consumption and Human Development Level: A Comparative Analysis Based on Panel Data for 50 Countries. *International Journal of Electrical Power ve Energy Systems*, 53:338-347.
- Niu, S., Jia, Y., Wang, W., He, R., Hu, L. ve Liu, Y. (2013). Electricity Consumption and Human Development Level: A Comparative Analysis Based on Panel Data for 50 Countries. *International Journal of Electrical Power ve Energy Systems*, (53):338-347.
- Ocal, O. ve Aslan, A. (2013). Renewable Energy Consumption–Economic Growth Nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28:494-499.
- Odhiambo, N. M. (2009). Energy Consumption and Economic Growth Nexus in Tanzania: An ARDL Bounds Testing Approach. *Energy Policy*, 37(2):617-622.
- Oğulata, R. T. ve Oğulata, S. N. (2002). Solar Energy Potential in Turkey. *Energy Sources*, 24(12), 1055-1064.
- Oh, W. ve Lee, K. (2004). Energy Consumption and Economic Growth in Korea: Testing The Causality Relation. *Journal of Policy Modeling*, 26(8):973-981.
- Ohler, A. ve Fetters, I. (2014). The Causal Relationship between Renewable Electricity Generation and GDP Growth: A Study of Energy Sources. *Energy Economics*, 43:125-139.
- Omri, A. (2013). CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption and Economic Growth Nexus in MENA Countries: Evidence from Simultaneous Equations Models. *Energy Economics*, 40:657-664.
- Omri, A., Mabrouk, N. B. ve Sassi-Tmar, A. (2015). Modeling the Causal Linkages between Nuclear Energy, Renewable Energy and Economic Growth in

- Developed and Developing Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42:1012-1022.
- Ouédraogo, I. M. (2010). Electricity Consumption and Economic Growth in Burkina Faso: A Cointegration Analysis. *Energy Economics*, 32(3):524-531.
- Ozturk, I. ve Acaravci, A. (2010). CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9):3220-3225.
- Ozturk, I., ve Acaravci, A. (2011). Electricity Consumption and Real GDP Causality Nexus: Evidence from ARDL Bounds Testing Approach for 11 MENA Countries. *Applied Energy*, 88(8):2885-2892.
- Ozturk, A. A. I. (2012). Electricity Consumption and Economic Growth Nexus: A Multivariate Analysis for Turkey. *Amfiteatru Economic Journal*, 246.
- Önal, E. ve Yarbay, R.Z. (2010). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18:77-96.
- Pao, H. T. ve Fu, H. C. (2013). Renewable Energy, Non-Renewable Energy and Economic Growth in Brazil, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25:381-392.
- Park, S. Y. ve Yoo, S. H. (2014). The Dynamics of Oil Consumption and Economic Growth in Malaysia. *Energy Policy*, 66:218-223.
- Paul, S. ve Bhattacharya, R. N. (2004). Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in India: A Note on Conflicting Results. *Energy economics*, 26(6):977-983.
- Payne, J. E. (2011). US Disaggregate Fossil Fuel Consumption and Real GDP: An Empirical Note. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 6(1):63-68.
- Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *Cambridge Working Papers in Economics no. 435*. University of Cambridge.
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels with A Multifactor Error Structure. *Econometrica*, 74(4):967-1012.
- Pesaran, M. H. (2007). A Simple Panel Unitroot Test in The Presence of Cross-Section Dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2):265-312.

- Pesaran, M. H. ve Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1):50-93.
- Pesaran, M. H., Ullah, A. ve Yamagata, T. (2008). A Bias-Adjusted LM test of Error Cross-Section Independence. *The Econometrics Journal*, 11(1):105-127.
- Pirloge, C. ve Cicea, C. (2012). Econometric Perspective of The Energy Consumption and Economic Growth Relation in European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8):5718-5726.
- Rafindadi, A. A. ve Ozturk, I. (2015). Natural Gas Consumption and Economic Growth Nexus: Is the 10th Malaysian Plan Attainable within The Limits of Its Resource?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49:1221-1232.
- Rezitis, A. N. ve Ahammad, S. M. (2015). The Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth in South and Southeast Asian Countries: A Panel VAR Approach and Causality Analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 5(3):704-715.
- Sadorsky, P. (2009). Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies. *Energy Policy*, 37(10):4021-4028.
- Saidi, K. ve Hammami, S. (2015). The Impact of CO<sub>2</sub> Emissions and Economic Growth on Energy Consumption in 58 Countries. *Energy Reports*, 1:62-70.
- Salahuddin, M., Gow, J. ve Ozturk, I. (2015). Is the Long-Run Relationship between Economic Growth, Electricity Consumption, Carbon Dioxide Emissions and Financial Development in Gulf Cooperation Council Countries robust?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51:317-326.
- Salim, R. A. ve Rafiq, S. (2012). Why do Some Emerging Economies Proactively Accelerate the Adoption of Renewable Energy?. *Energy Economics*, 34(4):1051-1057.
- 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*, 44:350-360.
- SAYGIN, H. (2004). Sürdürülebilir Gelişme Gündeminde Nükleer Enerjinin Sorunları. *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 423:32-40.
- Sebri, M. ve Ben-Salha, O. (2014). On The Causal Dynamics between Economic Growth, Renewable Energy Consumption, CO<sub>2</sub> Emissions and Trade Openness: Fresh Evidence from BRICS Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39:14-23.

- Sebri, M. ve Ben-Salha, O. (2014). On The Causal Dynamics between Economic Growth, Renewable Energy Consumption, CO<sub>2</sub> Emissions and Trade Openness: Fresh Evidence from BRICS Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 14-23.
- Secretariat, E. C. (2007). Putting a Price on Energy: International Pricing Mechanisms for Oil and Gas. *Brussels: Energy Charter Secretariat*.
- Shahbaz, M., Tang, C. F. ve Shabbir, M. S. (2011). Electricity Consumption and Economic Growth Nexus in Portugal Using Cointegration and Causality Approaches. *Energy Policy*, 39(6):3529-3536.
- Shahbaz, M. ve Feridun, M. (2012). Electricity Consumption and Economic Growth Empirical Evidence from Pakistan. *Quality ve Quantity*, 46(5):1583-1599.
- Shahbaz, M. ve Lean, H. H. (2012). The Dynamics of Electricity Consumption and Economic Growth: A Revisit Study of Their Causality in Pakistan. *Energy*, 39(1):146-153.
- Shahbaz, M., Lean, H. H. ve Farooq, A. (2013). Natural Gas Consumption and Economic Growth in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18:87-94.
- Shahbaz, M., Arouri, M. ve Teulon, F. (2014). Short-and Long-Run Relationships between Natural Gas Consumption and Economic Growth: Evidence from Pakistan. *Economic Modelling*, 41:219-226.
- Shahbaz, M. (2015). Electricity Consumption, Financial Development and Economic Growth Nexus in Pakistan: A Visit. *Bulletin of Energy Economics*, 3(2):48-65.
- 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*, 44:576-585.
- Shiu, A. ve Lam, P. L. (2004). Electricity Consumption and Economic Growth in China. *Energy Policy*, 32(1):47-54.
- Solarin, S. A. ve Ozturk, I. (2016). The Relationship between Natural Gas Consumption and Economic Growth in OPEC Members. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58:1348-1356.
- Solarin, S. A. ve Shahbaz, M. (2015). Natural Gas Consumption and Economic Growth: The Role of Foreign Direct Investment, Capital Formation and Trade

- Openness in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*:42, 835-845.
- Squalli, J. (2007). Electricity Consumption and Economic Growth: Bounds and Causality Analyses of OPEC Members. *Energy Economics*, 29(6):1192-1205.
- Stern, D. I. ve Cleveland, C. J. (2004). Energy and Economic Growth. *Encyclopedia of Energy*, 2:35-51.
- Swamy, P. A. (1970). Efficient inference in a random coefficient regression model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 311-323.
- Syahnur, S., Endra, E. ve Muhammad, S. (2014). Short-Run and Long-Run Effect of Oil Consumption on Economic Growth: ECM Model. *Economic Journal of Emerging Markets*, 6(1):38-49.
- Şengüler, İ. (2007). Ülkemiz Enerji Bütünleşmesinde Marmara ve Trakya Bölgesi Kömürlerinin Yeri. [http://www.emo.org.tr/ekler/c1690de2b615cc3\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/c1690de2b615cc3_ek.pdf) (23.02.2016).
- Tamzok, N. (2012). Jeopolitik ve Teknolojik Gelişmeler Perspektifinden Kömürün Geleceği. *TMMOB 8. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, İstanbul, ss. 247-291.
- Tang, C. F. (2008). A Re-Examination of the Relationship between Electricity Consumption and Economic Growth in Malaysia. *Energy Policy*, 36(8):3077-3085.
- Tiwari, A. K. (2011). Comparative Performance of Renewable and Nonrenewable Energy Source on Economic Growth and CO<sub>2</sub> Emissions of Europe and Eurasian Countries: A PVAR approach. *Economics Bulletin*, 31(3):2356-2372.
- TTK. (2015). Taşkömürü Sektör Raporu, [http://www.taskomuru.gov.tr/file/Is\\_Zekasi\\_Raporlari/sector\\_raporu.pdf](http://www.taskomuru.gov.tr/file/Is_Zekasi_Raporlari/sector_raporu.pdf) (23.02.2016).
- Tuncay, N. (2003). *Enerji ve doğal kaynaklar paneli raporu*. TÜBİTAK, Ankara, ss.1-56.
- Türe, S. (2001). *Biyokütle Enerjisi*. Temiz Enerji Vakfı, Ankara, ss.1-5.
- Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK). (2010). Günümüzde Nükleer Enerji. <http://www.taek.gov.tr/belgeler-formlar/func-directinfo/619/> (24.02.2016)
- Ucan, O., Aricioglu, E. ve Yucel, F. (2014). Energy Consumption and Economic Growth Nexus: Evidence from Developed Countries in Europe. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(3): 411–419.

- Uçak, S. ve Usupbeyli, A. (2015). Türkiye'de Petrol Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 70(3):769-787.
- Westerlund, J. (2008). Panel Cointegration Tests of the Fisher Effect. *Journal of Applied Econometrics*, 23(2):193-233.
- Wolde-Rufael, Y. (2006). Electricity Consumption and Economic Growth: A Time Series Experience for 17 African Countries. *Energy Policy*, 34(10):1106-1114.
- Wolde-Rufael, Y. (2009). Energy Consumption and Economic Growth: The Experience of African Countries Revisited. *Energy Economics*, 31(2):217-224.
- Wolde-Rufael, Y. (2014). Electricity Consumption and Economic Growth in Transition Countries: A Revisit Using Bootstrap Panel Granger Causality Analysis. *Energy Economics*, 44:325-330.
- World Energy Outlook, (2014). International Energy Outlook. Energy Information Administration(EIA).  
[http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO\\_2014\\_ES\\_English\\_WEB.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO_2014_ES_English_WEB.pdf).
- Yanar R. ve Kerimoğlu G. Türkiye'de Enerji, Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Cari Açık İlişkisi. *Ekonomi Bilimler Dergisi*, 3(2): 191-201.
- Yang, H. Y. (2000). A note on the causal relationship between energy and GDP in Taiwan. *Energy Economics*, 22(3):309-317.
- Yazdan, G.F. ve Hossein, S.S.M. (2012). Causality between Oil Consumption and Economic Growth in Iran: An ARDL Testing Approach. *Asian Economic and Financial Review*, 2(6):678-686.
- Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2):33-54.
- Yildirim, E. ve Aslan, A. (2012). Energy Consumption and Economic Growth Nexus for 17 Highly Developed OECD Countries: Further Evidence Based on Bootstrap-Corrected Causality Tests. *Energy Policy*, 51:985-993.
- 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.
- Yoo, S. H. (2005). Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Korea. *Energy Policy*, 33(12):1627-1632.

- Yoo, S. H. (2006a). Oil Consumption and Economic Growth: Evidence from Korea. *Energy Sources*, 1(3):235-243.
- Yoo, S. H. (2006b). The Causal Relationship between Electricity Consumption and Economic Growth in the ASEAN Countries. *Energy Policy*, 34(18):3573-3582.
- Yoo, S. H. ve Kim, Y. (2006). Electricity Generation and Economic Growth in Indonesia. *Energy*, 31(14):2890-2899.
- Yoo, S. H. ve Kwak, S. Y. (2010). Electricity Consumption and Economic Growth in Seven South American Countries. *Energy Policy*, 38(1):181-188.
- Yu, E. S. ve Choi, J. Y. (1985). Causal Relationship between Energy and GNP: An International Comparison. *J. Energy Dev*, 10(2). 249-272.
- Yu, E.S.H. ve Hwang, B.K. (1984). The Relationship Between Energy and GNP: Further Results. *Energy Economics*, 6:186- 190.
- Zabunoğlu, H. O. (2012). Nükleer Enerji: Nedir? Nasıl üretilir? İlgili meseleler. [http://ceren.nuke.hacettepe.edu.tr/tr/webfiles/Announcements/NE\\_ne\\_nasil\\_me\\_seleler.pdf](http://ceren.nuke.hacettepe.edu.tr/tr/webfiles/Announcements/NE_ne_nasil_me_seleler.pdf) (24.02.2016)
- Zhang, X. P. ve Cheng, X. M. (2009). Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in China. *Ecological Economics*, 68(10):2706-2712.
- Zhao, C. H., Yuan, J. ve Kang, J. G. (2008, November). Oil Consumption and Economic Growth in China: A Multivariate Cointegration Analysis. *In Risk Management ve Engineering Management*, ICRMEM'08. International Conference on, ss.178-183.
- Zheng, Y. ve Luo, D. (2013). Industrial Structure and Oil Consumption Growth Path of China: Empirical Evidence. *Energy*, 57:336-343.
- Žiković, S. ve Vlahinic-Dizdarević, N. (2011). Oil Consumption and Economic Growth İnterdependence in Small European Countries. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 24(3):15-32.
- Zou, G. ve Chau, K. W. (2006). Short-and Long-Run Effects between Oil Consumption and Economic Growth in China. *Energy Policy*, 34(18):3644-3655.
- ETKB. [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h\\_hidrolik\\_nedir.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx), (01.03.2016).
- ETKB. [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h\\_turkiye\\_potansiyel.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_turkiye_potansiyel.aspx), (01.03.2016).
- ETKB. [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar\\_enerjisi.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar_enerjisi.aspx), (26.02.2016).

ETKB. <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>, (26.02.2016).





## ÖZGEÇMİŞ

Tuncer GÖVDELİ 1985 yılında Sivas'ta doğdu. Erciyes Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünden 2010 yılında mezun oldu. 2013 yılında Gaziantep Üniversitesi İktisat Ana Bilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı. 2011 yılı Şubat ayından beri Gaziantep Üniversitesi'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

## VITAE

Tuncer GÖVDELİ was born in Sivas in 1985. He graduated from the Department of Industrial Engineering at Erciyes University in 2010. He has begun to the Ph.D. in Economics at Gaziantep University. He has been working as research assistant at Gaziantep University since 2011.