

**ENERJİ TÜKETİMİ VE BÜYÜME İLİŞKİSİ
ÜZERİNE BİR PANEL VERİ ANALİZİ**

Hakan YORULMAZ

**Yüksek Lisans Tezi
İktisat Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Durmuş Çağrı YILDIRIM

2019

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENERTİ TÜKETİMİ VE BÜYÜME İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR
PANEL VERİ ANALİZİ

Hakan YORULMAZ

İKTİSAT ANABİLİM DALI
DANIŞMAN: DOÇ. DR. DURMUŞ ÇAĞRI YILDIRIM

TEKİRDAĞ-2019
Her hakkı saklıdır.

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Hazırladığım Yüksek Lisans Tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, yazımda enstitü yazım kılavuzuna uygun davranıldığını taahhüt ederim.


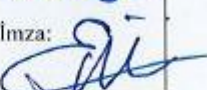

25 / 06 / 2019

Hakan YORULMAZ



T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hakan YORULMAZ tarafından *hazırlanan Enerji Tüketimi Ve Büyüme İlişkisi Üzerine Bir Panel Veri Analizi* konulu YÜKSEK LİSANS Tezinin Sınavı, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim Yönetmeliği uyarınca 25.06.2019 günü saat **16:00**'da yapılmış olup, tezin ...**Kabulüne**... OYBİRLİĞİ / **oyçokluğu** ile karar verilmiştir.

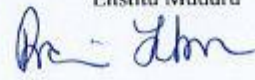
Jüri Başkanı:	Doç. Dr. Durmuş Çağrı YILDIRIM	Kanaat: Başarılı	İmza: 
Üye:	Doç. Dr. Emrah İsmail ÇEVİK	Kanaat: Başarılı	İmza: 
Üye:	Dr. Öğr. Üyesi Işıl DEMİRTAŞ	Kanaat: Başarılı	İmza: 

Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

25/06/2019.

Prof. Dr. Rasim YILMAZ

Enstitü Müdürü



ÖZET

Kurum, Enstitü : Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü
ABD : İktisat Anabilim Dalı
Tez Başlığı : Enerji Tüketimi Ve Büyüme İlişkisi Üzerine Bir Panel Veri
Analizi
Tez Yazarı : Hakan YORULMAZ
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Durmuş Çağrı YILDIRIM
Tez Türü, Yılı : Yüksek Lisans Tezi, 2019
Sayfa Sayısı : 185

Bu çalışmada 33 OECD ülkesi için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine 1995-2015 yılları arasındaki veri setini kullanarak panel veri analizi gerçekleştirilmiştir. LLC, IPS ve Fisher ADF-PP birim kök testleri kullanılarak serilerin durağanlığı sınanmıştır. Breusch Pagan testi ile birimler arasında yatay kesit bağımlılığı tespit edildiği için Pesaran CADF testi ile durağanlık durumu araştırılmıştır. Pedroni eşbütünleşme testi ile iki değişkenin uzun dönemde birbirleriyle anlamlı ilişki içinde oldukları saptanmıştır. Uzun ve kısa dönem tahmin modelleri için PMG ve MG tahmin yöntemleri doğrusal model ve doğrusal olmayan model üzerine kurulmuştur. Ampirik analiz neticesinde 33 OECD ülkesi için geri bildirim hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenlerinin birbirlerinden etkilendikleri tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Panel Birim Kök Testleri, Eşbütünleşme, Enerji Tüketimi, GSYİH, Hata Düzeltme Modeli

ABSTRACT

Institution, Institute : Tekirdag Namık Kemal University, Institute of Social Sciences
Department : Department of Economics
Title : A Panel Data Analysis On The Energy Consumption And Growth Relation
Author : Hakan YORULMAZ
Adviser : Assoc. Prof. Durmuş Çağrı YILDIRIM
Type of Thesis, Year : MA Thesis, 2019
Total Number of Pages : 185

In this study, panel data analysis was conducted for 33 OECD countries on the relationship between energy consumption and economics growth by using the data set between 1995 and 2015. LLC, IPS, and Fisher ADF-PP unit root tests were tested for stationarities of the series. Since the cross-sectional dependence between the units was determined by Breusch Pagan test. Pesaran CADF test and second generation panel unit root test were applied. Pedroni cointegration test showed that the two variables were significantly related to each other in the long term. PMG and MG estimation methods for long and short term prediction models are based on linear model and nonlinear model. As a result of the empirical analysis, it was concluded that the feedback hypothesis was valid for 33 OECD countries. It has been determined that energy consumption and economic growth variables are affected from each other.

Keywords: Panel Unit Root Tests, Cointegration, Energy Consumption, GDP, Error Correction Model

ÖN SÖZ

Enerji özellikle son yıllarda hayatımızın vazgeçilmez noktalarından biri haline geldiği için sık sık incelenen konulardan biri haline gelmiştir. Tarihsel açıdan bakıldığında ise enerji özellikle sanayi devriminden sonra daha sık kullanılan bir süreç içerisinde yerini almıştır. Sanayi devrimiyle birlikte makineleşmenin ve endüstrileşmenin ardından enerjiye karşı olan talepte de artış olmuştur. Enerji üretim açısından temel girdilerden ve ihtiyaçlardan biri olması nedeniyle enerjiyi üretenler, tüketenler ve genel olarak ülkeler tarafından önem arz etmesi sebebiyle enerjinin kaynağından üretilip tüketilmesine kadar geçen süreç doğru bir şekilde analiz edilmelidir. Enerjiye olan bağlılığın artmasına sebep olan bir diğer neden ise şehirleşmenin artması ve yaşam standardının yükselmesidir. Enerjinin en verimli haliyle kullanılması ülkelerin sürdürülebilir büyüme ivmesi yakalayabilmesi açısından oldukça önemlidir. Dünyaya baktığımızda enerji kaynaklarının her yerde aynı etkide dağılmadığı bir gerçektir. O yüzden enerjinin en verimli şekilde kullanılması temel stratejik durumdur.

‘Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Üzerine Bir Panel Veri Analizi’ adlı tezimin yazım aşamasında benden bilgisini ve desteğini esirgemeyerek bana yol gösteren değerli tez danışmanım Doç. Dr. Durmuş Çağrı YILDIRIM hocama teşekkür ederim. Jürimde bulunarak katkılarını esirgemeyen Doç Dr. Emrah İsmail ÇEVİK hocama ve Dr. Öğr. Üyesi Işıl DEMİRTAŞ hocama teşekkür ederim.

Ayrıca öğrenim hayatım boyunca ve tez döneminde her zaman yanımda olan, her kararımı destekleyen, anlayış gösteren çok değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2019

Hakan YORULMAZ

İÇİNDEKİLER LİSTESİ

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
ÖN SÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER LİSTESİ.....	IV
TABLOLAR LİSTESİ.....	IX
GRAFİKLER LİSTESİ.....	XII
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XIV
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI VE OECD YAKLAŞIMI

1. 1. Enerjinin Tanımı Ve Önemi.....	3
1. 2. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	4
1. 3. Birincil Enerji Kaynakları.....	6
1. 3. 1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	6
1. 3. 1. 1. Jeotermal Enerjinin Tanımı ve Önemi.....	7
1. 3. 1. 1. 1. Jeotermal Enerjinin Tarihi.....	9
1. 3. 1. 1. 2. Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları.....	10
1. 3. 1. 1. 3. Jeotermal Enerjinin Avantajları Ve Dezavantajları.....	10
1. 3. 1. 1. 4. Dünyada Jeotermal Enerji.....	11
1. 3. 1. 2. Güneş Enerjinin Tanımı Ve Önemi.....	14
1. 3. 1. 2. 1. Güneş Enerjisinin Tarihi.....	15

1. 3. 1. 2. 2. Güneş Enerjisinin Kullanım Alanları.....	15
1. 3. 1. 2. 3. Güneş Enerjisinin Avantajları Ve Dezavantajları.....	16
1. 3. 1. 2. 4. Dünyada Güneş Enerjisi.....	17
1. 3. 1. 3. Rüzgar Enerjisinin Tanımı Ve Önemi.....	21
1. 3. 1. 3. 1. Rüzgar Enerjisinin Tarihi.....	23
1. 3. 1. 3. 2. Rüzgar Enerjisinin Kullanım Alanları.....	24
1. 3. 1. 3. 3. Rüzgar Enerjisinin Avantajları Ve Dezavantajları.....	25
1. 3. 1. 3. 4. Dünyada Rüzgar Enerjisi.....	26
1. 3. 1. 4. Hidrolik Enerjinin Tanımı Ve Önemi.....	29
1. 3. 1. 4. 1. Hidrolik Enerjinin Tarihi.....	30
1. 3. 1. 4. 2. Hidrolik Enerjinin Kullanım Alanları.....	31
1. 3. 1. 4. 3. Hidrolik Enerjinin Avantajları Ve Dezavantajları.....	32
1. 3. 1. 4. 4. Dünyada Hidrolik Enerji.....	32
1. 3. 1. 5. Biyokütle Enerjisinin Tanımı Ve Önemi.....	34
1. 3. 1. 5. 1. Biyokütle Enerjisinin Tarihi.....	36
1. 3. 1. 5. 2. Biyokütlenin Kullanım Alanları.....	36
1. 3. 1. 5. 3. Biyokütle Enerjisinin Avantajları Ve Dezavantajları.....	37
1. 3. 1. 5. 4. Dünyada Biyokütle Enerjisi.....	37
1. 3. 2. Yenilenemez Enerji Kaynakları.....	38
1. 3. 2. 1. Nükleer Enerjinin Tanımı Ve Önemi.....	38
1. 3. 2. 1. 1. Nükleer Enerjinin Tarihi.....	40

1. 3. 2. 1. 2. Nükleer Enerjinin Kullanım Alanları.....	40
1. 3. 2. 1. 3. Nükleer Enerjinin Avantajları Ve Dezavantajları.....	41
1. 3. 2. 1. 4. Dünyada Nükleer Enerji.....	42
1. 3. 2. 1. 5. Nükleer Enerjide Toryum Reaktörlerinin Durumu.....	43
1. 3. 2. 1. 6. Toryumun Tanımı Ve Önemi.....	44
1. 3. 2. 2. Fosil Yakıtlarda Enerji.....	46
1. 3. 2. 2. 1. Petrolün Tanımı Ve Önemi.....	47
1. 3. 2. 2. 1. 1. Petrolün Tarihi.....	48
1. 3. 2. 2. 1. 2. Petrolün Kullanım Alanları.....	49
1. 3. 2. 2. 1. 3. Petrolün Avantajları Ve Dezavantajları.....	49
1. 3. 2. 2. 1. 4. Dünyada Petrol Enerjisi.....	50
1. 3. 2. 2. 1. 5. Kıtalarına Göre OECD’de Petrol.....	53
1. 3. 2. 2. 2. Doğalgazın Tanımı Ve Önemi.....	57
1. 3. 2. 2. 2. 1. Doğalgazın Tarihi.....	59
1. 3. 2. 2. 2. 2. Doğalgazın Kullanım Alanları.....	59
1. 3. 2. 2. 2. 3. Doğalgazın Avantajları Ve Dezavantajları.....	60
1. 3. 2. 2. 2. 4. Dünyada Doğalgaz.....	61
1. 3. 2. 2. 2. 5. Kıtalarına Göre OECD’de Doğalgaz.....	64
1. 3. 2. 2. 3. Kömürün Tanımı Ve Önemi.....	68
1. 3. 2. 2. 3. 1. Kömürün Tarihi.....	69
1. 3. 2. 2. 3. 2. Kömürün Kullanım Alanları.....	70

1. 3. 2. 2. 3. 3. Kömürün Avantajları Ve Dezavantajları.....	71
1. 3. 2. 2. 3. 4. Dünyada Kömür.....	71
1. 3. 2. 2. 3. 5. Kıtalarına Göre OECD’de Kömür.....	74
1. 4. Birincil Enerjide Toplam Üretim Ve Tüketim.....	78
1. 5. İkincil Enerji Kaynakları.....	87
1. 5. 1. Elektrik Enerjisinin Tanımı Ve Önemi.....	87
1. 5. 2. Elektrik Enerjisinin Tarihi.....	88
1. 5. 3. Elektrik Enerjisinin Kullanım Alanları.....	89
1. 5. 4. Elektrik Enerjisinin Avantajları Ve Dezavantajları.....	89
1. 5. 5. Dünyada Elektrik Enerjisi.....	90
1. 5. 6. Kıtalarına Göre OECD’de Elektrik Enerjisi.....	94
1. 6. Teorik Çerçeve.....	98

İKİNCİ BÖLÜM

METODOLOJİ VE AMPİRİK BULGULAR

2. 1. Literatür Taraması.....	106
2. 1. 1. OECD Dışı Çalışmalar Üzerine Literatür Taraması.....	106
2. 1. 2. OECD Ülkeleri Üzerine Literatür Taraması.....	124
2. 2. Ekonometrik Metodoloji.....	129
2. 2. 1. Panel Veri Analizi.....	129
2. 2. 1. 1. Sabit Etkiler Modeli.....	131
2. 2. 1. 2. Rassal Etkiler Modeli.....	131

2. 2. 2. Yatay Kesit Bağımlılık Testleri.....	132
2. 2. 3. Panel Birim Kök Testleri.....	134
2. 2. 3. 1. Levin, Lin ve Chu (2002) Panel Birim Kök Testi	135
2. 2. 3. 2. Im, Pesaran ve Shin (2003) Panel Birim Kök Testi.....	136
2. 2. 3. 3. Fisher-ADF Ve Fisher-PP Panel Birim Kök Testleri.....	137
2. 2. 3. 4. İkinci Nesil Pesaran CADF Panel Birim Kök Testi.....	138
2. 2. 4. Pedroni Eşbütünleşme Testi.....	139
2. 2. 5. Panel Hata Düzeltme Modeli.....	141
2. 2. 5. 1. Ortalama Grup (MG) Tahmin Yöntemi.....	142
2. 2. 5. 2. Havuzlanmış Ortalama Grup (PMG) Tahmin Yöntemi.....	142
2. 3. Ampirik Bulgular.....	143
2. 3. 1. Birim Kök Analizi Sonuçları.....	145
2. 3. 2. Enerji Tüketiminin Bağımlı Değişken Olduğu Model.....	149
2. 3. 2. 1. Pedroni Eşbütünleşme Analizi Sonuçları-1.....	151
2. 3. 2. 2. Hata Düzeltme Modeli Sonuçları-1.....	152
2. 3. 3. GSYİH'nın Bağımlı Değişken Olduğu Model.....	155
2. 3. 3. 1. Pedroni Eşbütünleşme Analizi Sonuçları-2.....	156
2. 3. 3. 2. Hata Düzeltme Modeli Sonuçları-2.....	157
SONUÇ	160
KAYNAKÇA	165

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	5
Tablo 2: Ülkelere Göre Dünyada Jeotermal Enerji Kurulu Gücü Listesi.....	12
Tablo 3: Ülkelere Göre Kişi Başına Düşen Jeotermal Enerji Kurulu Gücü.....	12
Tablo 4: Ülkelere Göre Dünyada Güneş Enerji Santrali Kurulu Gücü Listesi.....	18
Tablo 5: Ülkelere Göre Kişi Başına Düşen Güneş Enerji Santrali Kurulu Gücü.....	20
Tablo 6: Ülkelere Göre Dünyada Rüzgar Santrali Kurulu Gücü Listesi.....	27
Tablo 7: Ülkelere Göre Kişi Başına Düşen Rüzgar Santrali Kurulu Gücü.....	28
Tablo 8: Hidroelektrik Enerjide Kıtalara Göre Tüketim (Milyon Ton).....	33
Tablo 9: Nükleer Enerjide Kıtalara Göre Tüketim (Milyon Ton).....	42
Tablo 10: Dünya Toryum Rezervleri.....	45
Tablo 11: Kıtalarına Göre Dünya Petrol Rezervleri (Bin Milyon / Varil).....	51
Tablo 12: Kıtalarına Göre Dünyada Petrol Tüketimi (Bin Varil / Günde).....	52
Tablo 13: Kıtalarına Göre OECD’de Petrol Üretimi (Bin Galon / Gün).....	54
Tablo 14: Kıtalarına Göre OECD’de Petrol Tüketimi.....	56
Tablo 15: Kıtalarına Göre Dünya Doğalgaz Rezervleri(Trilyon Metreküp).....	61
Tablo 16: Kıtalara Göre Dünya Doğalgaz Tüketimi (Milyar Metreküp)(Bcf).....	63
Tablo 17: Kıtalarına Göre OECD’de Doğalgaz Üretimi.....	65
Tablo 18: Kıtalara Göre OECD’de Doğalgaz Tüketimi.....	67
Tablo 19: Kıtalarına Göre Dünya Kömür Rezervleri (milyon ton).....	72
Tablo 20: Kıtalara Göre Dünya Kömür Tüketimi (1000 Stones).....	73

Tablo 21: Kıtalara Göre OECD’de Kömür Üretimi (1000 ST).....	75
Tablo 22: Kıtalara Göre OECD’de Kömür Tüketimi.....	77
Tablo 23: Birincil Enerjide Kıtalara Göre Üretim.....	79
Tablo 24: OECD’de Kıtalara Göre Birincil Enerji Üretimi.....	81
Tablo 25: Birincil Enerjide Kıtalara Göre Tüketim.....	83
Tablo 26: OECD’de Kıtalara Göre Birincil Enerji Tüketimi.....	85
Tablo 27: Kıtalara Göre Dünya Elektrik Enerjisi Üretimi (Milyar Kwh).....	91
Tablo 28: Kıtalara Göre Dünya Elektrik Tüketimi (Milyar Kwh).....	93
Tablo 29: OECD’de Kıtalara Göre Elektrik Enerjisi Üretimi.....	95
Tablo 30: OECD’de Kıtalara Göre Elektrik Enerjisi Tüketimi.....	97
Tablo 31: Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Üzerine Bazı Çalışmalar.....	122
Tablo 32: OECD Ülkelerindeki Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Üzerine Bazı Çalışmalar.....	129
Tablo 33: Birinci Nesil Panel Birim Kök Testi Sonuçları.....	146
Tablo 34: Δ Birinci Nesil Panel Birim Kök Testi Sonuçları.....	147
Tablo 35: Yatay Kesit Bağımlılığı Testi Sonuçları.....	148
Tablo 36: İkinci Nesil Pesaran CADF Testi.....	149
Tablo 37: Pedroni Eşbütünleşme Testi Sonuçları-1.....	151
Tablo 38: Ortalama Grup (MG) Tahmincisi-1.....	152
Tablo 39: Havuzlanmış Ortalama Grup (PMG) Tahmincisi-1.....	153
Tablo 40: Pedroni Eşbütünleşme Testi Sonuçları-2.....	156

Tablo 41: Ortalama Grup (MG) Tahmincisi-2.....	157
Tablo 42: Havuzlanmış Ortalama Grup (PMG) Tahmincisi-2.....	158

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1: Türkiye'nin Jeotermal Enerji Tüketimi.....	13
Grafik 2: Türkiye'de Güneş Enerjisi ile Elektrik Tüketimini Karşılama Oranı.....	21
Grafik 3: Türkiye'de Rüzgar Üretiminin Toplam Tüketimi Karşılama Oranı.....	29
Grafik 4: Hidroelektrik Enerji Tüketiminin Kıtalara Göre Dağılımı.....	34
Grafik 5: Nükleer Enerjinin 2017 Yılı Tüketim Yüzdeleri.....	43
Grafik 6: 2016 Yılı Petrol Tüketiminde Kıtaların Ve OECD'nin Yüzdeleri.....	53
Grafik 7: Kıtalarına Göre OECD'de Petrol Üretimi Dağılımı.....	55
Grafik 8: OECD'de Kıtalarına Göre Petrol Tüketimi Dağılımı.....	57
Grafik 9: 2016 Yılı Doğalgaz Tüketiminde Kıtaların Ve OECD'nin Yüzdeleri.....	64
Grafik 10: OECD'de Kıtalara Göre Doğalgaz Üretimi Dağılımı.....	66
Grafik 11: OECD'de Kıtalara Göre Doğalgaz Tüketimi Dağılımı.....	68
Grafik 12: 2016 Yılı Kömür Tüketiminde Kıtaların Ve OECD'nin Yüzdeleri.....	74
Grafik 13: OECD'de Kıtalara Göre Kömür Üretimi Dağılımı (1000 ST).....	76
Grafik 14: OECD'de Kıtalara Göre Kömür Tüketimi Dağılımı.....	78
Grafik 15: 2016 Yılı Dünya Birincil Enerji Üretim Yüzdeleri.....	80
Grafik 16: OECD'ye Bağlı Ülkelerin Kıtalarına Göre Birincil Enerji Üretim Dağılımı.....	82
Grafik 17: 2016 Yılı Verilerine Göre Birincil Enerjide Tüketim Yüzdeleri.....	84
Grafik 18: OECD'ye Bağlı Ülkelerin Kıtalarına Göre Birincil Enerji Tüketim Dağılımı.....	86
Grafik 19: 2016 Yılı Elektrik Enerjisi Üretimi Yüzdeleri.....	92

Grafik 20: 2016 Yılı Elektrik Enerjisi Tüketimi Yüzdeleri.....	94
Grafik 21: Kıtalarına Göre OECD’de Elektrik Enerjisi Üretimi Dağılımı.....	96
Grafik 22: Kıtalarına Göre OECD’de Elektrik Enerjisi Tüketimi Dağılımı.....	98

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

ADF: Augmented Dickey Fuller

AMG: Genişletilmiş Ortalama Grup

ARDL: Otoregresif Dağıtılmış Gecikme

Btu: British Thermal Unit

CADF: Yatay Kesit Genişletilmiş Dickey Fuller

Cal: Kalori

CO₂: Karbondioksit

CSP: Odaklanmış Güneş Enerjisi

DF: Dickey Fuller

EIA: U.S. Energy Information Administration

Fisher-ADF: Fisher Augmented Dickey Fuller

Fisher-PP: Fisher Phillips Perron

GEPA: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

GSYİH: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

GW: Gigawatt

IEA: International Energy Statistic

IHS: Veri Araştırma Kurumu

IPS: Im, Pesaran, Shin

J: Joule

Km: kilometre

KPSS: Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin

KWh: Kilo watt saat

LLC: Levin, Lin ve Chu

LPG: Sıvılaştırılmış Petrol Gazı

M2: Para Arzı

MG: Ortalama Grup

M/s: metre/saniye

MW: Megawatt

NAFTA: Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması

NTE: Nadir Toprak Elementi

OECD: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı

PMG: Havuzlanmış Ortalama Grup

PP: Phillips Perron

PVGIS: Photovoltaic Geographical Information System

REPA: Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası

St: Stone (6.35029 kg)

TMI: Three Mile Island

Yy: Yüzyıl

GİRİŞ

Neo-klasik iktisatçılar ekonomik büyüme kavramını üretimle birlikte emek, sermaye ve teknolojik gelişmeler neticesinde meydana gelen artışlar olarak tanımlamışlardır. Teknolojik gelişmeler faktör verimliliği neticesinde oluştuğu için emek ve sermayenin dışında ekonomik büyümede etkili olan ancak açıklanamayan kısım olarak ifade edilmiştir. Teknolojik gelişmelerde ise enerji kullanımı vazgeçilemez bir araçtır. 18. ve 19. yüzyıllarda yaşanan sanayi devrimlerinin ardından enerjiye karşı olan talep daha da artmaya başlamış ve enerjinin önemi artan bir ivmeyle devam etmiştir. Enerji özellikle son yıllarda hayatımızda vazgeçilemez bir konuma gelmiştir. Enerjinin verim kapasitesi en yüksek şekilde kullanılması ülkelerin büyüme ivmesinin sürdürülebilir olarak devam etmesi için oldukça önemlidir. Burada stratejik açıdan doğru bir enerji politikası uygulanması için büyüme ve enerji göstergelerinden hangisinin diğerinden etkilendiği doğru bir şekilde test edilmelidir. Özellikle 1973-1974 yılları ile 1978-1979 yılları arasında iki ayrı petrol krizi yaşanmış ve enerjinin üretimde önemli bir girdi olduğu kanısına varılmıştır. Böylelikle ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişki daha sık araştırılmaya başlanmıştır.

Çalışmamızın ilk bölümünde enerji kaynaklarının sınıflandırılması üzerinde durulmuştur. İlk olarak yenilenebilir enerji kaynaklarını oluşturan jeotermal enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidrolik enerji ve biyokütle enerjisinden bahsedilmiştir. Finansal krizler yaşandığında hiçbir ülke dünya gelişmeleri karşısında duyarsız kalamayacağından, ülke ekonomileri birbirlerinden etkilenmektedir. Bu açıdan 2020 yılına gelindiğinde Avrupa Birliği ülkelerinin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için hedeflerinin dışa bağımlılığı az olan yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı üzerinde yoğunlaşacağı analiz edilmektedir. Dünyanın enerji talebinde ise 2030 yılında %50-%60 oranında artış olacağı öngörülmektedir. Yenilenemez enerji tüketimi kısmında ise nükleer enerji ve fosil yakıtları oluşturan petrol, doğalgaz ve kömür verilerine yer verilmiştir. Araştırma konusunu oluşturan OECD ülkelerinin enerji kullanımı ve rezervleri hakkında güncel verilerden faydalanarak bilgi aktarılmıştır. Fosil yakıtların dünya rezervlerinden ve OECD ülkelerinin ne kadar

rezerve sahip olduğundan bahsedilmiştir. Ayrıca dünya tüketim verileri ile OECD ülkelerinin tüketimdeki durumundan söz edilmiştir. OECD ülkelerinin Kuzey Amerika, Avrupa, Asya ve Okyanusya bölgesi verilerine ayrıntılı olarak yer verilmiştir. Birincil enerji tüketimine baktığımızda OECD ülkelerinin dünya toplam tüketiminin % 41.4'ünü tükettiği sonucuna ulaşılmaktadır. 2016 yılı verilerine göre en çok tüketim yapan OECD kıtası ise üretimde olduğu gibi Kuzey Amerika olduğu görülmektedir.

Çalışmamızın ikinci bölümünde ise teorik çerçeve üzerinde durulmuş ve serilerimizi açıklamak için gerekli olan hipotezler ortaya konmuştur. Bu bölümde nedensellik dışı hipotez olarak da bilinen tarafsızlık hipotezi, koruma hipotezi veya ekonomik büyümeden tek yönlü hipotez şekli, büyüme hipotezi ve geri bildirim hipotezi açıklamalarından bahsedilmiştir. Sonrasında enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine iktisadi açıdan açıklama yapılmıştır. Klasik iktisatçıların yanında Keynesyen ve Post-Keynesyen iktisadi görüş de yatırımlar arttığında içsel ve dışsal ekonomiler neticesinde ekonomik büyüme ve verimliliğin arttığını savunmaktadır. Beşeri sermaye yetersiz kaldığında teknolojik yeniliklere ulaşamadığında enerji tüketimi de bu durumdan etkilenmektedir. Dolayısıyla enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde etkili faktörlerden biri olduğu kabul edilmektedir. Teorik açıklamaların yanında ekonometrik analiz için kullanılan yöntemlerden bahsedilmiştir. Enerji tüketimi ve gayri safi yurt içi hasıla göstergelerinin birbirleriyle olan ilişkileri üzerine 33 OECD ülkesi için panel veri analizinde kullanılan yöntemlerin teorik açıklamalarının ardından değişkenler üzerine ampirik uygulama gerçekleştirilmiştir.

Sonuç kısmında ise enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine iktisadi değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca ekonometrik analiz kısmında her iki seri de bağımlı değişken seçilerek PMG ve MG tahmin yöntemleri doğrusal model ve doğrusal olmayan model üzerine kurulduğu için her iki testin sonuçları birbirleri ile karşılıklı değerlendirilmiş ve geri bildirim hipotezi geçerli görülerek analizimize açıklama getirilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI VE OECD YAKLAŞIMI

1. 1. Enerjinin Tanımı Ve Önemi

Enerji (Energeia) sözcüğü dilimize Grekçe'den yerleşmiş olup, bir cismin iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Enerjide iş olarak anlamlandırılan kavram, fiziksel olarak cismin hareketi yönünde etki ederek o cismi bir noktadan başka bir noktaya taşıyabilmesi anlamında kullanılmıştır (Demir, 1968).

Farklı yerlerde ve farklı şekillerde bulunan enerji türleri belli başlı tanımlarla ifade edilsede bilim insanları gün geçtikçe farklı tanımlamalar yapmaktadır. Günümüzde yaygın olarak bulunan enerji türlerini incelediğimizde;

Mekanik enerji, hareket enerjisi olan 'kinetik enerji' ile hareket etme yeteneği olarak açıklanan 'potansiyel enerjisi' bir arada bulunduran enerji türüdür. Elektrik enerjisi, metallerde serbest elektronların bulunmasıyla elektriksel potansiyeli altında sağladığı hareket ile oluşan enerji türüdür. Atom enerjisinin tepkimesi sonucu kütle farkıyla nükleer enerji oluşmuştur. Kimyasal tepkime sonucu ise kimyasal enerji türü ortaya çıkmıştır. Manyetik enerji ise elektron hareketlerinin manyetik kuvvete neden olmasıyla ortaya çıkmıştır. Madde ısısını arttırmak için ısı enerjisi kullanılmaktadır. Işık enerjisi ise enerji türünün ışığa dönüşmesi ile ortaya çıkmıştır. Bir diğer enerji türü maddesel ortamda titreşim ile aktarılan ses enerjisidir (Radore, 2016).

Enerji kullanım alanına göre; Kalori (cal), Joule (J), Kilo Watt Saat (kWh), British Thermal Unit (Btu) gibi birimlerle ifade edilmektedir (Radore, 2016).

Enerji kaynakları tarih boyunca ekonomik kalkınma ve büyüme noktasında etkili olmuştur. Sanayide ve ekonomide değişimlerin yaşanmasıyla uzun dönemde gelişen teknolojiye ve yeni enerji kaynaklarına olan bağımlılık artmaktadır. Enerji günümüzde ülkelerin ekonomileri için önemli bir hale gelmiş, uluslararası

politikaların stratejilerinin belirlenmesinde ve ülkelerin finansal gelişmişlik düzeylerinde önemli bir yer tutmaktadır. Ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyleri ile enerji arasında pozitif bir yapı olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle her ülke enerji kaynaklarını kontrol altında tutmak istemekte ve enerji kaynaklarına sahip olabilmek için rekabet ortamı oluşturmaktadır. Enerjiye sahip olabilmek için dünyada birçok savaş yaşanmış ve günümüzde de maalesef enerji için savaşlar yaşanmaya devam etmektedir. Tüm bu göstergeler çerçevesinde enerjiye karşı olan talep ile enerji kullanımı göstergelerinin ekonomik büyümeye neden olduğu da söylenmektedir (Develi, 2012: 2).

Enerji kaynaklarının dörtte biri, petrolün ise yarıdan fazlası uluslararası ticarete önemli bir yer tutmaktadır. Enerjinin uluslararası ticarete bu kadar fazla kullanılması enerji kaynaklarının homojen bir dağılım göstermemesinden kaynaklanmaktadır. Özellikle fosil yakıtlara olan ihtiyacın 2050 yılına kadar devam edeceği öngörülmektedir. Bu durum da bir fosil yakıt türü olan petrolün önemini korumasının nedenidir. Ayrıca bu durum ülkeler arasındaki petrol rekabetinin artarak devam etmesindeki başlıca sebeplerdendir. Neredeyse her ülkede enerji kaynakları güvenlik sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Dünyadaki enerji arzı ulusal ve uluslararası güvenlik tedbirlerine de yansımaktadır. Petrol kaynaklarının yarıdan fazlası OPEC'e üye olan Ortadoğu ülkelerinde bulunmaktadır. Bu nedenle Ortadoğu coğrafyası da önemini hiçbir zaman kaybetmemektedir (Tuncay, 2003: 6).

1. 2. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Enerji çeşitleri, yaşamımızda farklı alanlarda farklı şekillerde kullanıma hazır bir şekilde karşımıza çıkar. Bu doğrultuda enerji, dönüştürülme durumlarına göre birincil ve ikincil enerji kaynağı olmak üzere ikiye ayrılır. İkincil enerji, birincil enerjiden elde edilen kaynağın değiştirilmesi sonucunda elde edilir (Koç ve Kaya, 2015: 37).

Bu bağlamda birincil enerji kaynakları; kömür, petrol, doğalgaz, biyokütle, hidrolik, rüzgar, güneş, gel-git, dalga, nükleer enerjiden oluşmaktadır. İkincil enerji kaynakları ise; benzin, mazot, hava gazı, motorin, sıkıştırılmış hava gazı (LPG) ve elektrik enerjisi olarak sayılabilir. Ayrıca birincil enerji kaynaklarının yenilenebilir

ve yenilenemez enerji kaynaklarından meydana geldiğini söyleyebiliriz (Bilgioloji, 2018). Yenilenebilir enerji kaynakları jeotermal ve hidrolik enerji, güneş enerjisi, odun, bitki ve hayvan atıkları, gibi enerji türlerini kapsamaktadır. Nükleer enerji, kömür, petrol ve doğalgaz ise yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır. Petrol, doğalgaz ve kömürden meydana gelerek üretilen elektrik ve petrol ürünleri gibi enerjiler ise ikincil enerji kaynağını oluşturmaktadır (Develi, 2012: 2).

Tablo 1: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Enerji Kaynakları			
Kullanışlarına Göre Enerji Kaynakları		Dönüştürülebilirliklerine Göre Enerji Kaynakları	
Yenilenemez Enerji Kaynakları	Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Birincil Enerji Kaynakları	İkincil Enerji Kaynakları
Nükleer Enerji	Rüzgar	Petrol	Benzin
<u>Fosil Kaynaklı</u>	Güneş	Doğalgaz	Mazot
Petrol	Hidrolik	Kömür	Elektrik
Doğalgaz	Biyokütle	Nükleer	Motorin
Kömür	Jeotermal	Hidrolik	İkincil Kömür
	Dalga	Biyokütle	Petrokök
	Hidrojen	Güneş	Havagazı
		Rüzgar	LPG
		Dalga	Kök

1. 3. Birincil Enerji Kaynakları

Birincil (primer) enerji, enerjinin herhangi bir şekilde dönüşüme veya değişime uğramamış hali olarak tanımlanmaktadır. Birincil enerji kaynaklarını yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak iki başlık altında açıklayabiliriz. Yenilenemez enerji kaynaklarını nükleer enerji ile ‘fosil yakıtlar’ kapsamında değerlendirilen kömür, doğalgaz ve petrol enerjisi oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarını ise biyokütle, dalga-gelgit, hidrolik, güneş ve rüzgar enerjisi oluşturmaktadır. İkincil (sekonder) enerji kaynağı ise birincil enerji kaynağının dönüştürülmesi sonucu elde edilmektedir. Kok kömürü, benzin, mazot, elektrik, petrokok, ikincil kömür, motorin, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), hava gazı gibi ikincil enerji kaynakları mevcuttur (Koç ve Kaya, 2015: 37).

1. 3. 1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir Enerjiyi tanımlamak gerekirse enerjiyi direk olarak kaynağından alan ve tükenme hızından daha hızlı bir şekilde kaynağındaki enerjiyi yenileyebilen veya tükenmesi ile yenilenmesi eşit oranda olan enerji kaynağı olarak tanımlayabiliriz. Bir başka tanıma göre ise, doğanın evrimi gereği gün be gün mevcudiyetini koruyabilen enerji kaynağı da denilmektedir. Yenilenebilir enerjiyi kısaca doğal süreçlerden faydalanarak üretilen bir enerji kaynağı olarak tanımlayabiliriz (Yakıncı ve Kök, 2017: 50).

Yenilenebilir enerji ile ülkelerin dışa bağımlılıkları azaltılmış olmaktadır. Enerji kullanımının tasarruflu bir şekilde sürdürülebilir olması ve kullanıldığında diğer enerji türlerine göre çevreye zararının olmaması ile önemi vurgulanmaktadır. Her ne kadar fosil yakıtların kullanımı daha yüksek olsa da yenilenebilir enerjinin de kullanımının yıllar itibariyle arttığı gözlemlenmektedir (Karagöl ve Kavaz, 2017: 7).

Yenilenebilir enerji kaynaklarını kendi içerisinde ayıracak olursak denizlerin ve okyanusların oluşturduğu ‘dalga enerjisi’, biyolojik atıklardan oluşan ‘biyokütle enerjisi’, ‘güneş enerjisi’, nehirlerin oluşturduğu ‘hidrolik enerji’, hidrojen bazlı ‘hidrolik enerji’, yer altı sularından oluşan ‘jeotermal enerji’, rüzgardan elde edilen ‘rüzgar enerjisi’ sayılabilir. Bu enerji çeşitleri içerisinde ise güneş enerjisinin ana

kaynak olduğunu ve diğer enerji çeşitlerine dolaysız veya dolaylı yoldan etki ettiğini belirtebiliriz (Karagöl ve Kavaz, 2017: 8).

Teknolojide yaşanan gelişmeler ile yenilenebilir enerji çeşitlerinin kullanımı daha da artmakta elektrik üretiminin buradan sağlanarak maliyetler üzerinde azaltıcı etki faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Ayrıca ülkelerde yaşanan finansal gelişmeler ve pazar paylarının farklılık göstermesi de rüzgar enerjisi ve güneş enerjisi başta olmak üzere yenilenebilir enerjinin kullanımını arttırmıştır (Karagöl ve Kavaz 2010: 10).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının mekan ısıtması, araç yakıtları, sıcak su elde etme ve kırsal faaliyetler gibi birçok pazarda kullanıldığını belirtebiliriz. Bu bağlamda fosil yakıtların yerine kullanılabilir (Önal ve Yarbay, 2010 s.80). Böylelikle yerli kaynaklarda öncelik artacak, ithal enerjiye bağımlılık azalacak, sürdürülebilir ekonomik büyümeyi ve gelişimi sağlayacak, enerji arz güvenliği artmış olacak, sosyal ekonomide refah ve istikrar sağlanacak, tüketim ve üretimde güven ortamı sağlanacak, enerji talebini karşılamada sağlanan güvenlik enerji sektörüne olumlu etkide bulunacak ve yatırımları teşvik edecektir (MEB, 2012: 4).

Yenilenebilir enerjiyi önemli kılan bir diğer etmen ise diğer enerji türlerine göre hem daha ekonomik olması hem de sosyal anlamda uygulandığı bölgede bir değişim oluşturmalarıdır. Özellikle finansal krizlerin ardından fosil yakıtların fiyatlarının artmasıyla doğalgaz ve petrole karşı olan talep azalmaktadır. Bu açıdan Avrupa Birliği ülkeleri 2020 yılını hedef göstererek elektrik enerjisi ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması konusunda karar almışlardır (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2010: 3).

1.3.1.1. Jeotermal Enerjinin Tanımı Ve Önemi

Jeotermal enerji yer kabuğunun derinliklerinde yoğunlaşan ısının birikmesiyle oluşur. Yer kabuğunun derinliklerinde biriken ısı meteorit kökenli sulara yüzeye çıkarak o bölgedeki sıcaklığı artırır. Bu bölgelerde oluşan sıcaklık atmosferik sıcaklıkların üzerinde seyrederek çevresinde oluşan normal sıcaklıktaki yerüstü ve yeraltı sularına oranla daha fazla tuz, gaz ve mineral içerir. Erimiş tuz, gaz ve

mineral açısından zengin olan bu sıcak su ve buhar jeotermal enerjiyi oluşturur (Koçak, 2001: 294-295).

Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu'na göre 3 Haziran 2007 tarihinde yayınlanan 5686 nolu kanunda jeotermal kaynağın tanımı şu şekilde yapılmıştır. Yer kabuğu ısısının etkisiyle birlikte jeolojik yapıya bağlı olacak şekilde bölgesel atmosferik yıllık ortalama sıcaklığın üzerinde bir sıcaklık oluşur. Çevresindeki sulara oranla daha çok miktarda gaz ve erimiş madde içeren, doğal olarak çıkarılan veya kendisi çıkan buhar, su ve gazlar içeren ve bunları insan düzenlemeleri yoluyla yer altına göndererek kızgın kuru kayaların veya yer kabuğunun ısıyla ısıtılan buhar, gaz ve suların elde edildiği yerleri ifade etmektedir. Aynı kanuna dayanarak yapılan bir başka tanıma göre ise; jeolojik koşulların uygun düşmesiyle yer kabuğunun farklı derinliklerinde doğal olarak meydana gelen ve yeryüzüne bir veya birden fazla kaynaktan kendiliğinden çıkan doğal sulardır şeklinde ifade edilmiştir. Başka bir tanımında ise mineral içerikli bileşenler ve farklı bileşenlerle açıklanan şifa amaçlı ve tedavi amaçlı da kullanılan şifalı su, içme suyu gibi kullanılan sıcak ve soğuk doğal sular olarak ifade edilmiştir (Jeotermal Sular ve Doğal Mineralli Sular Kanunu, 2007). Jeotermal enerji kayalardan ve magmadan yerkürenin derinliklerinden radyoaktif etkiyle meydana gelen sıcaklıktan elde edilen bir enerji çeşidi olup yerkürenin sıcak bölgelerinden yeryüzüne yayılan 'yerküre iç ısısı' şeklinde de tanımlanmaktadır (Kılıç ve Kılıç 2013: 46-47).

Jeotermal enerjinin kelime anlamına baktığımızda yeryüzü ya da yeryüzüne ait anlamında kullanılan 'jeo' kelimesi ile ısı ya da ısı enerjisi anlamında kullanılan 'termal' sözcüğünün bir araya gelmesiyle oluşan 'jeotermal' kelimesi dünyaya ait ısı enerjisi anlamını içermektedir (Uyar, 2016).

Jeotermal enerjinin kullanılmasının en önemli nedeni temiz bir enerji kaynağı olması ve yenilenebilir enerji kaynakları arasında jeotermal enerjinin doğayı kirletmeyen bir enerji türü olmasıdır. Jeotermal enerjinin çevreye duyarlı ve temiz bir enerji kaynağı olmasının nedeni ise doğal ısı enerjisinden elde edilen bir enerji kaynağı olmasından dolayıdır. Jeotermal enerji herhangi bir kaynağı tüketmediği için

tükenmeyen ve aynı zamanda kendini yenileyebilen bir kaynak çeşidi olmasıyla da önem arz etmektedir (Uyar, 2016).

Jeotermal enerjinin bir diğer önemi de birçok topluma yüzyıllarca hizmet etmiş olmasından kaynaklanmaktadır. İnsanlar yıkanmak için ve sıcak sudan faydalanarak başka işlerinde kullanmak için bu kaynaklardan yararlanmışlardır. Eskiden sıcak sudan faydalanmak için kullanılan jeotermal enerji günümüzde ise endüstriyel amaçlı enerji üretebilmek için kullanılmaktadır. Böylelikle fosil yakıtlara oranla daha tasarruflu bir enerji çeşidi kullanılmış olmaktadır (Erkul, 2012: 119).

1. 3. 1. 1. 1. Jeotermal Enerjinin Tarihi

Jeotermal enerjinin tarihine bakacak olursak özellikle 20. yy'da enerji ihtiyacı daha da artmaya başlamış ve 1904 yılında İtalya'nın Larderello bölgesinde jeotermal elektrik üretimi için ilk deneme yapılmıştır. Sonrasında 1911 yılında İtalya'nın yine aynı bölgesinde ticari amaçlı başka bir elektrik üretim santrali kurulmuştur. Diğer ülkelere baktığımızda ise Amerika'nın Geysir bölgesinde ve Japonya'nın Beppu bölgesinde jeotermal üreteçler ancak deneysel olabilecek kadar yer alabilmiştir. Bundan dolayı 1958 yılına kadar İtalya'da kurulmuş olan santral dünyadaki tek endüstriyel üreteç olarak kullanılmıştır. İtalya'nın ardından 1958 yılında Yeni Zelanda'da Wairakei istasyonu kurulmuş ve İtalya'daki istasyonun ardından ikinci en büyük üreteç olarak kullanılmaya başlamıştır. Çürük buhar teknolojisi de ilk kez Yeni Zelanda'daki istasyonda kullanılmıştır. Kaliforniya'nın Geysir bölgesinde yapılan denemelerin ardından 1960 yılında jeotermal elektrik santrali faaliyete geçmiştir. Rusya'da ise 1967 yılında iki elemanlı çevrim santrali kurulmuştur. Rusya'nın kullanmış olduğu çevrim santrali teknolojisine Amerika 1981 yılında geçmiştir. Çevrim santralinin faydası, daha düşük sıcaklıktaki kaynaklardan da elektrik üreterek santrali daha hızlı bir şekilde harekete geçirmesidir. Yaşanan bu süreçlerin ardından ise 2006 yılında Alaska Chena Hot Springs bölgesinde 570 C'de düşük sıcaklıklı elektrik üretimi faaliyete geçmiştir (Kılıç ve Kılıç, 2013: 46).

1. 3. 1. 1. 2. Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları

Jeotermal enerjinin en önemli kullanım nedeni elektrik üretimidir. Uyar (2016), bu durumu şu şekilde açıklamıştır. Yeryüzüne ulaşan kar ve yağmur sularının yer kabuğunda oluşan çatlaklardan sızması sonucunda magma yoluyla ısınmış olan kayalara ulaşmasıyla su ısınmaya başlar. Isınmış su geyzerler ve volkanlar biçiminde dünyanın değişik yerlerinde yeryüzüne ulaşır. Yeryüzüne ulaşan suyun sıcaklığı ortalama olarak 150 santigrat derece civarındadır. Buhar türbinleri yoluyla bu sıcak suyun elektrik enerjisine dönüştürülmesi durumuna jeotermal enerji denilmektedir.

Jeotermal enerjinin kullanım alanlarına baktığımızda;

Ağaç, kereste, odun gibi ürünlerin ve balık gibi yiyeceklerin kurutulması işleminde, konserve sektöründe de aynı şekilde yapılmak üzere gıda malzemelerinin hızlı bir şekilde kurutulmasında kullanılır. İçilebilir temiz su elde etmek amacıyla, şeker ve tuz üretiminde hidrojen sülfid yoluyla ağırlaştırılmış su yapmak için, Bayer's methodu yoluyla alüminyum üretmede, tarım sektöründe seraları ısıtmada, çimento kurutulmasında kullanılmaktadır. Jeotermal enerjinin en çok bilinen kullanım alanları ise kaplıca tedavisi ve daha önce bahsettiğimiz elektrik üretimidir (Uyar, 2016).

1. 3. 1. 1. 3. Jeotermal Enerjinin Avantajları ve Dezavantajları

Dolaylı veya direkt olarak elde edilebilen jeotermal enerji elektrik üretimi, ısıtma, soğutma gibi farklı amaçlar için kullanılmasının yanı sıra kaplıcalarda da kullanılarak turizm sektörüne de fayda sağlamaktadır. Jeotermal enerjinin avantajlı yönlerini sıralayacak olursak; dışa bağımlı bir enerji kaynağı olmamakla birlikte hem çevre dostu hem de verimliliği yüksek bir enerji çeşididir. Ayrıca elektrik üretirken fosil yakıtlara da ihtiyaç duymayan bir enerji türüdür. Maliyet açısından da kaynağı yer altından geldiği için yatırım maliyetleri düşüktür (Bilgibaba, 2017).

Jeotermal enerjinin avantajlarının yanı sıra dezavantajlarını da sıralayacak olursak; yatırım maliyetleri düşük olmakla beraber araştırma ve hazırlık aşamasında maliyetleri yüksek olabilir. Yeraltından geldiği için yapısında zararlı kimyasallar barındırır. Çıkan kaynaktan bazen verim alınamayabilir. Jeotermal enerjinin

kullanılabilmesi için enerji tesislerinin yerleşim merkezlerine yakın kurulması gerekmektedir. Jeotermal enerjide sondaj kurulması gerektiğinden alan olarak geniş bir yere gereksinim vardır. Jeotermal enerji için bulunan kaynaklardan sıvı maddeler çıktığından kirlilik yaratma ihtimali yüksektir (Bilgibaba, 2017).

1. 3. 1. 1. 4. Dünyada Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji için kaynak potansiyelin dünya genelindeki dağılımı şu şekilde olmaktadır;

And Volkanik Kuşağına baktığımızda bu kuşak Güney Amerika'nın batı sahillerinde bulunmakta olup, Venezuela, Peru, Şili, Arjantin, Kolombiya, Ekvator ve Bolivya bölgesini kapsamaktadır. Doğu Afrika Rift Sistemi ise Malavi, Uganda, Tanzania, Djibuti, Etiyopya, Zambiya ve Kenya gibi ülkeleri kapsamakta olup hala aktif olan bir sistemdir. Alp-Himalaya Kuşağında ise Türkiye, İtalya, Tibet, Hindistan, Pakistan, İran, Yugoslavya, Çin (Yunnan), Tayland ve Myanmar (Burma) ülkelerini kapsamakta olup bu jeotermal kuşak dünyadaki en büyük jeotermal kuşaklardan birini oluşturmaktadır. Orta Amerika Volkanik Kuşağına baktığımızda Nikaragua, Panama, Kosta Rika, El Salvador, Guatamela gibi ülkeleri kapsamakta ve bu kuşakta jeotermal enerji sayısının oldukça yaygın olduğu görülmektedir. Karayip Adalarında yer alan kuşakta ise jeotermal enerji üretimi açısından önemli potansiyeli olduğu görülmekte olup aktif volkanizmaların yer aldığı bir kuşak olarak karşımıza çıkmaktadır (Küleççi, 2009: 87).

Tablo 2 ile dünyadaki jeotermal enerji kurulu gücü listesi, tablo 3 ile de kişi başına düşen jeotermal enerji kurulu gücü listelenmiştir. Tablolara baktığımızda en çok jeotermal enerji üreten ülkelerin, nüfus yoğunluğundan dolayı kişi başına düşen ülkeler sıralamasında gerilediği görülmektedir.

Tablo 2: Ülkelere Göre Dünyada Jeotermal Enerji Kurulu Gücü Listesi

Sıra	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
1	ABD	Kasım 2018	3.567
2	Filipinler	Kasım 2018	1.868
3	Endonezya	Kasım 2018	1.699
4	Türkiye	Kasım 2018	1.028
5	Yeni Zellenda	Kasım 2018	980
6	İtalya	Kasım 2018	944
7	Meksika	Kasım 2018	926
8	Kenya	Kasım 2018	676
9	İzlanda	Kasım 2018	665
10	Japonya	Kasım 2018	542

Kaynak: Enerji atlası 2018, <https://www.enerjiatlas.com/ulkelere-gore-jeotermal-enerji.html>

Tablo 2’de de görüldüğü gibi jeotermal enerjide en çok kurulu güç 3.657 MW ile Amerika Birleşik Devletleri’dir. 1 GW barajını aşan ise 4 ülke bulunmaktadır ve 1.028 MW ile Türkiye de bir çok yeni jeotermal enerji santralinin devreye girmesiyle bu ülkelerden biridir. Jeotermal enerji fosil enerji kaynağı olmamasına rağmen dünya üzerinde fosil yakıtlarda olduğu gibi homojen dağılım göstermemektedir. İlk dört ülkenin coğrafyasına baktığımızda jeotermal enerji santrallerinin en çok bulunduğu yerler Amerika kıtası ile Orta Amerika ülkeleri ve Avrupa’da İtalya ile Anadolu’da Ege Bölgesi görülmektedir.

Tablo 3: Ülkelere Göre Kişi Başına Düşen Jeotermal Enerji Kurulu Gücü

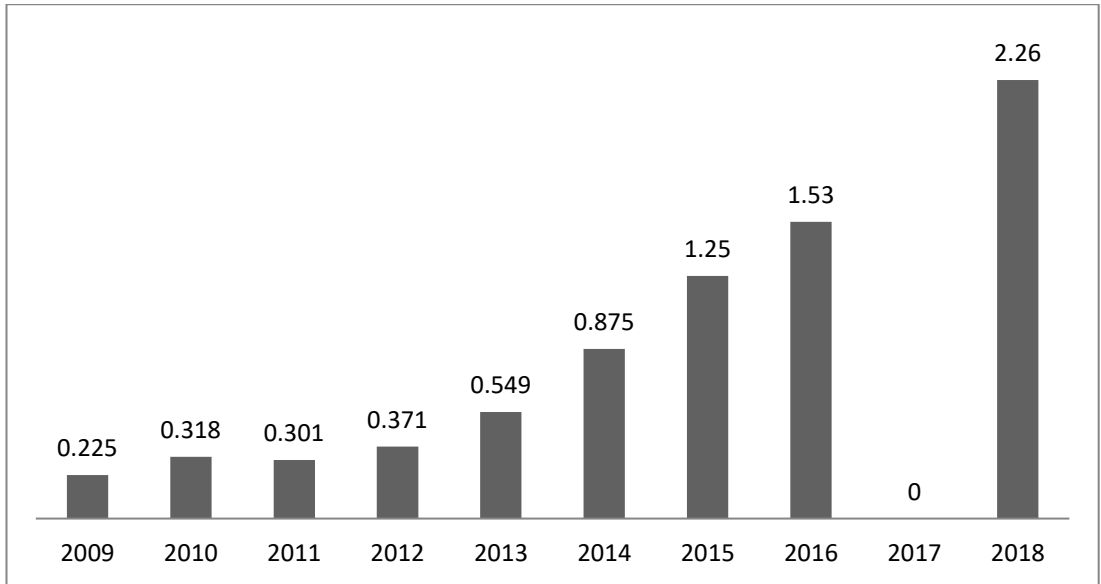
Sıra	Ülke	Kurulu Güç (MW)	Kişi Başına Kurulu Güç (Watt)
1	İzlanda	665	1.933
2	Yeni Zellenda	980	204
3	Kosta Rika	204	41
4	El Salvador	205	31
5	Filipinler	1.868	18
6	Nikaragua	109	17
7	İtalya	944	16
8	Kenya	676	14
9	Türkiye	1.028	13
10	ABD	3.567	11

Kaynak: Enerji atlası 2018, <https://www.enerjiatlas.com/ulkelere-gore-jeotermal-enerji.html>

Tablo3’de kişi başına düşen jeotermal enerji kurulu güç listesindeki ilk on ülkeye yer verilmiştir. Dünyada en çok jeotermal enerji kurulu gücü ABD’de yer alırken nüfus yoğunluğundan dolayı kişi başına düşen kurulu güç listesinde onuncu sırada yer almaktadır. Kişi başına düşen kurulu güç listesinde ise İzlanda 1.933watt ile birinci sıradadır. Kurulu güç listesinde ilk dörtte bulunan Türkiye ise 13 watt ile kişi başına düşen jeotermal enerjide dokuzuncu sırada yer almaktadır. Kurulu güç listesi ve kişi başına düşen kurulu güç listelerine baktığımızda nüfus yoğunluğu önemini arz etmektedir. Dünya kurulu gücü listesinde ilk onda yer almayan Kosta Rika, El Salvador, Nikaragua gibi ülkeler nüfus yoğunluğu değişkeninden dolayı kişi başına düşen kurulu gücü listesinde ilk sıralarda yer alabilmektedir.

Tablo 3’de ilk on ülkeye yer verilmiştir. Ancak jeotermal enerji gücü dünya toplamında 2017 yılı sonu verilerine göre 14.1GW civarındadır. Jeotermal enerjinin elektrik üretiminde kullanılması dolaylı yoldan kullanımdır. Jeotermal enerjinin elektrik harici kullanımı doğrudan kullanım olup, 70.329 MW civarında doğrudan kullanıma sahiptir. Doğrudan kullanım uygulamasıyla kullanan ilk beş ülke ise ABD, Çin, İsveç, Belarus ve Norveç’tir (Enerji Bakanlığı; Jeotermal, 2018).

Grafik 1: Türkiye’nin Jeotermal Enerji Tüketimi



Kaynak: Enerji Atlası

Aktif bir tektonik kuşak üzerinde bulunan Türkiye coğrafik ve jeolojik konumu itibariyle jeotermal enerji açısından da dünyadaki diğer ülkelere oranla zengin bir yapıdadır. Türkiye'nin birçok yerinde 1000'e yakın farklı sıcaklıklarda jeotermal enerji kaynağı mevcuttur. Türkiye'nin jeotermal kaynaklarına bölgesel olarak baktığımızda, İç Anadolu %9, Doğu Anadolu %5, Marmara Bölgesi %7, Batı Anadolu %78, diğer bölgelerde ise %1 oranında jeotermal enerji kaynağı bulunmaktadır. Jeotermal kaynakların %90'a yakını orta sıcaklık ve düşük sıcaklık seviyesinde olduğu için termal turizm, ısıtma, mineral elde edilmesi gibi alanlarda değerlendirilmektedir. Geri kalan %10'luk kısım ise elektrik üretiminde kullanılmaktadır. 1975 yılında Kızıldere Santralinde ilk elektrik üretimi MTA Genel müdürlüğü tarafından kurulmuş 0.5 MW güç üretmiştir.

Tablo ve Grafiklerden de anlaşılacağı üzere jeotermal enerji kaynakları açısından ülkemiz zengin yapıya sahip bir ülkedir. Türkiye'nin yüksek büyüme performansı göz önüne alındığında yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artırılması gerekmektedir. Jeotermal enerji de bu bağlamda güvenilir, sürdürülebilir, yenilenebilir ve temiz bir kaynak olarak etkili ve doğru bir değerlendirmeden geçirilerek kullanımının ve üretiminin artırılması gerekmektedir (Kılıç ve Kılıç, 2013: 46).

1. 3. 1. 2. Güneş Enerjisinin Tanımı Ve Önemi

Güneş, dünyanın yararlandığı enerji kaynaklarından en önemlilerinden biridir. Bir enerji kaynağı olarak Güneş ısınım enerjisiyle yer ve atmosfer sistemindeki fiziksel oluşumları etkiler. Dünyadaki madde ile enerji arasındaki akışkanlık güneş enerjisi ile mümkün olmaktadır. Biyokütle enerjileri, deniz dalgası, rüzgar, okyanus, sıcaklık farklılıkları güneş enerjisinin değişim geçirmiş biçimleridir. Doğadaki su döngüsünün gerçekleşmesinde güneş enerjisi önemli bir rol oynayarak akarsu gücünü oluşturmaktadır. Güneş enerjisi doğal enerji çeşitlerinin çoğunun kökenini oluşturup, ısıtma ve elektrik elde etmede doğrudan yararlanılan bir enerji kaynağıdır (Varınca, Gönüllü, 2006: 270).

Güneş enerjisini yöntem, teknoloji ve malzeme düzeyi açısından değerlendirdiğimizde güneş hücreleri ile ısı güneş teknolojileri ve odaklanmış güneş

enerjisi (CSP) olmak üzere iki ana başlık olarak inceleyebiliriz. Güneş hücrelerinin bir diğer adı PV olarak geçen fotovoltaiik güneş elektriği sistemleri güneş ışığını direkt elektrik enerjisine çeviren yarı iletken malzemelerden yapılmış olmasındır. CSP olarak bilinen ısıl güneş teknolojileri ve odaklanmış güneş enerjisi ise güneş enerjisinden elde edilmekte ve doğrudan kullanılmasının yanında elektrik enerjisinin üretiminde de kullanılabilir (Enerji Bakanlığı, Güneş, 2018).

1. 3. 1. 2. 1. Güneş Enerjisinin Tarihi

Güneş, Dünya'ya $1,49 \times 10^{18}$ km uzakta olan bir yıldızdır. Güneş'in yarıçapı dünyanın yarıçapının 109 katıdır. Dünya kütesinin 330 katı büyüklükte kütesi olan Güneş yüksek sıcaklıklı ve yüksek basınçlı bir gaz küresidir (Ültanır, 1996: 50).

Güneş enerjisi ile ilgili bilinen ilk uygulama Arşimet tarafından gerçekleştirilmiştir. Güneş ışınları aynalar yardımı ile yoğunlaştırıp düşman gemilerine odaklanmış bu şekilde düşman gemilerinin yok edilmesi amaçlanmıştır. Güneş ışınları 17. yy'da odunların yakılmasında, 18. yy.'da ise güneş ocaklarında ve kimyasal tepkimelerde, 19. yy.'da ise, metal eğme, buhar üretme, su dağıtma ve buhar makinesi gibi alanlarda kullanılmaya başlanarak uygulama alanları giderek artmıştır. Sonrasında petrolün hayatımıza daha çok girmeye başlaması güneş enerjisinde yaşanan gelişimi de azaltmaya başlamıştır. Günümüze baktığımızda küresel ısınma, petrol fiyatlarının artması, petrolde yaşanan krizler, çevresel baskılar gibi nedenlerle güneş enerjisi kullanımı yeniden ivme kazanmıştır. Son yıllarda konutların ısınması için sıcak su sağlamak amacıyla güneş kolektörlerinin kullanılması yaygınlaşmaktadır (Yamak, 2006: 96-97).

1. 3. 1. 2. 2. Güneş Enerjisinin Kullanım Alanları

Güneş enerjisinin kullanım alanı geçmişe oranla günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte gitgide artmaktadır. Gelişen teknolojiyle güneş enerjisinin kullanımının artması farklı sahalarda da denenmesine olanak tanımaktadır. Bu sahalara göz gezdirecek olursak şu şekilde sıralayabiliriz;

Binaların ve evlerin elektrik enerjisinin karşılanması için kullanılır. Ayrıca Evlerin, binaların, camilerin ve sera gibi farklı mekanlar için sıcak su elde edilmesinde ve ısıtmasında da kullanılmaktadır. Suyun damıtılması, kurutma işlemi ve soğutma işlemleri için güneş enerjisi tasarruf sağlamaktadır. Taşıt yollarının, bahçe ve sokak lambalarının enerji ihtiyacının karşılanmasında güneş enerjisi kullanılmaktadır. Trafik işareti lambalarının aydınlatılması için kullanılmaktadır. Güneş enerjisi, saatlerin ve hesap makinelerinin enerji ihtiyacını karşılamada yıllardır kullanılmakta olup günümüzde cep telefonu ve taşınabilir diğer cihazların şarj edilmesi için de kullanılabilir. Henüz prototip aşamasında olsa da güneş arabaları içinde çalışmalar mevcuttur. Henüz deneysel aşamada da olsa uçaklar için de güneş enerjisi kullanımı için çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Güneş kuleleri kurulup yapay uydular için güneş enerjisi kullanılmaktadır. 'Güneş Ocağı' olarak bilinen yoğunlaştırıcı sistemler sayesinde güneş ışınlarını bir kap üzerine yoğunlaştırarak yemek pişirme işlemi için de güneş enerjisinden faydalanılmaktadır (Kılıç, 2015: 37).

1. 3. 1. 2. 3. Güneş Enerjisinin Avantajları Ve Dezavantajları

Güneş enerjisinin faydalarının yanı sıra çok da önemli olmayan dezavantajları mevcuttur. Güneş enerjisinin kullanımının artması enerjide tasarruf edebilmek açısından oldukça önemlidir. Enerjide tasarruf sağlanması bireylerin bütçesi için faydalı olacak ve ekonomide de tasarruf sağlayacaktır. Ayrıca güneş enerjisi çevreye yararlı bir enerji çeşididir. Dolayısıyla güneş enerjisinin kullanımının artması ve sürekli hale getirilmesi oldukça önemlidir (Ayyıldız, 2014).

Güneş enerjisinin öncelikle avantajlı yönlerini sıralayacak olursak;

Güneş her şeyden önce milyonlarca yıldır tükenmeyen ve sürdürülmesi çok kolay olan bir enerji türüdür. Çevreci ve temiz bir enerji çeşidi olan güneş enerjisinin karbonmonoksit, radyasyon, duman ve kükürt gibi külfetleri de bulunmamaktadır. Ekonomik krizlerden etkilenmeyen ve dışa bağımlılığı bulunmayan bir enerji türüdür. Gelişen teknolojiyle geliştirilmekle beraber uygulanması açısından çok karmaşık teknolojiye ihtiyaç duyulmamaktadır. Enerjiye ihtiyacın olduğu her yer için ulaşması çok kolaydır ve uygulanmasında yerel bölgeler için de kullanışlıdır.

Güneşin olduğu her yerde kullanılabilir. Güneş enerjisi sisteminin kurulması maliyet açısından da çok az veya düşük maliyet gerektirir. Alan ve saha açısından da düşünüldüğünde evlerin çatılarına da kurularak işlev kazandırılabilir (Ayyıldız, 2014).

Güneş enerjisinin dezavantajlarına baktığımızda ise genellikle güneş ışınlarının geliş açısı ve gelen güneş ışınlarının yüzdelik kullanımına yönelik dezavantajlar görülmektedir. Buna göre dezavantajlı görülen yönlerini sıralayacak olduğumuzda;

Güneş ışınları sürekli aynı açıyla gelmediğinden akü veya gelişmekte olan hidrojen sistemiyle enerjinin depolanması gerekmektedir. Gecelerin ışınımın hiç olmaması ve kış aylarında enerji ihtiyacı artarken güneş ışınlarının faydasının da düşük olması bir dezavantajdır. Genel olarak güneş ışınımının az olmasından kaynaklı büyük yüzeylere gereksinimin artmaktadır. Ülkemiz için birim yüzeye gelen güneş ışınımının ortalama olarak 1300 w/m^2 olduğu görülmektedir. Güneş ışınımından su ısıtma sistemlerinde %60 oranında faydalanılırken, güneş pillerinde ise bu oranın %15 civarında olduğu görülmektedir. Hidrojen üretimi gibi yeni geliştirilen melez sistemler sayesinde elektrik üretiminde %55 civarında güneş ışınımından fayda sağlanabilmektedir. Ancak güneş ışınımından sürekli fayda sağlanabilmesi için sistemin güneş ışınlarını alırken çevresinin kapalı olmaması gerekmektedir. Güneş ışınlarının sisteme geliş açısı da bir dezavantaj olarak görülebilir. Bunun için güneş ışınları sisteme dik geldiğinde sistem daha verimli çalışmaktadır. Ayçiçeği gibi güneşi takip eden sistemler kullanılarak güneş ışınlarının geliş açısından oluşan dezavantaj giderilmeye çalışılmaktadır (Ayyıldız, 2014).

1. 3. 1. 2. 4. Dünyada Güneş Enerjisi

Coğrafi konum, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklardan yararlanılması söz konusu olduğunda daha da önemli bir hale gelmektedir. Coğrafi konum güneş tarlalarının verimli olması açısından ışınım şiddetini ve güneşlenme süresini etkilediği için bazı ülkelerin coğrafi konumu itibarıyla güneş enerjisi açısından avantajlı konumda oldukları görülmektedir. Özellikle Avrupa ülkelerinde enerji üretiminde güneşten faydalanılması yaygın hale gelmektedir. Yapılan araştırmalar

göstermektedir ki güneş enerjisinden alınan verim düzenli olarak artmaktadır. Örneğin 2005 yılında 3 GW güneş kurulu gücü zamanla artarak 2016 yılının ikinci çeyreğinde 100 GW olarak açıklanmıştır. ABD tabanlı Küresel Enerji Piyasası Veri ve Araştırma Kurumu (IHS) yapmış olduğu araştırmalar neticesinde 2016 yılı enerji santrallerinin kümülatif kurulu gücünün toplam 100 GW'a ulaştığını belirtmektedir. Bu gelişmelerden de anlaşılacağı gibi Avrupa ülkelerinin dünya pazarında öncü ülkeler arasında yer aldığı görülmektedir (Nexten, 2018).

Roma anlaşmasıyla 1957 yılında kurulan European Atomic Energy Community (Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu) Ortak Araştırma Merkezinin (Joint Research Centre) temellerini atmış ve Avrupa Komisyonu çatısının altında faaliyetlerini göstermeye başlamıştır. Kurulan bu merkezin en önemli projelerinden biri PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) olarak bilinen Fotovoltaik Coğrafi Bilgi Sistemi güneş enerjisi ile ilgili önemli çalışmalar düzenlemektedir. Buradan da anlaşılacağı gibi Avrupa ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisine oldukça önem vermekte ve kapasite açısından Almanya bu pazar payına öncülük etmektedir (Nexten, 2018).

Tablo 4: Ülkelere Göre Dünyada Güneş Enerji Santrali Kurulu Gücü Listesi

Sıra	Ülke	Kurulu Güç (MW)
1	Çin	102.470
2	Japonya	42.750
3	Almanya	42.710
4	ABD	40.300
5	İtalya	19.279
6	Birleşik Krallık	11.630
7	Hindistan	9.010
8	Fransa	7.130
9	İspanya	6.730
10	Avustralya	5.900
11	Güney Kore	4.350
12	Belçika	3.422
13	Kanada	2.715
14	Yunanistan	2.610
15	Türkiye	2.246

Kaynak: Enerji Atlası, 2018 <https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-gunes-enerjisi.html>

Tablo 4’de dünyada güneş enerjisi santrali ile en çok güneş enerjisi üreten ülkeler gösterilmiştir. Tablo 4’e göre Çin 102.470 (MW) ile en çok güneş enerjisi üreten ülkedir. Türkiye ise güneş enerjisi üreten ülkeler sıralamasında 15. sıradadır.

GEPA (Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası) tarafından Enerji Bakanlığınca hazırlanan verilere göre ülkemizde yılda toplam güneşlenme süresinin 2.741 saat olduğu bunun da günlük ortalama 7.5 saate denk geldiğini belirtmektedir. Bu güneşlenme süresine göre yılda Türkiye’ye gelen güneş enerjisinin 1.527 kWh/m² yıl olduğu bu güneş enerjisinin ise günlük ortalama 4.18 kWh/m² gün olduğu görülmektedir. 2017 yılı sonu verilerine göre ülkemizde 20.000.000 m²’ye yaklaşan toplam güneş kolektör alanı kurulmuş olup buradan 823.000 TEP (ton eşdeğer petrol) ısı enerjisi üretildiği tespit edilmiştir. Türkiye’nin 2018 yılı Haziran ayı sonu verilerine baktığımızda lisanslı olarak 23 MW ile lisanssız 4.703 MW olmak üzere toplamda PV güneş enerjisi santrali kurulu gücünün 4.726 MW olduğu belirtilmiştir (Enerji Bakanlığı, Güneş, 2018).

Tablo 5: Ülkelere Göre Kişi Başına Düşen Güneş Enerji Santrali Kurulu Gücü

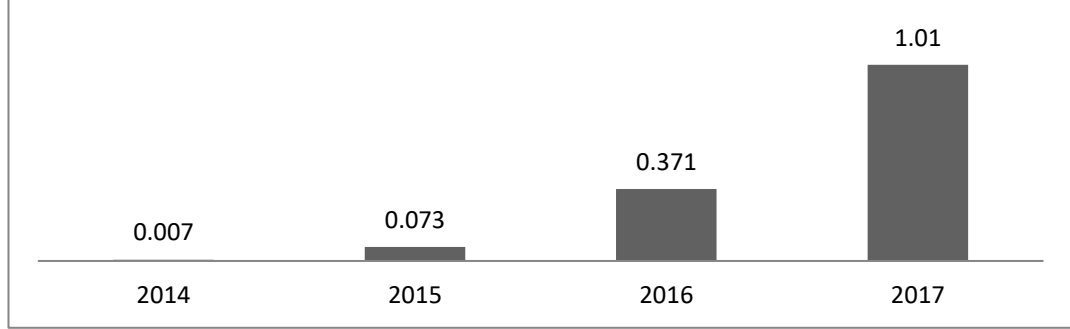
Sıra	Ülke	Kurulu Güç (MW)	Kişi Başına Kurulu Güç (Watt)
1	Almanya	42,71	516
2	Japonya	42,75	337
3	İtalya	19,279	318
4	Belçika	3,422	301
5	Yunanistan	2,61	242
6	Avusturalya	5,9	240
7	Lüksemburg	123	208
8	Çekya	2,08	197
9	İsviçre	1,64	195
10	Malta	82	191
11	Birleşik Krallık	11,63	177
12	Danimarka	900	156
13	Bulgaristan	1,043	147
14	İspanya	6,73	145
15	Slovenya	259	125
16	ABD	40,3	124
17	Avusturya	1,077	122
18	Hollanda	2,1	122
19	Şili	2,053	112
20	Fransa	7,13	106
21	İsrail	910	104
22	Slovakya	545	100
23	Güney Kore	4,35	85
24	Kanada	2,715	74
25	Çin	102,47	74
26	Romanya	1,33	67
27	Kıbrıs Rum Kesimi	55	65
28	Portekiz	513	50
29	Honduras	389	44
30	Tayvan	1,01	43
31	Güney Afrika	1,779	31
32	Tayland	2,15	31
33	Macaristan	288	29
34	Litvanya	80	28
35	Türkiye	2,246	28

Kaynak: Enerji Atlası, 2018 <https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-gunes-enerjisi.html>

Tablo 5'e baktığımızda Almanya enerji santrali kurulu gücünde ilk sırada yer almaktadır. Türkiye ise Tablo 4'de gösterildiği gibi enerji santrali kurulu gücünde on beşinci sırada yer alırken bu durumu kişi başına düşen güneş enerjisi şeklinde

incelediğimizde 2.2456 MW'ın, 28 watt kişi başına düşen kurulu güce denk geldiği görülmektedir. Türkiye nüfusu ele alındığında Türkiye'nin güneş enerjisinden gerektiği kadar faydalanamadığı görülmektedir.

Grafik 2: Türkiye’de Güneş Enerjisi ile Elektrik Tüketimini Karşılama Oranı



Kaynak: Enerji atlası, 2018 <https://www.enerjiatlası.com/elektrik-uretimi/gunes>

Lisanssız üretim yapan ve şebeke bağlantısı olmayan yerlerde yapılan üretim sorunları nedeniyle toplam elektrik tüketiminde güneş enerjisinin payını net olarak göstermek de zorlaşıyor. Ancak ihtiyaç fazlası olan tüketimin şebekeye verilerek başkalarının kullanımına sunulan miktarından net olarak bahsedebilmekteyiz. Enerji değerinin toplam tüketim miktarı içindeki payının ne kadarının güneş enerjisi üzerinden elektrik üretilerek sağlandığını bir ölçüde gösterebilmekteyiz. Bu doğrultuda yukarıdaki tabloda 2014-2017 yılları arasını gösteren ‘ihtiyaç fazlası’ olarak nitelendirdiğimiz toplam tüketim içindeki güneş enerjisi yoluyla gerçekleşen elektrik üretimi değerleri verilmiştir. 2017 yılı Ekim ayına kadar olan dönemi kapsamaktadır (Enerji Atlası; Güneş, 2018).

1. 3. 1. 3. Rüzgar Enerjisinin Tanımı Ve Önemi

Rüzgar bir enerji kaynağı olarak sürekli ve sonsuz bir etkidir. Bu bağlamda döviz kazandırıcı özellikte, teknoloji ile kullanımı genişleyen, enerjide dışa bağımlılığı azaltan, hızlı bir şekilde enerjiye dönüşebilen bir güç kaynağıdır. Rüzgar enerjisi ile elektrik üretildiğinde asit yağmurlarına ve atmosferde ısınmaya yol açmayan, fosil yakıtta gerek duyulmadığından tasarrufa yol açan, CO₂ salımı yapmayan, radyoaktif etkisi olmayan etkili bir yöntem olduğu görülmektedir (Koçaslan, 2010: 57).

Rüzgar, güneş kaynaklı radyasyonun yeryüzünü farklı ısıtmasından dolayı oluşmaktadır. Farklı ısılarda olan yeryüzünün nem, basınç ve hava sıcaklığı değerleri de farklı olur ve bu farklı basınç ise hava hareketine sebep olmaktadır. Dünyamıza ulaşan güneş enerjisinin yalnızca yaklaşık %2'si kadarı rüzgar enerjisine çevrilmektedir (Enerji Bakanlığı; Rüzgar 2018).

Yeryüzünde oluşan homojen olmayan ısı kaynağına bağlı olarak rüzgarın özellikleri de yerel coğrafyalara göre farklılık göstermektedir. Rüzgarı yön ve hız olarak iki ayrı kapsamda ifade edebiliriz. Rüzgar hızının küpü ile doğru orantılı olmak üzere teorik gücü de artarak yüksekliğin arttıkça rüzgar hızında artacağı ifade edilir. Rüzgar enerji santrallerinin ana yapısını oluşturan rüzgar türbinleri, hareket halinde olan havanın kinetik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürdükten sonra elektrik enerjisine dönüştürmekte kullanılan makineler olarak tanımlanabilir (Enerji Bakanlığı; Rüzgar, 2018).

Rüzgar türbinleri yatay eksenli ve dikey eksenli olmak üzere dönüş eksenine göre imal edilmektedir. Ancak yatay eksenli rüzgar türbinleri en yaygın olan ve en çok kullanılanıdır. Rüzgar türbinlerinin elektrik enerjisi üretebilmesi için rüzgar hızının belirli bir hıza ulaşması gerekmektedir. Rüzgar hızının enerji üretimine dönüşebilmesi için cut-in ve cut-out denilen rüzgar hızları arasında gelmesiyle bir rüzgar türbini üretim yapabilmektedir. Rüzgar türbininin cut-in hızı 2-4 m/s değerlerinde, nominal hızı ise 10-15 m/s değerleri arasında olmalıdır. Cut-out hızları ise 25-35 m/s değerleri arasında olmalıdır. Belirlenmiş bir rüzgar hızında her bir rüzgar türbini sistemden ulaşılan gücü en büyük değere ulaştırmaktadır. Oluşan en büyük güce nominal güç denmekte ve bu rüzgar hızına ise nominal hız adı verilmektedir. Rüzgar türbinleri belirli bir rüzgar hızından sonra otomatik olarak stop konumuna geçerek sistemin hasar görmemesi sağlanmış olmaktadır. Bu maksimum hıza ise cut-out hızı denmektedir. Rüzgar türbinlerinin kuleleri boru veya kafes biçiminde yapılmaktadır. Gövde kısmı ses izolasyonlu yapılarak gürültü kirliliği önlenmektedir. Kulelerin uzunluğu fazla olabildiğinden konstrüksiyonları iki veya üç parçalı olabilmektedir (Enerji Bakanlığı; Rüzgar, 2018).

Fosil yakıtlar çevre kirliliğine ve sorunlara neden olmaktadır. Fosil kaynakların ayrıca gelecekte tükenme ihtimalinin olduğu ve kaynakların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle rüzgar enerjisi gibi çevreci, alternatif, yenilenebilir, sonsuz ve sürdürülebilir, temiz enerji kaynaklarının kullanılması önemlidir (Hayli, 2011:1).

Bir diğer yönü ile fosil yakıtlar enerji ihtiyaçları konusunda savaflara neden olmuştur. Rüzgar enerjisi insanlık açısından da pozitif bir enerji kullanımı sunmaktadır. Bu yüzden rüzgar enerjisinin toplumsal imkanlarından daha fazla yararlanabilmek için kullanım alanlarının da genişletilmesi gerekmektedir (Ekolojist, 2018).

1. 3. 1. 3. 1. Rüzgar Enerjisinin Tarihi

Çok eski dönemlere dayanan rüzgar enerjisinin tarihine baktığımızda en eski yararlanma biçimini yelkenli gemiler ve yel değirmenleri oluşturmaktadır. Rüzgarın oluşturduğu kinetik enerjiden faydalanarak yelkenli gemilerin hareket etmesi sağlanmış, buğday gibi tahılları öğütmek için ise yel değirmenleri kullanılmıştır. İnsanoğlunun varoluşundan beri tarihe bakıldığında neredeyse 5500 yıldır rüzgarın gücünden faydalanarak yelkenli gemilerin rüzgar gücüyle hareket ettirildiği bilinmektedir. Yel değirmenlerinin kullanımı ise yelkenli gemilerden daha sonra gerçekleşmiştir. Milattan sonra 1. yy'ın başlarında Yunan mühendis Heron tarafından rüzgar enerjisinin tarifi ve tanımı yapılmıştır. Sonrasında bahsedilen bu sistem İran tarafından geliştirilerek yel değirmenlerinin ortaya çıkışı gerçekleşmiştir. Günümüzde rüzgar, tahıl öğütmek için değil elektrik üretmek için kullanılmaktadır. Bu şekilde rüzgar enerjisinin gelişimini inceleyebiliriz. İskoç akademisyen Profesör James Blyth 1887 yılının Haziran ayında rüzgar gücü kullanımı için deney gerçekleştirmiş ve 1891 yılında İngiltere'den patentini almak üzere rüzgar enerjisiyle çalışan ilk pil şarj cihazını yapmıştır. Ancak rüzgar güç makinesiyle elektrik üretimini 1887-1888 yılları arasında ABD'de Charles Francis Brush gerçekleştirmiştir. Brush yapmış olduğu rüzgar güç makinesini kullanarak hem evinin hem de laboratuvarının elektriğini 1900 yılına kadar bu sistemle karşılamıştır. Danimarkalı bilim adamı Poul la Cour ise 1890'li yıllarda elektrik üretiminde

kullanmak üzere rüzgar türbinleri kurmuştur. Bu sistem sonradan hidrojen üretmek için de kullanılmıştır (Elektrikport, 2011).

1939 yılında Smith Puntam ABD, Vermont, Granpa's Knob'da 1,25 MW'lık ve 53 m. çapında olan rüzgar türbinini kurmuştur. 1960'lı yıllara gelindiğinde ise Prof. Ulrich Hütter tarafından 2 kanatlı, 34 m.'lik ve 100 kW'lık yüksek rüzgar hızlı kararsız pervanesi olarak geçen Hütter Allgaier rüzgar türbini geliştirilmiştir (Elektrikport, 2011).

1979 yılında Danimarkalı Vestas, Nordtank, Kuriant ve Bonus şirketleri modern rüzgar türbinlerinin seri üretimini gerçekleştirdi. Bu türbinlerin her biri 20-30 kw'lık olup bugünkü standartlardan küçüktür. Sonrasında bu türbinlerin kapasitelerini 7 MW'a çıkartarak başka ülkelere de pazarlamışlardır. 1980'li yıllara gelindiğinde California'da federal devlet ve merkezi devlet, yatırım ve enerji vergi kredilerinden %50 civarında vergi kredisi sağlamaya başlayınca bu durum rüzgar enerjisinde patlama etkisi yarattı. 1980-1995 yılları arasında ise vergi kredileri %15 civarına inmeye başlayınca özellikle 1985'ten sonra 1700 MW'lık rüzgar kapasitesi olan türbinler kurulmuştur. Almanya'da ise 1990'lı yılların başında 200 MW'lık türbinler geliştirilerek özellikle Kuzey Avrupa piyasası için önemli bir gelişme olarak görülmüştür (Elektrikport, 2011). Günümüze baktığımızda rüzgar türbinleri artık megawattla ifade edilecek düzeylere ulaşmıştır.

1. 3. 1. 3. 2. Rüzgar Enerjisinin Kullanım Alanları

Rüzgar dünya ölçeğinde genel olarak kıtasal, ülke çapında ve yerel ölçekler de ise mikro düzeyde oluşmaktadır. Rüzgarın oluşması için atmosferdeki basıncın azalması veya yükselmesi gerekmektedir. Bunun için de yüksek ancak engebesiz vadi ve tepelerin jeostrofik rüzgarların güçlü olduğu bölgelerin ve bu rüzgarla termal etkileşim içinde olan kıyı şeritlerinin, kanal oluşumunun meydana geldiği vadiler, tepeler ve dağ dizilerinin olması gerekmektedir (Varınca ve Varank, 2019: 5).

Büyük ve orta boyutta rüzgar tarlaları inşa etmek için yerleşim merkezlerinden uzak ve açık alanlar ile kırsal bölgelerin seçilmesi gerekmektedir. Rüzgar türbinleri proje kapsamında geniş kırsal alana ihtiyaç duyarken türbinler bu alanın %1 ile

%3'lük bir kısmını kaplamaktadır. Geriye %97 ile %99 kapmasında geniş bir kırsal alan kalmaktadır. Bu yerler ise tarımsal alan olarak kullanılarak arazinin ikili kullanımı gerçekleştirilmektedir (The European Wind Energy Association, 2013).

Yıllardır rüzgar enerjisinden yel değirmeni olarak ve yelkenli gemilerin yürütülmesinde faydalanılmıştır. Ancak günümüzde gelişen teknolojiyle kullanım alanları da çeşitlenmiştir. Rüzgar enerjisi elektriğin olduğu her yeri kapsamaktadır. Bu alanları sıralamak gerekirse; su pompalama sistemleri, aydınlatma sistemleri, su depolama alanları, şarj sistemleri, soğutma mekanizmaları, taşımacılık sektörü ve tahıl öğütme mekanizmaları gibi birçok alanda kullanılabilir (Ekolojist, 2018).

1. 3. 1. 3. 3. Rüzgar Enerjisinin Avantajları Ve Dezavantajları

Rüzgar enerjisinin üstün yanlarına baktığımızda şu şekilde sıralayabiliriz;

Temiz bir enerji kaynağı olmasıyla çevre dostu ve yenilenebilir bir kaynaktır. Fiyatının zaman içinde yükselmesi ve enerji kaynağının tükenmesi gibi riskleri barındırmaz. Günümüzdeki güç santrallerinin maliyetine baktığımızda rüzgar enerjisi maliyetleri rekabet edebilecek düzeye ulaşmıştır. İşletme ve bakım maliyetleri çok düşüktür. İşletmeye alınma süresi çok kısa sürede yapılabilir. İşletilmesi ve teknolojisinin tesisi genel olarak basit bir yöntemdedir (Enerji Bakanlığı, Rüzgar 2018).

Rüzgar santrallerinin hammaddesinin atmosferde dolaşan hava olması nedeniyle çevreci olması ve kirliliğe yol açmaması avantajlı yönlerindedir. Bir bakıma hammaddesi ücretsizdir. Ayrıca enerjide dışa bağımlılığı azaltmaktadır. Bununla birlikte kurulduğu alanın tarım arazisi olarak kullanılması da avantaj sağlamaktadır. Rüzgar enerjisinin soğutma suyuna ihtiyacı olmaması da başka bir avantajlı yönüdür (Varınca ve varank, 2019: 2).

Rüzgar enerjisinin dezavantajlarına baktığımızda ise;

Elektrik üretmek için uygulamaya konulması için maliyetinin yüksek olmasını, kapasite faktörlerinin ise maliyetine göre düşük olmasını ve enerji üretiminde değişiklikler göstermesini sıralayabiliriz (Enerji Bakanlığı, Rüzgar, 2018).

Rüzgarın her mevsim düzenli olmamasından dolayı enerji üretirken kesikli bir düzen oluşturduğu belirtilmektedir. Bu durum enerji üretimini sekteye uğratmaktadır. Bunu ortadan kaldırmak için akülerle depolama yöntemi yapılmaktadır. Gürültü kirliliği açısından çok fazla engel teşkil etmese de iç alanı dar olduğu için gürültüsü dezavantaj olarak görülebilmektedir. Rüzgar santrallerinin geniş alanlarda kurulmasından dolayı büyüklüğüne göre 2-3 km gibi alanlarda tv ve radyo gibi haberleşme dalgaları olumsuz etkilenmektedir (Hayli, 2011: 11).

1. 3. 1. 3. 4. Dünyada Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisi eskiden kara parçalarına kurulurken artık deniz üzerine de kurulan santraller mevcuttur. Dünyada 1990'lı yıllar itibariyle enerji kaynakları arasında en hızlı gelişen rüzgar enerjisidir. Rüzgar kaynağı dünyada 53 TWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Yapılan araştırmalar 2020 yılı elektrik talebinin dünyada 25.579 TWh/yıl artış göstereceği öngörülmekte ve 2020 yılı itibariyle rüzgar kaynaklı kurulu gücün 1,245 GW'a ulaşacağı, bu oranında dünya toplamındaki elektrik üretiminin %12'sine denk geleceği beklenmektedir. Yapılan araştırmalar 2040 yılına gelindiğinde dünya elektrik enerjisinin %20'sinin rüzgar enerjisinden karşılanacağını öngörmektedir (İlkılıç, 2009: 28).

Rüzgar enerjinin pazardaki payının yıllık ortalamasının %28 civarında olduğu görülmektedir. Bu durum gelişen teknolojiyle yatırım maliyetlerinin düşmesi olarak açıklanmaktadır (Oskay C. 2014: 81).

Tablo 6: Ülkelere Göre Dünyada Rüzgar Santrali Kurulu Gücü Listesi

Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
Çin	Aralık 2016	168.732
ABD	Aralık 2016	82.184
Almanya	Ekim 2017	55.340
Hindistan	Aralık 2016	28.700
İspanya	Temmuz 2017	22.841
Birleşik Krallık	Aralık 2016	14.543
Fransa	Aralık 2016	12.066
Kanada	Aralık 2016	11.900
Brezilya	Aralık 2016	10.740
İtalya	Aralık 2016	9.257
İsveç	Aralık 2016	6.520
Türkiye	Kasım 2017	6.504

Kaynak: Enerji atlası, 2018 <https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-ruzgar-enerjisi.html>

Tablo 6’da ülkelere göre dünyada rüzgar santrali ile en çok rüzgar enerjisi üreten ülkeler gösterilmiştir. Tablo 6’ya göre Çin 168.732 (MW) ile en çok rüzgar enerjisi üreten ülkedir. Türkiye ise rüzgar enerjisi üreten ülkeler sıralamasında 12. sıradadır.

Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA) tarafından hazırlanan verilere göre mikro ölçekli rüzgar akış modeli ve orta ölçekli sayısal hava tahmin modeli kullanılarak üretilen rüzgar enerjisi kaynağı hakkında bilgi verilmektedir. Türkiye’ye baktığımızda 7.5 m/s’nin üzerinde rüzgar hızı olan alanlarda ve yer seviyesinden 50 metre yüksekte olan yerlerde kilometrekare başına 5 MW gücünde rüzgar santrali kurulabileceği tespit edilmiştir. Türkiye’nin rüzgar enerji potansiyelinin 48.000 MW olduğu belirlenmiştir. Bu potansiyelin Türkiye yüz ölçümünün toplam alanının %1.30’una karşılık geldiği görülmektedir. 2017 yılına baktığımızda rüzgar enerjisinden 17.9 milyar kWh elektrik üretildiği tespit edilmiştir. 2018 yılının Haziran ayı sonu itibariyle rüzgar enerji santrallerinin işletmede olan kurulu gücünün ise 6.671 MW olduğu görülmektedir (Enerji Bakanlığı, Rüzgar 2018).

Tablo 7: Ülkelere Göre Kişi Başına Düşen Rüzgar Santrali Kurulu Gücü .

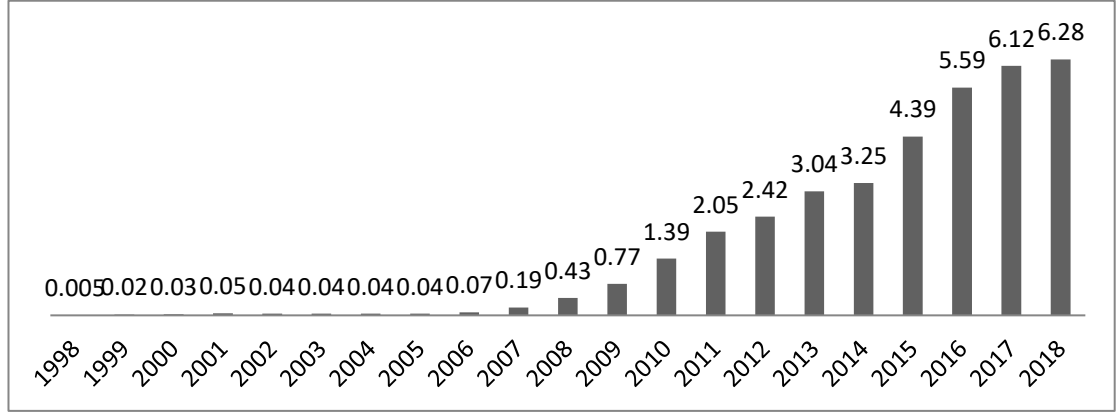
Sıra	Ülke	Kurulu Güç (MW)	Kişi Başına Kurulu Güç (Watt)
1	Danimarka	5.228	908
2	Almanya	55.340	668
3	İsveç	6.520	647
4	İrlanda	2.830	595
5	Portekiz	5.316	516
6	İspanya	22.841	491
7	Faroe Adaları	18	358
8	Uruguay	1.210	346
9	Kanada	11.900	325
10	Avusturya	2.632	299
11	Finlandiya	1.539	279
12	ABD	82.184	252
13	Hollanda	4.328	252
14	Estonya	310	236
15	Birleşik Krallık	14.543	222
16	Yunanistan	2.374	220
17	Belçika	2.386	210
18	Kıbrıs Rum Kesimi	158	186
19	Fransa	12.066	180
20	Avustralya	4.327	176
21	Litvanya	493	175
22	Norveç	838	159
23	Romanya	3.028	153
24	İtalya	9.257	153
25	Polonya	5.782	150
26	Yeni Zelanda	623	130
27	Çin	168.732	122
28	Hırvatistan	422	102
29	Lüksemburg	58	98
30	Türkiye	6.504	80

Kaynak: Enerji Atlası, 2018 <https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-ruzgar-enerjisi.html>

Tablo 7’den de anlaşılacağı üzere; dünyada en çok rüzgar santrali kurulu gücü sıralamasında Çin birinci sırada iken nüfus yoğunluğundan dolayı kişi başına düşen kurulu güç listesinde yirmiyedinci sırada yer almaktadır. Kişi başına düşen kurulu güç listesinde ise Danimarka 908 watt ile birinci sıradadır. Türkiye ise 6.504 mw ile rüzgar santralinde onikinci sırada yer alırken kişi başına düşen rüzgar enerjisine baktığımızda otuzuncu sırada yer almaktadır. Her iki tablodan da anlaşılacağı üzere

dünya kurulu gücü listesinde ilk onikide yer almayan ülkeler nüfus yoğunluğu değişkeninden dolayı kişi başına düşen kurulu gücü listesinde ilk sıralarda yer alabilmektedir.

Grafik 3: Türkiye’de Rüzgar Üretiminin Toplam Tüketimi Karşılama Oranı



Kaynak: Enerji Atlası, 2018 <https://www.enerjiatlası.com/elektrik-uretimi/ruzgar>

Grafik 3 ile 1998-2018 yılları arasında gerçekleşen Türkiye’de rüzgar üretiminin toplam tüketim içindeki karşılama oranı gösterilmiştir. 2018 yılı, Ocak ayından itibaren geçen Ağustos ayının dördüncü gününe kadar olan süreyi kapsamaktadır.

1. 3. 1. 4. Hidrolik Enerjinin Tanımı Ve Önemi

Suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi yoluyla elde edilen enerjiye hidrolik enerji denir. Hidrolik enerji, işletme ve bakım masraflarının çok az olması, çevre kirliliği oluşturmaması, ulusal bir kaynak olması, güvenilir bir enerji arzı olarak alternatif bir kaynak olması nedeniyle önemi sürekli artmaktadır (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 267). Bir başka tanıma göre de hidrolik enerji generatöre hareket kazandırmak için suyun akış gücünden faydalanarak elektrik üretme işlemidir. Enerji santrallerinin bu şekilde çalışma yöntemi olduğunda bu sisteme hidroelektrik enerji santralleri denmektedir (Bozkurt, 2008: 63).

Hidrolik santrallerin çalışma şeklini şu şekilde tanımlayabiliriz. Dere, nehir, akarsu gibi akan suyun önüne beton set çekilerek suyun belirli bir seviyeye yükselmesi sağlanır. Burada su olabildiğince yükseğe çıkarılmaya çalışılır.

Böylelikle su belirli bir potansiyele ulaşmış olur. Kinetik enerji oluşturmak için ise suyun önüne çekilen beton setin içine çeşitli ekipmanlar yerleştirilir. Böylece su belirli yerlerden geçerek türbin yapmaya başlar. Su yüksek seviyede olduğu için hızlı bir şekilde türbinlere giderken kinetik enerjisi artar. Burada sürtünmeden dolayı kayıplar olsa bile önemli bir kinetik enerji oluşur. Türbinlere bağlanmış olan generatörler rotoru döndürmeye başlar ve elektrik enerjisi üretilmiş olur (Dinçer ve Atik 2017: 556).

Hidrolik enerjinin önemine değindiğimizde etkisini hidrolik çevrimden almasıyla yenilenebilir olmasını söyleyebiliriz. Hidrolik enerjinin önemine ilişkin yapılan bir araştırmaya göre Public Citizen; toplam yenilenebilir enerji üretimleri arasından hidrolik enerjinin %45, biyomass'ın %50 payının olduğunu belirterek, yenilenebilir enerji kaynaklarının başında geldiğinden bahsetmiştir (Bozkurt, 2010: 323).

Shea C. P. (1988) ise; hidrolik enerjinin hem uzun ömürlü hem de suda karbon olmadığı için havayı kirletmediğini belirtmiştir. Termik santrallere göre %85-%90 verimlilik payına sahip olan hidrolik santraller termik santrallerden üretilen yıllık 587 milyon karbon cürufun da önüne geçmektedir. Bu miktarın 1987 yılı toplam katı yakıt cürufundan %10 daha fazla olduğunu belirtmektedir (Bozkurt, 2010: 323).

Doğalgazın ve bilhassa petrolün zamanla daha da pahalı hale gelmesiyle elektrik üretiminde fosil yakıtların terk edileceği öngörülmektedir. Yeni enerji türleri geliştirilmiş olsa da maliyetlerin ve yatırımların pahalı olması hidroelektrik enerjiye duyulan önemi arttıracaktır. Ülkemiz açısından da hidroelektrik enerjiyi değerlendirdiğimizde turizm, tarım, endüstri ve dış ticarete dünya ile rekabete ortak olunabilmesi ve gelişimin sürdürülebilir olması için elektrik tüketimi fiyatlarında ucuzluk sağlayan verimli, yenilenebilir ve dışa bağımsız olan hidroelektrik santrallerin kullanımı önem arz etmektedir (Bozkurt, 2010: 324).

1. 3. 1. 4. 1. Hidrolik Enerjinin Tarihi

Varlığını dünyanın oluşundan beri sürdüren suyun insanlar tarafından kullanılışı ilk başta içme suyu ve tarım gibi alanlarda olmuştur. Suyun zamanla

gemilerde kullanılmasıyla suya ulaşım da kolaylaştırmıştır. İnsan hayatında iyice yer etmesi ise elektriğin de devreye girmesiyle suyun potansiyelinden elektrik üretmek için faydalanmaya başlamaya olmuştur. Böylelikle su kaynakları daha da önemli hale gelmiştir. Suyun gücünün keşfedilmesi çok önceleri anlaşılmış olsa da suyun potansiyelinin elektrik üretimine dönüştürülmesi çok sonraları başlamıştır. Suyun gücündeki potansiyelin elektrik üretiminde kullanılmasına ilişkin ilk çalışma 1881 yılının Ekim ayında Wey Nehri üzerinde yapılmış ve ilk hidroelektrik santrali 'Central Power Station' adıyla Wey Nehri üzerinde kurulmuştur (Dinçer, 2017: 556).

1. 3. 1. 4. 2. Hidrolik Enerjinin Kullanım Alanları

Hidrolik santral kurulmadan önce kurulmak istenen bölgenin yıllık su değişim miktarı bilinmelidir. Santralin kurulacağı yer ulaşım açısından zor bir yerde olmamalıdır. Ekolojik denge açısından çevreye zarar vermemesi için santralin kurulacağı yerin çevresel analizi iyi analiz edilmeli ve santral kurulmadan gereken önlemlerin alınması sağlanmalıdır (Dinçer ve Atik, 2017: 556).

Hidrolik santrallerden ne kadar enerji üretileceği bölgedeki yağış rejimiyle de ilişkilidir. Hidrolik santraller biriktirmeli de denilen depolama sistemi kullanılarak elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Elektrik üretiminin yanı sıra sulama işlemi, taşkınların ve sel baskınlarının önlenmesi, ulaşımı kolaylaştırma, bölge turizmini geliştirme ve su ürünleri geliştirme gibi hizmetler için de kullanılmaktadır. Enerji de güvence oluşturan depolamalı santraller ile pik denilen puvant saatlerin enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında da hidroelektrik santraller önemli bir paya sahiptir (Bozkurt, 2010: 322).

Hidroelektrik santrallerin kurulum alanlarına baktığımızda kırsal yöreler için 15 MW veya daha altındaki MW'larla çalışan küçük santraller kurulmaktadır. Maliyet ve işçilik açısından avantajlı yapıya sahip olan küçük ölçekli santraller sayesinde enerji üretiminde süreklilik sağlanabilmektedir. Böylelikle kırsal kesimlerde yaşayanların ve gelişmekte olan ülkelerin dışa bağımlılıklarını azaltıcı ve yoksulluklarını giderici bir yapı oluşmaktadır. Özellikle 1980'li yıllar itibariyle yerel yaklaşımların bu yönde gelişim sağlaması için çalışmalar yapılmıştır (Bozkurt, 2009).

1. 3. 1. 4. 3. Hidrolik Enerjinin Avantajları Ve Dezavantajları

Hidrolik enerji üreten santrallerin avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz;

Hidroelektrik santraller bulunduğu çevrede oturan insanlar için iş imkanı sağlamaktadır. Hava kirliliği ve çevre kirliliği yaratmayan bir enerji türüdür. Hidroelektrik santraller, enerji üretmekle kalmayıp aynı zamanda çevresindeki tarım arazilerinin su ihtiyaçlarını da karşılamaktadır. Hidroelektrik santraller çevresinde yaşayan insanlar için iş imkanı sağlayarak istihdam da yaratmaktadır. Santraller ayrıca barajların etrafına set çekilmesi yönüyle sel baskınlarını önlerken, santrallerin etrafı ağaçlandırıldığında ise erozyonu önleyici bir yapıda olmaktadır (YEK, 2016).

Bozkurt (2009) ise avantajlara ek olarak bakım ve işletme maliyetlerinin düşük olmasıyla santrallerin çalışarak geri ödemesinin 5-10 yıl içinde karşılayabilmesini, santrallerin verimlilik kapasitelerinin %90 oranının üzerinde olmasını, işletirken kolaylık ve esneklik sağlanarak pik taleplerin karşılanabilmesini ve dışa bağımlılığı azaltmasını eklemiştir. Hidrolik santraller su döngüsü olduğu sürece tükenmeyen bir enerji üreten kaynak olmasıyla da dikkat çekmektedir.

Hidrolik santrallerin dezavantajlarını sıraladığımızda ise;

Hidrolik santraller yapılırken ulaşımın sağlanması için ağaçlar kesilebilmektedir. Akarsu kenarlarına kurulu olan setlerden suların yükselerek yerleşim yerlerine zarar vermesi ve santralin yapıldığı bölgenin ekolojik dengesini bozması dezavantajları olarak sıralanabilir (Dinçer ve Atik 2017: 556).

1. 3. 1. 4. 4. Dünyada Hidrolik Enerji

Dünyada hidroelektrik enerji santrallerinin kullanımı verimli olmalarından ve tarımda kullanılmalarından dolayı gün geçtikçe artmaktadır. Bazı ülkeler coğrafi yapıları açısından akarsuya sahip olmaları sebebiyle hidroelektrik enerjiden daha çok faydalanmaktadırlar. Toplam yenilenebilir enerjinin dünyadaki durumuna baktığımızda da %62'lik oranın hidroelektrik enerjisi kurulumunda olduğu görülmektedir (Renewables Report, 2016).

Hidrolik santrallerden enerji üretimine baktığımızda ise 2013 yılında 936 GW elektrik enerjisi üretilmiştir. Çin, Japonya, ABD, Kanada, Brezilya, Türkiye, Venezuela, İtalya, Fransa ve İsveç hidroelektrik enerji üretiminde öncü ülkeler olarak öne çıkmaktadır. Çin'in hidroelektrik enerji üretiminde öncü olmasını ise geniş bir coğrafyasının olmasının yanı sıra ülkede çok fazla nehirin olmasından kaynaklandığını belirtebiliriz. Çin tek başına ABD, Kanada ve Brezilya gibi ülkelerin toplam hidroelektrik kapasitesinden daha fazla kapasiteye sahiptir. Çin bu bağlamda 2020 yılında 325 GW hidroelektrik enerjisi kurulu gücüne ulaşmayı hedeflemektedir (Dinçer ve Atik 2017: 559).

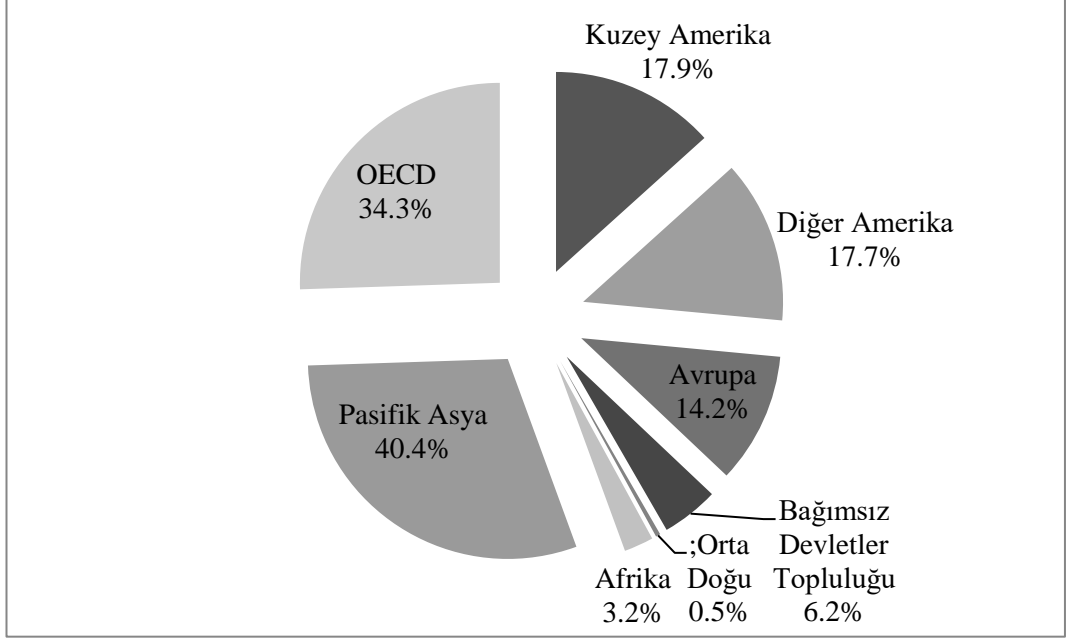
Tablo 8: Hidroelektrik Enerjide Kıtalara Göre Tüketim (Milyon Ton)

Kıta	2007	2012	2016	2017	Yüzde
Kuzey Amerika	144.4	155.3	154.2	164.1	% 17.9
Diğer Amerika	153.0	165.4	156.4	162.3	% 17.7
Avrupa	125.3	139.1	146.1	130.4	% 14.2
Bağımsız Devletler Topluluğu	53.7	51.7	56.3	56.7	% 6.2
Orta Doğu	6.0	4.8	4.6	4.5	% 0.5
Afrika	21.6	25.1	27.1	29.1	% 3.2
Pasifik Asya	192.9	289.4	368.5	371.6	% 40.4
Toplam Dünya	696.9	830.7	913.3	918.6	% 100
OECD	289.3	314.9	318.3	314.8	% 34.3

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy 67th Edition

Tablo 8, kıtaların bazı yıllarına ait hidroelektrik enerji tüketimlerini göstermektedir. 2017 yılına baktığımızda dünyada 918.6 milyon ton hidroelektrik enerji tüketildiği görülmektedir. Hidroelektrik enerji tüketimine baktığımızda sırasıyla; 371.6 milyon ton ile en çok tüketimin Pasifik Asya bölgesinde %40.4'ü, sonrasında 164.1 milyon ton ile Kuzey Amerika kıtasında %17.9'u, 162.3 milyon ton ile Amerika'nın diğer bölgelerinde %17.7'si, 130.4 milyon ton ile Avrupa kıtasında %14.2'si, 56.7 milyon ton ile Bağımsız Devletler Topluluğu'nda %6.2'si, 29.1 milyon ton ile Afrika bölgesinde %3.2'si, en az 4.5 milyon ton ile Orta Doğu'da %0.5'i kadar hidroelektrik enerji tüketimi gerçekleştiği görülmektedir.

Grafik 4: Hidroelektrik Enerji Tüketiminin Kıtalara Göre Dağılımı



Grafik 4 dağılımı, British Petrol'den alınan 2017 yılı hidroelektrik enerji tüketimi verilerine göre uyarlanmıştır.

Dünya toplamında 2017 yılında 918.6 milyon ton hidroelektrik enerji tüketilirken, OECD ülkelerinde toplam hidroelektrik enerji tüketimi 314.8 milyon ton olmuştur. Hidroelektrik enerji tüketimine oransal olarak baktığımızda ise dünya toplamının %34.3' ünü OECD ülkelerinin tükettiği sonucuna ulaşılmıştır.

1. 3. 1. 5. Biyokütle Enerjisinin Tanımı Ve Önemi

Biyokütle, enerji üretirken çevre kirliliğine yol açmaması ve enerji üretiminin sürdürülebilir olması nedeniyle enerji kaynaklarının başında gelmektedir. Biyokütleyi ağaçlar, atık sular, ekinler, şehir atıkları, algler, ormansal veya tarımsal kalıntılar gibi yaşayan ve yeni ölmüş biyolojik maddeler oluşturmaktadır. Tükenmez bir kaynak olan ve her yerde elde edilebilen biyokütle enerjisi doğal ürünlerden elde edilir. Biyokütle enerjisiyle organik maddelerden yararlanmanın yanında hayvansal atıklar ve bitki atıklarından da faydalanılır. Biyokütle enerjisi biyoyakıtlardan oluşan enerjiyi de kapsamaktadır (YEGM, 2018).

Organik karbon olarak da kabul edilen biyokütle, çeşitli türlerin oluşturduğu veya bir türe ait olarak yaşamını sürdüren organizmaların belirli bir sürede sahip oldukları toplam kütle olarak açıklanabilir (Enerji Bakanlığı, Biyokütle, 2018). Ayrıca biyokütle, bitkilerin ve canlı organizmaların kökenini oluşturduğundan bitkilerin fotosentez yoluyla güneş enerjisini depolayan bitkisel organizmalar olarak da açıklanmıştır (YEGM, 2018).

Biyokütle enerjiye dönüştürülürken genel olarak yanma işlemi uygulanır. Atık, odun ve bitkisel ürünler gibi yanan maddelerin elektrik üretmek sebebiyle şaftları döndürmek için kullanılmasıyla ısı şeklinde depolanan kimyasal enerjiyi serbest bırakması sistemidir. Biyokütleden elektrik üretimini bitki örneği üzerinden açıklamaya çalışırsak; güneşten gelen ışınlar bitkilere aktararak depolanır. Bitkiler öldüğünde veya kesildiğinde bitki maddeleri saman ve tahta parçalarıyla beraber bunker denilen makineye bırakılır. Burada kazanın içindeki suyu ısıtarak ısı enerjisi olan buhar serbest bırakılır. Buhar borular yardımıyla türbinlere gönderilir ve jeneratör yardımıyla türbinlerdeki kanatları döndürür. Türbinlerin dönmesiyle elektrik enerjisi oluşur ve kullanılmak için şebekeye gönderilir (Enerji Sistemleri Mühendisliği, 2018).

Biyoyakıtlar, Sera gazı (CO₂) salınımını azalttığından fosil yakıtlarla kıyasladığımızda çevreye daha çok fayda sağlamaktadır. Biyokütle enerjinin dezavantajları da bulunmaktadır. Ancak çevreci olmasından dolayı karbon salınımını azaltmak için bile bu enerji türünü kullanmak yararlı olacaktır. Biyokütle enerjisini üretmek için evsel atıklardan da faydalanılmaktadır. Böylelikle evsel atıkların ve çöplerin çevreye atılması önlenmiş olup bunların tesislere teslim edilmesi durumunda hem çevre kirliliğinin önüne geçilmiş hem de enerji üretiminde kullanılması gerçekleşmiş olacaktır (Enerji Sistemleri Mühendisliği, 2018).

Biyokütle enerjide karbon salınımının fosil yakıtlara göre daha az olmasını açıklayacak olursak; enerji üretmede kaynak olarak kullanılan organik maddeler canlıların solunumu için fotosentez yoluyla oksijeni de atmosfere bırakır. Organik maddeler yakıldığında ise ortaya karbondioksit çıkar ve bu maddeler oluşurken atmosferden alınmış olmasından dolayı biyokütle enerji elde edilirken CO₂ salınımı

azalarak çevrenin korunması sağlanmış olacaktır (YEGM, 2018). Ayrıca fosil yakıtlar biyokütle ile benzer özellikleri taşımalarına karşın milyonlarca yıl toprak altında kaldıklarından yer altındaki basınç ve sıcaklık nedeniyle değişime uğradıklarından yakıldıklarında çevreye birçok zararlı madde bırakmaktadırlar (YEGM, 2018).

1. 3. 1. 5. 1. Biyokütle Enerjisinin Tarihi

İnsanoğlunun ateşi keşfetmesiyle başlayan ısı enerjisinin kullanımı bir biyokütle enerjisidir. Dünyada birincil ısı kaynağı olarak odun yüzyıllardır kullanılmış ve hala kullanımı devam eden bir biyokütle enerjisidir. Biyoyakıt olarak etanol kullanımları da mevcuttur. 1800'lü yıllara baktığımızda Amerika Birleşik Devletleri'nde etanol lamba yakıtı olarak hayata geçmiştir. 1908 yılında ise ilk araba modeli olan Model-T Fords yakıt olarak bir biyoyakıt olan etanolü kullanmıştır. Benzin gibi fosil yakıtlara alternatif oluşturan biyokütle günümüzde alternatif yakıtlar arasında popüler hale gelen enerji çeşitlerinden birisidir (Karadağ, 2009).

Biyoyakıtların tarihsel gelişimini değerlendirdiğimizde ise hem politik hem de ekonomik değişimlere uğrayarak bir teknolojik değişime dayandığı görülmektedir. Dizel yakıt olan biyodizel alternatif oluşturmuş ve özellikle 1970'li yıllar itibariyle enerji kriziyle birlikte büyük bir ilgi görmeye başlamıştır. Bitkisel yağların gliserin meydana getirmek için gelişiminde 1800'lü yıllara dayanan bir transesterifikasyon vardır. Organik yağlarla ise etil ester (biyo-dizel) ve metil üretilmiştir. Ancak organik yağların transesterifikasyonu gliserin üretimi amacıyla kullanıldığı için metil ve etil ester o yıllarda yan ürün olarak kalmıştır (Karadağ, 2009).

1. 3. 1. 5. 2. Biyokütlenin Kullanım Alanları

Bitkisel biyokütle kaynaklarına baktığımızda kanola, soya, ayçiçeği gibi yağlı tohumlu bitkiler; patates, mısır, buğday, şeker pancarı gibi şeker ve nişastatan oluşan bitkiler oluşturmaktadır. Fasülye ve bezelye gibi protein bitkileri; kenaf, keten, sorgum, kenevir, miskantus gibi elyaf bitkileri; sap, kök, saman, dal, kabuk gibi bitkisel ve tarımsal atıklar bitkisel biyokütlenin kaynaklarını oluşturmaktadır.

Enerji bitkileri, enerji ormanları ve çeşitli ağaçların oluşturduğu orman atıkları ve odunlar ise orman ve orman ürünlerinden elde edilmiş olan biyokütle kaynaklarını oluşturmaktadır. Koyun, tavuk, sığır ve at gibi hayvanların dışkıları, hayvansal ürünlerin işlenmesi sonucu oluşan atıklar ve mezbahane atıkları ise hayvansal biyokütlenin kaynaklarını oluşturmaktadır. Endüstriyel ve evsel atık sular, sanayi, gıda sanayi ve kağıt atıkları, dip atıkları, kanalizasyon, büyük sanayi tesislerinin oluşturduğu atıklar ve belediye atıkları ise organik çöpler, şehir ve endüstriyel atıklardan oluşan biyokütle atıklarıdır. Biyokütle enerjinin ısıtma, enerji üretimi, gübre gibi yan ürünleri oluşturma ve motorlar gibi kullanım alanları mevcuttur (Enerji Sistemleri Mühendisliği, 2018).

1. 3. 1. 5. 3. Biyokütlenin Avantajları ve Dezavantajları

Biyokütlenin avantajlarına baktığımızda;

Yerli üretimi artırır. Organik maddeler kullanıldığından tükenmesi güçtür, yaygın olarak kullanılabilir. Karbon salınımını azaltır, fosil yakıtlara göre daha ucuzdur, asit yağmurlarına neden olmaz, taşıma sistemi daha güvenlidir, kırsal kesimde yaşayanların sosyo-ekonomik yapısının iyileşmesini sağlar, çeşitli ürünlerin oluşturulması içinde kullanılabilir ve atık madde miktarını azaltarak çevreci bir enerji çeşididir (Enerji Sistemleri Mühendisliği, 2018).

Biyokütle enerjisinde dezavantaj olarak görülenler ise; çok fazla suya ihtiyaç duymaktadır. Enerji üretiminde fosil yakıtlara kıyasla daha verimsizdir. Ormanları azaltma riski barındırmaktadır ve tamamen temiz bir enerji değildir (Enerji Sistemleri Mühendisliği, 2018).

1. 3. 1. 5. 4. Dünyada Biyokütle Enerjisi

EIA'nın yapmış olduğu araştırmalara göre 2050 yılına kadar biyokütleyle karşı olan talebin artarak devam edeceği tahmin edilmektedir. Ayrıca biyokütle enerjisiyle elektrik üretimi ile tüm dünyanın %7.5 elektrik ihtiyacını karşılayabileceği ve yakıt olarak kullanıldığında ise %27 oranında enerji ihtiyacını karşılayabilecek potansiyelde olduğu belirtilmektedir (Bayraç ve Özarslan 2018: 4).

1. 3. 2. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları değişik yapılarda olabilmektedir. Bunun nedeninin ise enerjinin farklı formlarda koruma eğiliminin olmasından dolayı gerçekleştiği görülmektedir. Makro düzeyde ele aldığımızda enerji kaynakları yenilenebilir olmasının dışında yenilenemeyen enerji kaynaklarının da olduğu görülmektedir. Bu duruma ilişkin termodinamik kanununa göre bilim insanları enerjinin yok iken var edilemeyeceğini var iken de yok edilemeyeceğini fakat farklı formlarda oluşabileceğini belirtmiştir. Enerjinin yenilenebilir ve yenilenemez olarak adlandırılışı enerji kaynağının tüketilme oranı ile yeniden oluşma durumu arasındaki farktan meydana gelmektedir. Yenilenemeyen enerji kaynakları tükenebilen ve bir kez kullanılabilen kaynaklardır. Bunlar kömür, doğalgaz, petrol gibi fosil yakıtlar ile nükleer enerji kaynaklarıdır. Yenilenemez enerji için konvensiyonel enerji kaynağı da denmektedir (Küçükkaya, 2018).

Yenilenemeyen enerji, bitki ve hayvan atıklarının yıllar boyu kimyasal dönüşüme girmesiyle oluşmaktadır. Azotlu, kükürtlü ve karbonlu bir yapıdadır. Bu yüzden CO, CO₂ gibi maddeler açığa çıktığından çevre sorunlarına neden olurlar. Her yerde olmayan belirli bölgelerde çıkabilen bir enerjidir. Ancak bu kaynakların kullanımını sürdürülebilir değildir ve tükenmektedir. Yenilenemez enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarına göre enerji potansiyeli daha fazladır ve dengeli bir yapıda oluşmaktadır (Küçükkaya, 2018).

1. 3. 2. 1. Nükleer Enerjinin Tanımı Ve Önemi

İngilizce ‘nucleus’ kelimesinin sıfatlanmış şekli olan nükleer kelimesi; çekirdeksel ya da çekirdek anlamlarına karşılık gelmektedir (Collins-Metro, 1995: 496). Nükleer enerjiyi de tanımladığımızda çekirdek enerjisi veya atom enerjisi gibi ifadelerle karşılık gelmektedir. Dünyanın nükleer enerjiyle karşılaşması ilk olarak 6 Ağustos 1945 tarihinde Hiroşima kentinde ve aynı yıl içinde 9 Ağustos tarihinde Nagazaki kentinde olmuş ve 2. Dünya Savaşına önemli bir yön vermiştir. Atılan bombalarla ilgili çalışmalar 20. yy’ın başlarına dayanmaktadır. Nükleer enerjiyle ilgili çalışan bilim adamlarına baktığımızda Einstein, Rutherford, Strassman, Hans,

Oppenheimer gibi bilim adamları nükleer enerjiyle ilgili çalışmalar gerçekleştirmişlerdir (Karabulut, 1999: 119).

Atom, nükleer enerjinin esasını oluşturmakta ve kökeni eski Yunanca olan bir kelimedir. Parçalanmaz anlamına gelen atom, minerallerin en küçük parçasıdır. Atom kendisi etrafında toplanan elektronlardan ve kendini oluşturan çekirdekten meydana gelir. Fission olarak adlandırılan atom çekirdeklerinin parçalanması veya fusion denilen atom çekirdeklerinin birleştirilmesi yöntemiyle atom reaktörleri nükleer santrallerde elde edilmektedir. Atom çekirdeğinin parçalanması fizyon (fission) ilk tekniği oluşturmaktadır. Bu işlem atom çekirdeğinin yakın iki eşit parçaya bölünmesiyle oluşmaktadır. Parçalanmanın ardından reaksiyon devam ettiği için enerji meydana gelir. Fizyon işlemi atom bombası olarak kullanılmış olup günümüzde elektrik üretmek için kullanılmaktadır. Birleştirme (füzyon) tekniği ise ikinci teknik olup, yeni bir atom çekirdeği oluşturmak ya da iki veya daha çok atom çekirdeğini bir araya getirmek için kullanılan yöntemdir (Temurçin ve Aliğaoğlu, 2003: 26).

Nükleer enerjinin doğal rezervleri oldukça yaygın olduğu için ekonomik yapısı coğrafya açısından oldukça önemlidir. Ayrıca; enerji üretimi dışında mekan ısıtması, ulaşım gibi diğer alanlarda da uygulanabilir olması ve laboratuvar safhasından ekonomik safhaya hızlıca geçiş yapabilmesi kullanımını kolaylaştırmakla birlikte önemini de arttırmaktadır (Temurçin ve Aliğaoğlu, 2003: 26).

Hafif radyoaktif atomların birleşerek daha ağır atomları oluşturması (füzyon) sonucunda ya da ağır radyoaktif atomların bir nötrona çarpması ile küçük atomlara bölünmesi (fizyon) sonucunda büyük ve etkili bir enerji açığa çıkar. Enerjinin açığa çıkmasıyla nükleer enerji oluşur. Fizyon reaksiyonu sonucunda nükleer reaktörlerde oluşan enerji elektriğe çevrilir. Füzyon reaksiyonlar güneşte oluşan reaksiyonlardır. Füzyon reaksiyonun oluşturduğu sıcaklık fizyon reaksiyonunkinden çok daha fazladır. Bu nedenle oluşan sıcaklığı kontrol altında tutabilecek bir füzyon reaktörü henüz kurulmamıştır (Nalbant, 2005: 60).

1. 3. 2. 1. 1. Nükleer Enerjinin Tarihi

Nükleer enerji genel olarak bilim adamları, sanayiciler ve politikacıların gündeminde olmuştur. 1879 yılında Uranyum'un keşfedilmesiyle başlayan süreç 1934 yılında atomun parçalanmasıyla önemini devam ettirmiştir. İlk öncelikle askeri savunmada kullanılan bu çalışmalar, sonrasında diğer teknolojilerde olduğu gibi ticari yaşama geçmiştir. Özellikle Rusya ve ABD'nin yanında diğer ülkelerde nükleer enerjinin kullanım alanlarındaki faydasından yararlanmak istemiştir. En önemli etkisini ise atomun parçalanmasının ardından ısı enerjisi ortaya çıkınca göstermiştir. Böylelikle nükleer enerjiyi elektrik üretiminde kullanacak sistemler geliştirilmiştir. Geliştirilen yeni sistemler sayesinde nükleer santrallerde nükleer enerjinin kontrolü sağlanarak daha güvenli ve sürdürülebilir bir işlem çıkarılmış olmaktadır. 1970'li yılların başında petrol krizinin yaşanmasıyla nükleer enerjiye karşı olan ilgi artmaya başlamıştır. Bazı ülkeler hidrokarbon ve özellikle petrol gibi kaynaklara sahip olmadığından bu kaynaklara karşı olan bağımlılıklarını en aza indirebilmek ve enerjiye karşı arzlarını devam ettirebilmek için nükleer santrallere karşı taleplerini arttırmışlardır. ABD'de 1979 yılında Three Mile Island (TMI) olayı yaşanmış ardından bugünkü Ukrayna sınırları içinde kalan Sovyet Rusya'da 1986 yılında Çernobil olayının yaşanmasıyla nükleer santrallerin kurulmasında bazı azalmalar yaşansa da, politik ve ekonomik gibi çeşitli sebeplerden dolayı nükleer santrallerin işletmeye alınmasına ve kurulmasına tüm dünya devam etmiştir. Yaşanan TMI ve Çernobil olaylarının ardından güvenilir santraller kurulması açısından 'nükleer güvenlik kültürü' oluşturulmuştur. Böylelikle hem teknik hem de idari açıdan olumlu gelişmeler yaşandığını söyleyebiliriz. Böylelikle yeni teknoloji ve yeni teknikler kullanılarak belirli bir standartta kalite sistemleri geliştirilerek güvenilir malzeme, takım ve sistemler üretililecektir. Diğer yandan ise nükleer alanda düzenleme ve denetimler yapacak kurumlar kurularak işletilen faaliyetlerin kontrolü ve takibi yapılmaya çalışılmıştır (Enerji Bakanlığı; Nükleer, 2018).

1. 3. 2. 1. 2. Nükleer Enerjinin Kullanım Alanları

Teknolojik gelişmelerin artmasıyla birlikte nükleer enerjinin kullanım alanları da genişlemektedir. Nükleer enerjinin en önemli kullanım alanı elektrik üretimidir.

Elektrik üretimi dışında nükleer enerji endüstride, tıpta ve balistik füzeler gibi kıtalar arası silah sanayinde önemli derecede kullanılmaktadır. Özellikle nükleer silahlar dünyada o kadar gelişmiştir ki birçok gezegeni yok edebilecek yapıdadır. Nükleer silaha sahip olan ülkelere baktığımızda; Çin, Hindistan, İngiltere, Fransa, ABD, Rusya, Pakistan, İsrail ve G. Kore gibi ülkeler bulunmaktadır. Buradan anlaşılacağı gibi nükleer silahlar lokal düzeyde değil küresel düzeyde öneme sahip silahlar olarak bulunmaktadır. Herhangi bir savaşta nükleer silahların kullanılması durumunda savaşan ülkeler düzeyinin dışına çıkılarak tüm dünyayı tehdit edeceği bir gerçektir (Temurçin ve Aliğaoğlu, 2003: 27).

1. 3. 2. 1. 3. Nükleer Enerjinin Avantajları Ve Dezavantajları

Nükleer enerjinin avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz;

Yenilenemeyen enerji çeşidi olan nükleer enerji, meteorolojik durumlardan etkilenmemektedir. Nükleer yakıtın maliyeti düşük olduğu için elektrik üretimi birim maliyetleri de düşüktür. Sürdürülebilir ve ucuz bir enerji çeşididir. Küresel ısınmayı sera gazı salımı yapmadığı için etkilemez. Diğer enerji çeşitleri gibi kullanım alanı açısından büyük alanlara ihtiyaç duyulmaz. Radyasyon açısından %1 gibi etki bıraktığı için yerleşim alanlarında turizm, balıkçılık ve tarım yapılabilir. Nükleer santraller günümüzde 3 (+) nesil olarak adlandırıldığı için uçak çarpmalarına karşı korunaklı, soğutma sistemi 72 saat insana ihtiyaç duymadan çalışan, dijital kontrol odalarıyla pasif güvenlik sistemleri bulunan, ekipmanları kompakt olarak kullanılabilen geniş ve güvenli bir işleve sahiptir (Kara, 2017).

Avantajlarının yanında dezavantajları da bulunan nükleer enerjinin olumsuz yönlerini de incelediğimizde şu şekilde sıralayabiliriz;

Kurulum aşamasında maliyetleri yüksek olabilmektedir. Kontrollü ve güvenli bir kullanım gerçekleştirilerek radyasyon yaymasının önüne geçilmelidir. Nükleer santrallerden enerji üretildikten sonra radyoaktif maddeler açığa çıkmaktadır. Böyle bir durumda bu maddelerden korunma ve saklanma açısından zorluklar çıkabilmektedir. Nükleer santraller özellikle fay hattı olmayan yerlerde kurulmalıdır. Nükleer enerjinin en önemli dezavantajı ise nükleer silahlanmaya neden olabilmesi

ve nükleer kazaların sonuçlarının ağır olması olarak görülmektedir (Keskin, F. 2010: 34-43).

1. 3. 2. 1. 4. Dünyada Nükleer Enerji

Fransa, Kore, Çin ve Finlandiya gibi ülkeler 3. nesil nükleer reaktörlerin inşasına başlamışlardır. ABD, Çin ve Hindistan gibi en çok kömür tüketen ülkeler ise nükleer kapasitelerini 2035 yılına kadar arttırmayı hedeflemişlerdir. Yeni nükleer santral kurmaya yönelen Türkiye, Polonya, Vietnam, İtalya, İsveç, ABD, İngiltere ve Mısır gibi ülkeler ise nükleer enerjiye olan talepte artış olacağını göstermektedir. (EİAŞ, 2010: 5-8).

Dünyada enerji talebi her geçen gün artarak devam etmektedir. Yapılan araştırmalar 2030 yılında enerjiye karşı olan talebin %50 - %60 oranında artacağını öngörmektedir (Ergün ve Polat 2012: 51).

Tablo 9: Nükleer Enerjide Kıtalara Göre Tüketim (Milyon Ton)

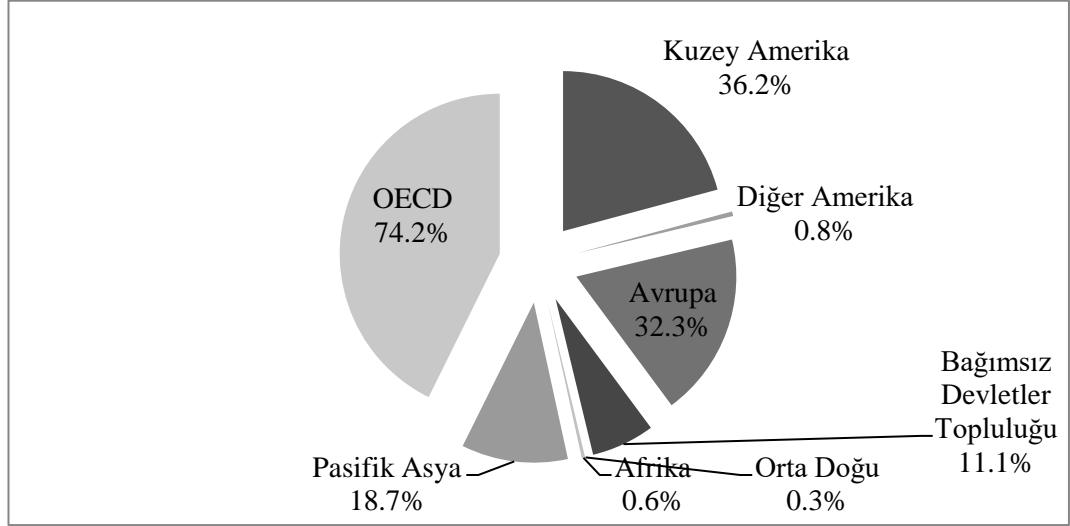
Kıta	2007	2012	2016	2017	Yüzde
Kuzey Amerika	215.4	206.5	216.1	216.1	%36.2
Diğer Amerika	4.4	5.1	5.5	5.0	% 0.8
Avrupa	218.0	205.5	195.2	192.5	% 32.3
Bağımsız Devletler Topluluğu	57.7	61.1	63.3	65.9	% 11.1
Orta Doğu	-	0.3	1.5	1.6	%0.3
Afrika	2.6	2.9	3.6	3.6	% 0.6
Pasifik Asya	123.3	78.0	106.0	111.7	% 18.7
Toplam Dünya	621.5	559.5	591.2	596.4	%100
OECD	521.6	444.0	445.9	442.6	% 74.2

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy 67th Edition

Tablo 9'da kıtaların ve dünyanın ayrıca OECD üyesi ülkelerin bazı yıllarına ait nükleer enerji tüketimleri verilmiştir. 2017 yılına baktığımızda dünyada 596.4 milyon ton nükleer enerji tüketildiği görülmektedir. Nükleer enerji tüketiminde kıtalara baktığımızda sırasıyla; 216.1 milyon ton ile en çok tüketimin Kuzey Amerika bölgesinde %36.2'si, sonrasında 192.5 milyon ton ile Avrupa kıtasında %32.3'ü, 111.7 milyon ton ile Pasifik Asya bölgesinde %18.7'si, 65.9 milyon ton ile

Bağımsız Devletler Topluluğu'nda %11.1'i, 5.0 milyon ton ile Amerika'nın diğer bölgelerinde %0.8'i, 3.6 milyon ton ile Afrika bölgesinde %0.6'sı, en az 1.6 milyon ton ile Orta Doğu'da %0.3'ü kadar nükleer enerji tüketimi olduğu görülmektedir.

Grafik 5: Nükleer Enerjinin 2017 Yılı Tüketim Yüzdeleri



Grafik 5 dağılımı British Petrol'den alınan 2017 yılı nükleer enerji tüketimi verilerine göre uyarlanmıştır.

Dünya toplamında 2017 yılında tüketilen 596.4 milyon ton nükleer enerjinin 442.6 milyon tonu OECD üyesi ülkeler tarafından tüketilmiştir. Nükleer enerji tüketimine oransal olarak baktığımızda ise dünya toplamının %74.2 gibi önemli bir oranının OECD üyesi ülkeler tarafından tüketildiği sonucuna ulaşılmaktadır.

1. 3. 2. 1. 5. Nükleer Enerjide Toryum Reaktörlerin Durumu

Nükleer enerjide ticari ölçekli olarak toryumla çalışan santral günümüzde bulunmamaktadır. Bunun neticesinde enerji hammaddesi olarak tüketimde kullanılan toryum reaktörü de bulunmamaktadır. Ancak birçok santrali kapsayan nükleer program kurularak toryumun yakıt çevriminde kullanılması sonucunda ekonomik olması beklenebilir. Nükleer enerji üretirken toryum tabanlı üretim yapılabilmesi için tesislerin işletme ve yatırım maliyetlerinin yüksek olması gerekmektedir. Günümüz şartlarında işletmeler açısından ekonomik olmamasından dolayı toryum tabanlı teknolojiler de geliştirilememiştir. Bu nedenlerle ülkemiz açısından maden ya da

mamul olarak toryum satışı günümüzde yapılamamaktadır. Ülkemizin toryum açısından zengin bir yapıya sahip olması nedeniyle toryumun yan ürün olarak kullanılması ve toprak elementlerinden ayrımının yapılması için araştırma ve geliştirme çalışmaları devam etmektedir (TAEK, 2018).

Toryum tek başına nükleer yakıt olarak kullanılamamaktadır. Toryumun yakıt olarak kullanılması için Pu-239 veya U-235 gibi bölünebilir maddelerle birlikte kullanılması gerekmektedir. Bu maddeler toryumla birlikte kullanıldığında aynı zamanda uranyum açısından tasarruf edilmesini de sağlamaktadır. Yapılan araştırmalar neticesinde açık çevrimlerle toryum bu maddelerle kullanıldığında uranyum açısından %20-30 civarında tasarruf edilebileceği düşünülmektedir. Kapalı çevrimler için ise imalat ve ayrıştırma teknolojilerinin kullanılması gerekmektedir. Ayrıştırmanın yapılabilmesi için belirli bazı ülkelerde bulunan teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak bu durum nükleer silahlanma riski de taşımaktadır (TAEK, 2018).

Nükleer enerjide uranyum kullanıldığı takdirde yakıt maliyetlerinin düşük olacağı için akılcı bir yöntem olarak görülmektedir. Ülkemizin toryum açısından zengin olması nedeniyle dünyadaki teknolojik gelişmelerle de paralel olarak toryum tabanlı yakıt çevrimi için ülkemizde araştırma ve geliştirme çalışmalarına devam edilmesi gerekmektedir (TAEK, 2018).

1. 3. 2. 1. 6. Toryumun Tanımı ve Önemi

Jöns Jacob Berzelius tarafından 828 yılında keşfedilmiş olan toryum, periyodik tabloda aktinit serisinin ikincisi olarak yer kabuğunun %0,0007'lik kısmında oluşmaktadır. 60 civarı mineral yapının içinde bulunan toryum, uranyum gibi doğada serbest halde bulunmamaktadır. Bu minerallerden sadece torit (Th, U, SiO₄) ve monazit (Ce, Nd, La, Y, Th, PO₄) toryum üretiminde kullanılabilir. Bahsedilen mineraller ise (NTE) nadir toprak elementleriyle bulunmaktadır (Sezgin, 2015).

Tek başına nükleer yakıt olarak kullanılamayan toryum, Th-232 fetal izotopuyla bir diğer izotop olan nötron yutarak fisyon yapan U-233'e

dönüştürülmelidir. Th-232 nötron yutumu denilen düşük enerjili nötronlarla tepkimeye girerek Th-233'e dönüştürülerek daha az kararlı hale gelir. Oluşan Th-233 23 dakika gibi bir süre içerisinde beta parçacığı yaymaya başlar ve protaktinyum denilen Pa-233'e dönüşür. Böylelikle Th-232, U-235, Pu-239 gibi diğer fosil maddeler sayesinde üretkenlik döngüsüne girmiş olur (Sezgin, 2015).

Tablo 10: Dünya Toryum Rezervleri

Ülke	Ton	Yüzde
Avustralya	489.000	% 18.7
ABD	400.000	% 15.3
Türkiye	344.000	% 13.2
Hindistan	319.000	% 12.2
Brezilya	302.000	% 11.6
Venezuela	300.000	% 11.5
Norveç	132.000	% 5.1
Mısır	100.000	% 3.8
Rusya	75.000	% 2.9
Grönland	54.000	% 2.1
Kanada	44.000	% 1.7
Güney Afrika	18.000	% 0.7
Diğer Ülkeler	33.000	% 1.2

Kaynak: Sezgin, TAEK 2015, <https://www.gercekbilim.com/turkiye-temiz-ve-guvenli-nukleer-enerji-toryum- yerine-neden-uranyumlu-tesis-kurmaya-calisiyor/>

Dünya toryum rezervlerine baktığımızda en çok rezervin 489.000 tonla Avustralya'da olduğu görülmektedir. Tablo10'da görüldüğü gibi 3. sırada bulunan Türkiye 344.000 ton gibi ciddi bir toryum rezervine sahiptir. Buradan da anlaşılacağı üzere Türkiye'nin yer altı kaynakları açısından zengin bir yapıya sahip olduğu ve jeopolitik açıdan önemli kaynaklara sahip olduğu anlaşılmaktadır. Gelişen teknolojilerle bu kaynakların kullanılmaya başlanması da Türkiye'nin gelecek politikaları açısından önem arz etmektedir. Dünyada da toryumla ilgili çalışmalar

günden güne hızlanırken Norveç kuruluşu Thor Energy şirketi 2013 yılı itibariyle toryum reaktörleriyle ilgili önemli adımlar atmaya başlamıştır (Sezgin, 2015).

Toryum üzerine yapılan çalışmalar neticesinde silahsız ve güven veren nükleer gelecek için uranyum yerine toryumun kullanılabilceği test edilmiş ve bu durum nükleer endüstrinin dikkatini çekmiştir. Halden bölgesinde 2013'ün Nisan ayı itibariyle test reaktörlerinde deneme çalışmaları gerçekleştirilmiş, temiz ve daha güvenli toryum oluşumu için çalışmalara başlanmıştır. Testler neticesinde uranyuma göre toryumda nükleer bomba yapımında kullanılan plütonyum gibi atıkların ömrünün daha kısa olduğu da görülmüştür. Ayrıca toryumun erimiş tuz reaktörü gibi alternatif reaktörlere daha kolay adapte olduğu görülmüştür. Tehlikeli bir atık olan plütonyumla toryumun karıştırılması sonucu MOX (karışım-oksit) oluşturularak atık olan plütonyumun kullanılmış olması da güvenilir ve tasarruf sağlayan bir seçenek sunmaktadır. Nükleer enerjide toryum reaktörleri devreye sokularak hem daha çevreci bir reaktör kullanılacağı hem de daha fazla enerji sağlanacağı görülmektedir (Sezgin, 2015).

1. 3. 2. 2. Fosil Yakıtlarda Enerji

Fosil yakıtları oluşturan petrol, doğalgaz ve kömürün üretim ve tüketim verilerine bakmadan önce kaynak ve rezerv kavramlarını tanımlamamız gerekir. Jeolojik hammadde; hidrosfer, atmosfer ve litosfer'in içinde bulunan yer kabuğunun ulaşılabilir yerlerinde jeolojik kökenli olan ve jeolojik olaylar sonucunda evrimleşmiş hammaddelere denmektedir. Jeolojik hammaddenin 'doğal kaynak' olarak adlandırılması için; ilk öncelikle jeolojik hammaddeye karşı bir talebin olması gerekir. Ayrıca jeolojik hammaddenin belirli bir kalitede ve birikimde olması, hammaddenin kabul edilebilir bir konsantrasyon içinde bulunması, teknolojik olarak çıkarılabilir ve işlenmesinin mümkün olması ayrıca işlenmesinde herhangi bir yasal engel bulunmaması gerekir. Bu doğrultuda jeolojik hammadde toplam varlığın fiziksel ifadesidir diyebiliriz. Toplam kaynağın ekonomik olarak paraya dönüştürülen kısmı ve işe yarayan kısmına 'rezerv' denir. Rezerv olarak adlandırılacak mineral kaynağın karlı bir şekilde işletilmesi gerekmektedir. Bir maden rezervinin 'üretilebilir rezerv' olabilmesi için ekonomik, teknik ve yasal olarak üretilebilmesi

gerekir. ‘Satılabilir rezervi’ ise üretilen tüm rezervlerin satılamamasından dolayı üretim sırasındaki kayıpların düşülmesiyle elde kalan rezerv olarak tanımlayabiliriz. Sadece içinde bulunulan zamana bağılı olarak, mevcut talep ve mevcut teknoloji çerçevesinde üretilip pazarlanabilen rezerv ise ‘kanıtlanmış rezerv’ olarak tanımlanmaktadır (Yüksek, Elevli ve Demirci, 2001: 47-51).

1. 3. 2. 2. 1. Petrolün Tanımı ve Önemi

Çeşitli bitki ve karbon kalıntılarının zamanla fosilleşmesiyle oluşmuş olan, bitki ve milyarlarca yıl önce yaşamış hayvan kalıntılarının ayrışmasıyla türemiş bir enerji kaynağıdır. Petrol kendine özgü kokusu olan, rengi koyu, kıvamı yoğun, yeraltından çıkarılan doğal yanıcılığı olan hidrokarbonlardan oluşmuş mineral bir yağ çeşididir. Petrol sözcüğü, taş anlamına gelen ‘petra’ ile yağ anlamına gelen ‘oleum’ latin kökenli sözcüklerinin bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Kimyasal bileşimlere göre petrol bileşikleri normal basınç ve sıcaklıklarda katı, sıvı veya gaz halde bulunur. Rafinelerde işlenen ham petrol, enerji maddesi olarak tüketilmemekte ancak çevrilen ürünlerle enerji maddesi olarak kullanılmaktadır. Petrol bileşeninin içinde %80 - %85 oranında kimyasal bileşen olan karbon (c) elementi ana eleman olarak bulunur. Genel olarak petrol karbon bazlı olduğu için petrol tüketildiğinde havaya yoğun bir karbondioksit gazı salınmış olur (Başol, 1992: 116).

Petrol ararken ilk hedef petrol kapanlarının tespit edilmesidir. Bunun için öncelikle jeopolitik zemin incelenmelidir. Kapan yapısına uygun muhtemelen petrol içeren kuyu açma işlemine ise sondaj denmektedir. Sondaj çalışması denizlerde ve karalarda yapılmaktadır ancak denizde yapılan çalışmaların maliyeti daha yüksektir (Hatemoğlu, 2008: 6).

Ham petrol üretimi; rafineri yakıt gazı, nafta, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), benzin, süper benzin, kurşunsuz benzin, solvent, gazyağı, motorin, jet yakıtı, asfalt, fueloil, madeni yağlar, kalorifer yakıtı ve diğer petrol ürünleri olmak üzere rafine edilerek kullanışlı ürünlere dönüştürülmektedir (Yıldırım, 2003: 8).

Rafine işlemi sırasında asfalt ve madeni yağlar gibi yakıt dışında olan bazı ürünlerde temin edilmektedir. Arıtma yöntemi ile kozmetik ürünler gibi bazı ikincil

ürünler de oluşturulmaktadır. Birincil ürünlerin bazıları ise temel girdi, destek girdisi, ara girdi olarak petrokimya endüstrilerinde kullanılmaktadır. Propilen, amonyak, benzen, etil, gibi 4000'in üzerinde ürün temel petrokimya ürünü olarak üretilmektedir. Plastik, deterjan, sentetik lifler, sentetik kaouçuk, kimyasal gübreler petrokimya endüstrisinde bulunan ürünler olarak sınıflandırılabilirler. Petrolün ölçümüne baktığımızda Amerika'da 19. yy.'da ticari amaçlı olarak piyasaya çıktığı zamanlar tahta varillerde tutulmasından dolayı varil ile ölçülmüştür. Buna göre 1 varil 42 ABD galonu ve 159 litreye denk gelmektedir. 1 ton ise 7,33 varil yapmaktadır (Yıldırım, 2003: 8-9).

1. 3. 2. 2. 1. 1. Petrolün Tarihi

Avcılıktan yerleşik hayata geçilmesiyle insanoğlunun enerji ihtiyacı da artmaya başlamıştır. İlk çağlarda rüzgar ve su gibi yenilenebilir enerji kaynakları ile hayvancılık, tarım ve el sanatlarından faydalanılmıştır. Ortaçağ'ın başlarına geldiğinde ise odun yerine kömür tercih edilmeye başlanmıştır. 1765 yılında ise buhar makineleri kullanılmış bu durum demiryolu taşımacılığının gelişmesini sağlamıştır. Tüketim ekonomisinin oluşmaya başlamasıyla kitlesel üretimler için yakıt ihtiyacı doğmuştur. Gazyağı elde etmek için ilk önce 1838 yılında bitümlü şistlerden sonrasında 1848 yılında kömürden faydalanılmıştır. Amerika'da Drake 1859 yılında ilk ticari petrol kuyusundan ham petrol üretmiştir. Gazyağı için kömür yerine petrol kökenli yağa geçilmiş sonrasında gaz lambasının kullanımı da yaygınlaşmıştır. Petrol ilk başlarda insanoğlunun hayatına aydınlatma aracı olarak geçmiştir (Erik ve Koşaroğlu, 2016: 122).

Petrolün endüstriyel olarak kullanımı için 1859 yılı başlangıç yılı olarak görülse de hammaddesinin çok daha eskilerden kullanıldığı bilinmektedir. Sümer hükümdarı Adap'ın İstanbul Arkeoloji müzesinde bulunan heykelinin göz oyuklarında asfalta rastlanmıştır. Adap'ın ise üç bin yıl önce yaşadığı bilinmektedir. Ayrıca M.Ö. 450'li yıllarda Yunan tarihçisi Herodot Babil, Tunus ve Yunan adalarında petrol sızıntısı gördüğünden bahsetmiştir (Erik ve Koşaroğlu, 2016: 122).

Elektriğin evlerde ve günlük hayatta kullanımının yerleşmesi ve endüstri devriminin yaşanmasıyla içten yanmalı motorlar gelişmeye başlamış ve bu durum

1900'lü yılların başı için teknoloji açısından dönüm noktası olmuştur. Sonrasında benzin araçlarda kullanılmaya başlanmış uçakta da petrol kullanılması petrolün rafinasyon teknolojisi için gelişim noktası olmasını sağlamıştır (Yergin, 1991). British Petroleum, Shell gibi dünya devi şirketlerin kuruluşu bu döneme tekabül gelmektedir. Gün geçtikçe artan kömür ve petrol kullanımı, çevre kirliliği gibi sorunların baş göstermesine neden olmuştur. Çözüm olarak ise doğal gaz kullanımı geliştirilmiştir (Erik ve Koşaroğlu, 2016: 122).

1. 3. 2. 2. 1. 2. Petrolün Kullanım Alanları

Petrol sadece taşımacılık sektöründe araç yakıtı olarak değil hava, deniz ve tren gibi farklı özellikteki alanlarda da kullanılmaktadır. Tüp gaz, LPG, evde ısıtma gazı ve gazyağı olarak yiyecek pişirme ve ısınma amaçlı da petrol kullanılmaktadır. Ayrıca imalat sektöründe şişe, plastik, boru ve bidon gibi ürünlerin imalatında da kullanılmaktadır. Sanayi endüstrisinde ise kazan ısıtması olarak, fuel ya da gaz ile çalışan elektrik santrallerinde, yakıtsız olarak bilinen özel kalifiye ürünler ve mahsullerde kullanılmaktadır. Plastik ve tekstil gibi fabrikalarda hammadde olarak kullanılan gazda ve naftada bulunan petrokimyasallar kullanılır. Tarım alanında ise ilk akla gelen traktör yakıtı olarak kullanılmasıdır. Ayrıca soğutma ve ısıtma işlemleri için seralarda petrol mahsulleri kullanılmaktadır. Ek olarak asfalt yapımında ve hava alanlarının pistlerinin yüzeyinde de petrolden faydalandığını belirtmek gerekir (Ultraenerji, 2015).

1. 3. 2. 2. 1. 3. Petrolün Avantajları Ve Dezavantajları

Petrolün avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz;

Günümüzde petrolün yeraltından çıkarılması için kullanılan teknoloji geliştiği için farklı jeolojik koşullarda bulunan petrolün çıkarılması da kolaylaşmıştır. Petrolün kolayca çıkarılması ve rafine edilmesinin kolaylaşması bir avantaj sağlamaktadır. Petrolden önemli miktarda enerji üretilmesi de kullanım açısından bir avantajdır. 10.000 kilokalori enerji üretmek için 1 kilo yanık yağ yeterli olmaktadır. Petrol çıkarılırken fiziksel işlem gerekmediği ve azaltılmış teknikler uygulandığı için çıkarım maliyetleri düşüktür. Sıvı formda olan petrolün taşınması da kolaydır. Boru

hatları, tankerler ve gemiler vasıtasıyla dağıtımı da kolaydır. Kullanım alanlarında da belirttiğimiz gibi uygulama alanları fazladır. Giyim, ilaç ve vazelin gibi ürünler için önemli bir kaynaktır. Benzinli veya dizel olsun her türlü araç için güç sağlayabilmektedir. Güvenilir ve aksamadan 7/24 güç üretebilmektedir. Araçların hızı açısından da düşünüldüğünde güçlü bir enerji çeşididir (Gurur, 2018).

Petrolün dezavantajlarını da göz ardı edemeyiz ve bunları incelediğimizde;

Yüksek enerji talepleri nedeniyle petrol gibi tüm fosil yakıtların kaynakları sınırlıdır. Sera gazı ürettiği için küresel ısınmaya ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Ekosistemin bozulmasını hızlandırmaktadır. Plastik gibi toksik madde üreten alanlarda kullanıldığı için ve kükürt gibi farklı bileşenlerle beraber hidrokarbonların karışımı olduğu için tehlikeli madde üretmektedir. Aşırı talep olduğunda maliyetler de yükselecektir. Petrol yenilenebilir bir enerji çeşidi değildir ve kullanıldıkça tükenmektedir. Petrolde sızıntı olması durumunda özellikle gemilerle taşınırken denize sızması durumunda balık ve hayvanların ölümüne neden olabilmektedir (Gurur, 2018).

1. 3. 2. 2. 1. 4. Dünyada Petrol Enerjisi

Birincil enerji tüketiminin karşılanmasında dünyada önemli bir yere sahip olan petrole karşı olan talebin 2035 yılında da aynı oranda talep göreceği öngörülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansının verilerine göre fosil yakıtların bu payın baz senaryo olarak %80, yeni senaryo olarak ise %75 olacağı düşünülmektedir (EIA, 2012). Küresel enerji için ise arzın Exxon Mobil verilerine göre 2040 yılında fosil yakıtların payının %80, British Petrol verilerine göre ise fosil yakıtların payının %75-80 civarında olacağı belirtilmiştir (Erik ve Koşaroğlu, 2016: 123).

Tablo 11: Kıtalarına Göre Dünya Petrol Rezervleri (Bin Milyon / Varil)

Kıta	1997	2007	2016	2017	Yüzde
Kuzey Amerika	127.1	221.5	227.7	226.1	%13.3
Diğer Amerika	93.4	125.3	328.9	330.1	%19.5
Avrupa	21.30	15.1	13.1	13.4	%0.8
Bağımsız Devletler Topluluğu	121.4	145.3	144.9	144.9	%8.5
Orta Doğu	683.2	754.9	807.7	807.7	%47.6
Afrika	75.3	119.7	126.5	126.5	%7.5
Pasifik Asya	40.3	45.3	48.3	48	%2.8
Toplam Dünya	1162.1	1427.1	1697.1	1.696.6	%100
OECD	151.4	239.3	244	242.6	%14.3

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy 67th Edition 2018

Petrol birincil enerji kaynakları açısından stratejik konumu sahip olan bir kaynaktır. Ham petrole bakıldığında 2017 yılı itibariyle dünyada enerjiye karşı olan talebin %33,7'sinin buradan karşılandığı görülmektedir. Petrol rezervinin 2017 yılı itibariyle ispatlanmış rakamın 1.696.6 milyar varile ulaştığı görülmektedir. Petrol rezervinin sırasıyla en çok 807.7 milyar varil ile Orta Doğu ülkelerinde %47.6'sı, Güney ve Orta Amerika ülkelerinde 330.1 milyar varil ile %19.5'i, Kuzey Amerika ülkelerinde ise 226.1 milyar varil ile %13.3'ü oranında olduğu görülmektedir. Günlük ortalamaya baktığımızda ise 2017 yılında gerçekleşen petrol üretimi dünyada 97.4 milyon varil/güne ulaşmıştır.

Türkiye'nin konumuna baktığımızda dünyada üretilen petrol ve doğal gaz rezervlerinin yaklaşık %70'e yakın bir bölümü ülkemize yakın olan coğrafyalardan üretildiğini görmekteyiz. Böylelikle Türkiye; Orta Asya, Hazar, Orta Doğu ve Avrupa pazarının petrol ve doğal gaz tüketimi açısından bir 'Enerji Merkezi' olarak projelere destek vermekte ve bu projelerde yer almaktadır. Türkiye'nin ispatlanmış dünya petrol ve doğalgaz rezervlerinin neredeyse dörtte üçüne komşu olması jeopolitik açıdan önemli bir noktada olduğunun göstergesidir. Birincil enerji talebinin 2030 yılına kadar %40 kadar artması beklenmekte ve bu talebin içinde bulunduğumuz coğrafyanın kaynaklarından karşılanacağı öngörülmektedir (Enerji Bakanlığı; Petrol, 2018).

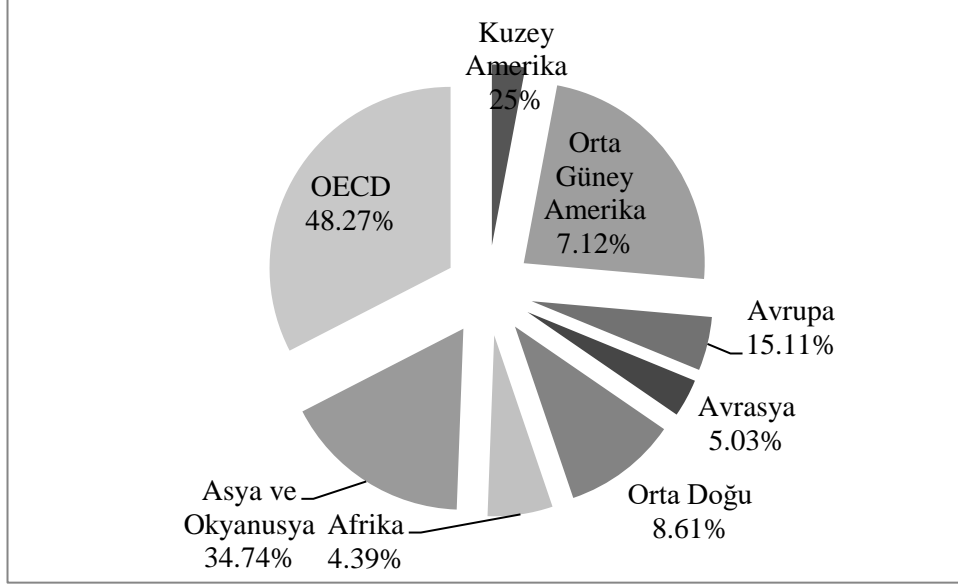
Tablo 12: Kıtalarına Göre Dünyada Petrol Tüketimi (Bin Varil / Günde)

Kıta	2007	2012	2015	2016	Yüzde
Afrika	3.138	3.788	4.162	4.258	%4.39
Asya ve Okyanusya	25.980	29.994	32.639	33.671	%34.74
Orta Güney Amerika	6.120	7.095	7.179	6.897	%7.12
Avrasya	4.077	4.438	4.773	4.877	%5.03
Avrupa	16.355	14.418	14.461	14.646	%15.11
Orta Doğu	6.516	8.088	8.682	8.348	%8.61
Kuzey Amerika	25.239	23.54	23.963	24.221	%25.00
Dünya	87.426	90.875	95.859	96.917	%100
OECD	50.063	45.849	46.356	46.785	%48.27

Kaynak: EIA, Total Petroleum Energy Statistics, 2018

Petrol rezervinin 2016 yılı itibariyle ispatlanmış petrol tüketimi günde ortalama 96.917 bin varile ulaştığı görülmektedir. Kıtalara göre petrol tüketimi en çok günde 33.671 varil ile Asya ve Okyanusya bölgesinde gerçekleşmekte olup dünya genelinin %34.74'ünü tüketmektedir. Kuzey Amerika ülkelerinde günde 24.221 varil ile %25'i, Avrupa ülkelerinde günde %15.11'i, Orta Doğu ülkelerinde 8.348 bin varil ile %8.61'i tüketilmiştir. Orta ve Güney Amerika ülkelerinde günde 6.897 varil ile %7.12, Avrasya ülkelerinde günde 4.877 varil ile %5.03, Afrika'da günde 4.258 varil ile %4.39, oranında petrol tüketimi gerçekleşmiştir.

Grafik 6: 2016 Yılı Petrol Tüketiminde Kıtaların Ve OECD'nin Yüzdeleri



U.S. International Energy Statistic'ten alınan 2016 yılı verilerine göre petrol tüketiminin günde/bin varil cinsinden yapılan analizine göre yüzdeler hesaplanmıştır.

Dünya toplamı 2017 yılında petrol rezervi verilerinin 1.696.6 milyon varil olduğu ve OCD ülkelerinin bu rezervin 242.6 milyon varil ile %14.3'ünü oluşturduğu görülmektedir. Tüketim açısından 2016 yılı değerlendirildiğinde OECD ülkeleri dünyada tüketilen 96.917 milyon varil petrolün 46.785 milyon varilini tüketmektedir. Tüketime oransal olarak baktığımızda ise dünya toplamının %48.27'sini OECD ülkelerinin tüketmekte olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Petrol ihtiyacı açısından OECD ülkelerinde rezerv ile tüketim arasında ciddi bir fark olduğu tespit edilmektedir.

1. 3. 2. 2. 1. 5. Kıtalarına Göre OECD'de Petrol

Energy Information Administration (EIA) tarafından hazırlanan bilgiler dahilinde OECD ülkeleri toplamında ve kıtalar olarak Avrupa, Asya ve Okyanusya, Kuzey Amerika kıtalarındaki OECD'ye bağlı ülkelerin petrol üretim ve tüketim bilgilerine yer verilmiştir.

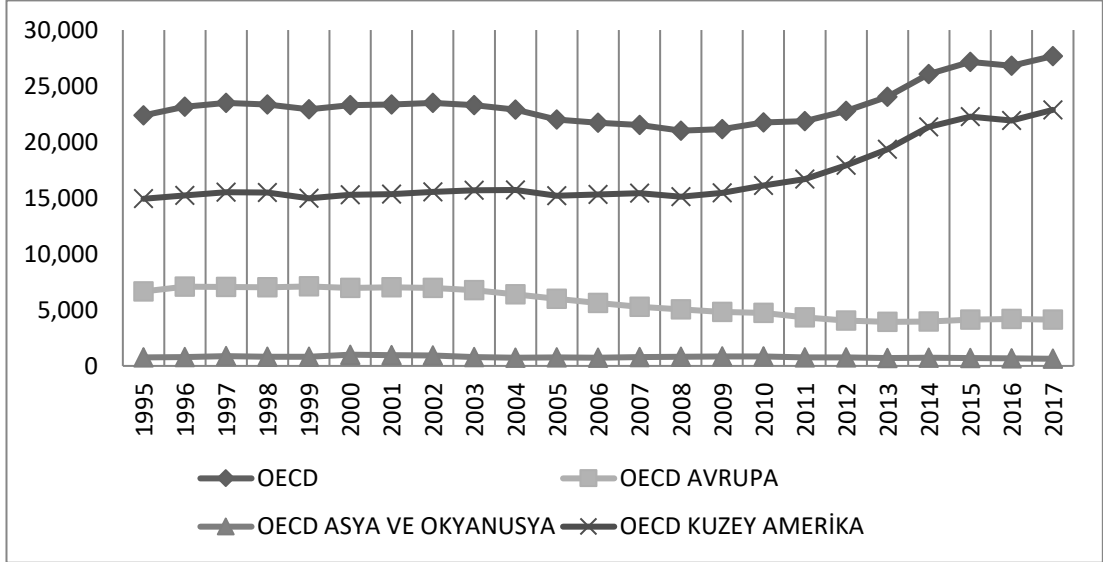
Tablo 13: Kıtalarına Göre OECD’de Petrol Üretimi (Bin Galon / Gün)

Yıllar	OECD	OECD AVRUPA	OECD ASYA VE OKYANUSYA	OECD KUZHEY AMERİKA
1995	22.38	6.648	764	14.928
1996	23.152	7.071	799	15.239
1997	23.478	7.063	863	15.510
1998	23.356	7.014	821	15.48
1999	22.925	7.094	814	14.98
2000	23.283	6.970	1.002	15.271
2001	23.361	7.029	948	15.343
2002	23.486	6.973	927	15.545
2003	23.295	6.771	793	15.687
2004	22.887	6.404	726	15.710
2005	21.994	5.988	754	15.207
2006	21.704	5.607	738	15.316
2007	21.514	5.280	777	15.415
2008	21.013	5.058	812	15.099
2009	21.147	4.817	834	15.449
2010	21.740	4.720	858	16.112
2011	21.860	4.342	769	16.695
2012	22.778	4.047	764	17.92
2013	24.024	3.933	697	19.356
2014	26.077	3.971	727	21.342
2015	27.139	4.139	688	22.275
2016	26.796	4.178	670	21.912
2017	27.669	4.132	637	22.866

Kaynak: EIA, Petroleum Statistics OECD, 2018

Tablo 13 ile 1995-2017 yılları arasında OECD üyesi olan ülkeler toplamında ve OECD üyesi olan ülkelerin kıtalardaki toplam petrol üretimine bakılmıştır. Petrol üretiminin OECD’ye üye ülkelerin bulunduğu kıtalar arasında en çok Kuzey Amerika’da görüldüğü tespit edilmiştir. 2017 yılı itibariyle OECD toplamı 27.669 varil/gün’dür. 2017 verilerine göre OECD ülkeleri arasında en çok petrol üretimi 22.866 varil/gün ile Kuzey Amerika’da, en az petrol üretimi ise 637 varil/gün ile Asya ve Okyanusya kıtasında yer alan OECD ülkelerinde olduğu görülmektedir.

Grafik 7: Kıtalarına Göre OECD’de Petrol Üretimi Dağılımı



Kaynak: International Energy Statistic

Grafik 7, OECD kıtalarında yer alan ülkelerdeki petrol üretiminin dağılımını göstermektedir. Petrol üretimi toplamda özellikle son yıllarda artan bir eğilim göstermektedir. Bu durum bize petrolün önümüzdeki yıllarda da önemini yitirmeyen bir enerji kaynağı olacağını göstermektedir. Kıtalara baktığımızda ise en çok üretim Kuzey Amerika kıtasındaki ülkelerde görülmektedir. Kuzey Amerika kıtasında bazı yıllarda küçük azalışlar görülmektedir ancak genel olarak Kuzey Amerika kıtasında petrol üretimi sürekli bir artış içerisinde. Bu durumun aksine OECD üyesi Avrupa kıtasındaki ülkelerde ise üretim konusunda azalışlar görülmektedir. Asya kıtası ise genel olarak belirli bir trendde seyretmektedir. Bu durum bize Avrupa bölgesindeki üretimde azalmalar görülürken rezerv açığının Amerika kıtası tarafından giderildiğini göstermektedir.

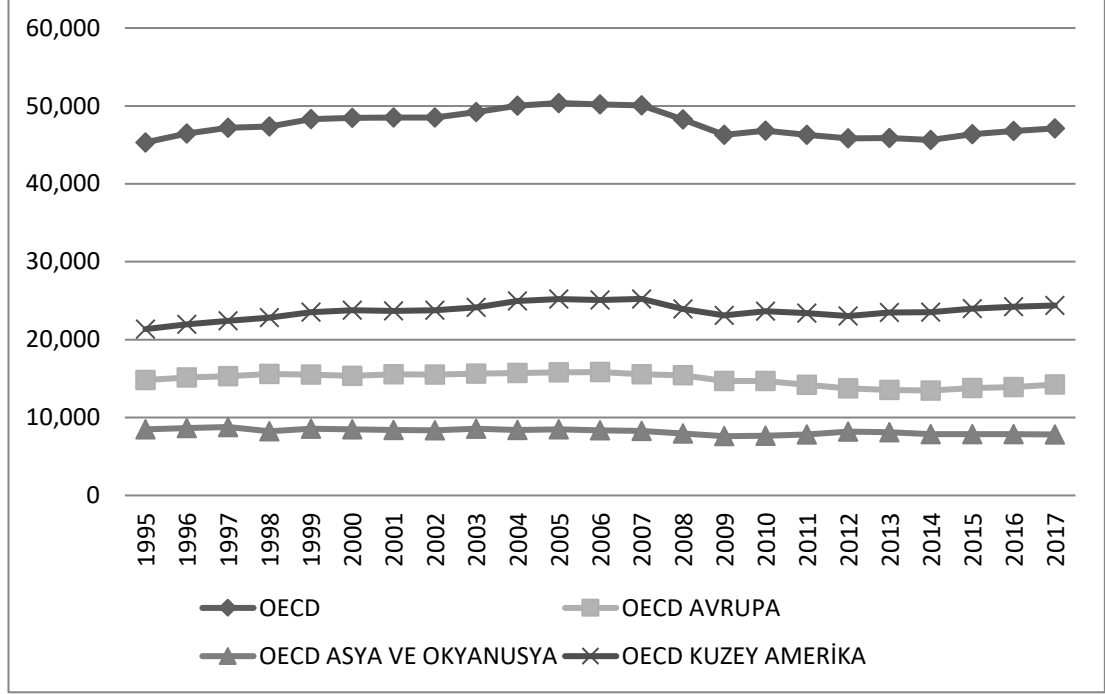
Tablo 14: Kıtalarına Göre OECD’de Petrol Tüketimi

Yıllar	OECD	OECD AVRUPA	OECD ASYA VE OKYANUSYA	OECD KUZHEY AMERİKA
1995	45.321	14.828	8.490	21.348
1996	46.442	15.146	8.648	21.980
1997	47.182	15.294	8.781	22.419
1998	47.359	15.593	8.246	22.830
1999	48.290	15.502	8.575	23.511
2000	48.447	15.348	8.498	23.770
2001	48.500	15.531	8.404	23.705
2002	48.488	15.491	8.369	23.757
2003	49.201	15.614	8.545	24.137
2004	50.031	15.717	8.410	24.978
2005	50.373	15.794	8.468	25.192
2006	50.183	15.839	8.342	25.085
2007	50.063	15.568	8.288	25.227
2008	48.254	15.423	7.961	23.948
2009	46.278	14.695	7.604	23.099
2010	46.819	14.667	7.665	23.654
2011	46.279	14.195	7.838	23.411
2012	45.849	13.725	8.208	23.045
2013	45.885	13.540	8.095	23.481
2014	45.618	13.463	7.873	23.532
2015	46.356	13.762	7.883	23.955
2016	46.785	13.924	7.884	24.211
2017	47.103	14.225	7.822	24.387

Kaynak: EIA, Petroleum Statistics OECD, 2018

Tablo 14, 1995-2017 yılları arasındaki OECD üyesi olan ülkeler toplamında ve OECD üyesi ülkelerin bulunduğu kıtalardaki petrol tüketimini göstermektedir. Kıtalara baktığımızda petrol tüketiminin OECD’ye kayıtlı kıtalar arasında en çok Kuzey Amerika’da görüldüğü tespit edilmiştir. 2017 yılı itibariyle OECD toplam petrol tüketimi 47.103 varil/gün’dür. 2017 verilerine göre OECD kıtaları arasında en çok petrol tüketimi 24.387 varil/gün ile Kuzey Amerika’da, en az petrol tüketimi ise 7.822 varil/gün ile Asya ve Okyanusya kıtasında yer alan OECD ülkelerinde olduğu görülmektedir.

Grafik 8: OECD’de Kıtalarına Göre Petrol Tüketimi Dağılımı



Kaynak: EIA, Petroleum Statistics OECD, 2018

Grafik 8, OECD’ye üye olan ülkelerin kıtalarına göre petrol tüketiminin dağılımını göstermektedir. OECD üyeleri toplamındaki ülkelerde petrol tüketiminin azalmadığı ve belirli bir trendde süreklilik gösterdiği görülmektedir. Petrol tüketiminde OECD üyesi ülkelerin bulunduğu kıtalara da baktığımızda belirli bir trendde süreklilik gösterdiğini söyleyebiliriz. Kıtalardaki petrol üretimi ile tüketimini kıyasladığımızda ise petrol tüketimi fazladır. Özellikle Avrupa kıtası ürettiğinden çok daha fazlasını tüketmektedir. Toplam üretim ve tüketimde ise neredeyse iki katına yakın bir fark gözükmektedir. Bu durum OECD üyesi ülkelerin petrolü karşılayamadığını ve OECD üyesi ülkelerin dışındaki ülkelere de bağlı kaldıklarını göstermektedir. Grafiklerden de anlaşılacağı üzere petrol tüketiminin belirli bir trendde seyretmesi petrole karşı olan talebin azalmadığını ve dolayısıyla yıllar arasında üretiminde artış görüldüğü tespit edilmektedir.

1. 3. 2. 2. Doğalgazın Tanımı Ve Önemi

Doğalgazın konvaksiyonel olmayan türleri arasında kum gazı, kaya gazı ve kömür gazı bulunmaktadır. Doğalgaz ise konvaksiyonel olup depozitleri ise kolay ve

pratiktir. Konvaksiyonel olmayan kaynaklar hem çok maliyetli olup hem de teknolojinin kapsamına henüz girememiştir. Konvaksiyonel olmayan kaynaklar yeni proses ve teknolojilerin gelişimiyle konvaksiyonel hale gelebilir. Doğalgazın tanımı ise ham petrolle bulunduğu yatakta bir arada olup olmamasından ileri gelir. Associated denilen bağlı doğalgaz ham petrol yataklarındaki doğalgazın tanımıdır. Doğalgazın bağımsız olması bir yatakta yeteri kadar petrol olmamasından kaynaklanır. Doğalgazın oluşumu için gerekli olan hidrokarbon bileşik ve aynı zamanda yeraltındaki petrol bileşenleridir. Doğalgaz ilk başlarda petrol üretirken ortaya çıkmış ve yararlı görülmediğinden atık olarak petrol üretim tesislerinde yakılmıştır. Ancak günümüzde hem stratejik açıdan hem de ekonomik açıdan değerli bir enerji kaynağı olarak endüstride ve evlerde kullanılmaktadır. Hidrokarbonların, bununla paralel doğalgazın ve petrolün tam oluşumu net olarak ortaya konulamamaktadır. Ancak 20. yy.'ın başlarından beri devam eden bilimsel araştırma sonuçlarına göre yaşamını yitirmiş canlıların artıkları göl ve deniz gibi durgun sularda birikmesi sonucu bu yerlerin tabanında hidrokarbonların oluşmaya başladığı açıklanmaktadır. Bitkisel ve hayvansal canlıların akarsu, göl ve denizlerde yaşamını yitirmesi sonucunda zamanla akarsular bu yerlere kil, kum ve mineral tanecikleri taşıyarak dibe çökerek yığılırlar. Burada oluşan bitkisel ve hayvansal malzemeler gözle görülebilecek boyuttan mikroskobik boyuta kadar değişen büyüklüklerdeki organik atıklardan meydana gelir. Bu çökme işleminin milyonlarca yıl sürmesi sonucu bu malzemelerin kalınlığı artmaya başlar. Böylelikle çöken malzemelerin tabana olan basınçlarında da artış meydana gelmektedir. Üstteki artan ağırlık etkisiyle çökeldikçe altta kalan kayaç bileşenleri birbirlerine tutunmaya ve sıkılaşmaya başlar. Organik atıklar sıkılaşan katı taneciklerin arasındaki gözeneklerde, çatlaklarda ve boşluklarda sıkışır. Bu atıklar yer altında radyoaktif element ışıması, bakteri etkisi, ısı ve üst basınç ile birleşerek moleküler değişime ve kimyasal bozunmaya neden olur. Bu durumun yüzbinlerce hatta milyonlarca yıl sürmesi sonucu organik kökenli sızılar, katılar ve gazlar meydana gelmektedir. Burada oluşan sıvılar ve gazların bozunmaları devam ederek bizim kullandığımız anlamda doğalgaza ve ham petrole dönüşmektedirler (Ugetam, 2016: 8-9).

Doğalgaz da petrol gibi yer altı katmanlarında bulunmaktadır. Doğalgaz kaynağından çıkarıldığında herhangi bir işleme tabi tutulmadan kullanılabilir. Kuru havadan daha hafif bir gaz çeşidi olan doğalgaz kokusuz, zehirsiz, renksiz olup, kömürden sonra en ekonomik gaz olmasıyla da ucuz bir fosil yakıt türüdür. Ayrıca yanıcı olmasına rağmen çevreye zararı diğer türevi yakıtlara göre az miktardadır. Depolama gibi bir gereksinimi olmayan doğalgaz, su tesisatı, elektrik tesisatı gibi boru hattı tesisatıyla iş yerlerine ve konutlara ulaştırılmaktadır. Sayaçla ölçülerek fiyatlandırılmaktadır (Kıratlılar, 1997: 451-452).

1. 3. 2. 2. 1. Doğalgazın Tarihi

İlk çağlardan itibaren yeraltında oluşan gaz sızıntıları farklı nedenlerle yüzeye çıkarak yanmaya başlamıştır. Bu durum ilk çağlardan itibaren insanoğlunun ilgisini çekmiş hatta dini inançlarının temelini oluşturan bir tavır sergilemişlerdir. Çinliler M. Ö. 500'li yıllarda deniz suyundan içme suyu elde etmek için doğalgazı kullanmıştır. Petrol üretimi yapıldığı zamanlarda ise yeraltından çıkan doğalgaz faydasız bir atık olarak görüldüğünden petrol üretimi yapılırken yakılarak yok edilmiştir. 1785'li yıllar itibariyle teknolojiye yeni tekniklerin kullanılmaya başlanmasıyla kömürden doğalgaz elde edilmiş ve sokak aydınlatması olarak kullanılmıştır. 1859 yılında ise Amerika'da ilk doğalgaz kuyusu açılmıştır. İlk olarak termostatlarla sıcaklık ayarlaması sisteminin geliştirilmesiyle doğalgazın ısıtma aracı olarak kullanımına başlanmıştır. 1891 yılı itibariyle de boru hatları döşenerek doğalgazın taşınması gerçekleştirilmiş ve iş yerlerinde, konutlarda ısıtma amaçlı kullanımı yaygınlaşmaya başlamış ayrıca elektrik üretmek amacıyla da kullanılarak doğalgazın kullanım alanı genişlemeye başlamıştır. Doğalgazın petrole oranla çevreye zararının daha az olması nedeniyle elektrik üretmek amacıyla kullanımı hızla artmakta ve toplam enerjideki kullanım payı genişlemektedir (Başergil, 2009: 133-134).

1. 3. 2. 2. 2. Doğalgazın Kullanım Alanları

Genel anlamda doğalgaz kullanımı sıcak su elde etmek için, pişirme amaçlı, soğutma ve ısıtma sistemleri için kullanılmaktadır. Binalarda ise merkezi ısıtma için

pişirme ve sıcak su sağlamak amacıyla doğalgaz kullanılmaktadır. Bireysel kullanım açısından baktığımızda ısınma, sıcak su elde etme ve pişirme amaçlı kullanılmaktadır. Sanayi sektöründe ise fırınlarda ve atölyelerde küçük sanayi işletmelerinde üretim yaparken kullanılmaktadır. Ayrıca cam yapımında, fayans ve seramik fırınlarında, buhar üretmek için sulu kazanlarda, çimento, demir-çelik, tuğla ve kimya sanayinde, temiz bir ısı kaynağı olduğu için mikroptan arındırma işlemlerinde kullanılmaktadır. Tekstil sektöründe de önemi yadsınamayacak olan doğalgaz, yiyeceklerin işlenmesinde dahi kullanılmaktadır (Ugetam, 2016: 12).

Petrokimya sanayii içinde doğalgazı değerlendirdiğimizde kullanım alanının geniş olduğu görülmektedir. Amonyak, kükürt ve karbon karası üretimi bunlardan birkaçıdır. Doğalgazdan çıkarılan en önemli petrokimyasal ürün ise plastiklerin ve birçok farklı ürünün üretiminde kullanılan etilendir (Ugetam, 2016: 13).

1. 3. 2. 2. 2. 3. Doğalgazın Avantajları Ve Dezavantajları

Doğalgazın fosil yakıtlar arasında kullanım avantajlarına baktığımızda ise; doğalgazda; fuel-oil, kömür gibi yakıtların bıraktığı kül, kurum, is gibi yanma ardında oluşan kalıntılar oluşmaz doğalgaz daha temiz bir yakıt türüdür. Doğalgaz kuru havadan daha hafif olduğu için yükselerek havadan çıkan bir yakıt olarak havalandırmadan çıkar ancak LPG gibi yakıtlarda kaçak olduğunda zeminde birikme yapabilir. Doğalgazda depolama gereksinimi ve stok yapma maliyeti olmadığı için yakıt tankı gibi fazladan gereksinimlere gerek duyulmayacaktır. Doğalgaz kokusu olmayan bir gazdır. Ancak kentlerde ve konutlarda kullanımının yaygınlaşmasından dolayı sarımsak ile çürük yumurta kokusuna benzer bir kokuyla kokulandırılmaktadır. Doğalgaz borularla iletildiği için başka yakıtlarda olduğu gibi yatırım sonrası taşıma maliyeti oluşmayacağından dolayı risk barındırmayacaktır. Doğalgazı yakarken ek enerjiye ve ön hazırlık yapılmasına gerek duyulmadığından bakım maliyetleri ve işletme maliyetleri oldukça düşüktür. Doğalgazın düşük basınçla çalışmasından dolayı LPG tüplerinde olduğu gibi patlama esnasında parça tesiri yoktur. Doğalgazın yanma verimi diğer yakıt türlerine göre daha yüksek olduğundan yanma durumu insana gereksinim duymadan otomatik olarak kontrol

edilebilmektedir. Doğalgazın emniyet sistemleri de diğer yakıt türlerinin sistemlerine göre daha gelişmiştir (TMMOB, 2007: 3-4).

Doğalgazın dezavantajlarını incelediğimizde;

Fosil yakıtların çoğunda olduğu gibi doğalgazında rezervleri sınırlıdır ve tükenebilir. Havayla temas ettiğinde oksijen miktarını azaltıcı bir etkisi vardır. Bu yüzden boğulmaya neden olabilir. Yanlış uygulandığında ve sızıntı yaptığında patlama riski taşımaktadır. Doğalgaz yandığında azotlu bileşikler oluşur ve havayı diğer fosil yakıtlara göre az miktarda da olsa kirletmektedir. Eğer kullanılan ülkede doğalgaz rezervi yoksa ve bu ülkede kullanımı çok fazla ise dışa bağımlılığı arttıracaktır (Maktoloji, 2018).

1. 3. 2. 2. 4. Dünyada Doğalgaz

2018 Enerji Görünümü raporuna göre IEA, enerji talebinin 2017 ve 2040 yılları arasında daha da artacağını belirtmektedir. Etkin enerji kullanımının talebi dörtte birinden fazla etkileyeceğini belirtmektedir. Olumlu ve etkin kullanım gerçekleşmezse, doğalgaz talebinin küresel anlamda yılda 1.6 büyüyerek 2040 yılına kadar devam edeceğini belirtmiştir. Bu oran 2040 yılına gelindiğinde talebin 2018'e göre %45 artacağı anlamını taşımaktadır. IEA, 'Yeni Politikalar Senaryosu' mevzuatıyla da iklim değişikliği ile mücadele kapsamında karbon salımının azaltılması yönünde çalışmalar yapmaktadır (Enerji Enstitüsü, 2018).

Tablo 15: Kıtalarına Göre Dünya Doğalgaz Rezervleri(Trilyon Metreküp)

Kıta	1997	2007	2016	2017	Yüzde
Kuzey Amerika	8.0	8.4	10.9	10.8	%5.6
Diğer Amerika	6.6	7.8	8.3	8.2	%4.2
Avrupa	4.9	5.0	3.0	3.0	%1.5
Bağımsız Devletler Topluluğu	40.3	41.2	59.0	59.2	%30.6
Orta Doğu	48.6	73.6	78.8	79.1	%40.9
Afrika	10.2	14.0	13.8	13.8	%7.1
Pasifik Asya	9.4	13.6	19.2	19.3	%10.0
Toplam Dünya	128.1	163.5	193.1	193.5	%100
OECD	13.8	14.7	17.7	17.8	%9.2

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy 67th Edition 2018

Doğalgaz rezervlerine bakıldığında 2017 yılı itibariyle doğalgaz rezervinin ispatlanmış rakamın 193.5 trilyon metreküp olduğu görülmektedir. Dünyadaki kıtalara baktığımızda doğalgaz rezervinin en çok 79.1 trilyon metreküp ile Orta Doğu ülkelerinde %40.9'unun olduğu görülmektedir. Diğer kıtalara baktığımızda ise sırasıyla; 59.2 trilyon metreküp ile Bağımsız Devletler Topluluğu'nda %30.6, 19.3 trilyon metreküp ile Pasifik Asya'da %10, Afrika ülkelerinde ise 13.8 trilyon metreküp ile %7.1, Kuzey Amerika ülkelerinde 10.8 trilyon metreküp ile %5.6, diğer Amerika ülkelerinde ise 8.2 trilyon metreküp ile %4.2 rezerv olduğu görülmektedir. En az doğalgaz rezervinin ise %1.5 oranla Avrupa ülkelerinde olduğu görülmektedir. OECD toplamında ise dünyadaki toplam doğalgaz rezervi toplamının 17.8 trilyon metreküpünün bulunduğu oran olarak ise %9.2'ye tekabül ettiğini görmekteyiz.

Günümüze baktığımızda dünyada tahmin edilen doğalgaz rezervlerinin yalnızca %14 ile %15 oranındaki bir kısmının işletilebildiğini görmekteyiz. Sadece günümüzdeki işletilen kısmın 70 yıl boyunca dünya tüketimine yeteceği öngörülmektedir. Türkiye'de ise doğalgaz kaynaklarının az olduğu görülmektedir. Ancak Türkiye'ye komşu ülkelere bakıldığında bu oranın %69 gibi oranlara tekabül ettiği görülmektedir. Rusya'nın doğalgaz rezervine olan payının oldukça yüksek olduğu tespit edilmektedir. Petrol kaynaklarında da doğalgaza benzer bir durumdan bahsedebilmiştik. Böylelikle ülkemizde petrol ve doğalgaz rezervlerinin az olduğunu ancak ülkemizin bu kaynaklara sahip ülkelere komşu olmasının diğer ülkelerin ulaşması açısından bir geçiş yolu olmasını sağladığını görmekteyiz (TMMOB, 2007: 5).

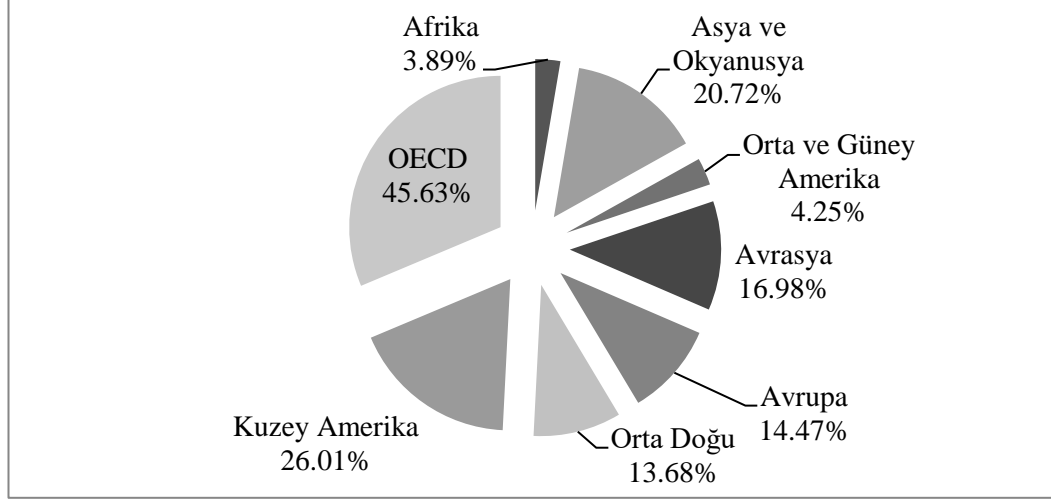
Tablo 16: Kıtalara Göre Dünya Doğalgaz Tüketimi (Milyar Metreküp)(Bcf)

Kıta	2007	2012	2015	2016	Yüzde
Afrika	3.342	4.527	4.799	5.133	%3.89
Asya ve Okyanusya	16.896	23.272	26.068	27.399	%20.72
Orta ve Güney Amerika	4.387	5.406	5.633	5.618	%4.25
Avrasya	22.556	23.326	21.404	22.453	%16.98
Avrupa	19.871	18.642	18.260	19.135	%14.47
Orta Doğu	10.674	14.762	17.569	18.088	%13.68
Kuzey Amerika	28.434	31.682	34.191	34.386	%26.01
Dünya	106.162	121.618	127.924	132.212	%100
OECD	53.930	57.752	58.757	60.325	%45.63

Kaynak: EIA, Dry Natural Gas Consumption, 2018

Doğalgaz rezervinin 2016 yılı itibariyle doğalgaz tüketiminin 132.212 milyar metreküpe ulaştığı görülmektedir. Kıtalara göre doğalgaz tüketimine baktığımızda en çok tüketimin 34.386 milyar metreküp ile Kuzey Amerika’da dünya tüketiminin %26.01’inin gerçekleştiği görülmektedir. Devamında gelen kıtalara baktığımızda sırasıyla; 27.399 metreküp ile Asya ve Okyanusya bölgesinde %20.72’si, 22.453 milyar metreküp ile Avrasya’da %16.98’i, Avrupa’da 19.135 metreküp ile %14.47’si, Orta Doğu’da 18.088 metreküp ile %13.68’i, 5.618 metreküp ile Orta Güney Amerika ülkelerinde %4.25’i tüketilmektedir. En az doğalgaz tüketimi ise Afrika kıtasında görülmekte olup 5.133 metreküp ile %3.89’unun tüketildiği görülmektedir.

Grafik 9: 2016 Yılı Doğalgaz Tüketiminde Kıtaların Ve OECD'nin Yüzdeleri



U.S. International Energy Statistic'ten alınan 2016 yılı doğalgaz tüketiminin milyar fit küp cinsinden yapılan verilerine göre yüzdeler hesaplanmıştır.

OECD ülkelerinin toplamı 2017 yılında doğalgaz rezervinin 17.8 trilyon metreküp ile %9.2'sini oluştururken, tüketim açısından 2016 yılı değerlendirildiğinde OECD ülkeleri dünyada tüketilen 132.212 milyar fit küp doğalgazın 60.325 milyar fit küpünü tüketmektedir. Tüketime oransal olarak baktığımızda ise dünya toplamının %45.63'ünü OECD ülkelerinin tüketmekte olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Petrolde olduğu gibi doğalgazda da OECD ülkelerinde rezerv ile tüketim arasında ciddi bir fark olduğu tespit edilmektedir.

1. 3. 2. 2. 5. Kıtalarına Göre OECD'de Doğalgaz

Energy Information Administration (EIA) tarafından hazırlanan bilgiler dahilinde OECD ülkeleri toplamında ve kıtalar olarak Avrupa, Asya ve Okyanusya, Kuzey Amerika kıtalarındaki OECD'ye bağlı ülkelerin doğalgaz üretim ve tüketim bilgilerine yer verilmiştir.

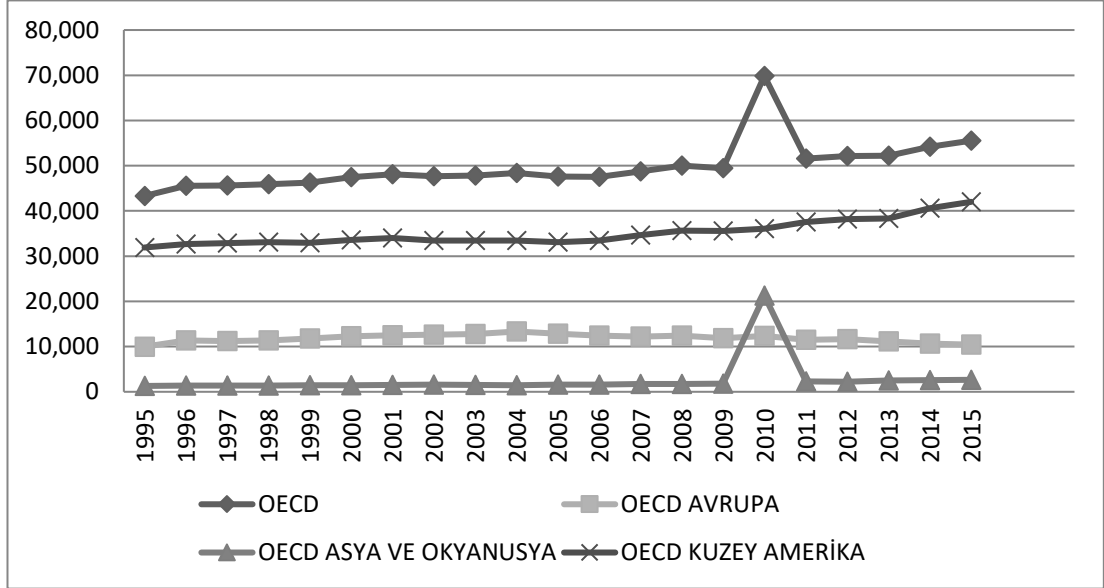
Tablo 17: Kıtalarına Göre OECD’de Doğalgaz Üretimi

Yıllar	OECD	OECD AVRUPA	OECD ASYA VE OKYANUSYA	OECD KUZEY AMERİKA
1995	43.297	9.967	1.291	31.905
1996	45.517	11.378	1.347	32.661
1997	45.615	11.239	1.354	32.908
1998	45.934	11.342	1.368	33.114
1999	46.270	11.780	1.420	32.965
2000	47.424	12.251	1.478	33.594
2001	48.116	12.488	1.514	34.009
2002	47.653	12.601	1.559	33.413
2003	47.788	12.788	1.480	33.461
2004	48.363	13.333	1.474	33.448
2005	47.595	12.830	1.553	33.083
2006	47.558	12.406	1.614	33.436
2007	48.706	12.180	1.714	34.645
2008	50.025	12.430	1.748	35.657
2009	49.415	11.881	1.815	35.551
2010	69.860	12.329	21.276	36.074
2011	51.572	11.506	2.301	37.555
2012	52.143	11.608	2.219	38.189
2013	52.182	11.161	2.486	38.304
2014	54.163	10.628	2.591	40.604
2015	55.495	10.448	2.672	42.003

Kaynak: EIA Dry Natural Gas OECD Production, 2018

Tablo 17 ile 1995-2017 yılları arasında OECD üyesi olan ülkeler toplamında ve OECD üyesi olan ülkelerin kıtalardaki toplam doğalgaz üretimine bakılmıştır. Doğalgaz üretiminin OECD’ye üye ülkelerin bulunduğu kıtalar arasında en çok Kuzey Amerika’da görüldüğü tespit edilmiştir. 2015 yılı itibariyle OECD toplamı International energy statistic’ten alınan verilere göre 55.495 milyar metreküp olduğu tespit edilmiştir. 2015 verilerine göre OECD kıtaları arasında Kuzey Amerika’dan sonra doğalgaz üretimi 10.448 metreküp ile Avrupa’da, en az doğalgaz üretimi ise 2.672 metreküp ile Asya ve Okyanusya kıtasında yer alan OECD ülkelerinde olduğu tespit edilmiştir.

Grafik 10: OECD’de Kıtalara Göre Doğalgaz Üretimi Dağılımı



Grafik 10, OECD kıtalarında yer alan ülkelerdeki doğalgaz üretiminin dağılımını göstermektedir. Doğalgaz üretimi toplamda özellikle son yıllarda artan bir eğilim göstermektedir. Bu durum bize doğalgazın önümüzdeki yıllarda da önemini yitirmeyen aksine artan trendde seyreden bir enerji kaynağı olacağını göstermektedir. Kıtalara baktığımızda ise doğalgazda üretimin önemli bir kısmının Kuzey Amerika kıtasındaki ülkelerden karşılandığı görülmektedir. Doğalgaz üretiminin Kuzey Amerika’da çok olması bu kıtadaki üretim artışının OECD toplamının da artmasına neden olduğu görülmektedir. Asya ve Avrupa bölgelerine de baktığımızda doğalgazda üretimin belirli bir trendde devam ettiğini en az üretimin ise Asya kıtasında gerçekleştiğini söyleyebiliriz. Özellikle 2010 yılına baktığımızda Asya kıtasındaki artışın Avrupa kıtasının üzerine çıkması 2010 yılı genel üretim dağılımını da etkilemiştir. Üretimin büyük bir bölümü Kuzey Amerika ülkelerinde gerçekleştiği için Avrupa kıtasında son yıllarda küçük azalışlar gözükse de bu durum genel üretim dağılımı üzerindeki artışı çok fazla etkilememektedir.

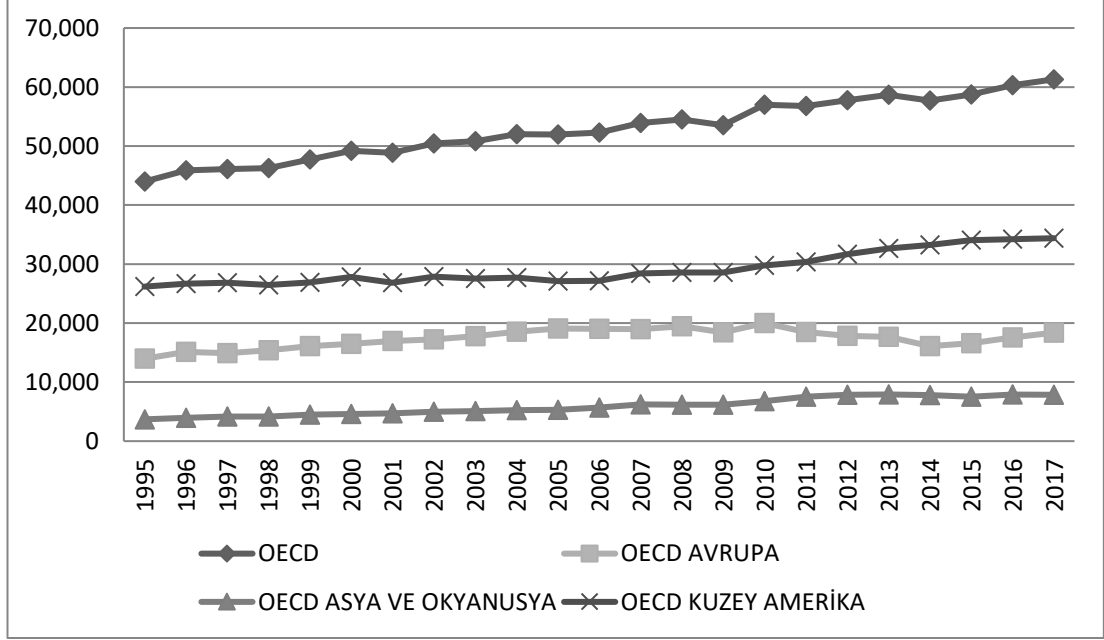
Tablo 18: Kıtalara Göre OECD’de Doğalgaz Tüketimi

Yıllar	OECD	OECD AVRUPA	OECD ASYA VE OKYANUSYA	OECD KUZEY AMERİKA
1995	43.979	13.963	3.697	26.186
1996	45.905	15.141	3.941	26.694
1997	46.095	14.903	4.144	26.866
1998	46.254	15.392	4.177	26.467
1999	47.714	16.108	4.478	26.884
2000	49.174	16.485	4.600	27.797
2001	48.851	16.949	4.697	26.854
2002	50.434	17.235	4.958	27.885
2003	50.821	17.796	5.091	27.543
2004	51.988	18.560	5.252	27.732
2005	51.940	19.077	5.311	27.106
2006	52.263	19.008	5.674	27.156
2007	53.930	18.957	6.223	28.434
2008	54.490	19.479	6.181	28.575
2009	53.514	18.442	6.176	28.574
2010	56.984	19.995	6.764	29.792
2011	56.778	18.483	7.507	30.363
2012	57.752	17.849	7.872	31.682
2013	58.706	17.688	7.887	32.645
2014	57.726	16.097	7.817	33.263
2015	58.757	16.609	7.515	34.053
2016	60.325	17.587	7.897	34.191
2017	61.295	18.395	7.873	34.386

Kaynak: EIA Dry Natural Gas OECD Consumption, 2018

Tablo 18’de 1995-2017 yılları arasında OECD üyesi olan ülkeler toplamında ve OECD üyesi olan ülkelerin kıtalardaki toplam doğalgaz tüketimine bakılmıştır. Doğalgaz tüketiminin OECD’ye üye ülkelerin bulunduğu kıtalar arasında en çok Kuzey Amerika’da görüldüğü tespit edilmiştir. 2017 yılı verilerine göre, International Energy Statistic’ten alınan verilere göre OECD toplamı 61.295 milyar metreküp olduğu tespit edilmiştir. 2017 verilerine göre OECD kıtaları arasında en çok tüketim 34.386 milyar metreküp ile Kuzey Amerika’da sonrasında 18.395 milyar metreküp ile Avrupa bölgesinde görülmekte olup, doğalgazda tüketimin üretimde olduğu gibi en az görüldüğü yer ise 7.873 milyar metreküp ile Asya ve Okyanusya bölgesinde olduğu tespit edilmiştir.

Grafik 11: OECD’de Kıtalar Göre Doğalgaz Tüketimi Dağılımı



Grafik 11 OECD’ye üye olan ülkelerin kıtalarına göre doğalgazda tüketim dağılımını göstermektedir. OECD üyeleri toplamındaki ülkelerde doğalgaz tüketiminin azalmadığı ve belirli bir trendde yıllar itibariyle arttığını göstermektedir. Doğalgaz tüketiminde OECD üyesi ülkelerin bulunduğu kıtalara da baktığımızda belirli bir trendde süreklilik gösterdiğini söyleyebiliriz. Kıtalardaki doğalgaz üretimi ile tüketimini kıyasladığımızda ise doğalgaz tüketiminin üretim ile yakın metreküpte seyrettiğini söyleyebiliriz. OECD’de doğalgaz tüketimi ile üretiminin birbirine yakın miktarlarda olduğu görülmektedir. Aynı şekilde en çok tüketim de Kuzey Amerika ülkelerinde görülmekte olup, Kuzey Amerika’yı sırasıyla Avrupa ve Asya takip etmektedir. Grafiklerden de anlaşılacağı üzere doğalgaza karşı olan talebin ve tüketimin artması, üretiminde de son yıllarda artışlara yol açtığını göstermektedir.

1. 3. 2. 2. 3. Kömürün Tanımı Ve Önemi

‘Sedimanter’ denilen organik bir kayanın oluşumu olan kömür; içinde kum, çakıl ve çamurun tabakalar halinde yayılması sonucunda zamanla sıkışmasının ardından katmanlaşması ve kayaya dönüşmesi durumudur. Oksijen, hidrojen ve karbon çeşidi metallerin bileşiminden oluşan, içerisinde yanıcı gazlar da içeren fosil kayalardır. Isı ve mikrobiyolojik etkilerin kaya tabakaları arasında basınç yaparak

sıkışması sonucu kömür kayaları ve kömür damarları meydana gelmektedir. Bu yapılar homojen olmadığı için aynı yapıda ve özellikte oluşmazlar. Bataklıklarda siyah kütleler halinde ve kahverengi renginde tabakalaşan bir maden türüdür. Kömür organik maddelerin olduğu katmanlarda ve bu maddelerin olduğu bölgelerde meydana gelmektedir. Özellikle sıcak iklimlerde ve nemin çok olduğu bölgeler kömür oluşumu için idealdir. Kömür damarlarının oluşumu için lagünler, göl kıyıları, akarsu ovaları ve bataklık gibi yerler ideal zeminlerdir. En kalın kömür damarları ise deltaların olduğu yerlerde oluşmaktadır. Özellikle organik maddelerin bataklıkların altında birikmesi sonucu bitkiler, nebatlar ve çeşitli kalıntılar bataklıkları kapatarak kömürün oluşmasını başlatmaktadır. Bu organik bitkiler genellikle 'lignoselülozik' bitki parçalarından meydana gelmektedir. Oluşan bitki parçacıkları bozularak parçalanır ve bataklık suyuyla birlikte jel halini alarak kimyasal reaksiyon ortaya çıkar ve organik malzemeler değişime uğramış olur. Oluşan tabakalarda ise çökeltiler birikir. Bu katmanlaşan tabakalar ise yer kabuğunun hareket etmesi sonucu ısı ve basınçla birlikte kimyasal ve fiziksel değişime uğramış olur. Bu oluşumun jeolojik yaşı 15 ile 400 milyon arasında değişebilmektedir. Yüzyıllar süren süreç sonucunda kömür meydana gelmektedir. Yıllanmış veya yaşlı kömürlerin daha kaliteli olduğu görülmektedir ve dolayısıyla daha pahalıdır (Ersoy, 2004:6).

Kömür dünyada genel olarak daha çok alana yayıldığı için, rezervi diğer enerji kaynaklarına göre daha fazladır. Taşınma işleminin kolay ve güvenilir olması hem kullanım hem de depolanma açısından kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca sürdürülebilirlik açısından da rekabetçi piyasada fiyatının belirlenerek maliyetinin düşük olması enerji arz güvenliği ve kalkınma açısından önem teşkil eden kaynaklardan biridir (Ersoy, 2004: 6).

1. 3. 2. 2. 3. 1. Kömürün Tarihi

Eski zamanlardan beri kullanılmakta olan kömüre ilişkin yazılı kaynaklara baktığımızda, en eski yazılı kaynaklardan birini Yunanlı filozof Aristoteles'in milattan önce 4. yy.'da yazdığı belirtilmektedir. Kömürü ilk kullananların Çinliler olduğu ileri sürülmektedir. Kömürü Çinliler M.Ö. 1000'li yıllar civarında bakırı eritmek için kullanmış ve bunu madeni para yapmak için kullanmışlardır. Ancak

özellikle kömüre karşı olan talebin yoğunlaştığı dönem sanayi devrimine dayanmaktadır. James Watt'ın İskoçya'da buharlı makineyi 1763 yılında icat etmesiyle kömüre olan talepte artmaya başlamıştır. Bununla beraber kömürün kullanım alanı genişlemiş demir-çelik ve ulaştırma sektörü gibi birçok sektörün vazgeçilmezi haline gelmiştir. Makineleşmeyle birlikte dünya ekonomisinde önemli bir paya sahip olan kömürün özellikle gelişmiş ülkelerin ekonomilerine ciddi bir katkıda bulunduğu görülmektedir (Tamzok, 2012: 2).

1. 3. 2. 2. 3. 2. Kömürün Kullanım Alanları

Turba, linyit, antrasit, taş kömür gibi çeşitleri bulunan kömürün kalori oranlarına göre ve kimyasal yapı çeşitlerine göre kullanım alanları da değişmektedir. Kömür; enerji üretimi, kimyasal endüstri ve sanayi gibi alanlarda kullanıldığında önemini hala koruyan bir fosil yakıt türüdür. Endüstriyel yağların yapımında ve petrol ürünlerinde de kömürün kullanımının devam ettiğini söyleyebiliriz. Demir ve çelik fabrikalarında da kömür vazgeçilmeyen bir fosil yakıttır. Ayrıca, yakıt hammaddesi yapımı, kok yapımı ve kimyasal madde üretimi de kömürün kullanım alanlarını oluşturmaktadır (Eskier, 2017).

Elektrik üretiminde kullanılan diğer enerji kaynaklarına göre kömürün kullanım oranı çok yüksektir. Elektrik üretiminde kömür kullanımı % 40 civarındadır. Elektrik üretiminde kömür kullanımı 1990'lı yıllarda % 38 civarında iken, 2014 yılında kömür kullanımı % 43'lere kadar çıkmıştır. Geleceğe yönelik yapılan öngörülere göre ise elektrik üretiminde kömür kullanımı 2040 yılı baz alındığında % 50 olacağı öngörülmektedir. Dünya geneline baktığımızda son 30 yılda kömür üretiminin önceki yıllara göre iki kat arttığı görülmektedir. Bu durum bize dünyanın enerjiye olan ihtiyacının giderek arttığının bir göstergesidir. Çin önde gelmek üzere özellikle Pasifik Asya ülkelerinin enerji ihtiyacı son 10 yılda iki katından daha fazla olduğu görülmektedir. Enerji ihtiyacını karşılamada günümüzde termik santrallerin öneminin arttığını da göz önünde bulundurduğumuzda enerji talebini karşılamak adına elektrik santrallerinde kullanılması için kömür arzının da gitgide arttığı görülmektedir. Türkiye'ye baktığımızda 39 termik santralin bulunduğunu buralarda linyit ve kömürün kullanıldığını bu santrallerin toplam enerji

ihtiyacının yılda %35'ini karşıladığını görmekteyiz. Yapımı devam eden ve yapılması planlanan 30 termik santral bulunmakta olup buralarda da yakıt olarak kömürün ve türevlerinin kullanılması düşünülmektedir (Eskier, 2017).

1. 3. 2. 2. 3. 3. Kömürün Avantajları Ve Dezavantajları

Kömürün avantajlarına değinecek olursak;

Kömür rezervleri dünya genelinde 50'den fazla ülkede bulunduğu için rezerv açısından avantajlı bir yeraltı kaynağıdır. Kömür, durağanlığından dolayı depolanması, taşınması ve kullanılması gibi işlemleri kolay olan bir yakıt türü olduğundan güvenilirdir. Rezervleri genellikle belirli bir bölgede toplanmaz ve dağınık olarak bulunur. Bu açıdan alıcıları zor duruma düşürecek tekelleşme gibi durumların yaşanması zor olduğundan garantili bir yakıttır. Tüm dünyanın kullandığı bir enerji kaynağı olduğu için dünya genelinde elektrik enerjisi üretme ve kullanma konusunda rekabet arttırıcıdır (Pınarbaşı Ö. 2017: 43).

Kömürün dezavantajlarını ise şu şekilde inceleyebiliriz;

Kömür santralleri hava kirliliğine neden olduğu için iklim değişikliklerinde rol oynayan bir fosil yakıttır. Kömür nedeniyle asit yağmurları oluşmaktadır. Kömür yandığında ise açığa atık olarak zehir çıkar. Bu yüzden dünya genelinde maalesef birçok ölüm yaşanmıştır. Ayrıca madenciliği yapıldığından dolayı erozyona da neden olmaktadır (Pınarbaşı Ö. 2017: 44).

1. 3. 2. 2. 3. 4. Dünyada Kömür

EIA; ileriye dönük yapmış olduğu tahminler neticesinde birincil enerji için arzın 2030 yılında 16.500 milyon ton petrole eşdeğer geleceğini ancak miktarın kaynak dağılımında ciddi farklar gözetilemeyeceğini belirtmiştir. Bu durumda en büyük payın 2030 yılı için şimdiki gibi petrolde olacağı ve oranının %35 olacağı belirtilmiştir. Sonrasında en çok pay %25 ile doğalgazda olup onu %21.8 ile de kömürün takip edeceği tahmin edilmektedir. Jeotermal, güneş, rüzgar gibi diğer kaynakların ise payının %11.3 olacağı, nükleer enerjinin payının ise %4.6'ya denk

geleceği ve hidrolik enerjinin %2.2'lik bir paya sahip olacağı öngörülmektedir (Torun ve Tamzok, 2015: 295).

EIA; 2025 yılına gelindiğinde kömüre karşı olan talebin dünya genelinde %25 artacağını belirtmektedir. Rakamsal olarak yaklaşık 8.2 milyar tona denk geleceğini tahmin etmektedir (DOE/EIA 2005 s:95). Batı Avrupa ülkelerinde ise yine 2025 yılı için talebin %20 azalacağı ancak Eski Sovyet Cumhuriyeti ülkeleri ile Doğu Avrupa'da %14, Asya ve Pasifik ülkelerinde %96 ve Kuzey Amerika kıtasında ise %41 artacağını tahmin etmektedir (Torun ve Tamzok, 2015: 298).

Tablo 19: Kıtalarına Göre Dünya Kömür Rezervleri (milyon ton)

Kıta	2017	Yüzde
Kuzey Amerika	258.709	%25.0
Diğer Amerika	14.016	%1.4
Avrupa	100.405	%9.7
Bağımsız Devletler Topluluğu	223.228	% 21.5
Orta Doğu ve Afrika	14.420	% 1.4
Pasifik Asya	424.234	%41.0
Toplam Dünya	1.035.012	%100
OECD	497.985	%48.1

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy 67th Edition 2018

Statistical Review Of World Energy'den alınan verilere göre düzenlenen kömür rezervlerine bakıldığında 2017 yılı kömür rezervinin dünya toplamı ispatlanmış rakamın 1.035.012 milyar ton olduğu görülmektedir. Kıtalara baktığımızda dünya rezervinin en çok 424.234 milyon ton ile Pasifik Asya ülkelerinde olduğu ve bunun da dünya toplam rezervinin %41'ine denk geldiği görülmektedir. Diğer kıtalara baktığımızda ise sırasıyla; 258.709 milyon ton ile Kuzey Amerika kömür rezervinin %25, 223.228 milyon ton ile Bağımsız Devletler Topluluğu'nda %21.5, 100.405 milyon ton ile Avrupa'da %9.7, 14.420 milyon ton ile Orta Doğu ve Afrika ülkelerinde %1.4, 14.016 milyon ton ile %1.4 oranında dünya kömür rezervi olduğu görülmektedir. Dünya kömür rezervi toplamının %48.1'inin OECD ülkelerinde olduğu görülmekte olup bu oranın 497.985 milyon tona karşılık geldiği görülmektedir.

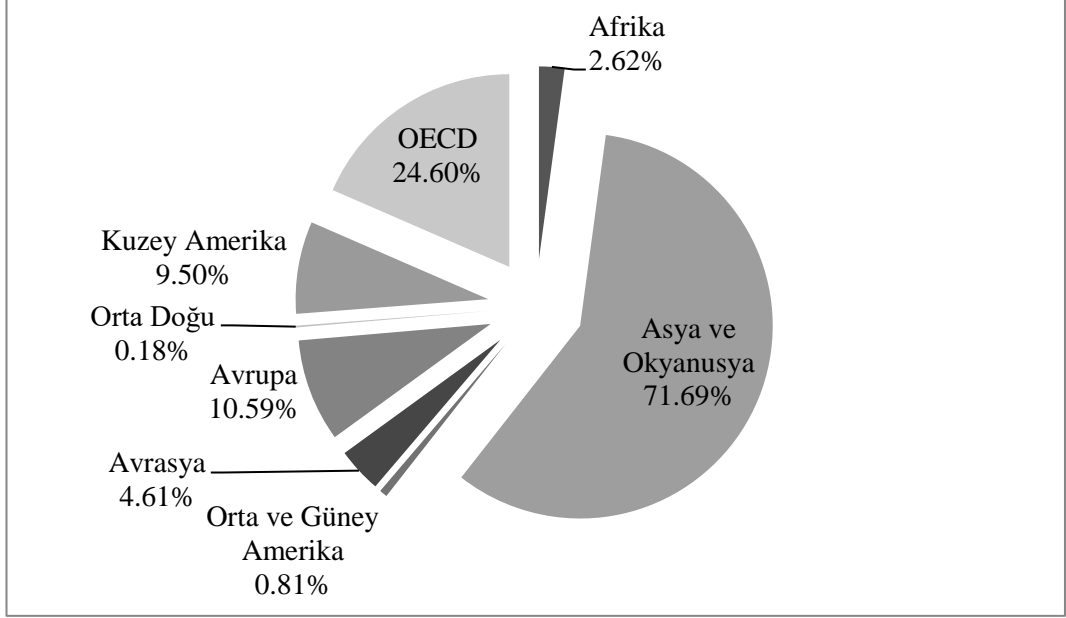
Tablo 20: Kıtalara Göre Dünya Kömür Tüketimi (1000 Stones)

Kıta	2007	2012	2015	2016	Yüzde
Afrika	217.296	218.321	216.596	219.352	%2.62
Asya ve Okyanusya	4.525.768	6.195.981	6.209.236	6.010.548	%71.69
Orta Güney Amerika	39.807	51.167	63.229	67.627	%0.81
Avrasya	398.873	445.289	393.160	386.727	%4.61
Avrupa	1.070.295	1.028.987	932.862	888.298	%10.59
Orta Doğu	17.363	19.989	16.320	15.174	%0.18
Kuzey Amerika	1.220.657	962.530	869.657	796.457	%9.50
Dünya	7.490.059	8.922.263	8.701.059	8.384.183	%100
OECD	2.641.206	2.355.617	2.175.453	2.062.748	%24.60

Kaynak: EIA, Primary Coal Consumption, 2018

Tablo 20’de dünya kömür rezervinin ne kadarının tüketildiği bazı yıllar itibariyle gösterilmektedir. 2016 yılı itibariyle dünyada kömür tüketiminin 8.384.183 milyon st olduğu görülmektedir. Bu tüketimi kıtalara bölerek baktığımızda ise en çok tüketimin 6.010.548 milyon st ile Asya bölgesinde olduğu ve bunun dünya tüketiminin %71.69’una denk geldiği görülmektedir. Devamında gelen kıtalara baktığımızda sırasıyla; 888.298 bin st ile Avrupa bölgesinde %10.59, 796.457 bin st ile Kuzey Amerika bölgesinde %9.50, Avrasya bölgesinde 386.727 bin st ile %4.61 oranında tüketim gerçekleşmiştir. Afrika’da 219.352 bin st ile %2.62, 67.627 bin st ile Orta ve Güney Amerika’da bulunan ülkelerde ise %0.81 oranında tüketim yapılmıştır. Son olarak Orta Doğu bölgesinde 15.174 bin st ile yalnızca %0.18 oranında kömür tüketildiği tespit edilmiştir. ($kg=st/0.15747$) karşılık gelmektedir.

Grafik 12: 2016 Yılı Kömür Tüketiminde Kıtaların Ve OECD'nin Yüzdeleri



Grafik 12’de yer alan yüzdeler U.S. International Energy Statistic’ten alınan 2016 yılı kömür tüketiminin 1000 st cinsinden yapılan verilerine göre hesaplanmıştır.

OECD ülkelerinin toplamı 2017 yılında kömür rezervinin 497.985 milyon ton ile dünya kömür rezervinin %48.1’ini oluşturmaktadır. Tüketim açısından 2016 yılı değerlendirildiğinde ise OECD ülkeleri dünyada tüketilen 8.384.183 st kömürün 2.062.748 st’sini tüketmektedir. Tüketime oransal olarak baktığımızda ise dünyada tüketilen toplam kömürün %24.60’ını OECD ülkelerinin tüketmekte olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

1. 3. 2. 2. 3. 5. Kıtalarına Göre OECD’de Kömür

Energy Information Administration (EIA) tarafından hazırlanan bilgiler dahilinde OECD ülkeleri toplamında ve kıtalar olarak Avrupa, Asya ve Okyanusya, Kuzey Amerika kıtalarındaki OECD’ye bağlı ülkelerin kömür üretim ve tüketim bilgilerine yer verilmiştir.

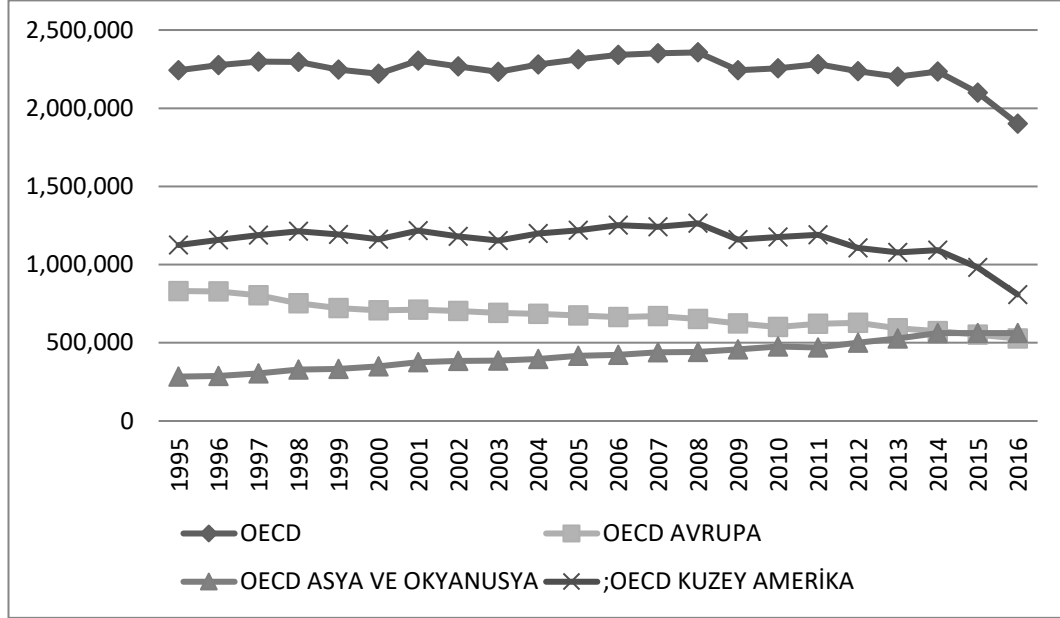
Tablo 21: Kıtalara Göre OECD’de Kömür Üretimi (1000 ST)

Yıllar	OECD	OECD AVRUPA	OECD ASYA VE OKYANUSYA	OECD KUZHEY AMERİKA
1995	2.241.857	831.056	283.758	1.125.900
1996	2.276.481	827.876	288.669	1.158.829
1997	2.298.313	804.239	304.799	1.188.124
1998	2.295.958	753.098	329.081	1.212.742
1999	2.247.023	721.449	333.332	1.191.708
2000	2.219.397	706.883	349.756	1.162.355
2001	2.304.195	710.902	374.910	1.217.748
2002	2.266.927	703.501	383.246	1.179.703
2003	2.231.572	691.521	385.962	1.153.455
2004	2.279.742	684.831	395.344	1.199.310
2005	2.312.242	675.276	417.433	1.218.933
2006	2.340.782	665.061	422.351	1.252.628
2007	2.351.795	670.998	439.557	1.240.972
2008	2.356.659	651.732	440.765	1.263.426
2009	2.242.537	624.175	457.438	1.160.223
2010	2.254.672	601.921	475.996	1.176.073
2011	2.281.963	620.572	469.547	1.191.123
2012	2.236.635	628.204	500.524	1.107.121
2013	2.201.089	591.988	528.223	1.077.541
2014	2.234.008	574.207	562.121	1.093.090
2015	2.099.235	551.931	561.800	982.039
2016	1.900.252	527.493	561.250	808.726

Kaynak: EIA Primary Coal OECD Production, 2018

Tablo 21 OECD üyesi olan ülkeler toplamında ve OECD üyesi olan ülkelerin kıtalardaki toplam kömür üretiminin 1995-2016 yılları arasındaki verilerini göstermektedir. International energy statistic verilerine göre 2016 yılı verilerine baktığımızda 1.900.252 milyon st OECD ülkeleri toplamında üretim yapıldığı tespit edilmiştir. OECD üyesi ülkelere kıtalara ayırarak baktığımızda ise; üretimin 2016 yılında sırasıyla; 808.726 bin st ile en çok Kuzey Amerika’da sonrasında 561.250 bin st ile Asya ülkelerinde ve en az üretimin ise 527.493 bin st ile Avrupa ülkelerinde yapıldığı görülmektedir.

Grafik 13: OECD’de Kıtalar Göre Kömür Üretimi Dağılımı (1000 ST)



1995-2016 yılları arasındaki kömür üretiminin OECD’ye üye ülkelerin bulunduğu kıtalar arasında en çok Kuzey Amerika’da görüldüğü tespit edilmiştir. Üretim olarak Kuzey Amerika fazla gözükse de üretimin Kuzey Amerika bölgesinde son yıllarda azaldığı da görülmektedir. Aynı şekilde Avrupa ülkelerinde de son yıllarda üretim trendinde az da olsa azalma olduğu görülmektedir. Ancak Asya ve Okyanusya kıtasında OECD’ye bağlı ülkeler arasında kömür üretiminde artan bir trend olduğu tespit edilmiştir. Asya ülkelerinin Avrupa ülkeleriyle arasında olan 1995 yılı itibariyle gözükten farkın gitgide kapandığı ve 2013 yılı itibariyle Asya ülkelerinin Avrupa ülkelerine kömür üretimi konusunda yaklaştığı görülmektedir.

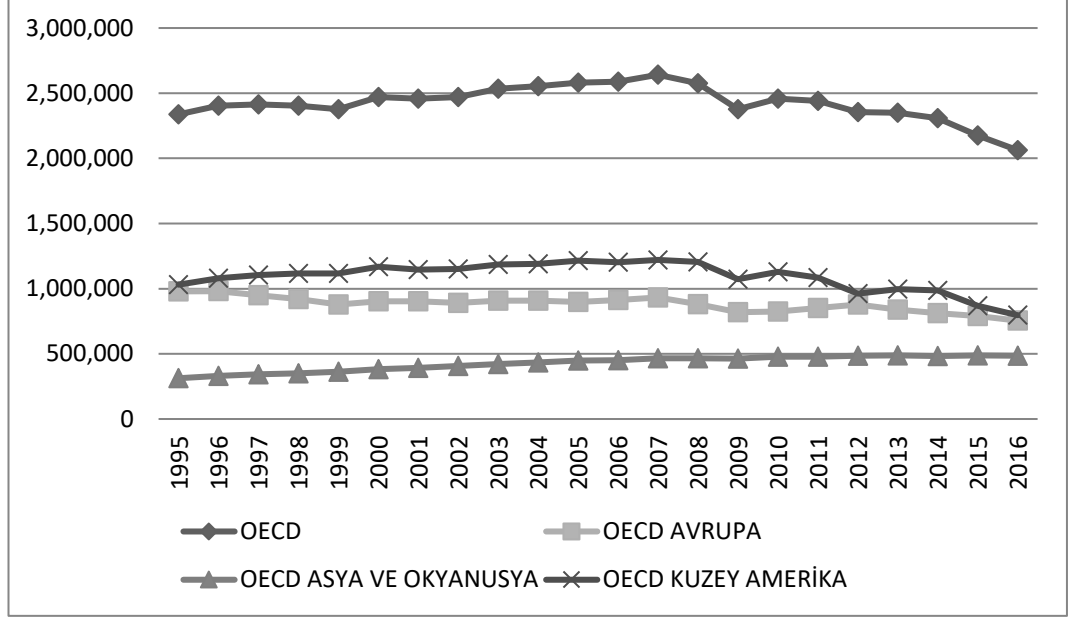
Tablo 22: Kıtalara Göre OECD’de Kömür Tüketimi

Yıllar	OECD	OECD AVRUPA	OECD ASYA VE OKYANUSYA	OECD KUZEY AMERİKA
1995	2.336.443	980.011	312.743	1.031.872
1996	2.403.908	980.499	329.964	1.078.751
1997	2.414.601	948.752	343.324	1.105.412
1998	2.404.861	920.632	350.876	1.116.049
1999	2.376.579	878.090	363.516	1.117.681
2000	2.470.289	903.980	381.931	1.167.374
2001	2.456.823	901.885	392.659	1.145.193
2002	2.469.631	891.850	407.688	1.151.972
2003	2.533.822	909.100	420.722	1.184.538
2004	2.553.146	906.886	434.256	1.191.290
2005	2.581.399	898.742	447.539	1.214.425
2006	2.587.739	912.623	451.240	1.201.757
2007	2.641.206	932.055	465.512	1.220.657
2008	2.575.595	879.742	467.022	1.204.874
2009	2.377.767	819.326	463.521	1.072.127
2010	2.456.899	824.069	478.481	1.129.590
2011	2.439.683	851.212	478.440	1.083.664
2012	2.355.617	879.096	484.393	962.530
2013	2.350.976	838.023	488.194	996.448
2014	2.308.660	813.076	481.803	987.450
2015	2.175.453	791.069	487.358	869.657
2016	2.062.748	754.782	485.639	796.457

Kaynak: EIA, Primary Coal OECD Consumption, 2018

Tablo 22’de 1995-2016 yılları arasındaki OECD ülkeleri toplamının ve OECD bağlı kıtaların kömür tüketim verilerine yer verilmiştir. 2016 yılı tüketim verilerine baktığımızda da üretimde olduğu gibi en çok tüketimin Kuzey Amerika bölgesinde olduğu görülmektedir. U. S. International Energy Statistic verilerine baktığımızda 2016 yılında sırasıyla; Kuzey Amerika’da 796.457 bin st, OECD’ye bağlı Avrupa ülkelerinde 754.782 bin st, Asya ve Okyanusya bölgesindeki OECD ülkelerinde ise 485.639 bin st tüketim yapıldığı görülmektedir. kıtalar arasındaki OECD’ye bağlı ülkelerin haricindeki OECD’ye kayıtlı ülkelerin toplam tüketimine baktığımızda ise 2.062.748 milyon st olduğu görülmektedir.

Grafik 14: OECD’de Kıtalar Göre Kömür Tüketimi Dağılımı



Grafik 14, OECD ülkeleri ve OECD’ye bağlı ülkelerin kıtalarına göre dağılımını göstermektedir. 1995 ile 2016 yılı arasındaki veriler değerlendirildiğinde Kuzey Amerika ülkelerindeki tüketimin 2012 yılı sonrasında azaldığı görülmektedir. OECD’ye bağlı Avrupa ülkelerinde ise yıllar arasında ortalama bir trendde devam ettiği görülmektedir. OECD Asya ve Okyanusya ülkelerini değerlendirdiğimizde ise az da olsa yıllar arasında artan bir trendde olduğu anlaşılmaktadır. OECD ülkeleri toplamına baktığımızda ise 2009 yılında yaşanan belirgin azalmanın ardından son yıllarda kömür tüketiminin azaldığı görülmektedir. Bu duruma Kuzey Amerika ülkelerinde yaşanan azalmanın neden olduğu anlaşılmaktadır. Asya ülkelerinin tüketimi az olduğundan Asya ülkelerinde artışlar gözükse de bu durum genel tüketimdeki azalışı etkileyecek seviyede değildir.

1. 4. Birincil Enerjide Toplam Üretim Ve Tüketim

Energy Information Administration (EIA) tarafından hazırlanan bilgiler dahilinde tüm kıtalar için ayrıca OECD ülkeleri toplamının ve OECD’ye bağlı ülkelerin birincil enerji üretim ve tüketim bilgilerine yer verilmiştir.

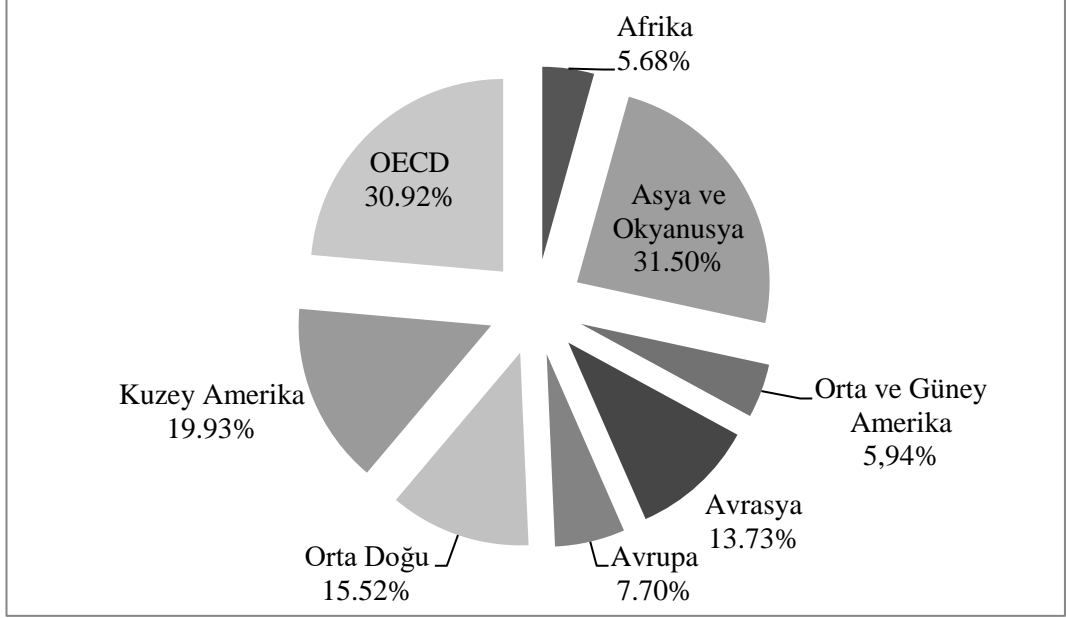
Tablo 23: Birincil Enerjide Kıtalara Göre Üretim

Kıta	2007	2012	2015	2016	Yüzde
Afrika	36.133	36.258	33.121	32.146	%5.68
Asya ve Okyanusya	131.84	175.479	182.453	178.245	%31.50
Orta Güney Amerika	29.4	32.72	33.715	33.569	%5.94
Avrasya	71.67	75.675	76.94	77.687	%13.73
Avrupa	46.401	44.56	43.973	43.561	%7.70
Orta Doğu	65.969	78.317	82.984	87.819	%15.52
Kuzey Amerika	100.785	107.059	116.956	112.76	%19.93
Dünya	482.197	550.068	570.14	565.788	%100
OECD	163.146	166.744	178.579	174.948	%30.92

Kaynak: EIA Primary Energy Production, 2018

Tablo 23 birincil enerji üretiminin kıtalardaki ve dünyadaki toplam durumunu göstermektedir. 2016 yılı itibariyle dünyada toplam birincil enerji üretiminin 565.788 trilyon Btu olduğu görülmektedir. Toplam üretimi kıtalara bölerek baktığımızda ise en çok üretimin 178.245 trilyon btu ile Asya bölgesinde olduğu ve bunun dünya üretiminin %31.50'sine denk geldiği görülmektedir. Devamında gelen kıtalara baktığımızda sırasıyla; 112.76 trilyon btu ile Kuzey Amerika kıtasında %19.93'ünün, 87.819 trilyon btu ile Orta Doğu bölgesinde %15.52'sinin, Avrasya bölgesinde 77.687 trilyon btu ile %13.73'ünün, Avrupa kıtasında 43.561 trilyon btu ile %7.70'inin, 33.569 trilyon btu ile Orta ve Güney Amerika'da bulunan ülkelerde ise %5.94'ünün, son olarak Afrika bölgesinde 32.146 trilyon btu ile %5.68'inin üretildiği görülmektedir.

Grafik 15: 2016 Yılı Dünya Birincil Enerji Üretim Yüzdeleri



Grafik 15’de yer alan yüzdeler U.S. International Energy Statistic’ten alınan 2016 yılı birincil enerji üretiminin trilyon İngiliz ısı birimi (Btu) cinsinden yapılan verilerine göre hesaplanmıştır.

Afrika, Asya ve Okyanusya, Avrasya, Avrupa, Orta ve Güney Amerika, Orta Doğu ve Kuzey Amerika bölgelerindeki veriler toplam dünya üretimini oluşturmakta olup, OECD’ye ait verilen yüzde ise dünya üretimindeki OECD toplam üretiminin ne kadar olduğunu göstermektedir. 2016 yılında dünya toplamında birincil enerji üretimi 565.788 trilyon Btu’dur. OECD ülkelerinin toplamı 2016 yılında birincil enerjinin 174.948 trilyon İngiliz ısı birimini üretmekte olup toplam birincil enerji üretiminin %30.92’sini ürettiği sonucuna ulaşılmıştır.

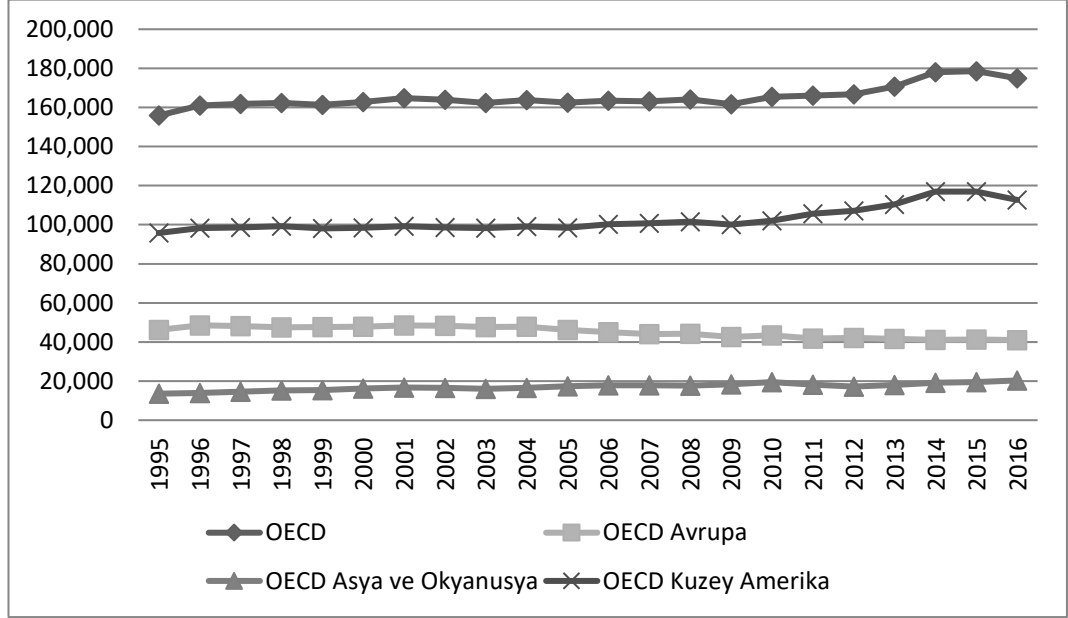
Tablo 24: OECD’de Kıtalara Göre Birincil Enerji Üretimi

Yıllar	OECD	OECD AVRUPA	OECD ASYA VE OKYANUSYA	OECD KUZEY AMERİKA
1995	155.88	46.136	13.566	95.795
1996	161.024	48.55	13.916	98.202
1997	161.824	48.167	14.655	98.637
1998	162.336	47.439	15.302	99.273
1999	161.348	47.597	15.351	98.143
2000	162.875	47.848	16.227	98.488
2001	164.72	48.526	16.642	99.207
2002	163.884	48.275	16.628	98.607
2003	162.304	47.645	16.064	98.24
2004	163.753	47.767	16.536	99.071
2005	162.49	46.134	17.444	98.471
2006	163.459	44.998	17.815	100.184
2007	163.146	44.042	17.914	100.783
2008	164.031	44.281	17.771	101.532
2009	161.665	42.67	18.403	100.121
2010	165.351	43.385	19.526	101.995
2011	166.13	41.766	18.236	105.64
2012	166.744	42.055	17.198	107.056
2013	170.602	41.665	17.969	110.386
2014	178.056	41.194	19.184	116.928
2015	178.579	41.335	19.51	116.952
2016	174.948	41.014	20.347	112.757

Kaynak: Primary Energy OECD Production, 2018

Tablo 24 OECD üyesi olan ülkeler toplamında ve OECD üyesi olan ülkelerin kıtalardaki toplam birincil enerji üretiminin 1995-2016 yılları arasındaki verilerini göstermektedir. U.S. International energy statistic verilerine göre 2016 yılı verilerine baktığımızda OECD üyesi ülkelerin toplam birincil enerji üretimi 174.948 trilyon btu olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. OECD üyesi ülkeleri kıtalara ayırarak baktığımızda üretimin 2016 yılında sırasıyla; 112.757 trilyon btu ile en çok Kuzey Amerika kıtasında sonrasında 41.014 trilyon btu Avrupa bölgesindeki ülkelerde üretim yapıldığı en az üretimin ise 20.347 trilyon btu ile Asya ve Okyanusya bölgesindeki OECD’ye kayıtlı ülkelerde üretim yapıldığı görülmektedir.

Grafik 16: OECD'ye Bağlı Ülkelerin Kıtalarına Göre Birincil Enerji Üretim Dağılımı



1995-2016 yılları arasında birincil enerjinin OECD'ye üye ülkelerin bulunduğu kıtalar arasında en çok Kuzey Amerika'da görüldüğü tespit edilmiştir. Üretimin Kuzey Amerika ülkelerinde fazla olması genel olarak toplam OECD üretim dağılımında da etkili olduğunu göstermektedir. Avrupa ülkelerinde ufak azalmalar ve çoğalmalar görülmekle birlikte genel olarak artan bir trendde değil durağan bir trendde devam ettiği görülmektedir. Aynı şekilde Asya ülkelerinde de yıllar itibariyle küçük çaplı değişiklikler görüldüğü tespit edilmektedir. Kuzey Amerika verileri 2006 yılı itibariyle 100 bin trilyon btu rakamlar düzeyini aşmaya başlarken 2013 yılı itibariyle de 110 bin trilyon btu rakamlarının üzerinde seyretmeye başladığı tespit edilmiştir.

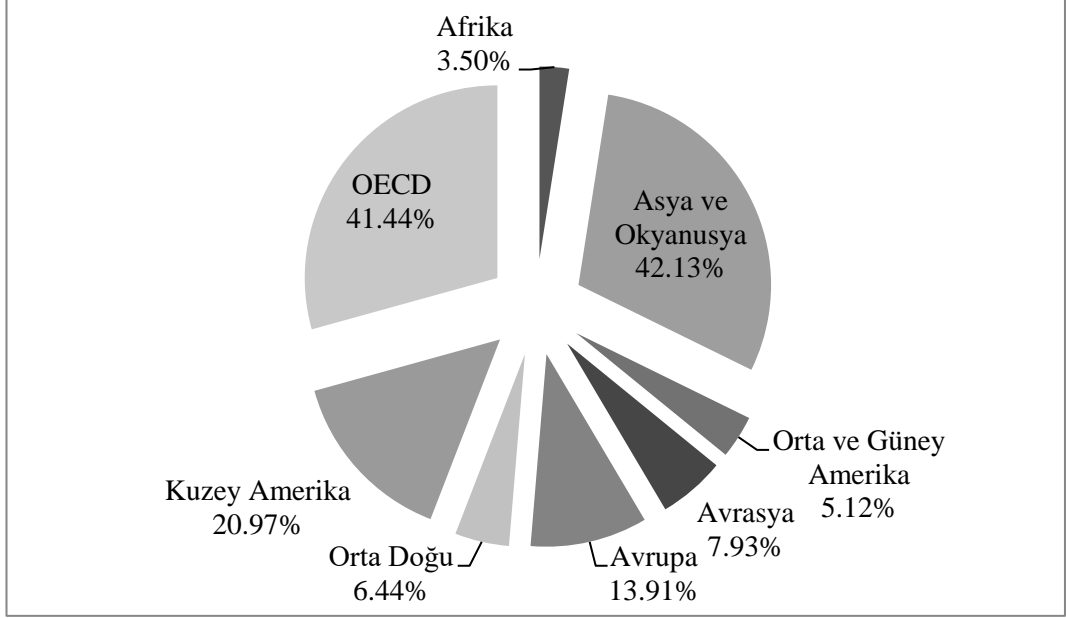
Tablo 25: Birincil Enerjide Kıtalara Göre Tüketim

Kıta	2007	2012	2015	2016	Yüzde
Afrika	15.686	18.44	19.439	20.044	%3.50
Asya ve Okyanusya	174.807	226.04	239.617	241.334	%42.13
Orta Güney Amerika	25.021	28.823	29.552	29.334	%5.12
Avrasya	45.012	47.459	45.586	45.394	%7.93
Avrupa	84.742	80.52	79.021	79.661	%13.91
Orta Doğu	25.501	33.056	36.287	36.879	%6.44
Kuzey Amerika	122.308	116.553	120.034	120.14	%20.97
Dünya	493.077	550.89	569.536	572.785	%100
OECD	244.355	234.233	236.003	237.344	%41.44

Kaynak: EIA Primary Energy Consumption, 2018

Tablo 25 birincil enerji tüketiminin kıtalardaki ve dünyadaki toplam durumunu göstermektedir. 2016 yılı itibariyle dünyada toplam birincil enerji tüketiminin 572.785 trilyon Btu olduğu görülmektedir. Toplam üretimin kıtalardaki durumuna baktığımızda ise en çok tüketimin 241.334 trilyon btu ile Asya bölgesinde olduğu ve bunun dünyadaki tüketimin %42.13'üne denk geldiği görülmektedir. Sırasıyla diğer kıtalara baktığımızda ise; 120.140 trilyon btu ile Kuzey Amerika kıtasında %20.97'sinin, 79.661 trilyon btu ile Avrupa bölgesinde %13.91'inin, Avrasya bölgesinde 45.394 trilyon btu ile %7.93'ünün tüketildiği görülmektedir. Ardından Orta Doğu kıtasında 36.879 trilyon btu ile %6.44'ünün, 29.334 trilyon btu ile Orta ve Güney Amerika'da bulunan ülkelerde %5.12'sinin ve son olarak Afrika bölgesinde 20.044 trilyon btu ile %3.50'sinin tüketildiği görülmektedir.

Grafik 17: 2016 Yılı Verilerine Göre Birincil Enerjide Tüketim Yüzdeleri



Grafik 17’de yer alan yüzdeler U.S. International Energy Statistic’ten alınan 2016 yılı birincil enerji tüketiminin trilyon İngiliz ısı birimi (Btu) cinsinden yapılan verilerine göre hesaplanmıştır.

Afrika, Asya ve Okyanusya, Avrasya, Avrupa, Orta ve Güney Amerika, Orta Doğu ve Kuzey Amerika bölgelerindeki veriler toplam dünya tüketimini oluşturmakta olup, OECD’ye ait verilen yüzdenin ise dünya tüketiminin içinde yer alan OECD’ye üye olan toplam ülkelerin payının ne kadar olduğunu göstermektedir. 2016 yılında dünya toplamında birincil enerji tüketimi 572.785 trilyon Btu’dur. OECD ülkelerinin toplamı 2016 yılında birincil enerjinin 237.344 trilyon İngiliz ısı birimini tüketmekte olup toplam birincil enerji tüketiminin %41.44’ünü tükettiği sonucuna ulaşılmıştır.

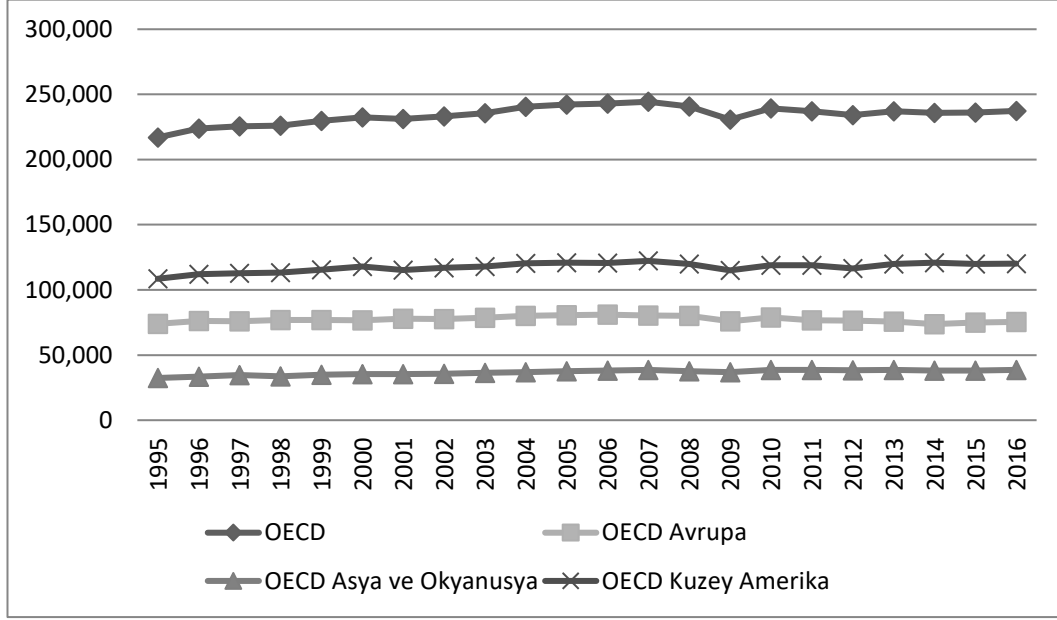
Tablo 26: OECD’de Kıtalara Göre Birincil Enerji Tüketimi

Yıllar	OECD	OECD AVRUPA	OECD ASYA VE OKYANUSYA	OECD KUZEY AMERİKA
1995	217.018	74.049	32.416	108.541
1996	223.842	76.198	33.531	112.037
1997	225.417	75.919	34.578	112.699
1998	226.098	76.932	33.745	113.196
1999	229.769	77.034	35.004	115.48
2000	232.452	76.59	35.286	117.944
2001	231.289	77.833	35.349	115.315
2002	233.109	77.554	35.736	116.971
2003	235.72	78.627	36.29	117.833
2004	240.556	80.059	36.972	120.421
2005	242.256	80.541	37.708	120.882
2006	242.875	80.984	38.156	120.59
2007	244.355	80.388	38.556	122.282
2008	240.75	80.193	37.645	119.931
2009	230.76	76.018	36.933	114.879
2010	239.166	78.899	38.493	118.835
2011	237.024	76.638	38.592	118.828
2012	234.233	76.31	38.35	116.531
2013	237.024	75.795	38.484	119.817
2014	235.772	73.759	38.123	120.94
2015	236.003	74.88	38.063	120.011
2016	237.344	75.482	38.614	120.115

Kaynak: EIA Primary Energy OECD Consumption, 2018

Tablo 26 OECD üyesi olan ülkeler toplamında ve OECD üyesi olan ülkelerin kıtalardaki toplam birincil enerji tüketiminin 1995-2016 yılları arasındaki verilerini göstermektedir. U.S. International energy statistic verilerine göre 2016 yılı verilerine baktığımızda OECD üyesi ülkelerin toplam birincil enerji tüketimi 237.344 trilyon btu olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. OECD üyesi ülkeleri kıtalara ayırarak baktığımızda tüketimin 2016 yılında sırasıyla; 120.115 trilyon btu ile en çok Kuzey Amerika kıtasında sonrasında 75.482 trilyon btu Avrupa bölgesindeki ülkelerde tüketim yapıldığı, en az tüketimin ise 38.614 trilyon btu ile Asya ve Okyanusya bölgesindeki OECD’ye kayıtlı ülkelerde yapıldığı görülmektedir.

Grafik 18: OECD'ye Bağlı Ülkelerin Kıtalarına Göre Birincil Enerji Tüketim Dağılımı



1995-2016 yılları arasında birincil enerji tüketiminin OECD'ye üye ülkelerin bulunduğu kıtalar arasında en çok Kuzey Amerika'da görüldüğü tespit edilmiştir. Tüketim Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya bölgelerinin her biri için ortalama bir değerde devam ettiği görülmekle birlikte en çok artışın Kuzey Amerika bölgesinde görüldüğü anlaşılmaktadır. Her üç kıtada da 2009 yılında genel olarak görülmüş olan tüketimdeki azalma OECD toplamında da düşüşe neden olmuştur. Ancak 2009 sonrası Kuzey Amerika ülkeleri genelde artan bir trendde devam ettiği için toplam tüketim verilerinin de belirli bir trendde devam ettiği gözlemlenmektedir.

Dünyadaki birincil enerji üretimini ve tüketimini kıyasladığımızda ve 2016 yılı verilerini baz aldığımızda 565.788 trilyon btu üretim yapıldığı ve 572.785 trilyon btu tüketim yapıldığı görülmektedir. Buradan üretilen birincil enerjinin tüketilen birincil enerjiden düşük olduğu görülmektedir. Bu açıdan elektrik enerjisi üretirken ikincil enerji kaynaklarından da faydalandığı görülmektedir. OECD üyesi olan ülkelerin toplam üretim ve tüketimine baktığımızda ve 2016 yılı baz alındığında ise; 174.948 trilyon btu üretim yapıldığı, 237.344 trilyon btu tüketim yapıldığı görülmektedir. Buradan OECD üyesi ülkelerin enerji üretiminin tüketimi karşılayamadığını ve diğer ülkelerden enerji ihtiyaçlarını karşıladıkları anlaşılmaktadır.

1. 5. İkincil Enerji Kaynakları

Birincil enerji kaynakları olarak sayılan enerji çeşitlerinin dönüştürülmesiyle ikincil enerji kaynakları oluşmaktadır. İkincil enerji kaynağı olarak elektrik, benzin, motorin, mazot, petrokok, LPG olarak bilinen sıvılaştırılmış petrol gazı ve hava gazı sayılabilir. Dönüşüme uğramasından da anlaşılacağı üzere ikincil enerji kaynakları üretilmek zorunda olup kendisi direkt enerji kaynağı değildir. Enerjinin kullanılabilir duruma gelmesi için bir nevi nakil işlemi yapılması gerektiğinden ikincil enerji kaynaklarına ‘enerji taşıyıcıları’ da denilebilir (Koç ve Kaya 2015: 37).

1. 5. 1. Elektrik Enerjisinin Tanımı Ve Önemi

Atomun çevresini pozitif yüklü olarak saran elektronların ve negatif yüksüz elektronların iletkenliği olan tel üzerinde birbirlerine karşı itme ve çekme kuvveti uygulayarak ortaya çıkan enerjiye elektrik denmektedir. Karşılıklı oluşan yüklerin birbirlerine kuvvet uygulaması sonucu elektrik alanı oluşur. Elektronları, manyetik ve elektrik kuvvetler bir atomdan diğerine geçirdiğinde elektrik akımı oluşmaktadır (Elektrikde, 2013).

En önemli ikincil enerji kaynağı elektrik enerjisidir. Teknolojinin gelişmesiyle enerjiye olan ihtiyaçta da artış olmaktadır. Değişik özellikte merkezler kurularak enerji dağıtımı yapılmaktadır. İlk önceleri İngiltere’de sanayi inkılabı itibarıyla santraller kurulmaya başlamış zamanla tüm dünyaya yayılmıştır. Enerji santralleri rüzgar, güneş, hidrolik, termik, nükleer ve kombine santralleridir. Radyoaktif maddelerin hammaddesini oluşturan nükleer enerjisi güvenliğin ön planda tutulduğu bir enerji çeşididir. Bu nedenle Nasa nükleer santraller için termik santrallerde gerçekleşen ölümlerin önüne geçtiğini bildirmektedir. Kombine çevrim ise fosil yakıtların yakılmasıyla elektrik üretiminden oluşmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarını kullanan bu santrallerde buhar ve gaz türbinleri sayesinde gaz ve atık ısılar ile elektrik üretimi yapılmaktadır (Enerjigen, 2018).

Diğer enerji santrallerine de baktığımızda jeotermal kaynaklı santrallerden %95 oranında verim alındığı görülmektedir. Havanın hareket halinde olması sonucu oluşan rüzgar enerjisini kullanmak için ise rüzgar enerji santralleri kurulmuştur.

Hidroelektrik santrallerin ise hammaddesi sudur. Barajlarda biriken suyun yerçekiminden oluşan potansiyel enerjiyi kinetik enerjiye çevirerek tekrar potansiyel enerjiye dönüştürmesiyle elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Güneş enerjisiyle dünyamıza gelen enerji parçacıklarının güneş pilleri ile elektriğe çevrilmesiyle de güneş enerjisi santralleri kurulmuştur. Termik enerji santralleri ise sıvı yakıt ve kömür hammaddelerini kullanarak elektrik üretimi gerçekleştirmektedir (Enerjigen, 2018).

Dünyada genelinde dijitalleşmenin ivme kazanmasıyla elektrik ihtiyacının enerji ihtiyacından iki kat fazla olduğu görülmektedir. Dünyadaki iklim hedeflerine ve hava kalitesine ulaşmada düşük karbonlu teknolojilerin kullanılması için elektrikle çalışan enerji kullanımının artmasının önemli bir paya sahip olması beklenmektedir (KPMG, 2019: 4).

1. 5. 2. Elektrik Enerjisinin Tarihi

M.Ö. 625 ile M.Ö. 545 yıllarında Tales'in manyetizma ve elektriğe yönelik gözlemlerde bulunarak elektrik üzerine ilk çalışmayı yapan kişi olduğu Aristoteles'in yazılarından anlaşılmaktadır. Tales, kehribar taşlarının birbirine sürtünmesinin ardından bu taşların kürk gibi nesnelere yakınlaştığında çekici güç oluşturduğunu keşfetmiştir. Bu olayın yalnızca kehribar taşlarıyla gerçekleştirilebileceğini düşünen Tales, o yüzden bu olaya Yunanca kehribar anlamına gelen elektron adını vermiştir. Bu olayla elektriğin temelleri atılmış oldu ancak bu durum yalnızca kehribar taşlarına özgü bir durum değildi. 1600'lü yıllarda William Gilbert elektrik üzerine çalışma yapmış, 1646 yılında Thomas Brown Pseudodoxia Epidemica eseriyle ilk kez elektrik kelimesinden bahsetmiştir. 1672 yılına gelindiğinde Otto von Guericke elektriksiz yük üreten statik sürtünmeyle çalışan bir makine üretmiştir (Taşkın, 2016). Stephan Gray 1729 yılında ametallerin yalıtkan metallerin ise iletken olduğunu bulmuştur. Sonrasında 1700'lü yıllarda birçok bilim adamı tarafından çalışma gerçekleştirilmiştir. 1796 yılına gelindiğinde John Frederick Daniell günümüzde kullanılan piller için temel oluşturan elektrot yapımı için farklı araçlar üzerine yoğunlaşmıştır (Elektrik Rehberiniz, 2013). Aynı şekilde 1800'lü yıllarda da birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. 1800'lü yılların sonlarına gelindiğinde ise Hertz

tarafından bulunan radyo dalgaları Nicola Tesla'nın 1897 yılında yaptığı çalışmalar ile radyo olarak hayat bulmuştur. W. Carrier 1911 yılında elektrikli klimayı, 1913 yılında ise A. Goss elektrikli buzdolabını yapmıştır. Günümüze yaklaştığımızda Martin Cooper 1973 yılında cep telefonunu icat etmiştir. Kişisel bilgisayarlar ise 1981 yılında piyasaya girmiştir. 2000 yılında İskoçya'da deniz dalgasının hareketiyle enerji üreten ilk santral faaliyete girmiştir (Taşkın, 2016).

1. 5. 3. Elektrik Enerjisinin Kullanım Alanları

Hem evlerde hem de iş yerlerinde en çok kullanılan enerji türü elektrik enerjisidir. Elektrik ışık enerjisine dönüştürülerek aydınlatmada ve ısı enerjisine çevrilerek de klima gibi ısıtma ve soğutma araçlarında da kullanılmaktadır. Televizyon, radyo, telefon, bilgisayar gibi ileri düzey haberleşme cihazlarının çalışması için de elektrik kullanılmaktadır. Çamaşır ve bulaşık makinesi gibi mekanik enerjiyle çalışan araçlarda da elektrik motorlarının çalışması için elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Sanayi sektöründe de kayıplarının minimum, veriminin ise en üst seviyede olması sebebiyle elektrik makinelerinin kullanımı oldukça fazladır. Diğer çeşitlerine de çevrilebilen elektrik santrallerinde üretilen elektrik enerjisi, iletişim hatları yoluyla binlerce kilometre uzaklıktaki yerleşim merkezlerine iletilmektedir. Elektrik enerjisi ısı, ışık, kimyasal ve mekanik enerjiye kolaylıkla çevrilebilmesi nedeniyle, depo edilebilmesiyle ayrıca gelişen teknoloji ile her zaman önemini koruyacak bir enerji çeşididir (Bilgiustam, 2018).

1. 5. 4. Elektrik Enerjisinin Avantajları Ve Dezavantajları

Elektrik enerjisinin faydalarına baktığımızda; doğayı kirletmeyen bir enerji çeşidi olduğunu görmekteyiz. Özellikle motorlu araçlardaki benzin ve dizel yakıt yerine elektrikle çalışan motorlar geliştirilmektedir. Elektrik enerjisiyle çalışan araçlar hem yakıt masrafını azaltan hem de çevreyi kirletmeyen bir enerji çeşididir. Elektrik enerjisinin kablolar yoluyla, şarj ve akü yardımıyla taşınması da oldukça kolaydır. Elektrik enerjisinin diğer enerji türlerine dönüştürülebilmesi de farklı alanlarda kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Seri üretim yaparken özellikle

fabrikalarda ve sanayi sektörünün genelinde elektrik enerjisi avantaj sağlamaktadır (Denkbilgi, 2018).

Elektrik enerjisinin faydalarının yanında en çok rastlanan zararlarını da sıralamak istersek; eski ve bakımsız elektrik tesisatlarının yangına neden olduğu görülmektedir. Radyasyon gibi kanser yapıcı etkiler elektrikle çalışan aletlerde bulunmaktadır. Elektrik çarpması da en çok rastlanan ev kazalarından bir tanesidir. Ayrıca elektrik çarpmalarında suyun iletkenliği çok yüksek olduğu için elektrik su ile temas ettiğinde ölümlere sebep verebilmektedir (Zararlar, 2018).

1. 5. 5. Dünyada Elektrik Enerjisi

IEA raporuna göre dünya ülkelerinin 2012-2035 yılları arasındaki elektrik sektöründeki yatırımlarının 16,9 trilyon dolar olacağı öngörülmektedir. Yatırımların 5'te 3'ünün üretim kapasitesi için diğer kısmının ise elektrik şebekelerine olacağı açıklanmaktadır. Elektrik üretim kapasitelerinin %13'ü fotovoltaik güneş enerjisi, %16'sı hidro ve %22'sinin rüzgar enerjisini oluşturması kaydıyla %60'tan fazlasının yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşacağı öngörülmektedir. Yakıt fiyatlarının yükselmesi ve karbondioksit fiyatlandırılması sebebiyle 2035 yılına kadar elektrik fiyatlarının reel olarak ortalama %15 artacağı belirtilmektedir (Enerji Enstitüsü, 2013). Uluslararası enerji ajansı (IEA) 2017 dünya enerji görünümü raporunda elektrik talebinin 2040 yılına kadar 34 milyar 470 milyon megavatsaat olacağını elektrik talebinin en çok Pasifik Asya bölgesindeki ülkelerden ikinci olarak ise Kuzey Amerika ülkelerinden geleceğini tahmin etmektedir. 2017 raporuna göre 2040 yılına kadar dünyada elektrik üretiminin %60 artarak 39 milyar 290 milyon megavatsaate çıkacağı bildirilmiştir (Petroturk, 2017).

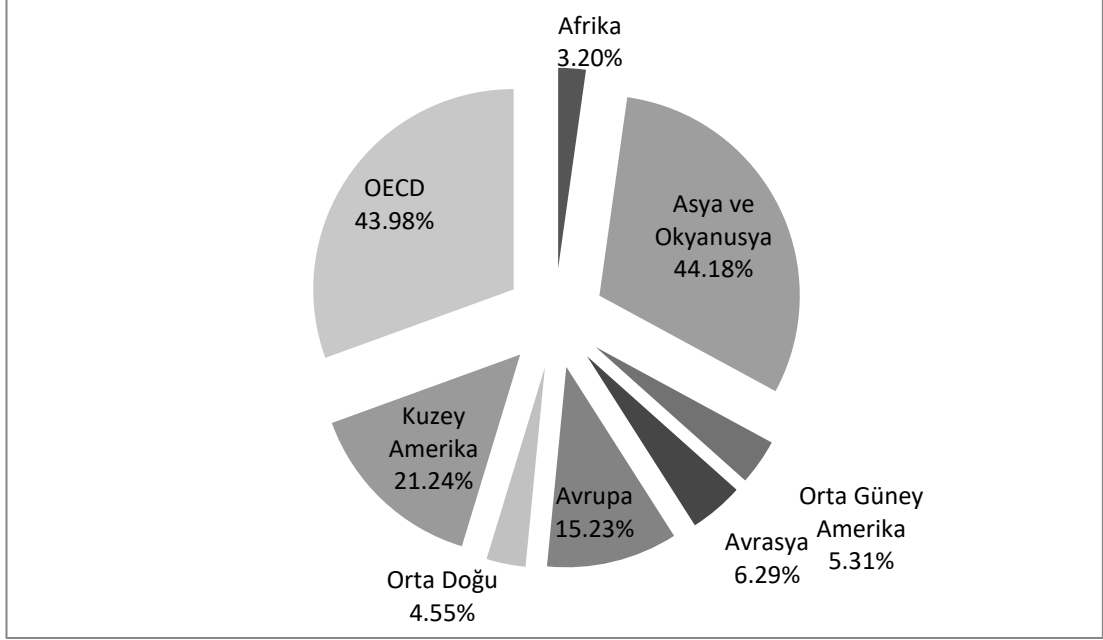
Tablo 27: Kıtalara Göre Dünya Elektrik Enerjisi Üretimi (Milyar Kwh)

Kıta	2007	2012	2015	2016	Yüzde
Afrika	581	684	744	760	%3.20
Asya ve Okyanusya	6.630	8.753	9.972	10.499	%44.18
Orta Güney Amerika	1.003	1.176	1.256	1.263	%5.31
Avrasya	1.409	1.482	1.466	1.494	%6.29
Avrupa	3.593	3.605	3.582	3.620	%15.23
Orta Doğu	692	902	1.048	1.081	%4.55
Kuzey Amerika	5.015	4.959	5.036	5.049	%21.24
Dünya	18.924	21.561	23.106	23.766	%100
OECD	10.355	10.316	10.373	10.452	%43.98

Kaynak: Total Electricity Net Generation, 2019

Tablo 27'ye göre 2016 yılı itibarıyla ispatlanmış elektrik üretimi dünyada 23.766 milyar kwh olduğu görülmektedir. En çok elektrik üreten kıta ise 10.499 milyar kwh ile Asya ve Okyanusya kıtasında gerçekleşmekte olup dünya genelinin %44.18'ini üretmektedir. Kuzey Amerika kıtası %21.24 ile 5.049 milyar kwh elektrik üreterek ikinci sırada yer almaktadır. Sırasıyla Avrupa ülkelerinde 3.620 milyar kwh ile %15.23, Avrasya kıtasında 1.494 milyar kwh ile %6.29, Orta ve Güney Amerika ülkelerinde 1.263 milyar kwh ile %5.31 oranında elektrik üretilmektedir. Ardından Orta Doğu'da 1.081 milyar kwh ile %4.55, Afrika'da 0.760 milyar kwh ile %3.20 oranında elektrik enerjisi üretimi gerçekleşmiştir.

Grafik 19: 2016 Yılı Elektrik Enerjisi Üretimi Yüzdeleri



Grafik 19’da yer alan yüzdeler U.S. International Energy Statistic’ten alınan 2016 yılı elektrik enerjisi üretiminin milyar kwh cinsinden yapılan verilerine göre hesaplanmıştır.

Afrika, Asya ve Okyanusya, Avrasya, Avrupa, Orta ve Güney Amerika, Orta Doğu ve Kuzey Amerika bölgelerindeki veriler toplam dünya enerji üretimini oluşturmaktadır. OECD’ye ait yüzdesel veri ise dünya tüketiminin içinde yer alan OECD’ye üye olan toplam ülkelerin payının ne kadar olduğunu göstermektedir. 2016 yılında dünya toplamında elektrik enerjisi üretimi 23.766 milyar kwh’dır. OECD ülkelerinin toplamı 2016 yılında elektrik enerjisinin 10.452’sini üretmiştir. Bu rakam dünyadaki toplam elektrik enerjisinin %43.98’ini OECD ülkelerinin ürettiğini göstermektedir.

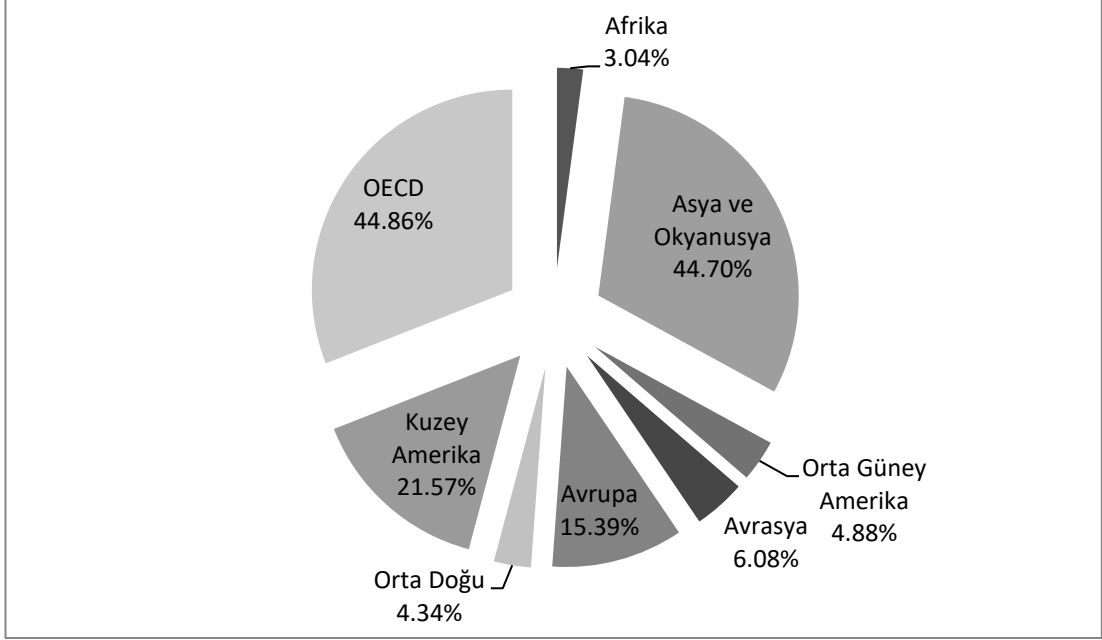
Tablo 28: Kıtalara Göre Dünya Elektrik Tüketimi (Milyar Kwh)

Kıta	2007	2012	2015	2016	Yüzde
Afrika	518	602	653	663	%3.04
Asya ve Okyanusya	6.061	8.079	9.251	9.744	%44.7
Orta Güney Amerika	843	999	1.064	1.064	%4.88
Avrasya	1.226	1.302	1.305	1.325	%6.08
Avrupa	3.337	3.337	3.313	3.356	%15.39
Orta Doğu	597	791	919	946	%4.34
Kuzey Amerika	4.630	4.602	4.687	4.703	%21.57
Dünya	17.212	19.713	21.192	21.801	%100
OECD	9.640	9.619	9.700	9.779	%44.86

Kaynak: EIA Total Electricity Net Consumption, 2019

Verilere göre 2016 yılı itibariyle ispatlanmış elektrik tüketimi dünyada 21.801 milyar kwh olduğu görülmektedir. Kıtalara göre elektrik tüketimi en çok 9.744 milyar kwh ile Asya ve Okyanusya bölgesinde gerçekleşmekte olup dünya genelinin %44.7'sini tüketmektedir. Kuzey Amerika kıtası %21.57 ile 4.703 milyar kwh tüketerek ikinci sırada yer almaktadır. Sırasıyla Avrupa ülkelerinde 3.356 milyar kwh ile %15.39, Avrasya kıtasında 1.325 milyar kwh ile %6.08, Orta ve Güney Amerika ülkelerinde 1.064 milyar kwh ile %4.88 elektrik tüketildiği görülmektedir. Ardından Orta Doğu'da 0.946 milyar kwh ile %4.34, Afrika'da 0.663 milyar kwh ile %3.04 olmak üzere elektrik enerjisi tüketimi gerçekleşmiştir.

Grafik 20: 2016 Yılı Elektrik Enerjisi Tüketimi Yüzdeleri



Grafik 20’de yer alan yüzdeler U.S. International Energy Statistic’ten alınan 2016 yılı elektrik enerjisi tüketiminin milyar kwh cinsinden yapılan verilerine göre hesaplanmıştır.

Afrika, Asya ve Okyanusya, Avrasya, Avrupa, Orta ve Güney Amerika, Orta Doğu ve Kuzey Amerika bölgelerindeki veriler toplam dünya tüketimini oluşturmakta olup, OECD’ye ait verilen yüzdenin ise dünya tüketiminin içinde yer alan OECD’ye üye olan toplam ülkelerin payının ne kadar olduğunu göstermektedir. 2016 yılında dünya toplamında elektrik enerjisi tüketimi 21.801 milyar kwh’dır. OECD ülkelerinin toplamı 2016 yılında elektrik enerjisinin 9.779’unu tüketmekte olup toplam elektrik enerjisinin %44.86’sını OECD ülkelerinin tükettiği sonucuna ulaşılmıştır.

1. 5. 6. Kıtalarına Göre OECD’de Elektrik Enerjisi

Energy Information Administration (EIA) tarafından hazırlanan bilgiler dahilinde OECD ülkeleri toplamında ve kıtalar olarak Avrupa, Asya ve Okyanusya, Kuzey Amerika kıtalarındaki OECD’ye bağlı ülkelerin elektrik enerjisi üretim ve tüketim bilgilerine yer verilmiştir.

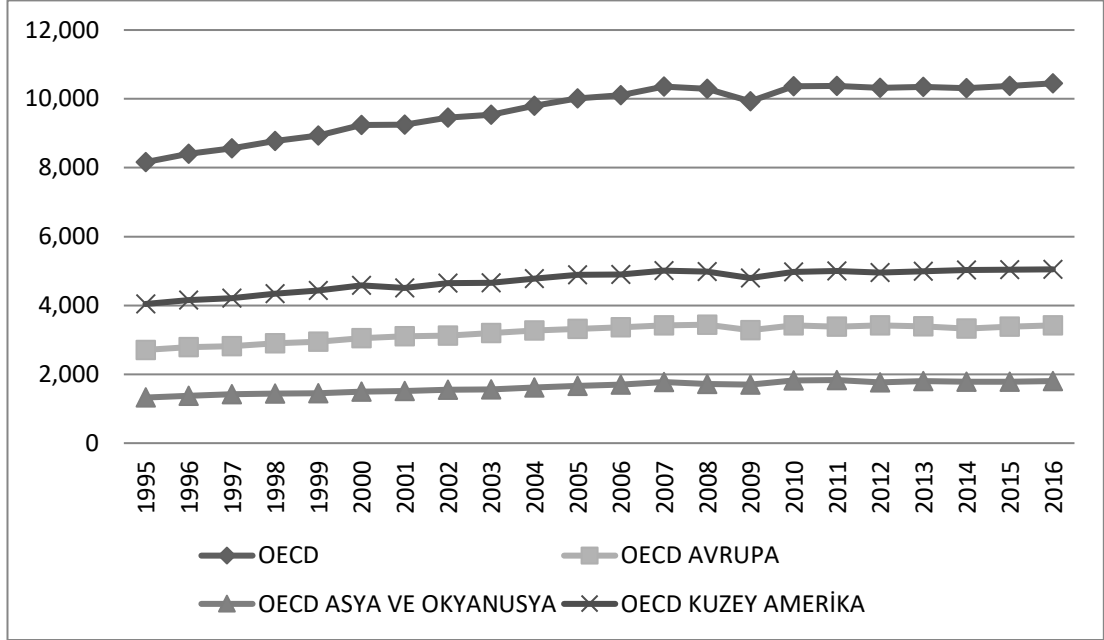
Tablo 29: OECD’de Kıtalar Göre Elektrik Enerjisi Üretimi

Yıllar	OECD	OECD AVRUPA	OECD ASYA VE OKYANUSYA	OECD KUZHEY AMERİKA
1995	8.163	2.708	1.324	4.042
1996	8.403	2.785	1.370	4.155
1997	8.560	2.820	1.424	4.215
1998	8.778	2.897	1.439	4.337
1999	8.938	2.945	1.447	4.438
2000	9.244	3.050	1.497	4.580
2001	9.247	3.104	1.513	4.510
2002	9.452	3.127	1.555	4.647
2003	9.543	3.197	1.559	4.658
2004	9.803	3.274	1.620	4.774
2005	10.009	3.315	1.662	4.893
2006	10.102	3.365	1.701	4.895
2007	10.355	3.419	1.774	5.014
2008	10.291	3.440	1.720	4.982
2009	9.925	3.281	1.704	4.792
2010	10.370	3.424	1.817	4.973
2011	10.379	3.383	1.832	5.004
2012	10.316	3.422	1.769	4.958
2013	10.350	3.388	1.799	4.994
2014	10.308	3.330	1.784	5.029
2015	10.373	3.386	1.782	5.035
2016	10.452	3.423	1.801	5.048

Kaynak: EIA Total Electricity Net Generation OECD, 2019

Tablo 29’da 1995-2016 yılları arasında OECD ülkeleri toplamında ve OECD bağlı kıtaların elektrik enerjisi üretim verilerine yer verilmiştir. 2016 yılı elektrik enerjisi üretim verilerine baktığımızda en çok üretimin Kuzey Amerika bölgesinde olduğu görülmektedir. U. S. International Energy Statistic verilerine baktığımızda 2016 yılında sırasıyla; Kuzey Amerika’da 5.048 milyar kwh, Avrupa ülkelerinde 3.423 milyar kwh, Asya ve Okyanusya bölgesindeki OECD ülkelerinde ise 1.801 milyar kwh üretim yapıldığı görülmektedir. 2016 yılı OECD’ye kayıtlı ülkelerin toplam üretimine baktığımızda ise 10.452 milyar kwh olduğu görülmektedir.

Grafik 21: Kıtalara Göre OECD’de Elektrik Enerjisi Üretimi Dağılımı



Grafik 21, OECD ülkeleri toplamının ve OECD’ye bağlı ülkelerin kıtalarına göre üretim dağılımını göstermektedir. 1995 ile 2016 yılı arasındaki veriler değerlendirildiğinde her üç kıta için yer yer azalışlar gözükse de elektrik enerjisi üretiminin belirli bir trendde devam ettiği ve zaman içerisinde az miktarda da olsa arttığı gözlenmektedir. Elektrik enerjisi üretiminin devam etmesi elektriğe karşı olan ihtiyacın bir göstergesidir.

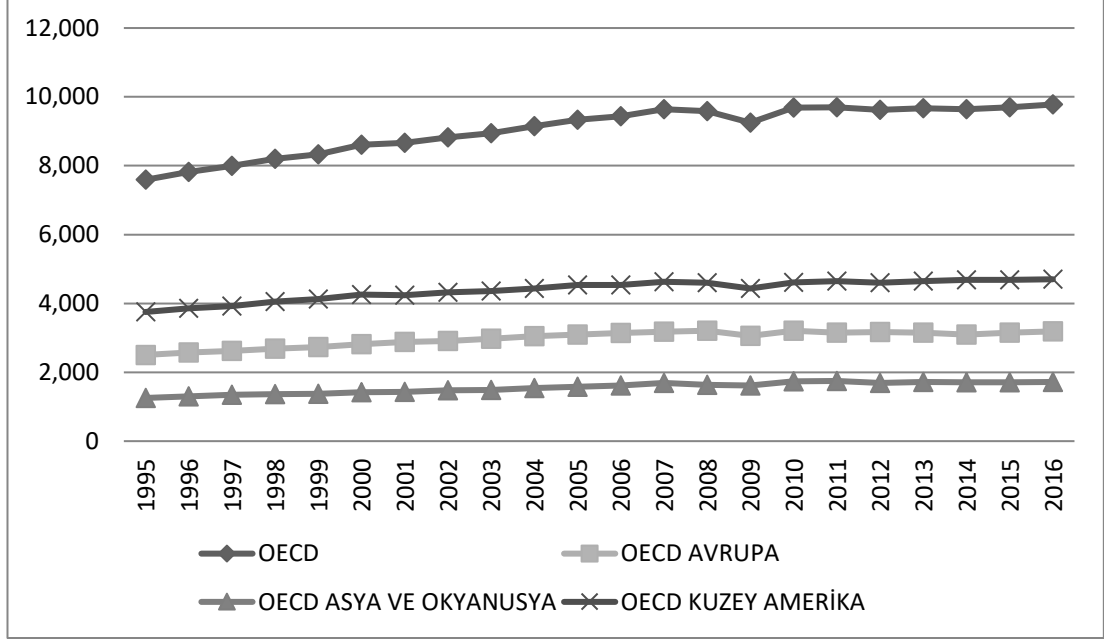
Tablo 30: OECD’de Kıtalara Göre Elektrik Enerjisi Tüketimi

Yıllar	OECD	OECD AVRUPA	OECD ASYA VE OKYANUSYA	OECD KUZEY AMERİKA
1995	7.591	2.504	1.254	3.752
1996	7.821	2.578	1.300	3.857
1997	7.991	2.623	1.351	3.925
1998	8.197	2.688	1.363	4.051
1999	8.331	2.732	1.371	4.127
2000	8.608	2.819	1.420	4.261
2001	8.664	2.883	1.434	4.234
2002	8.822	2.913	1.473	4.319
2003	8.943	2.976	1.482	4.363
2004	9.149	3.049	1.538	4.435
2005	9.336	3.091	1.580	4.535
2006	9.433	3.145	1.617	4.537
2007	9.640	3.182	1.690	4.629
2008	9.582	3.207	1.634	4.602
2009	9.251	3.061	1.620	4.436
2010	9.690	3.202	1.733	4.615
2011	9.697	3.154	1.748	4.650
2012	9.619	3.173	1.691	4.601
2013	9.665	3.154	1.717	4.643
2014	9.645	3.099	1.709	4.688
2015	9.700	3.149	1.707	4.685
2016	9.779	3.191	1.720	4.702

Kaynak: EİA Electricity Consumption OECD, 2018

Tablo 30’da 1995-2016 yılları arasında OECD ülkeleri toplamında ve OECD bağlı kıtaların elektrik enerjisi tüketim verilerine yer verilmiştir. 2016 yılı tüketim verilerine baktığımızda da üretimde olduğu gibi en çok tüketimin Kuzey Amerika bölgesinde olduğu görülmektedir. U. S. International Energy Statistic verilerine baktığımızda 2016 yılında sırasıyla; Kuzey Amerika’da 4.702 milyar kwh, Avrupa ülkelerinde 3.191 milyar kwh, Asya ve Okyanusya bölgesindeki OECD ülkelerinde ise 1.720 milyar kwh tüketim yapıldığı görülmektedir. Kıtalar arasındaki OECD’ye bağlı ülkelerin haricindeki OECD’ye kayıtlı ülkelerin toplam tüketimine baktığımızda ise 9.779 milyar kwh olduğu görülmektedir.

Grafik 22: Kıtalarına Göre OECD’de Elektrik Enerjisi Tüketimi Dağılımı



Grafik 22, OECD ülkeleri toplamında ve OECD bağlı ülkelerin kıtalarına göre dağılımını göstermektedir. 1995 ile 2016 yılı arasındaki veriler değerlendirildiğinde her üç kıta için yer yer azalışlar gözükse de elektrik enerjisi tüketiminin belirli bir trendde devam ettiği ve zaman içerisinde arttığı görülmektedir. Elektrik enerjisi ihtiyacına karşı olan talep her geçen yıl devam ederek ülkelerin elektrik gereksinimleri neticesinde birbirlerine olan stratejik bağlılıklarının bulunduğu görülmektedir.

1. 6. Teorik Çerçeve

Doğru bir enerji politikası oluşturabilmek için ekonomik büyüme ve enerji tüketimi göstergelerinden hangisinin diğerini etkilediği ve ampirik uygulamalar neticesinde nedenselliğin yönünün doğru bir şekilde test edilmesi strateji geliştirme açısından oldukça önemlidir (Mehrara, 2007). Ampirik açıdan bakıldığında kullanılan yöntem ve metodun seçimi, araştırılacak ülke ya da ülkeler, ülkelerin dönemsel veri setleri gibi etkenlere bağlı olarak yapılan çalışmalar uygulama açısından tartışmalı bir konu olmasından dolayı bu durumu açıklayıcı olması için farklı hipotez çeşitleri geliştirilmiştir (Aydın, 2018: 3). Analizler yapılırken ülkelerin gelişim durumları ve yapıları farklı olduğu için ampirik analizlerin de zaman

dilimlerinde ve yöntemlerinde farklılıklar oluşmaktadır. Araştırmacılar bu durumla ilgili dört farklı hipotezin varlığından söz ederek ampirik bulguların sonuçlarına bu hipotezlere göre yorum getirmişlerdir (Marinas vd., 2018).

Bunlardan ilki ‘nedensellik dışı hipotez’ olarak da adlandırılan ‘tarafsızlık hipotezi’dir. Tarafsızlık hipotezi enerji tüketimi ekonomik büyümeyi hiç etkilememekte veya çok az bir etkisi bulunduğu yönünde görüş oluşturmaktadır. Tarafsızlık hipotezi geçerli olduğunda ekonomik büyümenin gerçekleşmesi için, geliştirilen enerji politikalarının negatif bir etkisi olmayacağı durumu söz konusudur (Aydın, 2018: 3). Burada öne sürülen, herhangi bir ekonomide tüketilen enerji ile nihai malların üretimi arasında olan bağımlılık arasında ekonometrik açıdan bir ilişki olup olmadığını ortaya koymaktır. Buradaki hipotez büyük oranda reel GSYİH büyümesi ile enerji tüketimi düşük oranda olan hizmet sektörüne dayalı ülkeler arasında olduğu görülmektedir. Bu açıdan, hipotezin doğru çıkması için enerji tüketiminin neden olduğu olumsuz etkileri azaltmak adına enerji tüketimini azaltan politikaların üretim ve büyüme üzerinde olumsuz etki bırakmayacağı ifade edilmektedir. Bu hipotez çeşidi, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ilişkisindeki dinamikler birbirlerinden ayrılmaktadır olarak açıklanabilir (Marinas, vd., 2018). Buradaki temel nokta politika yapıcıların ekonomik büyümeyi etkilemek adına yapacağı işlemler sıralamasında enerji tüketimi üzerinde değişiklik yapmalarının gerekli olmayacağı şeklindedir (Kızılkaya ve Dağ, 2019: 588).

Bir diğer hipotez ise ‘ekonomik büyümeden tek yönlü nedensellik’ ya da ‘koruma hipotezi’ olarak adlandırılan hipotezdir. Bu hipotez türüne göre enerjiye ait geliştirilen politikaların ekonomik büyüme üzerinde bir etkisi yoktur. Koruma hipotezinin geçerli olması için nedenselliğin yönünün ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru sonuç göstermesi gerekmektedir (Aydın, 2018: 3). Burada enerji tüketimini azaltmak için karar alındığında bu durumun ekonomi üzerinde sadece marjinal etki bırakacağı durumudur. Koruma hipotezi ile ekonomik gelişmeler sonucunda enerji tüketiminin artacağı veya ekonomik faaliyetlere kısıtlama getirildiğinde fiyatı yüksek olan ürünlere talebin de azalacağı yönünde ya da ürünlerin fiyatının yükselmesi sonucu talep azaldığında tüketimin düşük olacağı sonucuna varılmaktadır (Marinas vd, 2018). Bir başka ifade de ise enerji bağımlılığı

az olan ülkelerin gereksiz harcama yapmamak adına uyguladıkları enerjiye yönelik tasarruf politikalarının ekonomik büyüme üzerinde etki bırakmayacağı açıklanmıştır (Altıntaş ve Koçbulut, 2014: 42).

Üçüncü hipotez türü ‘enerji tüketiminden tek yönlü nedensellik’ ya da ‘büyüme hipotezi’ denilen hipotez çeşididir. Büyüme hipotezinin açıklamasına baktığımızda; üretim aşamasında emek ve sermayenin yanında tamamlayıcı bir diğer unsurun enerji tüketimi olduğu ve enerjinin ekonomik büyümeye üzerinde pozitif bir etkisi olduğu durumudur. Büyüme hipotezinin geçerli olabilmesi için nedensellik sonucunun enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olması gerekmektedir (Aydın, 2018: 3). Bu hipoteze göre enerji tüketimi ekonomik büyümeyi önemli derecede etkilemektedir. Bu değişkenler birbiri üzerinde pozitif yönde etki bırakıyorsa, enerji tüketiminin oluşturduğu kirliliği önlemek için yapılan çalışmaların da yerli üretim üzerinde negatif etki bırakacağı gerçeğidir. Bunların yanında ekonomik gerçekliği ele alacak olursak dışa bağlı tüketim değişkenine bağlı olarak yorum getirilebilecek reel GSYİH ile enerji tüketimi değişkenleri arasında negatif ilişki içinde olabileceklerini göstermektedir. Bundan dolayı eğer yerli üretimin pozitif etkilenmesi isteniyorsa enerji tüketiminin büyük oranda hizmet sektörüne dayanması gerektiğidir. Eğer bir ekonomide enerji yoğunluğu yüksek ancak enerji verimliliği düşük kalıyorsa enerji tüketiminin artması GSYİH üzerinde negatif bir etkiye sahip olacaktır (Marinas vd., 2018).

Bahsedeceğimiz son hipotez ise ekonomik büyümenin ve enerji tüketiminin birbirine bağlı olduğu ‘çift yönlü nedensellik’ ya da ‘geri bildirim hipotezi’ olarak da bilinen hipotez çeşididir. Geri bildirim hipotezinin geçerli olabilmesi için ise ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedenselliğin sonuç göstermesi gerekmektedir. Geri bildirim hipotezi geçerli olduğunda enerji tüketiminde artışa neden olan herhangi bir durumun ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etki yaratacağı yönündedir (Aydın, 2018: 3). Bu hipoteze göre enerji tüketimi arttığında ekonomik büyüme de olumlu yönde etkilenerek GSYİH da artacaktır. Bu hipotez geçerli olduğu takdirde enerji tüketiminde azalma söz konusuysa enerji tüketimiyle birlikte GSYİH da azalacaktır. Ekonomiyi teşvik eden

politikalar izlediğinde ise hem GSYİH artacak hem de enerji tüketiminin de yükseleceğini belirten hipotezdir (Marinas vd, 2018).

Bahsettiğimiz dört hipotez türüne baktığımızda politika belirleyicilerin de bu durumları dikkate alarak ekonomi oluşturmaları gerektiği vurgulanmalıdır (Aydın, 2008: 3).

Klasik makroekonomik modellerde büyüme teorilerine baktığımızda odak noktaları emek ve sermaye ağırlıklı olmasından dolayı enerjinin üretimde ve ekonomik büyümedeki önemi üzerinde durulmamıştır. Neo-klasik iktisatçılar ise ekonomik büyüme ve üretimi sermaye, emek ve teknolojiye yaşanan artışlar olarak açıklamışlardır. Burada teknoloji toplamdaki faktör verimliliği olarak açıklanmaya çalışılmış ve büyümede etkili olan emek ve sermayenin dışında kalan açıklanamayan bölüm olarak ifade edilmiştir. Ancak üretimin sürdürülebilir olması ve devam edebilmesi için enerji kullanımı vazgeçilmez bir araçtır (Erbaykal, 2007: 29).

Post-Keynesyen görüşe göre talebin artması sonucu yatırımlar uyarılırken yatırımların artmasıyla da içsel ve dışsal ekonomiler neticesinde ekonomik büyüme ve verimlilik artmaktadır. Diğer yandan bu yaklaşıma göre yatırımların yeni teknolojik gelişmelerin ortaya çıkışında ve dünyaya yayılmasında önemli bir işlevi olduğu kabul görmektedir. Dolayısıyla teknolojik gelişmelerin yatırımların birer fonksiyonu olduğu kabul edilmektedir (Saygılı vd., 2005: 6). Özellikle 1980'li yılların ortasından itibaren yeni olarak nitelendirilen içsel büyüme modeli teorisi ile Ar-Ge ve eğitim gibi fiziki olmayan yatırımlara ara mal ve yatırım malı üretimi gerçekleştiren sektörler de dahil edilerek ekonomideki dinamik büyümenin temel belirleyicileri olarak dahil olmuşlardır (Ameble, 1994).

Enerji tüketiminin ekonomik büyümede belirleyici faktörlerden biri olmasını teorik çerçevede ele aldığımızda içsel büyüme modelleri ile açıklayabiliriz. İçsel büyüme modelleri öncesinde Solow büyüme modeli üzerinde teknolojik gelişmelerin büyüme üzerinde etkili olacağına değinilmiştir. Ancak bu durumun hangi türden ve nasıl olacağına değinilmemiştir. Aslında teknolojik gelişmeler neticesinde meydana gelen bilgi birikimiyle ve beşeri sermaye olgusuyla birlikte enerji üretimi ve enerji

tüketimi gibi faktörlerin ülkelerin ekonomik gelişmeleri açısından oldukça etkili olacağına vurgu yapılmaktadır (Tunalı ve Ulubaş, 2017: 3).

Enerji özellikle son yıllarda hayatımızın vazgeçilmez noktalarından biri haline geldiği için sık sık incelenen konulardan biri haline gelmiştir. Tarihsel açıdan bakıldığında ise enerji özellikle sanayi devriminden sonra daha sık kullanılan bir süreç içerisinde yerini almıştır. Sanayi devrimiyle birlikte makineleşmenin ve endüstrileşmenin ardından enerjiye karşı olan talepte de artış olmuştur (Aydın, 2018: 3).

Enerji üretim açısından temel girdilerden ve ihtiyaçlardan biri olması nedeniyle enerjiyi üretenler, tüketenler ve genel olarak ülkeler tarafından önem arz etmesi sebebiyle enerjinin kaynağından üretilip tüketilmesine kadar geçen süreç doğru bir şekilde analiz edilmelidir. Enerjiye olan bağlılığın artmasına sebep olan bir diğer neden ise şehirleşmenin artması ve yaşam standardının yükselmesidir. Enerjinin en verimli haliyle kullanılması ülkelerin sürdürülebilir büyüme ivmesi yakalayabilmesi açısından oldukça önemlidir. Dünya'ya baktığımızda enerji kaynaklarının her yerde aynı etkide dağılmadığı bir gerçektir. O yüzden enerjinin en verimli şekilde kullanılması temel stratejik durumdur. Birçok literatür incelendiğinde çalışmalar gösteriyor ki ekonomik büyümenin sürdürülebilirlik açısından pozitif yönde devam edebilmesi için enerjinin verimli ve etkin kullanılması gerektiği kanıtlanmıştır (Aydın, 2018: 3).

Özellikle 1973-1974 yılları ile 1978-1979 yılları arasında iki ayrı petrol krizi yaşanmış ve enerjinin üretimde önemli bir girdi olduğu kanısına varılmıştır. Uluslararası piyasa için de küreselleşmenin artması enerjinin üretim girdisinin yanında ekonomik büyümedeki önemli bir girdi olduğu anlaşılmıştır. Üretimde enerji kullanımının yaygınlaşmasıyla ülkelerin enerjiye bağımlılıkları artmaya başlamış dolayısıyla enerjiye karşı olan talepte de artış olmuştur. Ülkelerin enerjiye bağımlı olmaları ülkeleri yenilenebilir ve alternatif enerji kaynaklarını araştırmaya sevk etmiştir (Karagöl, Erbaykal ve Ertuğrul, 2007: 72).

Görüldüğü gibi enerjiye gereken önemin verilmemesi 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizine kadar devam etmiştir. Kriz sonrası enerjinin üretimdeki yeri

anlaşılmaya başlanmıştır. Üretim sonucunda çıktı elde ederken emek ve sermayeden bahsederken enerji de bunların yanındaki yerini almıştır. Bazı gelişmekte olan ülkelerin içinde bulunduğu ve International Energy Agency (IEA) tarafından yapılan bir araştırmada ülkelerin 1981-2000 dönemindeki veri setini kapsayan bir analiz gerçekleştirilmiştir. Analizde ekonomik kalkınma açısından ara aşamadaki ülkelerin enerji faktörüne bakılmıştır. Ekonomik büyüme değerlendirilirken üretim göstergelerinin yanında enerji göstergesi de dahil edilmiş ve enerjinin diğer üretimi etkileyen değişkenlerden daha fazla ekonomik büyüme üzerinde etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Erbaykal, 2007: 29-30).

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki yaşanan kriz sonrası araştırılmaya başlanmış ve iki gösterge arasındaki ilk analiz Kraf ve Kraft (1978) tarafından yapılmıştır. Simsmetodolijisi ile gerçekleştirilen çalışma ABD'nin 1947-1974 yılları arasındaki veri seti ile gerçekleştirilmiştir. Ampirik çalışma neticesinde GSYİH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusu olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışma neticesinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme popüler bir inceleme alanı haline gelmiştir. 1983 yılında Hamilton enerji fiyatları ve ekonomik büyüme göstergeleri için ABD'nin 1948-1972 dönemini kapsayan bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada Granger nedensellik testi uygulanmış ve enerji fiyatlarından ekonomik büyümeye doğru nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Stern (2000) ise çalışmasını 1948-1994 veri seti için gerçekleştirmiş ve ABD'de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme göstergelerinin eşbütünleşik olduğunu ve uzun dönemli ilişki söz konusu olduğunu tespit etmiştir. Yu ve Choi (1985) ise Güney Kore ve Filipinler için nedensellik testi uygulamışlar ve analiz için 1954-1976 veri setini kullanmışlardır. Ampirik analiz sonucunda Filipinler için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu Güney Kore için ise ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik olduğu belirtilmiştir. Yu ve Hwang (1984) ise Sims tekniğini kullanarak ABD ekonomisini analiz etmişlerdir. Bu çalışmada ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin yanında istihdam göstergesini de analize dahil etmişler ancak herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığı yönünde sonuç göstermişlerdir.

Türkiye için de enerji tüketimi önem arz etmekte olup özellikle 2000'li yıllar itibariyle iki gösterge arasındaki ilişki üzerine yapılan çalışmalar hız kazanmaya başlamıştır. Türkiye'nin enerji konusunda dışa bağımlı bulunmasından dolayı mevcut ekonomik kalkınma hızının artırılması ve sürdürülebilir kalkınma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi için enerji ithalatının azaltılması gerekmektedir. Bunun için stratejik planlama ve kapsamlı bir enerji politikası hayata geçirilerek bunlarla paralel uygulamaların yapılması gerekmektedir (Karhan vd, 2012: 80-81).

ISO'nun 1981 yılında yaptığı açıklamaya göre; yurt içi kaynaklarının enerji tüketimini karşıladığı düşünüldüğünde, sanayi kesimindeki diğer sektörlerde olduğu gibi enerji sektörünün de katma değer sağladığı görülmektedir (Saatçi ve Dumrul 2013: 3). Eğer ki diğer sektörlerle kıyasla daha verimli enerji üretimi yapılırsa enerji üretimi ülke ekonomisinin gelişim gösterdiği hızdan daha hızlı bir şekilde gelişim göstermeye başlayarak ekonomi üzerinde olumlu etki yaratır. Ekonomi içerisindeki emek, sermaye ve enerji belirli bir rekabet durumundadır. Enerji sektörünün rekabet gücünün diğerlerinden daha fazla olması durumunda ekonominin enerji talebide artacak ve daha fazla enerji tüketimi gerçekleşecektir. Enerjinin veriminin yüksek olduğu böyle bir durumda tüketimi de arttığı için ekonominin gelişimini de hızlandıracaktır. Enerjinin verimli olması vasıtasıyla enerjinin daha fazla kullanılması ekonomik gelişmeyi de daha fazla arttıracığından enerji tüketimi ekonomik gelişme ile yakından ilişkilidir. Etkin enerji kullanımının enerji tüketimini azaltması durumunda ekonomik gelişmenin daha çok yükselmesine de neden olabilmektedir. Bu nedenlerle enerji tüketimi ve ekonomik büyüme birbirleri ile yakın bir ilişki içindedir diyebiliriz (Ang, 2007: 4773).

Enerji tüketiminin genellikle büyüyen her ülke ekonomisinde arttığı söylenebilir. Sınai üretim yapabilmek için enerji olmazsa olmazdır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerji kaynaklarına sahip olunamaması durumunda bu ülkelerin sınai üretim yapabilmesine engel olmaktadır. Üretim adına enerji türlerinin ithal edilmesi bu ülkelerin döviz rezervlerini kısıtlayarak gelişmekte olan ülkeler için dış ticaret açığı oluşturabilmektedir (Ersoy, 2010: 5). Bu açıdan bakıldığında enerji üretemeyen ülkeler için ulaşım, endüstri, konut ve elektrik ihtiyaçlarındaki enerji açığını kapatmak adına dışa bağımlı olmaları durumunda enerji tüketimi ve

ekonomik büyüme arasındaki ilişki daha kuvvetli olabilmektedir. Bu nedenle doğalgaz, petrol ve elektrik arzında yaşanan herhangi bir kıtlık olduğunda büyüme oranı da azalma gösterecektir. Böylelikle enerji bu ülkelerin ekonomik gelişmelerinin kısıtlanmasına neden olabilecektir. Enerji kaynaklarında yaşanan arz azalması girdi fiyatlarının yükselmesine neden olurken, enflasyonun genel rakamlarını da attıracaktır. Bu durum diğer malların fiyatları üzerinde de değişim yaşatırken büyüme oranı ve toplam talepte azalmaya neden olmaktadır (Mallick, 2007: 5).

İKİNCİ BÖLÜM

METODOLOJİ VE AMPİRİK BULGULAR

2. 1. Literatür Taraması

Literatür taraması bölümünde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Yapmış olduğumuz ekonometrik analiz kısmında OECD ülkeleri üzerine çalışma gerçekleştirilmiştir. Literatür incelemesi yapılırken de OECD ülkeleri üzerine yapılan çalışmalara ayrıca yer verilmiştir.

2. 1. 1. OECD Dışı Çalışmalar Üzerine Literatür Taraması

Masih ve Masih (1996) enerji tüketimi ve ekonomik büyüme üzerine yaptıkları çalışma için 6 Asya ülkesi belirlemişlerdir. Dönem olarak 1955-1990 yılları arasında inceleme gerçekleştirmişlerdir. Hindistan, Endonezya, Pakistan, Malezya, Filipinler, Singapur ülkeleri üzerine yapılan çalışma için eşbütünleşme ve nedensellik testleri uygulanmıştır. Ampirik uygulama sonucunda Hindistan değişkenleri için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu, Endonezya ve Pakistan için nedenselliğin ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü gerçekleştiği tespit edilmiştir. Filipinler, Singapur ve Malezya ülkeleri için ise iki gösterge için seçilen değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Paul ve Bhattacharya (2004) enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Hindistan örneklemini üzerinden değerlendirmişlerdir. Hindistan için 1950-1996 yılları arasındaki veri setini kullanarak ampirik çalışma gerçekleştirmişlerdir. Uygulama için Engle-Granger eşbütünleşme testi ile Granger nedensellik testini kullanmışlardır. Yapılan analizler sonucunda göstergelerin uzun dönemde ilişkili olduğu tespit edilerek hem enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru hem de ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru nedensellik olduğu saptanmıştır.

Wolde-Rufael (2005) çalışmasını 19 Afrika ülkesi için gerçekleştirmiş ve bu ülkelerin ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Ampirik uygulama için 1971-2001 dönemindeki veri seti kullanılarak Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmıştır. Ülkeler arasındaki ilişkinin nedensellik açısından farklılık gösterdiği raporlanmıştır. Kongo, Mısır, Fildişi Sahilleri, Gana, Cezayir ülkelerinde nedensellik ilişkisinin ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü gerçekleştiği belirlenmiştir. Fas, Nijerya, Kamerun içinse nedensellik ilişkisinin tam tersine enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğu tespit edilmiştir. Zambiya ve Gabon ülkelerindeki nedensellik ilişkisinin ise her iki gösterge içinde geçerli olduğu ve çift yönlü nedensellik bulunduğu vurgulanmıştır. Kongo, Kenya, Senegal, Sudan, Togo, Tunus, Zimbabwe, Benin ve Güney Afrika ülkeleri için ise her iki gösterge arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığı saptanmıştır.

Aslan Ö. ve Korap H. (2006) yaptıkları çalışmada Türkiye'deki ekonomik büyüme ve finansal gelişme değişkenlerini kullanarak 1987.I ile 2004.VI yılları arasındaki veri setini ele alarak Johansen eşbütünleşme testi ile Granger nedensellik testini uygulayarak değişkenleri incelemişlerdir. Ampirik uygulama sonuçlarına göre iki değişken arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu tespit edilmiş olup finansal gelişme ile ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki nedensellik testi sonuçlarının dönemsel olarak yön değiştirdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Daha önceki makalelerde belirtildiği gibi Aslan Ö. ve Küçükaksoy İ. (2006) yaptıkları çalışmada ekonomik büyüme ve finansal gelişme ilişkisini arz öncüllü hipotez ve talep takipli hipotez olmak üzere araştırmışlardır. Arz öncüllü hipotezlerde finansal gelişme göstergelerinde yaşanan artışlar ekonomik büyümedeki artışlara neden olurken; talep takipli hipotezde ise ekonomik büyümedeki artışların finansal gelişmede de artışa neden olduğu şeklindedir. Bu çalışmada da Türkiye örneği üzerinde durulmuş ve incelenen veri setleri 1970-2004 yılları arasındaki dönemleri kapsamaktadır. Ampirik uygulama olarak Granger nedensellik testi uygulanmış ve arz öncüllü hipotezi destekleyen finansal gelişmeden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığından söz edilebileceği tespit edilmiştir.

Lee ve Chang (2007) de aynı şekilde yapmış oldukları çalışma ile ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bu çalışma ile 18 gelişmekte olan ülke için 22 gelişmiş ülkeler için analiz yapılmıştır. Uygulama olarak ise gelişmekte olan ülkelerin 1971-2002 yılları arasındaki veri seti gelişmiş ülkeler için ise 1965-2002 yılları arasındaki veri seti kullanılmıştır. Panel veri kurulan model sonucunda gelişmiş ülkelerde hem enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru hem de ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru çift yönlü nedensellik bulunurken; gelişmekte olan ülkeler için ise ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik olduğu saptanmıştır.

Erbaykal E. (2007) çalışmasında ise enerji tüketiminin ekonomi büyüme etkisi üzerinde durmuştur. Her iki değişken de $I(0)$ ve $I(1)$ farklı derecelerde durağan çıkmalarından dolayı sınır testi yaklaşımıyla incelemeye alınmış olup 1970-2003 yılları arasındaki veri setine başvurulmuştur. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenlerinin eşbütünleşik oldukları tespit edilmiş olup uzun dönemde ilişki bulunamamış ancak kısa dönemde istatistiksel anlamda pozitif bir ilişki tespit edilmiştir.

Kandır S. ve İskenderoğlu Ö. (2007) Türkiye’de finansal gelişme ve ekonomik büyüme değişkenleri üzerine 1988-2004 döneminin üç aylık verilerini kullanarak ekonomik büyümeyi açıklamak üzere kişi başına milli gelir kullanılırken finansal gelişmeyi açıklamak üzere işlem hacmi/kapitalizasyon değeri, banka kredileri/GSYİH, işlem hacmi/GSYİH, kapitalizasyon/GSYİH değişkenleri kullanılmıştır. Ampirik analizler sonucunda ekonomik büyüme ve finansal gelişme arasında talep yönlü bir yapının hakim olduğu anlaşılmaktadır. Finansal gelişmeyi etkileyen değişkenlerden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi yokken, modellerin çoğunda uzun ve kısa dönemde ekonomik büyümeden finansal gelişme değişkenlerine doğru bir nedensellik olduğundan söz edilmektedir. Bu durum Thangavelu ve James (2004) bulguları ile uyumlu veriler olduğunu göstermektedir.

Narayan ve Smyth (2008) ekonomik büyüme ve enerji tüketimi göstergelerini kullanarak G-7 ülkeleri için çalışma gerçekleştirmişlerdir. Dönem olarak 1972-2002 yılları üzerine kurulan model için eşbütünleşme ve nedensellik testleri uygulanmıştır.

Ampirik analiz sonucunda uzun dönemde eşbütünlük olan değişkenlerin G-7 ülkeleri için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu belirlenmiştir. Bu durum G-7 ülkelerinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenlerinin büyüme hipotezine göre değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Ülkelerin strateji ve enerji politikalarını bu ölçüde oluşturması gerektiği vurgulanmaktadır.

Akinlo (2008) enerji tüketimi ve ekonomik büyüme göstergeleri üzerine yaptıkları çalışma için Afrika'da Sahra Altı'nda bulunan 11 ülke için çalışma gerçekleştirmişlerdir. Ampirik uygulama için sınır testi yaklaşımıyla Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Sınır testi sonucuna göre 11 ülkeden Gambiya, Gana, Kamerun, Sudan, Senegal, Zimbabwe, CoteD'Ivoire ülkeleri için her iki göstergenin eşbütünlük olduğu ve uzun dönemli ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Granger nedensellik testi sonucuna göre ise Gambiya, Senegal ve Gana ülkelerindeki ekonomik büyüme ve enerji tüketimi göstergeleri arasında çift yönlü nedensellik olduğu tespit edilmiştir. Zimbabwe ve Sudan ülkeleri için ise ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilirken CoteD'Ivoire ve Kamerun ülkeleri arasında ise nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Mucuk M. ve Uysal D. (2009) Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemişlerdir. Enerjinin ekonomik göstergeler üzerindeki etkilerinde halen tartışmalar olduğunu belirtmişlerdir. Enerjinin ekonomik ve endüstriyel kalkınma yönünden önemli bir girdi olduğu tespit edilmiştir. Yapmış oldukları çalışmada eşbütünlük ve Granger nedensellik testlerini kullanmışlardır. Ampirik bulgular neticesinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenlerinin eşbütünlük olduğu, Granger nedensellik testiyle de enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Apergis ve Payne (2009) ise Orta Amerika kıtasında yer alan 6 ülke için ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ilişkisini araştırmışlardır. Her iki gösterge için 1980-2004 yıllarındaki veri seti kullanılmıştır. Ampirik analiz sonucunda ekonomik büyüme ve enerji tüketimi değişkenlerinin uzun dönemde anlamlı ilişki içinde

oldukları Pedroni panel eşbütünlüme testi ile ortaya konulmuştur. Orta Amerika kıtasındaki 6 ülke içinde enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu saptanmıştır.

Odhiambo (2009) ise Tanzanya ülkesi için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Ampirik uygulama için 1971-2006 dönemine ait veri setini kullanarak çalışmasını gerçekleştirmiştir. Uygulama için sınır testi yaklaşımıyla Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucuna göre göstergelerin uzun dönemli ilişkili olduğu tespit edilerek enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Özcan B. ve Arı A. (2011) yaptıkları çalışmada Türkiye ekonomisindeki ekonomik büyüme ile finansal gelişme değişkenlerini incelemiş olup veri seti olarak 1998-2009 dönemini ele almışlardır. Ampirik analiz uygulanarak Granger nedensellik testi ile ekonomik büyümeden finansal gelişmeye doğru bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. Robinson tarafından ifade edilmiş olan ‘talep takipli hipotez’ görüşünü destekler bulgulara rastlanılmıştır.

Shahbaz ve Lean (2012) çalışmaları ile finansal gelişme, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi test etmişlerdir. Tunus için yapılan analizde 1971-2008 dönemindeki büyüme, kentleşme ve sanayileşme verileri kullanılmıştır. Otoregresif model olarak eşbütünlüme için sınır testi yaklaşımı kullanılırken nedensellik için Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Eşbütünlüme testi ile verilerin uzun dönemde anlamlı oldukları görülürken Tunus için finansal gelişme ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisinin çift yönlü olduğu saptanmıştır. Yapılan analizler sonucunda gelişmiş yatırımcıları çekebilecek, verimliliği arttıracak ve borsada artışa yol açacak bir finans sisteminin oluşturulmasıyla ülkedeki ekonomik faaliyetlere yatırımcıları teşvik edici bir modelin kurulması gerektiği vurgulanmıştır. Ülkede kalkınmanın sağlanması için kentleşme ve sanayileşmenin de büyüme modelinden dışlanmaması gerektiği saptanmıştır. Politika yapıcıların sanayileşme, kentleşme ve finansal gelişmedeki rolünün de ekonomik büyüme açısından önemli olduğu görülmektedir.

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme üzerine bir diğer makalede Karhan vd. (2012) enerjide dışa bağımlılığa vurgu yapılarak Türkiye örneği üzerine uygulama yapmışlardır. Dönemsel olarak Türkiye'nin 1960-2011 yılları arasındaki veri seti kullanılmıştır. Analizler için ADF ve PP birim kök testi, Johansen eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Ampirik analizler sonucunda değişkenler uzun dönemde ilişkili çıkarak her iki gösterge içinde çift yönlü nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Mercan M. ve Peker O. (2013) ekonomik büyüme ile finansal gelişmenin birbirine olan etkisini test edebilmek için 1992-2010 yıllarının aylık veri setini kullanarak araştırma gerçekleştirilmiştir. Finansal gelişme göstergeleri için M2+Döviz tevdiat hesabı ve özel sektör kredileri kullanılmıştır. Durağanlık için PP ve Kwiatkowski-Phillips-Schmidt—Shin (KPSS) ve DF testleriyle durağanlık saptanmıştır. Eş-bütünleşme için Peseran vd.'ın (2001) geliştirdiği sınır testi yaklaşımıyla değişkenlerin kısa dönem ve uzun dönem eşbütünleşik ilişkilerine bakılmıştır. Finansal gelişme ve ekonomik büyüme uzun dönem analizinde ilişkili bulunmuş olup istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur. Kısa dönem ilişkisi de ARDL hata düzeltme modelleri kullanılarak sınır testi yaklaşımıyla analiz edilmiştir. Test sonuçlarına göre yapılan tahmin başarılı olmuş ve istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur. Neticede kısa dönemli oluşan sapmaların uzun dönem verilerine dalgalı bir şekilde yakınsandığı tespit edilmiştir.

Erdoğan S. ve Gürbüz S. (2014) Türkiye'de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki yapısal kırılmalı zaman serisi analiziyle incelenmiştir. Enerjinin günümüzde en temel ihtiyaçlardan biri olduğuna vurgu yapılmıştır. Doğalgaz, petrol, kömür gibi sınırlı bulunan enerji kaynaklarının verimli kullanılması konusunda vurgu yapılmıştır. Türkiye örneğine baktığımızda ülkemizde üretilen enerji, tüketimi karşılayamadığı için stratejik politikaların üretilmesi konusunda tespit yapılmıştır. Türkiye örneği üzerine yapılan çalışma ile 1970-2009 yıllarındaki veri setleri ile değerlendirme yapılmıştır. Bu dönemlere ilişkin ekonomik büyüme için reel gayri safi yurt içi hasıla, reel ihracat, gayri safi sermaye oluşumu göstergeleri kullanılırken; enerji tüketimi için ise toplam enerji tüketimi verileri ele alınmıştır. Zaman serisi verileri Dünya Enerji Konseyi ile Dünya Bankasının web

sitelerinin veritabanlarından elde edilmiştir. Verilerin durağanlığına Ziwot-Andrews birim kök testi ile bakılmış ve serilerin birinci farkları alındığında I(1) durağan oldukları saptanmıştır. Birim kök testinin ardından Gregory-Hansen eşbütünleşme testi yapılarak serilerin uzun dönemde eşbütünleşik oldukları tespit edilmiştir. Nedensellik ilişkisini tespit etmek amacıyla ise Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Uygulanan nedensellik testi ile enerji tüketiminden ve reel gayri safi yurt içi hasıladan sermayeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu saptanmıştır. Ayrıca ihracattan enerji tüketimine, reel gayri safi yurt içi hasılaya ve sermayeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Apergis ve Danuletiu (2014) yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 80 ülke için ve 1990-2012 yılları arasındaki veri setini kullanarak araştırmıştır. Toplam örneklem dışında bölgesel olarak da inceleme yapılmıştır. Batı Avrupa, Latin Amerika, Avrupa Birliği, Asya ve Afrika'da elde edilen bulgular neticesinde Granger nedensellik testi sonuçlarına göre yenilenebilir enerjiden GSYİH'ya doğru ve aynı zamanda tüm bölgeler için GSYİH'dan yenilenebilir enerji tüketimine doğru nedensellik olduğu ortaya konmuştur. Nedensellik bağıntısının karşılıklı bağımlılık göstermesi yenilenebilir enerji kaynağının ekonomik büyüme için önem arz ettiğini ve ekonomik büyümenin daha çok yenilenebilir enerji kullanımına yönelttiğini göstermektedir. Nedenselliğin olması yenilenebilir enerji sektörünün gelişmesi için hükümet politikalarının bu yönde devam etmesi gerektiği öngörülmektedir.

Gövdere B. ve Can M. (2015) Türkiye örneklemini üzerine yaptıkları makalede 1970-2014 yılları arasındaki enerji tüketimi ve ekonomik büyüme dönemi verileri analiz edilmiştir. Analiz kısmında ADF, Engle Granger eşbütünleşme analizi, dinamik en küçük kareler yöntemi (hata düzeltme modeli) gerçekleştirilmiştir. Neticede enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu hata düzeltme modelinin ise istatistiksel bağlamda anlamlı olduğu görülmekte olup, seriler arasında oluşan bir sapmanın yaklaşık olarak üç dönem sonra giderildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Furuoka (2015) makale ile Asya bölgesinde finansal gelişme ile enerji tüketimini araştırmıştır. Uygulama için Asya bölgesindeki 12 farklı ülkeyi çalışmasına eklemiştir. Bunlar Endonezya, Hindistan, Çin, Güney Kore, Japonya, Filipinler, Bangladeş, Pakistan, Sri Lanka, Tayland, Malezya ve Singapur'dur. Ampirik analiz için bahsedilen ülkelerin 1980-2012 dönemindeki veri setinden faydalanılmıştır. Çalışmada panel eşbütünleşme testi yapılmış olup ayrıca Dumitrescu ve Hurlin tarafından önerilmiş olan panel nedensellik testi uygulanmıştır. Panel eşbütünleşme testi neticesinde Asya bölgesinde enerji tüketimi ve finansal gelişme arasında uzun dönemli anlamlı bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca heterojen panel nedensellik testi ile de enerji tüketiminden finansal gelişmeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak enerji kullanımının artması neticesinde finansal gelişmelerin de iyileştiği görüşü hakim olmaktadır.

Siddique ve Majeed (2015) çalışmalarında enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmaktadırlar. 5 Güney Asya ülkesinin etkisine bakılan çalışmada 1980-2010 yılları arasındaki veri setinden yararlanılarak değişkenler belirlenmiştir. Güney Asya'daki 5 ülke Nepal, Bangladeş, Pakistan, Hindistan ve Sri Lanka olarak belirlenmiştir. Panel entegrayon yaklaşımıyla uzun vadede değişkenlerin ilişkisi incelendikten sonra Granger nedensellik analiziyle de değişkenlerin yönleri test edilmiştir. Ampirik analiz sonucunda büyüme, enerji tüketimi, finansal gelişme ve dış ticaret değişkenlerinin panel entegrayon testiyle uzun vadede anlamlı oldukları ortaya konulmuş ekonomik büyümeyi finansal gelişme, ticaret ve enerjinin pozitif yönde etkilediği saptanmıştır. Granger nedensellik testi ile de ekonomik büyüme ve enerji arasında çift yönlü nedenselliğin olduğu saptanırken dış ticaret ve finansal gelişmeden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu tespit edilmektedir.

Lebe F. ve Akbaş Y. (2015) Türkiye'deki sanayileşmenin, finansal gelişmenin, kentleşmenin ve ekonomik büyümenin enerji tüketimi üzerindeki etkisine çoklu yapısal kırılma testi uygulamışlardır. Bu analiz için belirlenen beş gösterge için Türkiye'nin 1960-2012 dönemselsel veri seti kullanılmıştır. Uygulanan testler sonucunda testlerin yapısal kırılma içerdiği ve uzun dönemli ilişki içinde oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Modele etki tepki analizi yapılarak DOLS ve FMOLS ile

tahmin edilerek SVAR modeli sonuçlarına göre Türkiye'deki enerji tüketiminin üzerinde sanayileşme, finansal gelişme ve ekonomik büyümenin etkisi olduğu tespit edilmiş ancak kentleşmenin enerji tüketimi üzerinde etkisinin daha az olduğu gözlemlenmiştir.

Doğan B. ve Değer O. (2016) enerji tüketimi, finansal gelişme ve ekonomik büyüme ilişkisi: Hindistan örnekleme üzerine yazdıkları makale; 1970-2013 yılları arasındaki dönemi kapsamaktadır. Yapılan analizler sonucunda ekonomik büyümeden enerji tüketimine ve ekonomik büyümeden finansal gelişmeye doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu ancak enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisinden söz edilemediği tespitine ulaşılmıştır. Ayrıca serilerin eşbütünleşik olduğu gözlemlenmiş olup, uzun dönem analizi sonuçlarına göre enerji tüketimindeki %1'lik artışın ekonomik büyümeyi %0.98 oranında arttırdığı ve finansal gelişmedeki %1'lik artışın ekonomik büyüme üzerinde %0.18'lik bir artışa neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Işık H. ve Bilgin O. (2016) Türkiye ekonomisindeki finansal gelişmeler ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz ederek verilerinde 2003Q1 ile 2015Q4 dönemini analiz etmişlerdir. Ampirik uygulama sonucunda Hacker ve Hatemi-J nedensellik testi kullanılarak sonuçta ekonomik büyüme ve finansal gelişme arasında kriz öncesi dönemde nedensellik görülememiş ancak kriz sonrası dönemde iki değişken birbirine karşı nedensellik ilişkisi içinde oldukları görülmüştür.

Contuk F. ve Güngör B. (2016) Asimetrik nedensellik testi ile finansal gelişme ekonomik büyüme ilişkisinin analizini ele alarak bu çalışmayı 1998-2014 yılları kapsamında inceleyerek 3 aylık veriler sonucunda iki değişken arasındaki nedensellik testini uygulamışlardır. Ampirik uygulama sonucunda Granger nedensellik testinde arz öncüllü hipotezin yanında talep takipli hipotezi de destekleyen sonuçlara ulaşılmış olup, asimetrik nedensellik sonuçlarına göre ise nedenselliğin yönünün ekonomik büyümeden finansal gelişmeye doğru olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Keskingöz H. ve İnançlı S. (2016) finansal gelişme ve enerji tüketimi arasındaki nedenselliği açıklamak üzere 1960-2011 dönemini kapsayan veri seti

kullanılmıştır. Modele finansal gelişme ve enerji tüketimini etkileyen kişi başına düşen milli gelir dahil edilmiştir. Finansal gelişme değişkenleri olarak banka kredileri ve banka mevduatları kullanılmış olup kişi başına düşen enerji tüketimi ise enerji tüketimi verisi olarak uygulamaya dahil edilmiştir. Ampirik uygulama olarak Johansen eşbütünleşme testi ile Var Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Analizler sonucunda finansal gelişme ve enerji tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilememiştir. Kısa dönemde bakıldığında enerji tüketimi ve finansal gelişme değişkenlerinden banka mevduatları arasında çift yönlü nedensellik olduğu görülmektedir. Artan banka mevduatları enerji tüketiminde de artışa neden olurken banka mevduatlarının azalması enerji tüketimini de azaltmaktadır. Çift yönlü nedensellik olduğu için enerji tüketimi arttığında banka mevduatlarını arttırırken, enerji tüketiminin azalması banka mevduatlarını da azaltmaktadır.

Manga M. vd. (2016) Türkiye örneği üzerine yaptıkları çalışmada ekonomik büyüme ve finansal gelişme üzerinde durmuşlardır. Bu incelemeyi 1960-2013 yılları arasındaki veri setinden yararlanarak ARDL sınır testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testi ile açıklamışlardır. Kurdukları modele ticari serbestleşme oranını da dahil ederek diğer değişkenlerle incelemesini yapmışlardır. Ele alınan tüm finansal gelişme göstergeleri ARDL sınır testi yaklaşımına göre hem ticari serbestleşme hem de ekonomik büyüme göstergesiyle eşbütünleşik oldukları tespit edilmiştir. Göstergelerin uzun dönemli ilişkilerine bakıldığında ekonomik büyümeyi hem M2 para arzı hem de özel kesim bankalar aracılığıyla sağlanan yurtiçi krediler pozitif yönde etkilemiştir. Ancak ekonomik büyüme üzerinde, özel kesim toplam yurtiçi kredilerin istatistiki açıdan anlamsız bir etki yarattığı tespit edilmiştir. Buna istinaden ekonomik aktiviteler üzerinde ticari serbestleşme pozitif bir etki yaratmıştır. Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları incelendiğinde ekonomik büyümeden özel kesim bankaların desteklediği yurtiçi kredilere ve özel kesim toplam kredilere doğru tek yönlü bir nedensellikten söz edilirken, ekonomik büyüme ile M2 para arzı arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda talep takipli hipotezi geçerli kılan ekonomik büyümeden finansal gelişmeye doğru nedensellik ilişkisinden söz edilebilmektedir.

Keskin R. (2017) ‘Yapısal kırılmalar altında Türkiye’de ekonomik büyüme ve petrol tüketimi arasındaki ilişki’adlı makalesinde 1980-2016 yılları arasındaki ilişkiyi test etmişlerdir. İstatistiksel veriler sonucunda petrol tüketimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişki olduğu görülmektedir. Uygulanan Todo Yamamoto nedensellik testi ile de petrol tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu incelenmiştir.

Bir diğer çalışmada ise Güngör S. ve Korkmaz Ö. (2017) Enerjide dışa bağımlı olan Güney Kore, Çin, Arjantin, Malezya, İsrail, Meksika ve Türkiye’nin birincil enerji tüketimi ile finansal gelişme değişkenlerini kullanarak 1985-2015 yıllarındaki verilerini incelemişlerdir. Değişken olarak; GSYİH, birincil enerji tüketimi, mal ve hizmet ihracatları, mal ve hizmet ithalatları, birincil enerji üretimi, mevduat bankalarının varlıklarının GSYİH oranı, özel sektör yurtiçi kredileri kullanılmıştır. Çalışmanın ampirik kısmında dengesiz panel veri analizi uygulanmıştır. Fisher ADF ve Fisher PP birim kök testi sonucunda serilerin 1. farkları alındığında durağan oldukları westerlund panel eşbütünleşme testi sonucunda birincil enerji tüketiminin ithalat oranı, ihracat oranı, GSYİH, mevduat bankalarının GSYİH oranı arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Holtz-eakin, Newey ve Rosen nedensellik testi sonuçlarına göre ise, birincil enerji tüketiminden mevduat bankalarının GSYİH oranı ve özel kredi uygulamaları yönünde tek yönlü bir nedensellikten söz edilirken; birincil enerji tüketimi ile GSYİH, ihracat oranı, birincil enerji üretimi, karbondioksit emisyonları ve ithalat oranı arasında ise çift yönlü bir nedensellikten bahsedilebilmektedir.

Çağlar A. ve Kubar Y. (2017) ‘Finansal gelişme enerji tüketimini destekler mi?’ sorusuna yönelik yaptıkları çalışmada, Türkiye örneği ele alınarak 1969-2014 yılları kapsamında inceleme gerçekleştirmişlerdir. Enerji tüketimi göstergesi olarak yenilenebilir enerji ve fosil enerji göstergeleri ayrıştırılarak kullanılmıştır. Enerji tüketiminde iki değişken alınmasındaki amaç günümüzün problemlerinden biri haline gelmiş olan doğada karbon emisyonunun artmasının önüne geçebilmek için cevap arayışından kaynaklanmaktadır. Analiz kısmında Toda Yamamoto nedensellik testi ve Fourier Toda Yamamoto nedensellik testi kullanılmıştır. Fourier Toda Yamamoto testi Nazlıoğlu vd. (2016) tarafından ilk defa kullanılmıştır. Yapılan

analizler neticesinde finansal gelişmeler ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında herhangi bir ilişkiye rastlanılmamıştır. Ancak finansal gelişmelerden fosil kaynaklı enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğin söz konusu olduğu bulgularla tespit edilmiştir. Türkiye örneğine baktığımızda sonuç olarak küresel ısınmaya sebebiyet veren fosil kaynaklı enerji tüketiminin finans sektöründe yaşanan gelişmelerden etkilendiği tespit edilmiş olup yapılacak politikalarında bu yönde geliştirilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Tunalı H. ve Onuk P. (2017) ekonomik büyüme ve finansal gelişme göstergelerinin 2003-2015 dönemlerine dahil üçer aylık veri setini kullanarak incelenmesini ve araştırılmasını gerçekleştirmişlerdir. Finansal gelişme göstergelerinde banka kredileri/GSYİH ve hisse senedi işlem hacmi/GSYİH oranları kullanılmış olup, ekonomik büyüme ölçütü olarak ise reel GSYİH oranı belirlenmiştir. Ampirik uygulama olarak serilerin durağan çıkmasının ardından Granger nedensellik testi uygulanmış ve ekonomik büyümeden finansal gelişmeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu tespit edilmiştir. Uygulama neticesinde talep takipli hipotezi destekler sonuca ulaşılmıştır. Ekonomik büyüme neticesinde finansal gelişmelere yol açan araçlara talep oluşturduğu öngörülmektedir.

Güngör ve Simon (2017) çalışmalarında finansal gelişme, enerji tüketimi, ekonomik büyüme, kentleşme ve sanayileşme arasındaki ilişkiyi Johansen eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik testi ile analiz etmişlerdir. Güney Afrika örneğinin yer verildiği çalışmada 1970-2014 dönemine ait veri seti kullanılmıştır. Uygulanan ekonometrik analizler neticesinde Güney Afrika için ele alınan değişkenlerin uzun dönemde anlamlı bir ilişki içinde oldukları görülmektedir. Güney Afrika için finansal gelişme, kentleşme ve sanayileşmenin enerji tüketimi üzerinde uzun vadede pozitif bir etki bıraktığı tespit edilmiştir. Granger nedensellik testi ile de finansal gelişme ve enerji tüketimi, finansal gelişme ve sanayileşme, sanayileşme ve enerji tüketimi arasında çift yönlü bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Shahbaz ve Hoang vd., (2017) Hindistan ekonomisi için ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve finansal gelişme arasındaki asimetrik ilişkiyi incelemişlerdir. 1960-2015 yılları arasındaki çeyreklik dönemlerin veri setini analiz etmişlerdir.

Analizlerinde ARDL testi ile asimetrik eşbütünleşmeyi inceleyebilmek için sınır testi yaklaşımı uygulanmıştır. Sonuçlar değişkenler arasındaki eşbütünleşmeyi göstermektedir. Nedensellik testi için Hatemi-J asimetrik nedensellik testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Başka bir çalışmada ise Kahouli (2017) ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisini incelemeyi amaçlamıştır. Güney Akdeniz Ülkeleri için yapılan çalışmada Cezayir, İsrail, Fas, Tunus, Mısır ve Lübnan inceleme konusunu oluşturmuştur. Dönem olarak 1995-2015 yılları arasındaki veri seti kullanılmıştır. Finansal gelişmelerin de değişken olarak alındığı ampirik analiz kısmında ADF ve PP birim kök testi ile serilerin durağanlığı sınanmıştır. Ardından ARDL sınır testi yaklaşımıyla serilerin kendi aralarında uzun dönem eşbütünleşik oldukları belirlenmiştir. Ardından VECM yöntemi ile değişkenlerin uzun ve kısa vadede nedensellik bağlantısı incelenmiştir. Kısa dönem nedensellik ilişkisine bakıldığında Mısır hariç diğer ülkeler için tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu belirlenmiştir. Ülkeler bireysel olarak ele alındığında nedensellik sonuçlarının da değişken bulgular gösterdiği izlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda özellikle KOBİ'ler için politika yapıcıların kapsamlı bir enerji koruma politikası geliştirmeleri gerektiği ve enerjiye finansal gelişmeyi de ekleyerek ekonomik büyümede artışın meydana geleceği vurgulanmaktadır.

Farhani ve Solarin (2017) yapmış olduğu çalışma ile Amerika Birleşik Devletleri'ndeki enerji talebi ile finansal gelişmeleri araştırmıştır. Çalışmasında verilerin uzun dönemli ilişkisini tespit etmek amacıyla RALS regresyonu olan yapısal kırılma altındaki artan en küçük kareler regresyonu ile Bayer-Hanck eşbütünleşme testi uygulanmış ardından LM birim kök testi ile verilerin durağanlık derecesine bakılmıştır. ABD için 1973-1914 yıllarındaki çeyreklik dönemleri ele alarak veri setini oluşturmuştur. Çalışmasında finansal gelişmelerin doğrudan yabancı yatırımlar ile reel GSYİH'nın enerjiye olan talebi azalttığı görülmektedir. Uzun vadede ise enerji talebinin sermayeden ve ticari gelişmelerden pozitif yönde etkilendiği görülmektedir. Finansal gelişme, doğrudan yabancı yatırımlar ve ticari gelişmeler kısa vadede enerji talebini canlandırırken; sermaye ve reel GSYİH enerji

talebinde azaltıcı bir etkiye sahip olduğu tespit edilmektedir. Granger asimetrik nedensellik testi ile de doğrudan yabancı yatırımlar, reel GSYİH, sermaye ve ticaretin uzun vadede enerji talebinin nedeni olduğu görülürken ticaret ve doğrudan yabancı yatırımlarda ise çift yönlü nedensellik olduğu görülmektedir. Farhani ve Solarin yapmış oldukları çalışmada ABD'deki politika yapıcıların finansal gelişmeyi sürdürülebilir bir hale getirmeleri için ekonomik büyüme üzerinde yeni tespitler gerçekleştirmişlerdir.

Yazdi ve Shakouri (2017) ARDL otoregresif dağıtılmış gecikme modeli aracılığıyla yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme, sabit sermaye oluşumu, enerji tüketimi, ticaret açıklığı, küreselleşme ve kentleşme göstergelerini analiz etmeyi amaçlamıştır. İran için yapılan çalışmaya 1992-2014 dönemi arasındaki çeyrek dönemlik veri seti dahil edilmiştir. ARDL modeli yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında anlamlı ve pozitif bir ilişkinin söz konusu olduğunu göstermektedir. Sonuçlar ayrıca değişkenlerin entegre bir şekilde uzun süreli anlamlı bir ilişki içinde olduklarını göstermektedir. Bulgular neticesinde küreselleşme endeksinin büyüme üzerinde pozitif bir etki meydana getirdiği görülmektedir. Granger nedensellik testi sonucunda ise yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, finansal gelişme ve küreselleşme arasında çift yönlü bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

Aydın M. (2018) enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: düşük ve orta gelirli ülkeler örneği üzerine yaptığı çalışmada iki değişken arasındaki 1971-2013 dönemi verilerini kullanarak incelemesini gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada Konya panel nedensellik testi kullanılmıştır. Ampirik sonuçlar neticesinde düşük ve orta gelir grubundaki ülkelerde genellikle tarafsızlık hipotezinin geçerliliğinin tespiti yapılmıştır. Ekonomik büyüme ile enerji tüketiminin nedensellik verilerine göre zaman ve ülke boyutunda farklılaşmalar olduğu görülmekte olup yalnızca Kenya için geribildirim hipotezinin geçerli olduğuna vurgu yapılmıştır.

Pata U. ve Ağca A. (2018) Türkiye'de finansal gelişme ekonomik büyüme ilişkisini 1982-2016 yılı dönemsal verilerle otoregresif gecikmesi dağıtılmış model olan ARDL sınır testi yaklaşımıyla inceleyerek finansal gelişme neticesinde yaşanan artışların ekonomik büyümeyi kısa ve uzun vadede pozitif etki gösterdiğini tespit

etmişlerdir. Ayrıca modele Granger ve Hacker-Hatemi-J bootstrap nedensellik testlerini uygulamışlardır. Uygulanan her iki testinde sonuçlarına baktığımızda finansal gelişmeden ekonomik büyümeye doğru kısa dönemli ve tek yönlü nedensellik gösterdiği tespit edilmiştir. Türkiye örneğinde makalede arz yönlü hipotezi destekleyen finansal gelişmelerin ekonomik büyüme için önemli bir gösterge olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Altınar A. ve Bozkurt E. (2018) çalışmada N11 (Next Eleven) olarak adlandırılan ülkelerin finansal gelişme ve ekonomik büyüme ilişkilerini analiz etmek için 1980-2016 veri setini kullanmışlardır. Panel veri analizi için ilk önce yatay kesit bağımlılığı testi yapılmış olup CADF birim kök testi ile serilerin durağanlığı incelenmiştir. Durağanlığın ardından homojenlik testi yapılmış sonrasında Dumitrescu ve Hurlin (2012) nedensellik testi uygulanmıştır. Ampirik analiz sonucunda ekonomik büyümeden finansal gelişme göstergelerine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu test edilmiştir. Makale sonucunda talep takipli hipotezin geçerli olduğu bir ilişkiden söz edilebileceği vurgulanmıştır. Dolayısıyla finansal gelişim göstergelerinin ekonomik büyümeyi etkilemeyeceği ancak ekonomik büyümenin finans sektörünü geliştireceği sonucuna ulaşılmıştır.

Güvenoğlu H. ve Erçakar M. (2018) enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmak için 1971-2015 yılı veri setini kullanarak Türkiye uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Enerjinin hem uluslararası şirketler açısından hem de ekonomik gelişmeler açısından stratejik bir kaynak olduğuna vurgu yapılmıştır. Sosyo-ekonomik kalkınmanın da enerji tüketimi düzeyinde etkili olduğuna vurgu yapılmıştır. Çalışmada Johansen eşbütünleşme testi uygulanmış olup, ampirik uygulama sonuçlarına göre enerji tüketimi ve ekonomik büyüme göstergeleri uzun dönemde negatif ve istatistiksel anlamda ilişkili oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumda enerji tüketiminde uzun dönemde meydana gelen artış neticesinde ekonomik büyümede azalış gerçekleştiği sonucuna vurgu yapılmıştır.

Gomez ve Rodriquez (2019) çalışmaları ile enerji, ekonomik büyüme, finansal gelişme ve kentleşme değişkenleri arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Çalışmalarında insanların ihtiyaçlarını ve isteklerini karşılamak için mal ve

hizmetlerin üretilmesi gerektiğinden ayrıca bunların karşılanması için de emek, sermaye ve enerjinin üretim faktörlerini oluşturmasından dolayı değişkenleri tercih ettiklerine vurgu yapmışlardır. NAFTA olarak geçen Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması'na üye ülkelerin 1971-2015 yılları arasındaki veri seti incelenmiştir. Ekonometrik model olarak panel veri kullanılmıştır. Kesit bağımlılık (Pesaran testi), birim kök testi olarak Kesitsel Arttırılmış Dickey Fuller, Kesit Im, Shin ve Pesaran testleri, eşbütünleşme testi için Kao ve Fisher – Johansen testleri uygulanmış olup nedensellik testi olarak ise Hurlin ve Dumitrescu testleri tercih edilmiştir. Ampirik analiz sonucunda değişkenlerin aralarında uzun vadede anlamlı ilişki içinde oldukları OLS ve Dinamik OLS tahmin ediciler ile belirlenmiştir. Kentleşme, dış ticaret, tüketici fiyatları indeksi ve finansal gelişme enerji tüketimini negatif yönde etkilerken GSYİH ise enerji tüketimi üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Araştırmadan çıkarılan sonuç kısmında ekonomik politika yapıcıların kentleşme, finansal gelişme ve dış ticaret de uygulanacak stratejik politikalar ile enerji tüketiminin azaltılmasına katkıda bulunabileceği yönünde görüş bildirilmiştir.

Tablo 31: Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Üzerine Bazı Çalışmalar

Yazarlar	Periyot	Metodoloji	Ülke	Nedensellik
Paul ve Bhattacharya (2004),	1950-1996	Englegrangereşbütünleşme testi, Granger nedensellik testi	Hindistan	E.T. ↔ GDP
Aslan ve Küçükaksoy (2006)	1970-2004	Granger nedensellik testi	Türkiye	F.G. → GSYİH
Kandır ve İskenderoğlu (2007)	1988-2004	Johansen Eşbütünleşme Testi, Hata düzeltme modeline dayalı nedensellik testi	Türkiye	GSYİH → F.G.
Narayan ve Smyth (2008)	1972-2002	Panel birim kök testi, panel eşbütünleşme testi, Granger nedensellik testi ve yapısal kırılmalı tahmin testi	G-7	E.T. → GDP
Apergis ve Payne (2009)	1980-2004	Pedroni Panel Eşbütünleşme Testi	Orta Amerika kıtasındaki 6 ülke	E.T. → GDP
Odhiambo (2009)	1971-2006	Granger nedensellik testi	Tanzanya	E.T. → GDP
Mucuk ve Uysal (2009)	1960-2016	Johanseneşbütünleşme testi ve Granger Nedensellik testi	Türkiye	E.T. → GSYİH
Shahbaz ve Lean (2011)	1971-2008	Sınır testi yaklaşımı ve Granger nedensellik testi	Tunus	F.G. ↔ E.T.
Özcan ve Ayşe (2011)	1980-2016	Granger nedensellik testi	Türkiye	GSYİH → F.G.
Karhan (2012)	1960-2011	ADF ve PP Birim kök testi, Johanseneşbütünleşme testi, Granger nedensellik testi	Türkiye	E.T. ↔ GSYİH
Apergis ve Danuletiu (2014)	1990-2012	Granger nedensellik testi	80 ülke	Y.E. ↔ GDP
Erdoğan ve Gürbüz (2014)	1970-2009	Granger nedensellik testi	Türkiye	E.T. → GSYİH
Furuoka (2015)	1980-2012	Panel Veri Analizi	Asya bölgesinde ki 12 ülke	E.T. → F.G.
Siddique ve	1980-	Panel entegrasyon testi,	Güney	GSYİH ↔ E.T.

Majeed (2015)	2010	Granger nedensellik analizi	Asya Bölgesinde ki 5 ülke	D.T. → GDP F.G. → GDP
Doğan ve Değer (2016)	1970-2013	ADF-PP birim kök testi, Johansen eşbütünleşme testi, Granger nedensellik testi	Türkiye	GSYİH → E.T. GSYİH → F.G.
Keskingöz ve İnançlı (2016)	1960-2011	Johansen Eşbütünleşme Testi Granger Nedensellik Testi	Türkiye	E.T. ↔ B.M.
Manga (2016)	1960-2013	Todo Yamamoto Nedensellik Testi	Türkiye	GSYİH → Y.K. GSYİH → T.K. GSYİH ↔ M2
Contukve Güngör (2016)	1998-2014	Granger Nedensellik Testi	Türkiye	GSYİH → F.G.
Işık ve Bilgin (2016)	2003-2015	Hacker ve Hatemi-j Nedensellik testi	Türkiye	GSYİH ↔ F.G.
Shahbaz ve Hoang (2017)	1960-2015	ARDL testi, Sınır testi, Hatemi-j nedensellik testi	Hindistan	E.T. → GDP
Güngör ve Simon (2017)	1970-2014	Johansen eşbütünleşme testi, Granger nedensellik testi	Güney Afrika	F.G. ↔ E.T. F.G. ↔ S. S. ↔ E.T.
Farhani ve Solarin (2017)	1973-1914	LM Birim kök testi Bayer-Hancke eşbütünleşme Granger nedensellik testi	A.B.D.	D.Y.Y. → E.T. GSYİH → E.T. S. T. → E.T. T. ↔ D.Y.Y.
Çağlar ve Kubar (2017)	1969-2014	Todo Yamamoto nedensellik testi	Türkiye	F.G. → E.T.
Tunalı ve Onuk (2017)	2003-2015	Granger nedensellik testi	Türkiye	GSYİH → F.G.
Keskin (2017)	1980-2016	Todo Yamamoto nedensellik testi	Türkiye	P.T. → GSYİH
Pata ve Ağca (2018)	1982-2016	Granger ve Hacker Hatemi-j nedensellik testi	Türkiye	F.G. → GSYİH
Altın ve Bozkurt	1980-2016	Dumitrescu ve Hurlin nedensellik testi	N11 (Next	GSYİH → F.G.

(2018)			Eleven)	
Gomez ve Rodriquez (2019)	1971-2015	Pesaran testi, ADF ve LM Shin birim kök testi, Kao ve Fisher - Johanseneşbütünleşme testi, Hurlin ve Dumitrescu nedensellik testi	NAFTA	E.T. → GDP

Not: GDP ve GSYİH: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla, F.G: Finansal Gelişme, E.T: Enerji Tüketimi, Y.E.T: Yenilenebilir Enerji Tüketimi, D.T: Dış Ticaret B.M: Banka Mevduatları, Y.K: Yurt içi Krediler, T.K: Toplam Krediler, M2: Para Arzı, S: Sanayileşme, D.Y.Y: Doğrudan Yabancı Yatırımlar, S.T: Sermaye, T: Ticaret, P.T: Petrol Tüketimi. “→” tek yönlü nedenselliği ifade ederken “↔” çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ifade etmektedir.

2. 1. 2. OECD Ülkeleri Üzerine Literatür Taraması

Müslümov ve Aras (2002) çalışmalarında ekonomik büyüme ve sermaye piyasası gelişmesi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. OECD ülkeleri üzerine yapılan çalışma için 1982-2000 dönemi veri setini kullanmışlardır. Değişkenlerin belirlenmesinde ekonomik büyüme göstergesi için reel kişi başına GSYİH kullanılırken finansal gelişme göstergesi için ise sermaye piyasası likiditesinin GSYİH oranı ile sermaye piyasası kapitalizasyonunun GSYİH’ya oranı değişken olarak belirlenmiştir. Ampirik analiz olarak panel veri yapılan çalışmada değişkenlerin uzun dönemde anlamlı bir ilişki içinde oldukları tespit edilmiştir. Yapılan çalışmanın neticesinde sermaye piyasasından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Belke, vd., (2010) yazmış oldukları makale ile 25 OECD ülkesi için 1981 ile 2007 dönemi veri setini kullanarak enerji fiyatları ile reel GSYİH arasındaki uzun vadeli ilişkiyi analiz etmişlerdir. Değişken olarak enerji tüketimi, GSYİH ve enerji fiyatlarını kullanmışlardır. Birik kök olarak ADF, PP ve KPSS testlerini uyguladıktan sonra Johansen eşbütünleşme testi ile değişkenlerin uzun dönemde ilişkili oldukları sonucuna varmışlardır. Ardından çalışmalarına dinamik panel Granger nedensellik testi uygulayarak enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak uluslararası gelişmelerin enerji tüketimi ile reel GSYİH arasında uzun vadeli bir ilişkinin egemen olduğunu ve temel değişkenlerin ortak bileşenleri arasında bir eşbütünleşmenin söz konusu olduğunu göstermişlerdir. Elde edilen bulgulara göre enerji tüketiminde fiyat esnekliğinin olmadığını belirtmişlerdir.

Apergis ve Payne (2010) çalışmalarını OECD ülkeleri üzerine panel veri uygulayarak gerçekleştiren, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme göstergelerini incelemişlerdir. 20 OECD ülkesi üzerine yapılan çalışma için 1985-2005 dönemine ait veri setini kullanmışlardır. Panel veri uygulanan çalışmada panel eşbütünleşme ve hata düzeltme modeli kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel GSYİH, ilişkili katsayılarla işgücü ve reel brüt sermaye oluşumu değişkenlerinin kullanıldığı çalışma sonucunda heterojen panel eşbütünleşme testi ile değişkenlerin istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki içinde oldukları uzun dönemde dengeli bir ilişki içinde oldukları tespit edilmiştir. Granger nedensellik testi ile de hem kısa hem de uzun vadede ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik olduğu saptanmıştır.

Wong, Chang ve Chia (2013) OECD ülkelerindeki enerji tüketimi ekonomik büyüme ve enerji AR-GE'si üzerine bir inceleme gerçekleştirmişlerdir. 1980-2010 yılları arasındaki veri setini kullandıkları çalışmada 20 OECD ülkesinin verilerini kullanmışlardır. Panel veri uyguladıkları çalışmada FMOLS olarak adlandırılan tam değiştirilmiş en küçük kareler yöntemiyle DOLS denilen dinamik en küçük kareler yöntemine başvurmuşlardır. Yapmış oldukları çalışma ile iki türlü nedensellik testi gerçekleştirmişlerdir. Yapmış oldukları ilk nedensellik testinde enerji tüketimi, reel GSYİH ve sermaye birikimi göstergeleri üzerine bir çalışma gerçekleştiren, yapmış oldukları diğer çalışmada ise enerji AR-GE'si, reel GSYİH ve sermaye birikimi değişkenleri üzerinde durmuşlardır. 20 OECD ülkesinin ise enerji tüketimlerini fosil yakıtlar ve yenilenebilir enerji olarak ikiye ayırırken ayrıca petrol rezervi olanlar ve olmayanlar olarak iki gruba ayırmışlardır. Ampirik analiz sonucunda ise fosil yakıtlar ve sermaye birikiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik olduğu tespit edilirken yenilenebilir enerjiden de petrol rezervi olmayan ülkelerin reel çıktıları üzerine tek yönlü nedensellik olduğu tespit edilmektedir.

Shafiei v.d. (2013) makale ile ekonomik büyüme neticesinde yenilenemeyen enerjinin kullanımı yerine yenilenebilir enerjinin kullanılıp kullanılmayacağını araştırmak için yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi sonucunda ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Ampirik bulgular seçilen OECD ülkeleri için 1980 ile 2011 yılları arasındaki veri setine dayanmaktadır.

Ampirik analiz neticesinde yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynağının OECD ülkelerinde ekonomik büyümeyi teşvik ettiğini göstermektedir. Tüm bunların yanında yenilenemeyen enerji kaynaklarının ekonomik büyüme konusunda en çok tüketilen enerji kaynağı olduğu da gösterilmektedir. Nedensellik analizi sonucunda hem kısa hem de uzun vadede ekonomik büyüme ile yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin çift yönlü nedensellik içinde olduğu görülmektedir. Bu bulgu neticesinde sonuç olarak geri bildirim hipotezinin geçerli olduğunu ve ekonomik büyümenin yüksek olduğu durumlarda yenilenebilir ve yenilenemez enerjide de artışın olduğunu ve tersi yönde tüketimin de artarak bir geri bildirim sürecinde karşılık verdiğini belirtmektedir.

Hung-Pin (2014) ise yapmış olduğu çalışma ile seçilmiş 9 OECD ülkesindeki yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Dönem olarak 1982-2011 yılları arasındaki veri seti kullanılmıştır. ARDL otoregresif dağıtılmış gecikme ile eşbütünleşme testi uygulanarak vektör hata düzeltme modelleri uygulanmış ve değişkenler arasındaki nedensellik durumu araştırılmıştır. Eşbütünleşme ve nedensellik testi için Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Birleşik Krallık (İngiltere), İtalya ve Japonya ülkeleri baz alınmıştır. Ampirik analiz neticesinde İtalya ve İngiltere arasında ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru kısa dönemli tek yönlü nedensellik olduğu belirlenmiştir. Almanya, İngiltere ve İtalya için ise yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru uzun vadeli ve tek yönlü nedensellik olduğu saptanmıştır. ABD ve Japonya için ise ekonomik büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru uzun vadeli tek yönlü nedensellik bulunurken; İngiltere ve Almanya için ise yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu tespit edilmiştir. Son olarak ABD için ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik olduğu vurgulanmaktadır. Bir diğer kanıt olarak ise Danimarka, Portekiz, Fransa ve İspanya için yenilenebilir enerji tasarruf politikalarının ekonomik büyüme üzerinde herhangi bir etki bırakmayacağı belirlenmektedir.

Naseri, vd., (2016) yenilenebilir enerji tüketimi sonucunda OECD ülkelerinin ekonomik büyümelerindeki etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Dönemin tüm OECD ülkelerini kapsayan çalışma için 1990-2012 yıllarına ait veri setinden

faydalanılmıştır. Ampirik çalışma olarak zaman serisinin uygulandığı çalışma için Johansen eşbütünleşme testi ve otoregresif dağıtılmış gecikmeli modeli (ARDL) kurulmuştur. Yapılan analizler sonucunda OECD ülkeleri için yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın ekonomik büyümede de artışa yol açtığı sonucuna ulaşımlardır. Başka bir ifadeyle yenilenebilir enerji tüketimi arttığında enerji toplamının verimliliği de artmakta ve bu durumun ekonomik büyümeye neden olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç bölümünde teknolojideki gelişmelerin de OECD ülkelerinde yüksek bir ekonomik büyümeye karşılık bulacağını belirtmişlerdir.

Alp (2016) OECD ülkelerindeki enerji tüketimi ve ekonomik büyüme göstergeleri üzerine analiz gerçekleştirmiştir. Analizin temelinde çevresel faktörlerin ve enerji kaynaklı ekonomik krizlerin ülkelerdeki büyümeye olan etkilerini göstermek amaçlanmaktadır. Ülkelerin enerji politikalarının belirlenmesi için enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin ölçülmesi gerektiği ve stratejik politikaların bu duruma göre belirlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. OECD ülkeleri arasındaki nedenselliğin test edilmesi amacıyla 1980-2012 dönemine ait veriler kullanılmıştır. Daha önce belirtmiş olduğumuz tarafsızlık hipotezi, temel hipotez, büyüme hipotezi koruma hipotezi ve geri bildirim hipotezinden hangisinin geçerliği olduğunu belirlemek için 23 OECD ülkesinin uluslararası enerji istatistikleri test edilmiştir. VAR model kurularak Johansen eşbütünleşme testinin ve Granger nedensellik testinin yapıldığı çalışmada 23 OECD ülkesi için 6 büyüme hipotezi, 4 koruma hipotezi ve 11 tarafsızlık hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir.

Matei (2017) 34 OECD ülkesi için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1990-2014 dönemi için analiz etmektedir. Panel veri tekniklerinin uygulandığı çalışmada reel GSYİH'da görülen artışların uzun vadede yenilenemeyen enerjiyle karşılıklı pozitif ve anlamlı ilişki içinde olduklarını göstermektedir. Kısa vadedeki etkilerin ise enerjinin yenilenebilir ve yenilenemez olmasına göre değiştiğini açıklamaktadır. Nedensellik testi sonucuna göre ise yenilenemeyen enerji tüketimiyle GSYİH arasında çift yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir. OECD örneğine göre GSYİH'da gerçekleşen büyümenin yenilenebilir enerji üzerinde negatif bir etkisi olduğunu göstermektedir. Genel olarak

baktığımızda uzun ve kısa vadede yenilenemeyen enerji kaynakları için geri bildirim hipotezinin geçerli olduğunu kanıtlamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları için ise uzun vadede geri bildirim hipotezinin kısa vadede koruma hipotezinin geçerli olduğunu belirlemektedir. Yapılan çalışmanın sonuç kısmında hükümetlerin büyüme ile yenilenebilir enerji stratejilerinin beraber değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Yenilenebilir enerjinin kullanımını arttırmak ve fosil yakıtlar karşısında daha kullanışlı hale gelmesini sağlamak için ilgili altyapı ağlarına yatırım yapılması, gelecek vaat eden yenilenebilir teknolojilere yönelmesi ve bölgesel işbirliğini gerçekleştirmek için Ar-Ge yatırımlarının finanse edilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme üzerine yapılan bir diğer çalışmada ise Gozgor ve Lau (2018) OECD ülkeleri üzerine yeni kanıtlar sunmaktadır. Ekonomideki büyümeyi gerçekleştirmek için katma değeri yüksek olan ürünlerin dışa aktarımı gerçekleştirmesi bir büyüme modeline dayanmaktadır. Ampirik çalışmanın yapılması için 1990-2013 yılları arasındaki veri setinin kullanıldığı çalışmada 29 OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı) ülkesinin yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Çalışmada ARDL (panel otoregresif dağılımlı gecikme) ve (PQR) panel kuantil regresyon testleri uygulanmıştır. Makale ile sadece ekonomik karmaşıklık değil aynı zamanda ülkelerdeki yenilenebilir ve yenilenemeyen enerjinin ihtiyaçları da ortaya konmaktadır. Ampirik analiz sonucunda enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile pozitif ilişkili oldukları ve uzun vadede dengeli bir ilişki içinde oldukları görülmektedir.

Tablo 32: OECD Ülkelerindeki Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Üzerine Bazı Çalışmalar

Yazarlar	Periyot	Metodoloji	Ülke	Nedensellik
Müslümov ve Aras (2002)	1982-2000	Panel veri	OECD	S.P. → GDP
Belke (2010)	1981-2007	ADF,PP,KPSS birim kök testi, Johansen eşbütünleşme testi, Granger nedensellik testi	25 OECD ülkesi	E.T. ↔ GDP
Apergis ve Payne(2010)	1985-2005	Panel eşbütünleşme testi, Granger nedensellik testi	20 OECD ülkesi	GDP ↔ Y.E.T
Wong, Chang, Chia (2013)	1980-2010	FMOLS ve DOLS, Panel veri	20 OECD ülkesi	F.Y. → GDP S.B. → GDP Y.E. → P.R.
Shafiei v.d. (2013)	1980-2011	Panel veri teknikleri	OECD ülkeleri	Y.E.T. ↔ GDP YN.E.T ↔ GDP
Hung-Pin (2014)	1982-2011	ARDL ve Vektör Hata Düzeltme Modeli	9 OECD	Y.E.T → GDP GDP → Y.E.T.
Naseri (2015)	1990-2012	Johansen Eşbütünleşme Testi, ARDL testi	OECD ülkeleri	Y.E.T → GDP
Matei (2017)	1990-2014	Panel veri teknikleri	34 OECD ülkesi	YN.E.T ↔ GDP

Not: GDP: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla, Y.E.T: Yenilenebilir Enerji Tüketimi, YN. E.T: Yenilenemez Enerji Tüketimi, E.T: Enerji Tüketimi, S.P:Sermaye Piyasası, F.Y: Fosil Yakıtlar, S.B: Sermaye Birikimi, P.R: Petrol Rezervi Olmayan Ülkeler. “→” tek yönlü nedenselliği ifade ederken, “↔” çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ifade etmektedir.

2. 2. Ekonometrik Metodoloji

Bu başlık altında çalışmanın ampirik analiz kısmında kullanılacak yöntemlerden bahsedilecektir. Ekonometrik yöntemlerin teorik açıklamalarının ardından kullanmış olduğumuz ekonometrik göstergelerin birbirleri ile olan ilişkileri üzerine yorum yapılacaktır.

2. 2. 1. Panel Veri Analizi

Seriler arasındaki ilişkiler incelenirken istatistiksel ve ekonometrik olarak üç farklı yöntem üzerinde durulmaktadır. Bu yöntemleri zaman serileri, yatay kesit verileri ve her iki verinin birleşiminden meydana gelen panel veriler olarak

sıralayabiliriz. Panel veriyi tanımlayacak olursak; zaman boyutuna sahip olan kesit veriler olarak açıklayabiliriz (Özer ve Çiftçi, 2009: 41).

Söz konusu veriler ile yatay kesit veri setlerinde çok sayıdaki birime ait tek bir dönem verisi sağlanırken zaman serisi ile tek bir birime ait çok sayıda dönemi içeren bilgiler sağlanmaktadır. Panel veri analizi ile çok sayıda birime ait çok sayıda dönemi içeren bilgiler elde edilmektedir. Böylelikle panel verilere dinamik etkiler oluşturması gereken modeller kolaylıkla dahil edilmektedir. Yatay kesit verilerinin zaman serisi verilerini bir arada kullanılması ise hem nicelik açısından hem de nitelik açısından verilere katkı sağlayacaktır (Gujarati, 2003).

Panel veriler birçok özelliği ile aynı örneklem birimine ait çok sayıda farklı gözlemler yapılması için olanaklara sahiptir. Panel veriler ile tüketiciler, hane halkı, bölgeler, firmalar, bölgeler, sektörler ya da ülkeler gibi değişkenlerden her bir kesitin eşit uzunluktaki modelden oluşması durumunda balanced olarak adlandırılan dengeli panel veriler oluşturulur. Farklı uzunlukta model meydana gelmesi durumunda ise unbalanced dengesiz panel veriler oluşturulmaktadır. Panel verinin basit fonksiyonu ise aşağıda açıklandığı gibidir (Özer ve Çiftçi 2009: 41).

$$Y_{it} = \alpha + \beta_{1it}X_{1it} + \dots + \beta_{kit}X_{kit} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

Burada belirtilen $t=1,2,\dots,T$ zaman diliminin bir ifadesidir. Birimler ise $i=1,2,\dots,N$ şeklinde ifade edilmektedir. x_{it} ise sabit terim içermemekle birlikte K tane değişkeni temsil etmektedir (Egeli ve Egeli: 101).

Panel verilere ilişkin hata terimlerini ise şu şekilde ifade edebiliriz;

$$\epsilon_{it} = \mu_i + v_{it}$$

Çift taraflı hata bileşenli regresyon modeli ise gözlenemeyen zaman etkisini içeren modeller için tercih edilmektedir. Çift taraflı hata bileşeni regresyon modeli;

$$\epsilon_{it} = \mu_i + \lambda_t + v_{it}$$

Tek ve çift taraflı hata terimi modellerini iki gruba ayırarak hata teriminin yapısına göre bireysel etki ve zaman etkisi olarak sayabiliriz. Bireysel etki için tek

tarafli hata bileşeni öngörüsünün hakim olması gerekmektedir. Hem bireysel etkinin hem de zaman etkisinin olduğu çift taraflı hata bileşeni öngörüsü olduğunda bu durum sabit etkiler olarak varsayılırsa fixed effect, sabit etkiler modeli olarak tanımlanmaktadır. Diğer model ise random effect adı verilen rassal etkiler modelidir (Özer ve Çiftçi, 2009: 41).

2. 2. 1. 1. Sabit Etkiler Modeli

Sabit etkiler modeliyle her bir yatay kesite ayrı bir sabit değer oluşturulmaktadır. Panel veriler modelinde hem kesite hem de zamana göre bir farklılık söz konusuysa bu model çift yönlü sabit etkiler modeli olarak adlandırılmaktadır.

Tek yönlü sabit etkiler modeli;

$$Y_{it} = (a_{it} + \mu_{it}) + \beta_{1it}X_{1it} + \dots + \beta_{kit}X_{kit} + \epsilon_{it} \quad (2)$$

Çift yönlü sabit etkiler modeli ise;

$$Y_{it} = (a_{it} + \mu_{it} + \lambda_{it}) + \beta_{1it}X_{1it} + \dots + \beta_{kit}X_{kit} + \epsilon_{it} \quad (3)$$

2. 2. 1. 2. Rassal Etkiler Modeli

Rassal etkili modeller, kesitlere veya hem zamana hem de kesitlere bağlı olarak oluşan hata teriminin bir bileşeni olan değişikliklerin modele dahil edilmesidir. Sabit etkili modellere göre rassal etkili modeli üstün yapan durum ise serbestlik derecesi kaybını engellemiş olmasıdır. Rassal etkiler modeli aynı zamanda örneklem dışındaki etkilerinde modele dahil edilmesine olanak tanımaktadır. μ_i değerini içeren hata terimleri sebebiyle bu modeller aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

Tek yönlü rassal etkiler modeli;

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1it}X_{1it} + \dots + \beta_{kit}X_{kit} + (\mu_i + v_{it}) \quad (4)$$

Çift yönlü rassal etkiler modeli;

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1it}X_{1it} + \dots + \beta_{kit}X_{kit} + (\mu_i + \lambda_{it} + v_{it}) \quad (5)$$

2. 2. 2. Yatay Kesit Bağımlılık Testleri

Geliştirilen ekonomik model için kullanacak olduğumuz panel birim kök testlerinden hangilerini kullanacağımızı belirlememiz için yatay kesit bağımlılığın (cross-sectiondependence) sınanması gerekir. Yatay kesit bağımlılığı varsayımı paneli meydana getiren birimlerden herhangi birinde oluşan şok sonucu diğer ülkelerin bu durumdan aynı derecede etkilenmeleri durumudur. Bunun yanında herhangi bir ülkede makroekonomik şok olması durumunda panelde bulunan diğer ülkeler üzerinde bir etkisi olup olmadığı durumuna da dayanmaktadır. Yatay kesit bağımlılığı göz önüne alınmayan testlerde tutarsızlık olması durumunu açıklayacak olursak; küreselleşme, finansal entegrasyon ve uluslararası ticaret gibi dünyayı etkileyen göstergelerin dereceleri artabilir. Böyle bir durumda 2008 yılında çıkan finansal kriz döneminde olduğu gibi herhangi bir ülkede gerçekleşen finansal şokun diğer ülkeleri aynı şekilde etkilemeyeceği daha gerçekçi olacaktır. Bu durumda yatay kesit bağımlılık testi yapılmadan elde edilen analizlerin sonuçlarında tutarsızlık ve sapmalar olacağını göstermektedir. Birim kök teste başlamadan önce serilerin yatay kesit bağımlılık testinin yapılması serilerde tutarsızlık ve sapmalar olup olmadığını gösterecektir (Mercan, 2014:235; Menyah vd. 2014:389).

Yatay kesit bağımlılığı varlığının reddedildiği bir panel veri analizinde 1. nesil panel veri birim kök testleri kullanılabilir. Yatay kesit bağımlılığın olduğu panel veri birim kök testlerinde ise 2. nesil panel birim kök testi kullanılarak daha etkili ve güçlü tahminler yapılmaktadır.

İlk olarak yapılan yatay kesit bağımlılık testi Breusch ve Pagan (1980)'in geliştirmiş olduğu Lagrange Multiplier (LM) testidir.

$$LM = T \sum_{l=1}^{N-1} \sum_{j=l+1}^N \hat{p}_{lj}^2 \quad (6)$$

Eşitliğine göre , $\rho^{\hat{}}$, ikili korelasyonda ortaya çıkan kalıntıların örnek tahminini göstermektedir. H_0 hipotezine göre yatay kesitler ilişkili değildir. $T \rightarrow \infty$ gösterirken N sabit duruyorsa $\frac{N(N-1)}{2}$ derecesindeki serbestliğin ki-kare asimptotik dağılımına

sahiptir. $T > N$ olması için, LM testinin zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük demektir.

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{l=1}^{N-1} \sum_{j=l+1}^N (T\hat{p}_{ij}^2 - 1) \quad (7)$$

CD_{LM} testi sonucuna göre $N \rightarrow \infty$ ve $T \rightarrow \infty$ olduğunda yatay kesit bağımlılığının gerçekleşmediği kanısına varılmaktadır. CD_{LM} testinde önemli derecede bozulmalar gözükmesi ve N büyüdükçe sapmaların daha da artması için $N > T$ durumunun olması gerekmektedir. Bundan dolayı Peseran (2004) tarafından $N > T$ olduğunda yatay kesit bağımlılığının olması için CD testi uygulamasını geliştirmiştir.

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \sum_{l=1}^{N-1} \sum_{j=l+1}^N \hat{p}_{ij}^2 \quad (8)$$

Yatay kesit kalıntılarındaki korelasyon katsayıları arasındaki toplama dayandırıldığında bu test uygulanmaktadır. H_0 hipotezi yatay kesitler arasında ilişki olmadığını gösterirken CD testi normal dağılım göstermektedir. Başka bir yatay kesit bağımlılık testi ise sapması düzeltilmiş LM_{adj} testi olan Peseran vd. (2008)'in geliştirdiği sapması düzeltilmiş testtir.

$$LM_{adj} = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}} \sum_{l=1}^{N-1} \sum_{j=l+1}^N \hat{p}_{ij}^2 \frac{(T-k)\hat{p}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{\sqrt{v_{Tij}^2}} \quad (9)$$

μ_{Tij} , $(T-k)\hat{p}_{ij}^2$ denkleminin ortalaması k regresör numarasını göstermektedir. $(T-k)\hat{p}_{ij}^2$ varyansını ise v_{Tij}^2 göstermektedir. Asimptotik açıdan standart normal dağılım gösteren test istatistiği sonucuna ulaşılmıştır.

Bahsedilen testlerin sonucunda oluşturulan hipotezler;

H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur.

H_1 : Yatay kesit bağımlılığı vardır. Şeklindeydir.

Ülkeler arasındaki yatay kesit bağımlılığı olmaması durumunda H_0 kabul edilirse analiz için birinci nesil panel birim kök testleri uygulanır. Yatay kesit bağımlılığı olduğunu gösteren H_0 'ın reddedildiği durumda ise analiz için ikinci nesil panel birim kök testleri uygulanmaktadır (Koçbulut ve Altıntaş 2016:152).

2. 2. 3. Panel Birim Kök Testleri

Zaman serileri analizlerinde yalnızca zaman boyutuyla ilgili bilgiler göz önüne alınmaktadır. Ancak panel birim kök sınaması verinin zaman boyutunun yanında yatay kesit boyutuna ilişkin verileri de değerlendirmektedir. Bu açıdan istatistiksel anlamda panel birim kök testlerinin zaman serisi sınamalarına göre daha güçlü oldukları kabul edilmektedir. Yatay kesit boyutunun eklenmesi durumunda verinin değişkenliği de artmaktadır. Burada önemli olan nokta paneli meydana getiren yatay kesitlerin birbirlerinden bağımsız olup olmamaları durumudur. Bundan dolayı birinci kuşak ve ikinci kuşak yatay kesit veriler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Birincil kuşak testler de kendi arasında heterojen ve homojen modeller olmak üzere ikiye ayrılmışlardır. Heterojen olan modelleri; Maddala ve Wu (1999), Choi (2001) ve Im, Pesaran ve Shin (2003) olarak sıralayabiliriz. Homojen olan modeller ise; Hadri (2000), Breitung (2005) ve Levin, Lin ve Chu (2002) panel birim kök testleridir. Birincil kuşak verilerin varsayımı paneli oluşturan yatay kesit verilerinin birbirlerinden bağımsız olacak şekilde gerçekleştiği ve paneldeki her bir birimden gelen şoklardan paneldeki tüm yatay kesit verilerinin aynı düzeyde etkilendiklerine dayanmaktadır. Ancak günümüze baktığımızda uluslararası platformda artık ekonomiler birbirleriyle ilişkili duruma gelmişlerdir. Paneldeki herhangi bir yatay kesit birimde oluşan bir şoktan, diğer birimlerin aynı düzeyde etkilenmeleri mümkün olmamaktadır. Burada oluşan eksikliği gidermek adına yatay kesit bağımlılığını da göz ardı etmeden analiz gerçekleştiren ikinci nesil panel birim kök testleri geliştirilmiştir. İkincil nesil panel birim kök testleri Bai ve Ng (2004), PANKPSS (Carrion-I Silvestre et al, 2005), MADF (Taylor ve Sarno, 1998), SURADF (Breuer, Mcknowm ve Wallece, 2002) ve CADF (Pesaran, 2006) olarak sıralanabilir (Yıldırım, Mercan ve Kostakoğlu, 2013: 88).

AR sürecindeki sınırlamanın olup olmaması durumuna göre yatay kesitler ve serilere bağlı olarak panel birim kök testleri de ayrılmaktadır. Choi (1999), Madda ve Wu (1999), Breitung (2000), Hadri (2000), Levin, Lin ve Chu (LLC) (2002) ve Im, Pesaran ve Shin (IPS) (2003) panel birim kök testleri sıralanabilir.

AR (1) süreci olarak geliştirilen panel veri için;

$$y_{it} = p_i y_{it-1} + X_{it} \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

$i=1,2,3,\dots,N$ ve $t=1,2,3,\dots,T$ yatay kesit birimleridir.

Modeldeki dışsal değişkeni X_{it} ifade etmektedir. AR katsayısı ise p_i olarak ifade edilmiştir. ε_{it} 'in ise sabit varyanslı ve sıfır ortalamalı olarak normal dağılım gösterdiği varsayılmaktadır. $|p_i| < 1$ şeklindeyse y_{it} trendinin zayıf bir şekilde durağan olduğu söylenmektedir. Burada $|p_i| = 1$ şeklindeyse y_{it} birim kök içermektedir olarak ifade edilmektedir. p_i iki temel varsayıma dayanmaktadır. İlk varsayım, bütün i 'lerin $p_i = p$ olarak ifade edildiği yatay kesitler arasındaki parametrelerin ortak olması durumudur. Hadri, Breitung ve LLC bu varsayım üzerine gerçekleştirilen panel birim kök testleridir. İkinci varsayım ise p_i 'nin yatay kesitler arasında serbestçe değişebildiği varsayımdır. Choi, Maddala-Wu ve IPS testleri ise ikinci varsayıma dayanmaktadır (Egeli ve Egeli: 107).

2. 2. 3. 1. Levin, Lin ve Chu (2002) Panel Birim Kök Testi

Temel ADF spesifikasyonunu kullanmakta olan LLC testi için;

$$\Delta y_{it} = \alpha y_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \beta_{ij} \Delta y_{it-j} + x'_{it} \delta + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

Modele fark terimlerinin gecikmeleri eklenmekte ve $\alpha = p - 1$ ortak sayılmaktadır. Otokorelasyondan, standartlandırılmış ve deterministik kısımlarından arındırılmış olan α tahmini y_{it} 'nin ve Δy_{it} 'in vekil değişkeniyle yapılmaktadır (Egeli ve Egeli: 108).

Denklem 12 ve denklem 13 için öncelik tanınarak belirli bir gecikme sayısında y_{it-1} ve Δy_{it} , gecikme terimleri dışsal X_{it} ve Δy_{it-j} ($j=1,\dots,p_i$) üzerinden elde

edilmektedir. Bu regresyonların katsayı tahminleri $\hat{\delta}$ şeklindedir. Ortaya çıkan katsayılar kullanıldığında $\Delta\bar{y}_{it}$ ve \bar{y}_{it-1} şu şekilde ifade edilmektedir;

$$\Delta\bar{y}_{it} = \Delta y_{it} - \sum_{j=1}^{p_t} \hat{\beta}_{ij} \Delta y_{it-j} - x'_{it} \hat{\delta} \quad (12)$$

$$\bar{y}_{it-1} = y_{it-1} - \sum_{j=1}^{p_t} \hat{\beta}_{ij} \Delta y_{it-j} - x'_{it} \hat{\delta} \quad (13)$$

$\Delta\bar{y}_{it}$ ve \bar{y}_{it-1} 'in standart hatasını gösteren (s_i) bölüm yoluyla vekil değişkenler ortaya çıkmaktadır.

$$\Delta\tilde{y}_{it} = \left(\frac{\Delta\bar{y}_{it}}{s_i} \right)$$

$$\tilde{y}_{it-1} = \left(\frac{\bar{y}_{it-1}}{s_i} \right)$$

LLC testinde sıfır hipotez $H_0: \alpha=0$ şeklinde kurulurken, alternatif hipotez $H_1: \alpha < 0$ şeklinde kurulmaktadır.

α 'yı elde etmek için ise aşağıdaki denklemi kullanabiliriz;

$$\Delta\tilde{y}_{it} = \alpha \tilde{y}_{it-1} + \eta_{it}$$

2. 2. 3. 2. Im, Pesaran ve Shin (2003) Panel Birim Kök Testi

Alternatif bir panel birim kök testi geliştiren Im, Pesaran ve Shin (2003), panel veri elde etmek için birim kök testlerinin ortalamasını temel almışlardır. Eş zamanlı durağanlığı ve durağan olmama durumunu göz önünde bulundurmak için IPS t_{bar} olarak adlandırılan ve panel analizler için daha kolay ve esnek hesaplanan bir birim kök test süreci önerilmiştir. Temelde panel birim kök testleri için hesaplanan ADF birim kök testinin ortalamasını kullanarak IPS testi ve t_{bar} istatistiği geliştirilmiştir. Bu testin uygulanabilmesi için aşağıdaki modeli kullanmamız gerekmektedir (Barutçu ve Arslan, 2016:414).

$$t \text{ bar istatistiği} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{pi} \quad (14)$$

IPS testinin geliştirilmesinin amacı heterojen bir panel birim kök testi olmasıdır. Burada π yatay kesitler içinde değişebilmektedir. Böylelikle her yatay kesit için ayrı ayrı panel birim kök testi olup olmadığı analiz edilebilmektedir. Böylelikle LLC testinden ayrılarak paneldeki kesitler arasındaki heterojenliğe izin veren IPS testi uygulanmıştır (Egeli ve Egeli: 110).

IPS testine başlamak için her yatay kesite ayrı ayrı ADF testi belirlenmelidir;

$$\Delta y_{it} = \alpha y_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \beta_{ij} \Delta y_{it-j} + x'_{it} \delta + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

IPS analizi ile $H_0: \alpha_i = 0$ hipotezi bütün i 'lerde birim kök vardır şeklinde kurulmaktadır. Alternatif hipotezi $H_1: \alpha_i < 0$ en azından bir i hipotezine karşı test etmeyi amaçlamıştır. IPS testi için her yatay kesitteki ADF'nin gecikme kısmının ve deterministik kısmının belirlenmesi gerekmektedir. IPS testinde bireysel sabit ya da bireysel sabit ve trend terimleri kullanılabilir (Egeli ve Egeli: 110).

2. 2. 3. 3. Fisher-ADF Ve Fisher-PP Panel Birim Kök Testleri

Choi (2001) ve Maddala ve Wu (1999)'un gerçekleştirmiş olduğu IPS ve LLC çalışmalarına dayalı eksiklikleri giderebilmek amacıyla aynı zamanda onların çalışmalarını da temel alarak alternatif bir test gerçekleştirmişlerdir. ADF veya farklı bireysel durağan olmama testlerinden elde edilmiş panel birim kök testlerine alternatif oluşturacak test istatistiklerinin p değerleri kombinasyonu ile gerçekleşen Fisher testini kullanmayı önermişlerdir (Baltagi, 2005:244; Barbieri, 2006: 10).

Yokluk hipotezi ile birim kök olduğu ileri sürülen panel birim kök araştırmasında $H_0: \delta_1=0$ ise, $i=1,2,3,4,\dots,N$ için alternatif birim kök içermeyen hipotezi $H_1= \delta_1 < 0$ şeklindedir. Diğer birim kök testleri ile alternatif veya boş hipotezleri benzer şekildedir. Bu tarz sınamalar genel olarak Fisher tipi olarak anılmaktadır. IPS testi ile Fisher testi birbirleriyle doğrudan karşılaştırılabilmektedir.

Her iki test içinde bağımsız testlerin anlam düzeylerinin bir bileşimi olduğunu söyleyebiliriz. Herhangi bir birim kök testinden elde edilerek kullanılan Fisher parametrik olmayan bir test çeşididir. IPS ise parametrik olmasıyla Fisher testinden farklıdır. Bireysel testlerin sonucunda t-bar istatistiğine dayalı olarak yöntem kullanan IPS testi yalnızca ADF testi ile kullanılabilir. IPS ile alternatif ve boş hipotezleri aynı olan Fisher testi ise p_1 değerlerine dayalı bir istatistik kullanmaktadır (Barutçu ve Aslan, 2016: 415).

P_1 değerinin bulunması için aşağıdaki denklem kullanılmaktadır.

$$P = -2 \sum_{i=1}^N \ln p_i \quad (16)$$

H_0 : Seride birim kök var

H_1 : Seride birim kök yok şeklindedir.

2. 2. 3. 4. İkinci Nesil Peseran CADF Panel Birim Kök Testi

Birinci nesil birim kök testlerinin yanında yatay kesit bağımlılığı olması durumunda daha etkili sonuçlar vermesinden dolayı ikinci nesil birim kök testi olan Cross Sectionally Augmented Dickey Fuller olarak adlandırılan CADF birim kök testi de dahil edilmiştir (Kılıç ve Aslan, 2016: 5).

Her bir ülke için her yatay kesit birimine paneli oluşturan seriler için CADF birim kök testi uygulanabilmektedir. Böylelikle panelin genelinde her yatay kesit için serilerin durağanlığının hesaplanmasına olanak tanınmaktadır. Zaman etkisi, her ülkede farklı bir etkide gerçekleşecek olduğundan CADF testi mekânsal otokorelasyonu dikkate almıştır. Bu durumun oluşması için $T < N$ ve $T > N$ şeklinde olmalıdır. Peseran (2006) CADF kritik tablo değerleriyle bu test istatistiği karşılaştırılarak her ülkenin durağanlığı ayrı ayrı test edilmektedir. CADF test istatistiğine göre CADF kritik tablo değeri daha büyük bir değerdeyse H_0 hipotezi reddedilmektedir. Bu durum yalnızca uygulamanın yapıldığı ülke için durağanlık sonucunu vermektedir (Yıldırım, Mercan Kostakoğlu 2013: 89).

$$Y_{i,t} = (1 - \phi_t)\mu_t + \phi_t y_{i,t-1} + \mu_{i,t} \quad t = 1,2,3,\dots,N \text{ ve } t = 1,2,3,\dots,T$$

$$\mu_{i,t} = Y_i f_t + \varepsilon_{i,t}$$

f_t ile her ülkede görülmeyen ortak etki, common effect göstergesi iken; $\varepsilon_{i,t}$ ise bireysel-spesifik hatayı temsil etmektedir. Yukarıda bahsedilen denklemler sonucunda birim kök testlerini şu şekilde açıklayabiliriz;

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_t + \beta_i y_{i,t-1} + y_t f_t + \varepsilon_{i,t} \quad t=1,2,3,\dots,N \text{ ve } t=1,2,3,\dots,T$$

$H_0: \beta_i = 0$ tüm i 'ler için serinin durağan olmadığını gösterir.

$H_1: \beta_i < 0 \quad i=1,2,3,\dots,N_1, \quad \beta_i = 0 \quad i=N_1+1,N_1+2,N_3+3,\dots,N$ ise serinin durağan olduğunu göstermektedir.

2. 2. 4. Pedroni Eşbütünleşme Testi

Eşbütünleşme vektöründeki hetorejenliğe izin veren Pedroni eşbütünleşme testi, sabit veya dinamik etkilerin panel kesitleri arasındaki farklılaşmasına da izin vermektedir. Ayrıca eşbütünleşik vektörde alternatif hipotezlerin de kesitler arasında farklılaşmasına izin vermektedir. Pedroni, 1997, 1999, 2000 ve 2004 testlerini geliştirmiş, literatürlerde en çok kullanılan panel testlerin de başında gelmektedir (Kök ve Şimşek, 2006). Pedroni panel eşbütünleşme testindeki ilk adım regresyon hata terimini hesaplamaktır. Pedroni testleri denklemdaki hata terimleri üzerine kurulmaktadır (Pedroni, 1999: 656).

$$Y_{i,t} = \alpha_i + \delta_{i,t} + \beta_{1i} x_{2i,t} + \dots + \beta_{Mi,t} + u_{i,t}'$$

$$T=1,2,\dots,T \quad i=1,2,\dots,N \quad m=1,2,\dots,M$$

T: Gözlem sayısı, N: Panel yatay kesitlerin toplamı, M: Regresyondaki değişkenlerin sayısı

N tane farklı kesit olduğu için M tane değişken içeren N tane farklı denklem olmaktadır. $\beta_{1i}, \dots, \beta_{Mi}$ paneldeki eğim katsayılarının yatay kesitler arasındaki değişebildiğini gösterir. Paneldeki kesitlere özgü olarak bireysel kesitlerin değişik olduğu ya da sabit olabilen α_i parametresi sabit etki parametresidir. Pedroni,

toplama yedi adet hipotez geliştirmiştir. Bu yedi testten dört tanesi panel eş-bütünleşme istatistiğidir. Diğer 3 tanesi ise grup ortalamasından alınan panel eş-bütünleşme istatistikleridir. Birinci kategorinin içindeki dört testten ilki, varyans oranı tipinde parametrik olmayan istatistiği açıklamaktadır. Aynı kategorinin devamında ikinci istatistik ise parametrik olmayan istatistiğin panel versiyonu olan Phillips-Perron (PP) rho istatistiğine benzerdir. nc istatistiğe de baktığımızda parametrik olmadığını ve PP t-istatistiğine benzediğini görmekteyiz. Augmented Dickey Fuller (ADF) t-istatistiğine benzer olan dördüncü istatistik ise parametrik bir istatistik sunmaktadır. İkinci kategoride ise 3 test bulunmakta olup ilki PP rho-istatistiğine benzer şekildedir. İkincisi ise PP t-istatistiğine benzer olup sonuncusu ADF t-istatistiğine benzemektedir (Kök ve şimşek, 2006).

Panel v istatistiği:

$$Z_{vNT} = \frac{1}{(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T L_{11i}^{-2} e_{it-1}^2)} \quad (17)$$

Panel rho istatistiği:

$$Z_{p_{NT-1}} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T L_{11i}^{-2} (e_{it-1} \Delta e_{it} - \lambda_i)}{(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T L_{11i}^{-2} e_{it-1}^2)} \quad (18)$$

Panel t istatistiği:

$$Z_{t_{NT}} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T L_{11i}^{-2} (e_{it-1} \Delta e_{it} - \lambda_i)}{\sqrt{\sigma_{NT}^2 (\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T L_{11i}^{-2} e_{it-1}^2)}} \quad (19)$$

Panel t istatistiği (parametrik):

$$Z_{t_{NT}}^* = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T L_{11i}^{-2} (e_{it-1}^* \Delta e_{it-1}^*)}{\sqrt{S_{NT}^2 (\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T L_{11i}^{-2} e_{it-1}^2)}} \quad (20)$$

Grup q istatistiği:

$$Z_{p_{NT-1}} = \sum_{i=1}^N \frac{\sum_{t=1}^T (e_{it-1} \Delta e_{it} - \lambda_i)}{\sum_{t=1}^T e_{it-1}^2} \quad (21)$$

Grup t istatistiği:

$$Z_{t_{NT}} = \sum_{i=1}^N \frac{\sum_{t=1}^T (e_{it-1} \Delta e_{it} - \lambda_i)}{\sqrt{\sigma_i^2 (\sum_{t=1}^T e_{it-1}^2)}} \quad (22)$$

Grup t istatistiği (parametrik):

$$Z_{t_{NT}}^* = \sum_{i=1}^N \frac{\sum_{t=1}^T (e_{it-1}^* \Delta e_{it}^*)}{\sqrt{\sum_{t=1}^T (S_i^{*2} e_{it-1}^{*2})}} \quad (23)$$

2. 2. 5. Panel Hata Düzeltme Modeli

Eşbütünleşme ilişkisine dayalı olarak yapılan Dynamic OLS-DOLS (Dinamik En Küçük Kareler) ile Fully-Modified OLS-FMOLS (Tam Değiştirilmiş En Küçük Kareler) uzun dönem parametreleri ile tahminler yapılabilmektedir. Ayrıca Pooled Mean Group Estimator-PMG (Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi) ile Mean Group Estimator-MG (Ortalama Grup Tahmincisi) vektör hata düzeltme modeline dayalı tahminler ile de etkin tahminler yapılabilmektedir. Tahminlere bakıldığında kısa dönem parametrelerin kendilerine özgü, eşbütünleşme vektörlerinin ise panel birimlerin tümünde aynı olduğunu belirten homojen bir yapı içinde elde edildiği görülmektedir (Breitun ve Peseran, 2005: 3).

Panel verilerin tahmininde en çok kullanılan iki yöntem bulunmaktadır bunlardan ilki olan MG her grup için farklı tahminlerin ortalamasına dayanmaktadır. MG tahmininin parametre ortalamalarına tutarlı tahminler açıkladığı savunulmaktadır. Özellikle büyük çaplı örneklerde uzun dönemli tahminlerinin

tutarlı olduğu belirtilmektedir. Ortalama Grup Tahmincisi MG, gruplar arasında homojenlik olduğunu varsaymadan parametrelerin gruplar arasında özgürce hareket etmesini sağlamaktadır. MG tahminin yanında diğer yöntem ise genelleştirilmiş momentler yöntemi, rassal ve sabit etkiler gibi panel veri modellerinden meydana gelmektedir. Parametrelerin birimler arasında aynı olmasını sağlayan bu modeller uzun dönem tahminlerinde katsayıların tutarsız olmasına neden olabilir. Zaman boyutunun çok büyük olması da bu modeller için problem olabilir (Karaçor ve Kartal, 2016: 150).

2. 2. 5. 1. Ortalama Grup (MG) Tahmin Yöntemi

Her bir birim için meydana gelen ARDL modellerin uzun dönem parametre ortalamalarını kullanarak uzun dönem parametresi oluşturan ortalama grup tahmincisi olan MG Peseran ve Smith tarafından önerilmiştir. MG tahmincisi tüm parametrelerin homojen olmasına izin vermektedir. Bu tahmin yöntemi ile uzun dönem parametrelerinin birimlere göre değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Ayrıca hata düzeltme parametreleri, kısa dönem parametresi ve sabit terim hesaplanırken de ortalama alınarak yapılmaktadır (Tatoğlu Y.F., 2017: 279).

Tüm parametreleri heterojen panel hata düzeltme modeli aşağıdaki gibi formüle edilmektedir.

$$\Delta Y_{it} = \phi_i(Y_{it-1} - \theta_i' X_{it-1}) + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda_j^* \Delta Y_{it-j} + \sum_{j=0}^{p-1} \delta_j \Delta X_{it-j} + \mu_i + e_{it} \quad (24)$$

Birimlere göre tüm parametreler değer alabilmektedir.

2. 2. 5. 2. Havuzlanmış Ortalama Grup (PMG) Tahmin Yöntemi

Peseran, Shin ve Smith, birimler arasında kısa dönemli katsayıların farklılaşmasına olanak tanıyan Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi PMG'yi önermişlerdir. PMG için de uzun dönemli katsayılar diğer modellerdeki gibi homojendir. PMG ile FMOLS ve DOLS tahmincilerinde olmayan uzun ve kısa

dönem arasındaki uyum dinamiği de gösterilebilmektedir (Bangake ve Eggoh, 2012: 7-17).

PMG tahmincisi ile $t=1,2,3,\dots,T$ dönemleriyle $i=1,2,3,\dots,N$ grupları ele alınarak Dışsal Değişkenli Kendiyle Bağlı Model (Auto Regressive Distributed Lag-ARDL) yardımıyla tahminlenmektedir. Buna göre formül aşağıdaki gibidir.

$$y_{it} = \sum_{j=1}^p \lambda_{ij} y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^q \delta_{ij}^* x_{i,t-j} + y_i' d_t + \epsilon_{it} \quad (25)$$

Eşitlikteki açıklayıcı değişkenlerin vektörlerini $x_{i,t}$ ($k \times 1$) ve d_t ($s \times 1$) temsil etmektedir. d_t zamana göre değişiklik gösterirken $x_{i,t}$ hem gruba hem de zaman göre değişiklik göstermektedir. δ_{ij} ve y_i bilinmeyen parametrelerin $s \times 1$ ve $k \times 1$ vektörleriyken, gecikmeli bağımlı değişkenin katsayısı λ_{ij} skalar katsayılarını göstermektedir (Karaçor ve Kartal, 2016: 150).

PMG tahmincisine göre uzun dönem parametresinin dışında panel hata düzeltme modeli heterojenliğe izin verecek şekilde yazılabilmektedir.

$$\Delta Y_{it} = \phi_i (Y_{it-1} - \theta' X_{it-1}) + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda_{ij}^* \Delta Y_{it-j} + \sum_{j=0}^{p-1} \delta_{ij} \Delta X_{it-j} + \mu_i + e_{it} \quad (26)$$

(\emptyset) birimlere göre homojen bir uzun dönem parametresiyken diğer parametreler birimlere göre değer almaktadır (Tatoğlu, 2017: 273).

2. 3. Ampirik Bulgular

Çalışmamızın uygulama kısmında OECD ülkeleri için 1995-2015 yılları arasındaki veriler dikkate alınarak analiz yapılmıştır. Veriler Worldbank World Development Indicator'dan (WDI) derlenmiştir.

Elektriğin kullanım alanlarının genişlemesi ile petrole ve kömüre olan talep azalmış gibi görünse de kara, deniz ve hava taşımacılığında elektriğin bugünkü teknolojiyle tam olarak yaygınlaşmadığı görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında enerji portföyünde petrolün birinciliğini koruduğu bilinmektedir (KPMG, 2019: 4). Ayrıca elektrik enerjisi birincil enerjiden dönüştürülerek elde edilmektedir. Değişken

olarak belirlediğimiz enerji çeşidi doğalgaz, kömür gibi diğer birincil enerji çeşitlerini de kapsamaktadır. Bu nedenle enerji tüketimi değişkeni, energy use (kg of oil equivalent per capita) kişi başına düşen petrol eşdeğeri cinsinden olarak hesaplanmıştır. Buradaki toplam enerji kullanımı diğer yakıt kullanımlarına dönüştürülmeden önce birincil enerjinin kullanılmasını ifade etmektedir. Birincil enerji, yenilenebilir enerji ve yenilenemeyen enerji çeşitlerinden oluşmaktadır. Dünya bankası nüfus tahminlerini ise kişi başına düşen verileri hesaplamak için kullanmaktadır. Enerji verileri derlenirken Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verileri kullanılmaktadır. Yanıcı yenilenebilir enerji ve fosil yakıtlara ilişkin veriler genellikle anketlere veya diğer bilgilere dayanmaktadır. Bu nedenle enerjideki gelişmelere ilişkin geniş bir izlenim sağlamaktadır. Ancak ülkeler arasında enerji verilerine ilişkin kesin bir karşılaştırma yapılamamaktadır. IEA raporları, bu farklılıkları açıklayan ülke notlarını içermesi açısından önemlidir. Tüm enerji çeşitleri (birincil enerji ve elektrik enerjisi) yağ eşdeğerlerine dönüştürülmektedir. Nükleer elektrik enerjisini yağ eşdeğerine dönüştürmek için %33'lük verim alındığı varsayılmaktadır. Hidroelektrik enerjiyi dönüştürmek için ise %100 verim alındığı varsayılmaktadır. IEA bu tahminleri ulusal istatistik ofisleri, elektrik şirketleri, petrol şirketleri ve ulusal enerji uzmanları ile istişare ederek yapmaktadır. IEA zaman serisini gözden geçirerek daha ayrıntılı enerji istatistikleri hazır olduğunda bunları kapsama aldığından metodolojide değişiklikler yapmaktadır.

Enerji kullanımı, ekonomik büyüme ve modern sektörlerdeki büyüme (sanayi, motorlu taşıtlar ve kentsel alanlar) ile yakından ilgilidir. Ancak enerji kullanımı aynı zamanda iklimsel, coğrafi ve ekonomik (enerjinin göreceli fiyatı) faktörleri de yansıtır. Yüksek gelirli ekonomilerde düşük gelirli ekonomilere göre neredeyse 5 kat daha fazla enerji kullanılmaktadır. İyileştirilmiş enerji verimliliği için enerji güvenliği arttırılmalı ve sera gazı emisyonları azaltılmalıdır.

Büyüme değişkeni olarak ise; (GDP constant 2010 dolar) sabit GSYİH dolar cinsinden hesaplanmıştır. Sabit GSYİH, ekonomideki tüm üreticiler tarafından eklenen brüt katma değer, ürün vergilerinin ve ürünlerin değerine dahil olmayan sübvansiyonların toplamıdır. Üretilen varlıkların amortismanı, doğal kaynakların tükenmesi ve bozulması sonucu yapılan indirimler dahil edilmeden

hesaplanmaktadır. GSYİH için dolar rakamları, resmi döviz kurları kullanılarak iç para birimlerinden dönüştürülmektedir. Birkaç ülkenin resmi döviz kuru, fiili döviz işlemlerine uygulanan oranı yansıtmadığı için alternatif bir dönüşüm faktörü kullanılmıştır.

Türkiye'nin de 20 kurucu üyesinden biri olduğu OECD ülke grubunda 2019 yılı itibari ile toplam 36 ülke yer almaktadır. Letonya, Litvanya ve İzlanda'nın verilerine sağlıklı şekilde ulaşılamadığı için çalışmadan çıkarılmıştır. Çalışmamızı 33 OECD ülkesi (ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, Japonya, Kanada, Lüksemburg, Macaristan, Meksika, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovak, Slovenya, Şili, Türkiye, Yeni Zelanda, Yunanistan) kapsamında gerçekleştirmekteyiz. Çalışmamızda iki serimiz mevcuttur. Enerji tüketimi değişkeni için ENTUK, gayri safi yurt içi hasıla değişkeni için GSYİH kısaltmaları kullanılmıştır. LN serilerin logaritmaları alındığını göstermektedir. ENTUK2 ve GSYİH2 göstergeleri ise değişkenlerin karesidir.

Panel birim kök testleri için Levine, Lin ve Chu (LLC), Im, Pesaran ve Shin (IPS), ADF Fisher Chi-Square (Fisher-ADF) ve Fisher-PP birim kök testleri uygulanmıştır. Breusch-Pagan testi ile yatay kesit bağımlılığı analiz edilmiştir. Uygulamaya ikinci nesil Pesaran CADF birim kök testi ile durağanlık testi yapılarak devam edilmiştir. Seriler arasındaki uzun dönem ilişkiyi test etmek için Pedroni eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Hata düzeltme modeli tahmin yöntemleri için PMG ve MG tahmin yöntemleri kullanılmıştır.

2. 3. 1. Birim Kök Analizi Sonuçları

Çalışmanın bu kısmında LLC, IPS ve Fisher ADF-PP birim kök testleri kullanılarak serilerin durağanlığı sınıanmıştır. Breusch Pagan testi ile birimler arasında yatay kesit bağımlılığı tespit edildiği için Pesaran CADF testi ile durağanlık durumu araştırılmıştır.

Tablo 33: Birinci Nesil Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	LLC	IPS	Fisher-ADF	Fisher-PP
Düzye Değeri	<i>t-istatistiği</i>			
LNENTUK				
Sabitli	3.040 (0.998)	4.150 (1.000)	37.396 (0.998)	56.151 (0.801)
Trendli Sabitli	-1.030 (0.151)	3.252 (0.999)	45.150 (0.976)	66.538 (0.458)
Trendsiz Sabitsiz	-2.938 (0.001)	----	74.083 (0.231)	56.066 (0.803)
LNGSYİH				
Sabitli	-6.762 (0.000)	-0.399 (0.344)	72.138 (0.282)	194.668 (0.000)
Trendli Sabitli	-4.395 (0.000)	-0.231 (0.408)	60.618 (0.664)	34.299 (0.999)
Sabitsiz Trendsiz	10.587 (1.000)	----	2.506 (1.000)	0.756 (1.000)
ENTUK2				
Sabitli	2.811 (0.997)	3.889 (0.999)	35.545 (0.999)	49.012 (0.941)
Trendli Sabitli	-0.905 (0.182)	2.886 (0.998)	42.497 (0.989)	65.968 (0.477)
Trendsiz Sabitsiz	-3.299 (0.000)	---	74.406 (0.223)	54.274 (0.848)
GSYİH2				
Sabitli	2.686 (0.996)	6.738 (1.000)	30.565 (0.999)	51.386 (0.906)
Trendli Sabitli	-2.584 (0.004)	0.491 (0.688)	58.692 (0.726)	27.877 (1.000)
Trendsiz Sabitsiz	10.024 (1.000)	---	4.199 (1.000)	1.921 (1.000)

Not: parantez () içerisindeki sayılar, olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 33’de enerji tüketimi ve gayri safi yurt içi hasıla verilerine ilişkin panel birim kök testlerinin düzey değerindeki sonuçları yer almaktadır. Yapılan analizler neticesinde değişkenlerin düzey değerinde durağan olmadıkları görülmektedir. Yalnızca LNENTUK değişkeninde LLC testinin trendsiz sabitsiz kısmında, GSYİH değişkeninde LLC testinin sabitli kısmında ve trendli sabitli kısmında, Fisher-PP testinin sabitli kısmında sıfır hipotez reddedilmektedir. LLC testinde; ENTUK2 değişkeninin trendsiz sabitsiz kısmında ve GSYİH2 değişkeninin trendli sabitli kısmında H_0 reddedilmektedir. Panelin genel değerlendirmesinde sıfır hipotez kabul edilerek serilerin durağan olmadığı kabul edilmektedir. Serilerin durağan olması, seriler arasındaki sahte ilişkinin önüne geçmek açısından önemlidir. Bu açıdan değişkenlerin farkının alınarak analize devam edileceği kabul edilmektedir.

Tablo 34: Δ Birinci Nesil Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	LLC	IPS	Fisher-ADF	Fisher-PP
1. Fark Değeri	<i>t-istatistiği</i>			
ΔLNENTUK				
Sabitli	-6.698 (0.000)	-9.749 (0.000)	221.356 (0.000)	596.540 (0.000)
Sabitli Trendli	-13.333 (0.000)	-21.347 (0.000)	426.343 (0.000)	635.819 (0.000)
SabitsizTrendsiz	-34.533 (0.000)	----	725.887 (0.000)	651.223 (0.000)
ΔLNGSYİH				
Sabitli	-9.349 (0.000)	-7.683 (0.000)	176.798 (0.000)	234.289 (0.000)
Trendli Sabitli	-15.419 (0.000)	-12.945 (0.000)	270.325 (0.000)	645.002 (0.000)
TrendsizSabitsiz	-26.565 (0.000)	----	574.690 (0.000)	667.013 (0.000)
ΔENTUK2				
Sabitli	-6.165 (0.000)	-9.774 (0.000)	221.983 (0.000)	621.091 (0.000)
Trendli Sabitli	-4.403 (0.000)	-8.925 (0.000)	201.338 (0.000)	491.231 (0.000)
Trendsiz Sabitsiz	-15.503 (0.000)	---	339.288 (0.000)	611.998 (0.000)
ΔGSYİH2				
Sabitli	-9.342 (0.000)	-8.050 (0.000)	190.104 (0.000)	252.192 (0.000)
Trendli Sabitli	-9.014 (0.000)	-6.860 (0.000)	168.673 (0.000)	278.293 (0.000)
Trendsiz Sabitsiz	-6.886 (0.000)	---	160.762 (0.000)	198.396 (0.000)

Not: Δ serilerin birinci dereceden farkları alındığını göstermektedir. Parantez () içerisindeki sayılar, olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 34 ile enerji tüketimi ve gayri safi yurt içi hasıla değişkenlerinin birinci farkları alınarak elde edilen sonuçlar gösterilmektedir. Yapılan analizler neticesinde iki değişken için de sıfır hipotezin reddedildiği ve birim kök içermediği kabul edilmektedir. Serilerin karesini gösteren ENTUK2 ve GSYİH2 değişkenleri de birim kök analizlerin tamamında fark değerinde durağan çıkmıştır. Değişkenlerin I (1) birinci dereceden durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Alternatif hipotez H_1 ; seriler durağandır ve birim kök içermemektedir şeklinde kurulmaktadır. Im, Pesaran ve Shin W-stat testinde sabitsiz ve trendsiz testler uygulanmadığı için analize serilerin sabitli ve trendli modeli seçilerek devam edilmiştir.

Tablo 35: Yatay Kesit Bağımlılığı Testi Sonuçları

	LM Testi	CD _{LM} Testi	CD Testi	LM _{adj} Testi
Değişkenler		<i>t-istatistiği</i>		
LNENTUK	3521.140 (0.000)	91.092 (0.000)	90.267 (0.000)	26.288 (0.000)
LNGSYİH	9478.146 (0.000)	274.406 (0.000)	273.581 (0.000)	96.517 (0.000)
ENTUK2	3517.261 (0.000)	90.972 (0.000)	90.147 (0.000)	24.535 (0.000)
GSYİH2	8945.648 (0.000)	258.019 (0.000)	257.194 (0.000)	93.068 (0.000)

Not: parantez () içerisindeki sayılar, olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 35 ile yatay kesit bağımlılığı testi sonuçları gösterilmektedir. Breusch Pagan (LM) ve Pesaran testleri sonuçlarına göre zaman boyutunun yatay kesitten büyük olduğu anlaşılmaktadır. Enerji tüketimi ve gayri safi yurt içi hasıla verilerine göre sıfır hipotez reddedilmektedir. Görüldüğü gibi olasılık değerleri %5'in oldukça altındadır ve H_0 hipotezi güçlü biçimde reddedilerek yatay kesit bağımlılığı olduğu kabul edilmiştir. Serilerin karesini gösteren değişkenlerde de yatay kesit bağımlılığı olduğu kabul edilmektedir. Bu durumda büyümenin enerji tüketimi üzerinde herhangi bir ülkede oluşan şoktan diğer ülkelerin de etkilendiği anlaşılmaktadır. Yatay kesit bağımlılığının varlığı kabul edildiği için bundan sonraki aşamada ikinci nesil panel birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir. Bunun için panele ikinci nesil panel birim kök testi olan Pesaran CADF testi uygulanmıştır.

Tablo 36: İkinci Nesil Pesaran CADF Testi

Seriler	Test İstatistiği (t-bar)	Z İstatistiği (t-bar)	Olasılık Değeri
Düzye Değeri			
LNENTUK	-1.584	1.040	0.851
LNGSYİH	-1.916	-0.923	0.178
ENTUK2	-1.596	0.969	0.834
GSYİH2	-1.914	-0.914	0.180
1. Fark Değeri			
Δ LNENTUK	-3.372	-9.245	0.000
Δ LNGSYİH	-2.301	-3.218	0.001
Δ ENTUK2	-3.362	-9.189	0.000
Δ GSYİH2	-2.292	-3.164	0.001

Not: Δ serilerin birinci dereceden farkları alındığını göstermektedir.

Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı tespit edildiğinden dolayı birinci nesil birim kök testlerinin ardından serilerimize ikinci nesil Pesaran CADF testi uygulanmıştır. Sonuçlara göre LNENTUK değişkeni için düzey değerinde sıfır hipotezi kabul edilmiştir. Fark değerinde ise LNENTUK değişkeni için sıfır hipotez reddedilerek birim kök içermediği görülmektedir. LNGSYİH değişkeni de düzey değerinde durağan değildir. LNGSYİH değişkeninin fark değerinde ise sıfır hipotez reddedilerek değişkenin birim kök içermediği kabul edilmiştir. ENTUK2 ve GSYİH2 değişkenleri de düzey değerinde birim kök içermektedir. ENTUK2 ve GSYİH2 değişkenlerinin fark değerlerinde durağan oldukları tespit edilmiştir.

Çalışmanın bundan sonraki uygulamaya kısmı iki başlık altında belirlenmiştir. İlk olarak bağımlı değişken enerji tüketimi olarak belirlenmiş sonrasında ise ekonomik büyüme bağımlı değişken olarak belirlenerek panel eşbütünleşme testleri ve panel hata düzeltme modeli testleri uygulanmıştır.

2. 3. 2. Enerji Tüketiminin Bağımlı Değişken Olduğu Model

Birinci nesil birim kök testleri ve ikinci nesil birim kök testinin ardından uygulamanın bu bölümünde bağımlı değişken enerji tüketimi bağımsız değişken

gayri safi yurt içi hasıla olarak belirlenmiştir. Bu bölümde ilk önce iki değişken arasındaki anlam ilişkisini belirlemek için eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Sonrasında ampirik analiz uygulaması doğrusal tahmin modeli ve doğrusal olmayan tahmin modeli üzerine kurulmuştur.

Analizimizde kullandığımız doğrusal tahmin modelleri aşağıdaki gibidir.

Uzun dönem için;

$$LNENTUK_{it-1} = \beta_0 + \beta_1 LNGSYİH_{it-1} + \varepsilon_{it}$$

Kısa dönem ilişki;

$$\begin{aligned} \Delta LNENTUK = \beta_0 + \beta_1 \Delta LNGSYİH_{it} + \beta_2 \Delta LNGSYİH_{it-1} + \beta_3 \Delta LNENTUK_{it-1} \\ + \mu_{it} \end{aligned}$$

Doğrusal olmayan tahmin modelleri ise aşağıdaki gibidir.

Uzun dönem için;

$$LNENTUK_{it-1} = \beta_0 + \beta_1 LNGSYİH_{it-1} + \beta_2 \Delta GSYİH2_{it-1} + \varepsilon_{it}$$

Kısa dönem ilişki;

$$\begin{aligned} \Delta LNENTUK = \beta_0 + \beta_1 \Delta LNGSYİH_{it} + \beta_2 \Delta GSYİH2_{it} + \beta_3 \Delta LNENTUK_{it-1} \\ + \beta_4 \Delta LNGSYİH_{it-1} + \beta_5 \Delta GSYİH2_{it-1} + \mu_{it} \end{aligned}$$

2. 3. 2. 1. Pedroni Eşbütünleşme Analizi Sonuçları-1

Enerji tüketiminin bağımlı değişken olduğu duruma göre iki seri arasındaki anlam ilişkisi Pedroni eşbütünleşme testi ile analiz edilmiştir.

Tablo 37: Pedroni Eşbütünleşme Testi Sonuçları-1

	Test İstatistiği	Olasılık
Grup İçi Yaklaşım		
Panel v-istatistiği	1.444	0.074
Panel rho-istatistiği	-1.328	0.092
Panel PP t-istatistiği	-3.938	0.000
Panel ADF t-istatistiği	-5.478	0.000
	Test istatistiği	Olasılık
Gruplararası Yaklaşım		
Grup rho-istatistiği	0.666	0.747
Grup PP t-istatistiği	-5.668	0.000
Grup ADF t-istatistiği	-5.534	0.000

Tablo 37, grup içi yaklaşım için 4, gruplararası yaklaşım için 3 olmak üzere 7 ayrı eşbütünleşme parametresini göstermektedir. Grup içi parametredeki panel v-istatistiği ve panel rho-istatistiği test istatistiğinde %5 düzey değerinde sıfır hipotez kabul edilmiştir. Grup içi yaklaşıma göre panel PP t-istatistiğinde ve Panel ADF t-istatistiğinde %1 anlamlılık düzeyinde H_0 reddedilerek seriler arasında eşbütünleşme olduğu görülmektedir. Gruplar arası yaklaşıma bakıldığında grup rho-istatistiği sonucuna göre sıfır hipotezi kabul edilmektedir. Ancak grup PP t-istatistiği ve grup ADF (Augmented Dickey Fuller) t-istatistiğine göre sıfır hipotez reddedilerek seriler %1 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşik çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara göre toplam 4 parametreye göre sıfır hipotez reddedilerek serilerin eşbütünleşik olduğu ve uzun dönemde birbirleri arasında anlamlı bir ilişki içinde oldukları kabul edilmektedir. Pedroni eşbütünleşme testine göre modelde seçilen 33 OECD ülkesi için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında istatistiksel açıdan uzun dönemde anlamlı etkilerin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2. 3. 2. 2. Hata Düzeltme Modeli Sonuçları-1

Seriler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişki PMG ve MG testleri ile analiz edilmiştir. Bu kısımda bağımlı değişken enerji tüketimi olarak belirlenmiştir.

Tablo 38: Ortalama Grup (MG) Tahmincisi-1

Bağımlı Değişken: LNENTUK

Doğrusal Olmayan Model				Doğrusal Model		
Uzun Dönem	Katsayılar	Standart Sapma	Prob.	Katsayılar	Standart Sapma	Prob.
GSYİH _{t-1}	161.614	[184.105]	(0.380)	.057	[.354]	(0.871)
GSYİH2 _{t-1}	-2.915	[3.477]	(0.402)	---	---	---
Kısa Dönem						
EC	-.394	[.084]	(0.000)	-.210	[.059]	(0.000)
ΔGSYİH	-2.378	[50.595]	(0.962)	.401	[.124]	(0.001)
ΔGSYİH2	.079	[.947]	(0.933)	---	---	---
ΔENTUK _{t-1}	-.169	[.060]	(0.005)	-.140	[.058]	(0.017)
ΔGSYİH _{t-1}	12.651	[21.134]	(0.549)	-.173	[.079]	(0.030)
ΔGSYİH2 _{t-1}	-.227	[.394]	(0.563)	---	---	---
Constant	-581.099	[214.972]	(0.007)	2.51	[.657]	(0.000)

Not: “[]” standart sapmayı ifade ederken, “()” olasılık değerini ifade etmektedir.

Tablo 38’de panel hata düzeltme modeline yönelik ortalama grup tahmin yönteminin doğrusal model ve doğrusal olmayan model sonuçları gösterilmektedir.

Doğrusal modele göre kısa dönem parametresinde sıfır hipotezi kabul edilmektedir. Uzun dönemde ise düzeltme mekanizmasının çalışmadığı görülmektedir. Hata düzeltme parametresi negatif ve anlamlı sonuç vererek yaklaşık %-0.2 olduğu görülmektedir. Doğrusal model hata düzeltme parametresine göre ENTUK ve GSYİH değişkenleri arasında ilişki olduğu saptanmıştır. Bu ilişkiye göre bir dönemde oluşan dengesizliklerin yaklaşık %0.2’si bir sonraki dönemde düzeltilmektedir.

Doğrusal olmayan model ise hem birinci rejim hem de ikinci rejim sonuçlarını göstermektedir. Uzun ve kısa dönem parametresine baktığımızda H_0 hipotezinin kabul edildiği ve düzeltme mekanizmasının çalışmadığı görülmektedir. Hem uzun dönem hem de kısa dönem analizi için yurtiçi hasılanın doğrusal olmayan modelde enerji tüketimini etkilemediği görülmektedir.

Tablo 39: Havuzlanmış Ortalama Grup (PMG) Tahmircisi-1

Bağımlı Değişken: LNENTUK

Doğrusal Olmayan Model				Doğrusal Model		
Uzun Dönem	Katsayılar	Standart Sapma	Prob.	Katsayılar	Standart Sapma	Prob.
GSYİH _{t-1}	-8.901	[1.238]	(0.000)	.305	[.056]	(0.000)
GSYİH2 _{t-1}	.173	[.022]	(0.000)	---	---	---
Kısa Dönem						
EC	-.132	[.060]	(0.029)	-.071	[.047]	(0.130)
Δ GSYİH	-40.616	[36.450]	(0.265)	.544	[.103]	(0.000)
Δ GSYİH2	.768	[.681]	(0.259)	---	---	---
Δ ENTUK _{t-1}	-.173	[.058]	(0.003)	-.159	[.056]	(0.005)
Δ GSYİH _{t-1}	71.101	[19.656]	(0.000)	-.125	[-.125]	(0.070)
Δ GSYİH2 _{t-1}	-1.314	[.362]	(0.000)	---	---	---
Constant	16.115	[7.379]	(0.029)	.008	[.029]	(0.763)

Not: “[]” standart sapmayı ifade ederken, “()” olasılık değerini ifade etmektedir.

Tablo 39, panel hata düzeltme modeline yönelik havuzlanmış ortalama grup tahmin yönteminin doğrusal model ve doğrusal olmayan model sonuçlarını göstermektedir.

Doğrusal modele göre seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin mevcut olduğu ancak kısa dönemde düzeltme mekanizmasının çalışmadığı görülmektedir. Uzun dönemde gayri safi yurt içi hasıladaki %1’lik artış neticesinde enerji tüketiminin yaklaşık %0.30 oranında arttığı görülmektedir. Hata düzeltme parametresi ise anlamsız sonuç vermektedir.

Doğrusal olmayan modele göre seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin mevcut olduğu ancak kısa dönemde düzeltme mekanizmasının çalışmadığı görülmektedir. Uzun ve kısa dönem parametrelerine GSYİH'nın karesi açıklayıcı değişken olarak eklenmiştir. Modele göre GSYİH değişkeni enerji tüketimini birinci rejimde azaltmaktadır. Birinci rejimde GSYİH değişkenindeki her %1'lik artış neticesinde enerji tüketimi yaklaşık %8.9 oranında azalmaktadır. Ancak bu durumun ikinci rejime geçinceye kadar devam ettiği görülmektedir. İkinci rejime geçildiğinde GSYİH enerji tüketimini arttırmaktadır. İkinci rejimde GSYİH değişkenindeki her %1'lik artış neticesinde enerji tüketimi yaklaşık olarak %0.17 oranında artmaktadır.

PMG testine göre enerji tüketiminin bağımlı değişken olduğu model için hem doğrusal hem de doğrusal olmayan bir ilişkinin mevcut olduğu tespit edilmektedir. Doğrusal olmayan modeldeki uzun dönem ilişkide ekonomik büyümenin enerji tüketimini belirli bir seviyeye kadar azalttığı bu seviyeden sonra ise arttırdığı görülmektedir.

Enerji kullanımı ülkelerin kentleşme ve sanayileşme seviyesi, yaşam standartları, ekonomik büyüme ve teknolojik gelişmişlik seviyeleri ile yakından ilgilidir. Enerji kullanımında fosil yakıtlar önemini hala koruduğundan, bazı ülkelerin enerjideki dışa bağımlılığı fazladır. Ülkelerin çoğunda enerji kullanımları büyük ölçüde ithalat ile karşılanmaktadır. İthalat ve dışa bağımlılık her ülkenin enerji fiyatlandırmasını farklı stratejiler üzerine kurmasına neden olmaktadır. OECD ülkelerinin çoğunda birincil enerji kaynaklarından sağlanan enerji üretimi talebi karşılamaya yetmemektedir. Bu yüzden Türkiye gibi çoğu OECD'ye bağlı ülkede enerji sektörü kamu kuruluşlarınca düzenlenmektedir. Ülkelerin çoğunda enerji gereksinimi petrol ve doğalgaz gibi enerji çeşitlerinden karşılanmakta bu durum da dışa bağımlılığı arttırmaktadır. Özellikle sanayi sektöründe ve konut kesiminde enerji tüketimi oldukça yoğundur. Bu durum ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin fazla olmasından ve kalabalık nüfus yapılarından kaynaklanmaktadır. Bu açıdan günümüzde ekonomik büyümenin sağlanabilmesi için enerji tüketimi azaltılarak ekonomik değer arttırılabilmektedir. Bunun için sanayi ve konut gibi birçok alanda çok fazla enerji tüketen atıl teknolojiler terkedilerek, gereksiz enerji kullanımı azaltılarak enerjide tasarruf sağlayan teknolojilere yönelmek gerekmektedir.

Böylelikle dışa bağımlılık ve ithalat azaltılarak daha az enerji tüketilmiş olacak bu durum da ekonomik büyümeye katkı sağlayacaktır. Bu durum elde ettiğimiz birinci rejim için geçerlidir. Birinci rejimde ekonomik büyüme artarken enerji tüketimi azalmıştır. Ancak ekonomik büyüme yaşandığında belirli bir seviyeden sonra birinci rejim yerini ikinci rejime bırakacaktır. İkinci rejimle birlikte ekonomik büyüme devam ettiğinde ekonomik birimlerin yatırım harcamaları da artacaktır. İkinci rejime geçildiğinde yatırımların artması sonucu teknoloji ve sanayi sektöründeki yatırımlar da artmaya başlayarak ekonomik büyüme enerji tüketimini de arttırmaya başlayacaktır.

2. 3. 3. GSYİH'nın Bağımlı Değişken Olduğu Model

Bu bölümde ise gayri safi yurt içi hasıla bağımlı değişken, enerji tüketimi bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. Böylelikle tezimizin sonuç kısmını her iki uygulama sonuçlarına göre yorumlamamız mümkün olmaktadır. Bu bölümde ilk önce iki değişken arasındaki anlam ilişkisini belirlemek için eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Sonrasında ampirik analiz uygulaması doğrusal tahmin modeli ve doğrusal olmayan tahmin modeli üzerine kurulmuştur.

Analizimizde kullandığımız doğrusal tahmin modelleri aşağıdaki gibidir.

Uzun dönem için;

$$LN\text{GSYİH}_{it-1} = \beta_0 + \beta_1 LN\text{ENTUK}_{it-1} + \varepsilon_{it}$$

Kısa dönem ilişki;

$$\Delta LN\text{GSYİH} = \beta_0 + \beta_1 \Delta LN\text{ENTUK}_{it} + \beta_2 \Delta LN\text{ENTUK}_{it-1} + \beta_3 \Delta LN\text{GSYİH}_{it-1} + \mu_{it}$$

Doğrusal olmayan tahmin modelleri ise aşağıdaki gibidir.

Uzun dönem için;

$$LN\text{GSYİH}_{it-1} = \beta_0 + \beta_1 LN\text{ENTUK}_{it-1} + \beta_2 \Delta \text{ENTUK2}_{it-1} + \varepsilon_{it}$$

Kısa dönem ilişki;

$$\Delta LNGSYİH = \beta_0 + \beta_1 \Delta LNENTUK_{it} + \beta_2 \Delta ENTUK2_{it} + \beta_3 \Delta LNGSYİH_{it-1} \\ + \beta_4 \Delta LNENTUK_{it-1} + \beta_5 \Delta ENTUK2_{it-1} + \mu_{it}$$

2. 3. 3. 1. Pedroni Eşbütünleşme Analizi Sonuçları-2

GSYİH'nin bağımlı değişken olduğu duruma göre iki seri arasındaki anlam ilişkisi Pedroni eşbütünleşme testi ile analiz edilmiştir.

Tablo 40: Pedroni Eşbütünleşme Testi Sonuçları-2

	Test İstatistiği	Olasılık
Grup İçi Yaklaşım		
Panel v-istatistiği	28.037	0.000
Panel rho-istatistiği	2.218	0.986
Panel PP t-istatistiği	0.551	0.709
Panel ADF t-istatistiği	-3.858	0.000
	Test istatistiği	Olasılık
Gruplararası Yaklaşım		
Grup rho-istatistiği	2.898	0.998
Grup PP t-istatistiği	-0.964	0.167
Grup ADF t-istatistiği	-5.597	0.000

Tablo 40, grup içi yaklaşım için 4, gruplararası yaklaşım için 3 olmak üzere 7 ayrı eşbütünleşme parametresini göstermektedir. Tablo 40'da ekonomik büyümenin bağımlı değişken seçildiği Pedroni eşbütünleşme testi sonuçları yer almaktadır. Grup içi yaklaşıma bakıldığında panel v-istatistiği ve panel ADF t-istatistiğinin olasılık değerine göre panelin %5 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Grup içi yaklaşıma göre ise grup ADF t-istatistiğine göre iki serinin eşbütünleşik olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre toplam 3 parametreye göre H_0 hipotezi reddedilerek serilerin eşbütünleşik olduğu ve uzun dönemde birbirleri arasında anlamlı bir ilişki içinde oldukları kabul edilmektedir.

Pedroni eşbütünleşme testine göre serilerin uzun dönemde ilişkili oldukları tespit edilmiştir. Böylelikle uzun ve kısa dönem parametrelerine göre analiz gerçekleştiren model tahmin yöntemleriyle uygulamaya devam edilmektedir.

2. 3. 3. 2. Hata Düzeltme Modeli Sonuçları-2

Seriler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişki PMG ve MG testleri ile analiz edilmiştir. Bu kısımda bağımlı değişken GSYİH olarak belirlenmiştir.

Tablo 41: Ortalama Grup (MG) Tahmircisi-2

Bağımlı Değişken: LNGSYİH

	Doğrusal Olmayan Model			Doğrusal Model		
	Katsayılar	Standart Sapma	Prob.	Katsayılar	Standart Sapma	Prob.
Uzun Dönem						
ENTUK _{t-1}	-251.160	[685.785]	(0.714)	-1.630	[2.550]	(0.523)
ENTUK2 _{t-1}	14.935	[42.150]	(0.723)	---	---	---
Kısa Dönem						
EC	-.077	[.022]	(0.001)	-.077	[.015]	(0.000)
ΔENTUK	-14.535	[6.942]	(0.036)	.275	[.045]	(0.000)
ΔENTUK2	.908	[.433]	(0.036)	---	---	---
ΔGSYİH _{t-1}	.086	[.037]	(0.021)	.175	[.040]	(0.000)
ΔENTUK _{t-1}	21.157	[9.657]	(0.028)	.013	[.038]	(0.725)
ΔENTUK2 _{t-1}	-1.251	[.573]	(0.029)	---	---	---
Constant	229.101	[72.254]	(0.002)	1.967	[.412]	(0.000)

Not: “[]” standart sapmayı ifade ederken, “()” olasılık değerini ifade etmektedir.

Tablo 41 ile panel hata düzeltme modeline yönelik ortalama grup tahmin yönteminin doğrusal model ve doğrusal olmayan model sonuçları gösterilmektedir.

Doğrusal modele göre seriler arasında kısa dönemli bir ilişkinin mevcut olduğu ancak uzun dönemde düzeltme mekanizmasının çalışmadığı görülmektedir. Uzun dönem parametresinde sıfır hipotezi kabul edilerek parametre anlamsız sonuç vermektedir. Kısa dönem hata düzeltme parametresi ise negatif (yaklaşık -.07) ve anlamlıdır. Doğrusal model hata düzeltme parametresine göre GSYİH ve ENTUK

değişkenleri arasında uzun dönemli ilişki olduğu saptanmıştır. Bu ilişkiye göre bir dönemde oluşan dengesizliklerin yaklaşık %0.08'i bir sonraki dönemde düzeltilmektedir.

Doğrusal olmayan modelde seriler arasında kısa dönemli bir ilişkinin mevcut olduğu ancak uzun dönemde düzeltme mekanizmasının çalışmadığı görülmektedir. Uzun dönem parametresi her iki rejimde de anlamsız sonuç vermektedir. Doğrusal olmayan model kısa dönem hata düzeltme parametresi ise negatif ve anlamlı sonuç vererek %-.077 olduğu görülmektedir. Hata düzeltme parametresine göre bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu tespit edilmektedir. Buna göre bir dönemde oluşan dengesizliklerin yaklaşık %0.08'i bir sonraki dönemde düzeltilmektedir.

Tablo 42: Havuzlanmış Ortalama Grup (PMG) Tahmincisi-2

Bağımlı Değişken: LNGSYİH

	Doğrusal Olmayan Model			Doğrusal Model		
Uzun Dönem	Katsayılar	Standart Sapma	Prob.	Katsayılar	Standart Sapma	Prob.
ENTUK _{t-1}	5,673	[4.201]	(0.177)	.391	[.155]	(0.012)
ENTUK2 _{t-1}	-.321	[.263]	(0.222)	---	---	---
Kısa Dönem						
EC	-.051	[.012]	(0.000)	-.047	[.012]	(0.00)
ΔENTUK	-.951	[5.414]	(0.860)	.286	[.047]	(0.000)
ΔENTUK2	.078	[.324]	(0.808)	---	---	---
ΔGSYİH _{t-1}	.195	[.037]	(0.000)	.211	[.036]	(0.000)
ΔENTUK _{t-1}	-9.922	[5.141]	(0.054)	.019	[.033]	(0.568)
ΔENTUK2 _{t-1}	.604	[.313]	(0.053)	---	---	---
Constant	.102	[.030]	(0.001)	1.11	[.298]	(0.000)

Not: “[]” standart sapmayı ifade ederken, “()” olasılık değerini ifade etmektedir.

Tablo 42, panel hata düzeltme modeline yönelik havuzlanmış ortalama grup tahmin yönteminin doğrusal model ve doğrusal olmayan model sonuçlarını göstermektedir.

Doğrusal modele göre seriler arasında uzun ve kısa dönemli ilişkinin mevcut olduğu düzeltme mekanizmasının çalıştığı görülmektedir. Panelin genelinde kısa dönem hata düzeltme parametresi negatif (yaklaşık -0.047) ve anlamlıdır. İki değişken arasında uzun dönemli bir ilişki bulunmaktadır. PMG tahmin yöntemindeki doğrusal modele göre kısa dönemde oluşan dengesizliklerin yaklaşık %0.05'i bir sonraki dönemde düzeltilmektedir. Doğrusal modeldeki uzun dönem hata düzeltme parametresi de anlamlı sonuç vermektedir. Bu duruma göre uzun dönemde enerji tüketimindeki %1'lik artış neticesinde gayri safi yurt içi hasılanın yaklaşık %0.4 oranında arttığı görülmektedir.

Doğrusal olmayan model ise hem birinci rejim hem de ikinci rejim sonuçlarını göstermektedir. Uzun ve kısa dönem parametresine baktığımızda sıfır hipotezin kabul edildiği, her iki dönem için de düzeltme mekanizmasının çalışmadığı görülmektedir. Hata düzeltme parametresinin de bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında anlamsız sonuç gösterdiği tespit edilmiştir.

SONUÇ

Neo-klasik iktisatçılar ekonomik büyüme kavramını üretimle birlikte emek, sermaye ve teknolojik gelişmeler neticesinde meydana gelen artışlar olarak tanımlamışlardır. Teknolojik gelişmeler faktör verimliliği neticesinde oluştuğu için emek ve sermayenin dışında ekonomik büyümede etkili olan ancak açıklanamayan kısım olarak ifade edilmiştir. Teknolojik gelişmelerde ise enerji kullanımı vazgeçilemez bir araçtır. 18. ve 19. yüzyıllarda yaşanan sanayi devrimlerinin ardından enerjiye karşı olan talep daha da artmaya başlamış ve enerjinin önemi artan bir ivmeyle devam etmiştir. Enerji özellikle son yıllarda hayatımızda vazgeçilemez bir konuma gelmiştir. Enerjinin verim kapasitesi en yüksek şekilde kullanılması ülkelerin büyüme ivmesinin sürdürülebilir olarak devam etmesi için oldukça önemlidir. Burada stratejik açıdan doğru bir enerji politikası uygulanması için büyüme ve enerji göstergelerinden hangisinin diğerinden etkilendiği doğru bir şekilde test edilmelidir. Enerjinin üretim konusunda önemli bir girdi olduğu düşüncesine özellikle 1973-1974 yılları ile 1978-1979 yılları arasında iki ayrı petrol krizi neden olmuştur. Böylelikle ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişki daha sık araştırılmaya başlandığı görülmektedir.

Post-Keynesyen görüşe göre talebin artması sonucu yatırımlar uyarılırken yatırımların artmasıyla da içsel ve dışsal ekonomiler neticesinde ekonomik büyüme ve verimlilik artmaktadır. Diğer yandan bu yaklaşıma göre yatırımların yeni teknolojik gelişmelerin ortaya çıkışında ve dünyaya yayılmasında önemli bir işlevi olduğu kabul görmektedir.

Enerji özellikle son yıllarda hayatımızın vazgeçilmez noktalarından biri haline geldiği için sık sık incelenen konulardan biri haline gelmiştir. Tarihsel açıdan bakıldığında sanayi devrimiyle birlikte makineleşmenin ve endüstrileşmenin ardından enerjiye karşı olan talepte de artış olmuştur. Enerji üretim açısından temel girdilerden ve ihtiyaçlardan biri olması nedeniyle enerjiyi üretenler, tüketenler ve genel olarak ülkeler tarafından önem arz etmesi sebebiyle enerjinin kaynağından üretilip tüketilmesine kadar geçen süreç doğru bir şekilde analiz edilmelidir. Enerjiye olan bağlılığın artmasına sebep olan bir diğer neden ise şehirleşmenin artması ve

yaşam standardının yükselmesidir. Enerjinin en verimli haliyle kullanılması ülkelerin sürdürülebilir büyüme ivmesi yakalayabilmesi açısından oldukça önemlidir. Dünya geneline baktığımızda enerji kaynaklarının her yerde aynı etkide dağılmadığı bir gerçektir. O yüzden enerjinin en verimli şekilde kullanılması temel stratejik durumdur.

Çalışmamızın ampirik bulgular kısmında ise 33 OECD ülkesi için 1995-2015 yılları arasındaki veriler dikkate alınarak enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine analiz yapılmıştır. LLC, IPS ve Fisher ADF – PP birim kök testleri kullanılmıştır. Breusch Pagan testi ile birimler arasında yatay kesit bağımlılığı tespit edildiği için Pesaran CADF testi ile ikinci nesil panel birim kök testi uygulanmıştır. Pedroni eşbütünleşme testi ile iki değişkenin uzun dönemde istatistiksel olarak anlamlı ilişki içinde oldukları saptanmıştır. Ardından seriler arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkilerin tahmini için her iki değişken de bağımlı değişken olarak belirlenerek panel hata düzeltme modeli analize dahil edilerek iki değişkenin birbirleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

MG tahmincisindeki enerji tüketimi bağımlı değişkenine göre; doğrusal modelde uzun ve kısa dönem parametresinde sıfır hipotezi kabul edilmektedir. Hata düzeltme parametresi ise negatif ve anlamlı sonuç vererek yaklaşık %0.2 olduğu görülmektedir. Doğrusal model hata düzeltme parametresine göre ENTUK ve GSYİH değişkenleri arasında uzun dönemli ilişki olduğu saptanmıştır. Bu ilişkiye göre bir dönemde oluşan dengesizliklerin yaklaşık %0.2'si bir sonraki dönemde düzelmektedir. Doğrusal olmayan model ise hem birinci rejim hem de ikinci rejim sonuçlarını göstermektedir. Uzun ve kısa dönem parametresine baktığımızda H_0 hipotezinin kabul edildiği görülmektedir. Hata düzeltme parametresinin de bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında anlamsız sonuç gösterdiği tespit edilmiştir.

MG tahmin yöntemine göre bağımlı değişkeni gayri safi yurt içi hasıla olarak belirlediğimizde doğrusal modele göre; uzun ve kısa dönem parametresinde sıfır hipotezi kabul edilerek parametre anlamsız sonuç vermektedir. Hata düzeltme parametresi ise negatif (yaklaşık -.07) ve anlamlıdır. Doğrusal model hata düzeltme parametresine göre GSYİH ve ENTUK değişkenleri arasında uzun dönemli ilişki

olduğu saptanmıştır. Bu ilişkiye göre bir dönemde oluşan dengesizliklerin yaklaşık %0.08'i bir sonraki dönemde düzelmektedir. Doğrusal olmayan model ise hem birinci rejim hem de ikinci rejim sonuçlarını göstermektedir. Doğrusal olmayan modelde uzun ve kısa dönem parametresi her iki rejimde de anlamsız sonuç vermektedir. Doğrusal olmayan model hata düzeltme parametresi ise negatif ve anlamlı sonuç vererek %-.077 olduğu görülmektedir. Hata düzeltme parametresine göre bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu tespit edilmektedir. Buna göre bir dönemde oluşan dengesizliklerin yaklaşık %0.08'i bir sonraki dönemde düzelmektedir.

Enerji tüketiminin bağımlı değişken olduğu PMG testi doğrusal modelinde, gayri safi yurt içi hasıladaki %1'lik artış neticesinde enerji tüketiminin yaklaşık %0.30 oranında arttığı görülmektedir. Hata düzeltme parametresi ise anlamsız sonuç vermektedir. Doğrusal olmayan modele göre; GSYİH'nın karesi açıklayıcı değişken olarak eklenmiştir. Modele göre GSYİH değişkeni enerji tüketimini birinci rejimde belirli bir döneme kadar azaltmaktadır. Birinci rejimde GSYİH değişkenindeki her %1'lik artış neticesinde enerji tüketimi yaklaşık %8.9 oranında azalmaktadır. Ancak bu durumun ikinci rejime geçinceye kadar devam ettiği görülmektedir. İkinci rejime geçildiğinde belirli bir dönemden sonra GSYİH enerji tüketimini arttırmaya başlamaktadır. Böylelikle ikinci rejimde GSYİH değişkenindeki her %1'lik artış neticesinde enerji tüketimi yaklaşık olarak %0.17 oranında artmaktadır.

PMG tahmin yönteminde gayri safi yurt içi hasılayı bağımlı değişken olarak incelediğimizde; doğrusal model hata düzeltme parametresinin negatif (yaklaşık -.047) ve anlamlı olduğu görülmektedir. İki değişken arasında uzun dönemli bir ilişki bulunmaktadır. PMG tahmin yöntemindeki doğrusal modele göre bir dönemde oluşan dengesizliklerin yaklaşık %0.05'i bir sonraki dönemde düzelmektedir. Doğrusal modelde uzun ve kısa dönem hata düzeltme parametresi de anlamlı sonuç vermektedir. Bu duruma göre enerji tüketimindeki %1'lik artış neticesinde gayri safi yurt içi hasılanın yaklaşık %0.4 oranında arttığı görülmektedir. Doğrusal olmayan model ise hem birinci rejim hem de ikinci rejim sonuçlarını göstermektedir. Uzun ve kısa dönem parametresine baktığımızda sıfır hipotezin kabul edildiği görülmektedir.

Hata düzeltme parametresinin de bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında anlamsız sonuç gösterdiği tespit edilmiştir.

MG tahmin yöntemine göre enerji tüketiminin bağımlı değişken olduğu modelde doğrusal bir ilişkinin olduğu tespit edilmektedir. GSYİH bağımlı değişken olduğunda ise hem doğrusal hem de doğrusal olmayan bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

PMG testine göre; enerji tüketiminin bağımlı değişken olduğu modelde hem doğrusal hem de doğrusal olmayan bir ilişkinin mevcut olduğu tespit edilmektedir. GSYİH bağımlı değişken olduğunda ise modelde doğrusal bir ilişkinin mevcut olduğu görülmektedir.

Doğrusal olmayan analiz sonuçları göz önüne alındığında kısa ve uzun dönem ilişkisinde ekonomik büyümenin enerji tüketimini belirli bir seviyeye kadar azalttığı bu seviyeden sonra ise arttırdığı görülmektedir. Enerji kullanımı ülkelerin kentleşme ve sanayileşme seviyesi, yaşam standartları, ekonomik büyüme ve teknolojik gelişmişlik seviyeleri ile yakından ilgilidir. Enerji kullanımında fosil yakıtlar önemini hala koruduğundan, bazı ülkelerin enerjideki dışa bağımlılığı fazladır. Ülkelerin çoğunda enerji kullanımları büyük ölçüde ithalat ile karşılanmaktadır. İthalat ve dışa bağımlılık her ülkenin enerji fiyatlandırmasını farklı stratejiler üzerine kurmasına neden olmaktadır. OECD ülkelerinin çoğunda birincil enerji kaynaklarından sağlanan enerji üretimi talebi karşılamaya yetmemektedir. Bu yüzden Türkiye gibi çoğu OECD'ye bağlı ülkede enerji sektörü kamu kuruluşlarınca düzenlenmektedir. Ülkelerin çoğunda enerji gereksinimi petrol ve doğalgaz gibi enerji çeşitlerinden karşılanmakta bu durum da dışa bağımlılığı arttırmaktadır. Özellikle sanayi sektöründe ve konut kesiminde enerji tüketimi oldukça yükündür. Bu durum ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin fazla olmasından ve kalabalık nüfus yapılarından kaynaklanmaktadır. Bu açıdan günümüzde ekonomik büyümenin sağlanabilmesi için enerji tüketimi azaltılarak ekonomik değer arttırılabilmektedir. Bunun için sanayi ve konut gibi birçok alanda çok fazla enerji tüketen atıl teknolojiler terkedilerek, gereksiz enerji kullanımı azaltılarak enerjide tasarruf sağlayan teknolojilere yönelmek gerekmektedir. Böylelikle dışa bağımlılık ve ithalat

azaltılarak daha az enerji tüketilmiş olacak bu durum da ekonomik büyüme katkı sağlayacaktır. Bu durum elde ettiğimiz birinci rejim için geçerlidir. Birinci rejimde ekonomik büyüme artarken enerji tüketimi azalmıştır. Ancak ekonomik büyüme yaşandığında belirli bir seviyeden sonra birinci rejim yerini ikinci rejime bırakacaktır. İkinci rejimle birlikte ekonomik büyüme devam ettiğinde ekonomik birimlerin yatırım harcamaları da artacaktır. İkinci rejime geçildiğinde yatırımların artması sonucu teknoloji ve sanayi sektöründeki yatırımlar da artmaya başlayarak ekonomik büyüme enerji tüketimini de arttırmaya başlayacaktır.

Yapılan panel analizler neticesinde enerji tüketimi ve gayri safi yurt içi hasıla değişkenleri arasında çift yönlü ilişki olduğu tespit edilerek geri bildirim hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. OECD ülkeleri üzerine yapmış olduğumuz incelemeler neticesinde Belke (2010) enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü ilişki tespit etmiştir. Apergis ve Payne (2010) GSYİH ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü ilişki bulmuştur. Shafiei (2013) yenilenebilir enerji tüketimi ile GSYİH ve yenilenemez enerji tüketimi ile GSYİH arasında; Matei (2017) yenilenemez enerji tüketimi ve GSYİH arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu saptamışlardır. Böylece analizimiz ile aynı hipoteze dayalı sonuçlar tespit ettikleri görülmektedir.

33 OECD ülkesi için ekonomik büyüme ve enerji tüketimi değişkenlerinin birbirlerine bağlı olduğunu gösteren hipotez, geri bildirim hipotezidir. Enerji tüketiminde artışa neden olan herhangi bir durum karşısında ekonomik büyüme de etkilenecektir. Bu açıdan politika yapıcıların ekonomiyi teşvik eden politikalar izlemesi gerekmektedir. Yüksek enerji tüketimine rağmen bu enerji tüketimini en verimli şekilde kullanıp ülke ekonomisine ivme kazandıran alanlarda kullanılması amaçlanmalıdır.

KAYNAKÇA

Akinlo, A. E. (2008), "Energy Consumption And Economic Growth: Evidence From 11 Sub-Saharan Africa Countries", *Energy Economics*, 30, 2391-2400.

Alp E. (2016), 'Energy Consumption And Economic Growth in OECD Countries International Journal Of Energy Economics And Policy' 2016, 6(4), 753-759.

Altın A. Ve Bozkurt E. (2018), 'N11 Ülkelerinde Finansal Gelişme Ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi', *Uluslararası Ekonomi, İşletme Ve Politika Dergisi* 2018, 2 (2), 197-2012

Altıntaş H., ve Koçbulut Ö., (2014), 'Türkiye'de Elektrik Tüketiminin Dinamikleri Ve Ekonomik Büyüme: Sınır Testi ve Nedensellik Analizi', *Erciyes Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, 43, 37-65

Ameble, B. (1994), 'Endogeneous Growth Theory, Convergence And Divergence', G. Silverberg ve L. Soete (der.), *The Economics Of Growth And Technical Change: Technologies, Nations, Agents*, ss. 290-324, Edvard Elgar, Hants

Ang, J. B., (2007), 'CO₂ Emissions, Energy Consumption And Output In France', *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778.

Apergis N. ve Danuletiu (2014), 'Renewable Energy And Economic Growth: Evidence From The Sign Of Panel Long-Run Causality', *International Journal of Energy Economics and Policy* Vol. 4, No. 4, 2014, pp.578-587 ISSN: 2146-4553

Apergis N.ve Payne J. (2010), 'Renewable Energy Consumption And Economic Growth: Evidence From A Panel Of OECD Countries', *Energy Policy*, 2010, Vol. 38, Issue 1, 656-660

Apergis, N., J.E. Payne (2009), 'Energy Consumption And Economic Growth in Central America: Evidence From A Panel Cointegration And Error Correction Model' *Energy Economics*, 31, 211-216.

Aslan Ö. ve Korap H. (2006), 'Türkiye'de Finansal Gelişme Ekonomik Büyüme İlişkisi', *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (İLKE) Güz 2006 Sayı 17*

Aslan Ö. ve Küçükaksoy İ. (2006), 'Finansal Gelişme Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Ekonomisi Üzerine Ekonometrik Bir Uygulama', *Ekonometri ve İstatistik Sayı:4 2006- 12-28*

Aydın M. (2018), 'Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Düşük Ve Orta Gelirli Ülkeler Örneği', *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 36, Sayı 1, 2018, s. 1-15 s.3*

Baltagi, Badi H. (2005), 'Econometric Analysis of Panel Data', *New York: Wiley.*

Bangake C. Ve Eggoh C. J. (2012), 'Pooled Mean Group Estimation On International Capital Mobility In African Countries', *Research In Economics, Volume 66, Issue 1, Pages 7-17.*

Barutçu E. ve Arslan Ü. (2016), 'Dışa Açıklık İle Finansal Gelişme Arasındaki İlişki: G 20 Ülkeler Örneği' *İnsan Ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi Cilt:5 Sayı:3 2016 s.403-427*

Barbieri, Laura (2006), 'Panel Unit Root Tests', *Quaderni Del Dipartimento Di Scienze Economiche E Sociali, 1-53.*

Başergil, B. (2009), 'Petrol, Petrol Kimyası', *Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir. s.133-134*

Başol, K. (1992), 'Doğal Kaynaklar Ekonomisi, Doğal Kaynaklar, Enerji ve Çevre Sorunları', *Akhiselim Ofset Tesisleri, İzmir. s.116*

Bayraç H. N. ve Özarslan B. (2018), 'Biyokütle Enerjisi Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ampirik Bir Analizi: Türkiye Örneği', *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi Yıl:8 Sayı:17 Ekim 2018, e-ISSN 2146-1406, ss.1-17*

Belke A. v.d. (2010), 'Energy Consumption And Economic Growth New Insights Into The Cointegration Relationship All Rights Reserved', *Bochum, Dortmund, Duisburg, Essen, Germany, 2010ISSN 1864-4872 (online) – ISBN 978-3-86788-214-9*

Bozkurt, A. Utku (2008), 'Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi', *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.*

Bozkurt S. ve Tür R., (2010), 'Dünyada ve Türkiye`de Hidroelektrik Enerji, Gelişimi Ve Genel Değerlendirme', *4. Su Yapıları Sempozyumu s.322-324*

Bozkurt, S. (2009), 'Su Kaynakları, Barajlar ve Hidroelektrik Enerji, Dünya Ve Türkiye Geneline Bakış', *Su Yapıları Sempozyumu, Orhantepe, İstanbul*

Breitung J., Pesaran H. M., (2005), 'Unit Roots And Cointegrationi In Panels', *Deutsche Bundesbank Discussion Paper Series 1: Economic Studies, No:42/2005*

Collins-Metro (1995), 'English Learner's Dictionary', *Metro Kitap Pazarlama, İstanbul*

Contuk F. ve Güngör B. (2016), 'Asimetrik Nedensellik Testi ile Finansal Gelişme Ekonomik Büyüme İlişkisinin Analizi', *Muhasebe ve Finansman Dergisi Temmuz/2016*

Çağlar A. Ve Kubar Y. (2017), 'Finansal Gelişme Enerji Tüketimini Destekler Mi?', *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Yıl: 2017/2, Sayı:27, s.96-121*

Çukurçayır, M. vd. (2008), 'Enerji Sorunu, Çevre ve Alternatif Enerji Kaynakları', *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı:20, Konya DEKTMK, 2004-2008 Enerji Raporu.*

Demir, A. (1968), 'Dünya Enerji Ekonomisi Üzerinde Bir Araştırma', *Ankara Üniversitesi Siyasal Bil. Fak., (259),6-8.*

Department Of Energy/Energy Information Administration (DOE/EIA) (2005), *International Energy Outlook 2005, July, Washington*

Develi A. (2012), ‘Türkiye’de Birincil Enerji Kullanımı, Üretimi Ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki İlişki’, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:27, Sayı:2, Yıl:2012, s.1-25*

Dinçer F., Atik P., vd. (2017), ‘Hidrolik Enerjisinden Yararlanmada Ülkemiz Ve Gelişmiş Ülkelerin Mevcut Durumlarının Analizi’, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Cilt: 8, Sayı: 3,555-561 2017 S.556*

Doğan B. ve Değer O. (2016), ‘Enerji Tüketimi, Finansal Gelişme Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Hindistan Örnekleme’, *Journal of Yasar University, 2016, 11/44, 326-338*

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (2010), ‘World Energy Council Turkish National Committee’, ‘*Enerji Raporu 2010*’, (www.dektmk.org.tr), Ankara.

Egeli H. A. ve Egeli P. (2015), ‘İhracat Milli Gelir İlişkisi: Asya Ülkeleri Üzerine Panel Veri Analizi’, *İİBF Dergisi s.101-118*

EIA (2012), ‘The Annual Energy Outlook 2014 With Projection sto 2035’, [www.eia.gov/aeo/www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2012\).pdf](http://www.eia.gov/aeo/www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2012).pdf)

EİAŞ, (2010), Elektrik Üretim Sektör Raporu: 5-8

Erbaykal E. (2007), ‘Türkiye’de Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi’, *Sosyal Bilimler Dergisi / Journal of Social Sciences 1 (1), 2007, 29- 44© Beykent Üniversitesi s.29-30-81.*

Erdoğan S. ve Gürbüz S. (2014), ‘Türkiye’de Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yapısal Kırılmalı Zaman Serisi Analizi’, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Sayı: 32, 2014, ss. 79-87*

Ergün S. ve Polat M. A. (2012), 'Nükleer Enerji Ve Türkiye'ye Yansımaları', *İnönü Üniversitesi Uluslar arası Sosyal Bilimler Dergisi İdari Bilimler*, ISSN: 2147-0936 Vol.1, No:2, 2012, 34-58

Erik Y. N. ve Koşaroğlu M. Ş. (2016), 'Tarihsel Süreç Boyunca Değişen Petrol Fiyatları: Şeyl Gazı Etkisi Ve Bazı Öngörüler', *C.Ü. İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt:17, Sayı:2, 2016 s.119-143

Erkul H. (2012), 'Jeotermal Enerjinin Ekonomik Katkıları ve Çevresel Etkileri: Denizli-Kızıldere Jeotermal Örneği', *Yönetim Bilimleri Dergisi Cilt: 10, Sayı: 19, ss. 1-30, 2012 s. 199*

Ersoy, M. (2004), 'Genel Enerji Kaynakları Katı Fosil Yakıtlar', *Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayınları, Ankara. S.6*

Ersoy, A. Y., (2010), 'Ekonomik Büyüme Bağlamında Enerji Tüketimi', *Akademik Bakış Dergisi, Sayı 20, s. 1-11*

Farhani, S. ve Solarin, S. (2017), 'Financial Development And Energy Demand In The United States: New Evidence From Combined Cointegration And Asymmetric Causality Tests', *Energy, 134:1029-1037, 2017.*

Furuoka, F. (2015), 'Financial Development And Energy Consumption: Evidence From A Heterogeneous Panel Of Asian Countries', *Renewable And Sustainable Energy Reviews, 52: 430-444, 2015.*

Gomez M. ve Rodriguez J. (2019), 'Energy Consumption And Financial Development in NAFTA Countries, (1971-2015)', *Economic and Business Research Institute, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Avda. Francisco J. Múgica S/N, Edificio ININEE, Ciudad Universitaria, Morelia C.P. 58030, Michoacán, Mexico; jcrodriguez@umich.mx MDPI Appl. Sci. 2019, 9, 302; doi:10.3390/app9020302*

Gozgor G. vd, (2018), 'Energy Consumption And Economic Growth: New Evidence From The OECD Countries' *Volume 153, 15 June 2018, Pages 27-34*

Gövdere B. ve Can M. (2015), 'Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örnekleminde Eşbütünlüşme Analizi', *Uluslararası İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi* (2) s. 101-114

Gujarati, Domadar N. , (2003), 'Basic Econometrics', *Markgraw Hill, New York*.

Güngör H. ve Simon U. A. (2017), 'Energy Consumption, Finance And Growth: The Role Of Urbanization And Industrialization in South Africa', *International Journal Of Energy Economics And Policy* 7 (3), 268-276

Güngör S. ve Korkmaz Ö. v.d. (2017), 'Küresel Gelişmeler Bağlamında Enerjide Dışa Bağımlı Gelişmekte Olan Ülkelerde Birincil Enerji Tüketimiyle Finansal Gelişme Arasındaki İlişki', *Maliye Finans Yazıları 2017* (108), s.123-142

Güvenoğlu H. ve Erçakar M. (2018), 'Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye Uygulaması (1971-2015)', *Yönetim Ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi Cilt/Volume: 16 Sayı/Issue: 4 Aralık/December 2018 ss./pp. 272-288*

Hatemolu ve Güngör (2007), 'Sürdürülebilir Enerji Politikaları Çerçevesinde Türkiye'de Petrol', www.onurhukuk.com/makaleler/petrol.doc, *Erisim Tarihi: 10.03.2009*.

Hayli S. (2011), 'Rüzgar Enerjisinin Önemi, Dünyada Ve Türkiye'deki Durumu', *Firat Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü*

Hung-Pin L. (2014), 'Renewable Energy Consumption And Economic Growth In Nine OECD Countries: Bounds Test Approach And Causality Analysis', *The Scientific World Journal Volume, 2014 Article ID 919167, 6 pages*

Işık H. ve Bilgin O. (2016), 'Finansal Gelişme ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Türkiye Örneği', *İnsan Ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi Cilt: 5, Sayı : 7, Sayfa: 1757-1765*

İlkılıç, C. (2009), 'Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Ve Kullanımı', *Mühendis ve Makine Dergisi*, 50(593):26-32

"Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu," (2007), *Resmi Gazete*, Kabul Tarihi: 3.6.2007, KanunNo:5686, Ankara.

Kahouli B. (2017), 'The Short And Long Run Causality Relationship Among Economic Growth, Energy Consumption And Financial Development: Evidence from South Mediterranean Countries', *(SMCs)Energy Economics* 68 (2017) 19-30 *Contents Lists Available at Science Direct*

Kandır S. ve İskenderoğlu Ö.,v.d. (2007), 'Finansal Gelişme Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Araştırılması', *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 16, Sayı 2, 2007, s.311-326

Karabulut, Y. (1999), 'Enerji Kaynakları', *Ankara Üniversitesi Basımevi*, Ankara.

Karaçor, Ö. Z. ve Kartal M. (2016), 'Gelir Gruplarına Göre Yurtiçi Tasarruflar İle Dış Borçlar Arasındaki İlişki: Panel Veri Yöntemi İle Bir Analiz', *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, Cilt: 19, Sayı:1 ss.139-165

Karadağ A., (2009), 'Biyokütle, Biyoyakıt Üretimi, Sınıflandırılması', *Bartın Üniversitesi Fen Fakültesi Sunumu*

Karagöl, E., Erbaykal, E., ve Ertuğrul, H. M., (2007), 'Türkiye'de Ekonomik Büyüme İle Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı', *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8(1), s. 72-80

Karagöl T. E. ve Kavaz İ. (2017), 'Dünyada Ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji', *SETA Nisan*, 2017, Sayı:197

Karhan G. V.d. (2012), 'Enerji Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği', *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi Volume 2, Number 1 (2012) Cilt 2, Sayı 1 (2012)*

KESKİN, F. (2010), 'Alternatif Enerji Kaynaklarından Nükleer Enerji', Türkiye Kalkınma Bankası Yayını, Sayı:54, s.34-43.

Keskingöz H. ve İnançlı S. (2016), 'Türkiye'de Finansal Gelişme ve Enerji Tüketimi Arasında Nedensellik İlişkisi: 1960-2011 Dönemi', *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, Aralık, 11(3), s.101-114*

Keskin R. (2017), 'Yapısal Kırılmalar Altında Türkiye'de Ekonomik Büyüme ve Petrol Tüketimi Arasındaki İlişki', *Yönetim Ve Ekonomi Yıl:2017 Cilt:24 Sayı:3 Manisa Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F.*

Kılıç, F. (2015), 'Güneş Enerjisi Türkiye'deki Son Durumu Ve Üretim Teknolojileri', *Mühendis Ve Makina, Cilt 56, Sayı 671, s. 28-40*

Kılıç, F. Ç., Kılıç, M. K. (2013), 'Jeotermal Enerji Ve Türkiye', *Mühendis ve Makina, cilt 54, sayı 639, s. 45-56.S.46*

Kılıç R. ve Aslan V., (2017), 'Yenilenebilen Ve Yenilenemeyen Enerjinin İktisadi Büyüme Üzerindeki Etkisi: 28 OECD Ülkesi Üzerine Ampirik Bir Çalışma', *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi C:12 Sayı:1 2017 s.1-12*

Kıratlılar, Ö., ve Yorulmaz, Y., (1997), 'Binalarda Doğalgaz Tesisatı Ve Yapılan Hatalar', *Makine Mühendisleri Odası III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi, 97 Teskon Program Bildirileri / TES 029 s.451-469*

Kızılkaya, F., ve Dağ, M., (2019), 'Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme: NIC Ülkeleri İçin Ekonometrik Bir Analiz', *Business And Economics Research Journal Vol.10, No:3 Special Issue, 587-596*

Koçak, A., (2001), 'Türkiye'de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli', *Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6 Aralık, Küreselleşmenin Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları, TMMOB, EMO, Ankara.*

Koçaslan, G., (2010), 'Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi Çerçevesinde Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Potansiyelinin Yeri Ve Önemi', *İ.Ü. İktisat Fakültesi İngilizce İktisat Bölümü Sosyal Bilimler Dergisi 2010, (4), 53-61.*

Koçbulut Ö. ve Altıntaş H. (2016), 'İkiz Açıklar Ve Feldstem-Horioka Hipotezi: OECD Ülkeleri Üzerine Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Yapısal Kırılmalı Panel Eşbütünleşme Analizi', *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Mart 2016 s.145-174*

Koç E. ve Kaya K. (2015), 'Enerji Kaynakları-Yenilenebilir Enerji Durumu', *Mühendis ve Makina, Cilt:56, Sayı:668, s.36-47*

Kök, R. ve Şimşek, N., (2006), 'Endüstri-içi Dış Ticaret, Patentler ve Uluslararası Teknolojik Yayılma', *UEK-TEK 2006 Uluslararası Ekonomi Konferansı, Türkiye Ekonomi Kurumu, 11-13 Eylül, Ankara.*

Kraft, ve Kraft, J., A., (1978), 'OnThe Relation Ship Between Energy And GNP', *Journal Of Energy And Development, Vol.3, No., pp.401-403*

Külekçi, Ö. (2009), 'Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri Ve Türkiye Açısından Önemi', *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Dışkapı, Ankara*

Lebe F. ve Akbaş Y. (2015), 'Türkiye'de Sanayileşme, Finansal Gelişme, Ekonomik Büyüme ve Kentleşmenin Enerji Tüketimi Üzerindeki Etkisi: Çoklu Yapısal Kırılmalı Bir Araştırma', *Ege Akademik Bakış Cilt: 15 • Sayı: 2 • Nisan 2015ss. 197-206*

Lee, C.C., C.P. Chang (2007), 'Energy Consumption And GDP Revisited: A Panel Analysis Of Developed And Developing Countries', *Energy Economics, 29, 1206-1223.*

Mallick, H., (2007), 'Does Energy Consumption Fuel Economic Growth In India?', *Centre For Development Studies, Working Paper No: 388, 1-61*

Manga M. v.d. (2016), 'Ekonomik Büyüme ve Finansal Gelişme İlişkisi: Türkiye Örneği', *International conference on eurasian economies 2016*

Marinas M. vd. (2018), 'Renewable Energy Consumption And Economic Growth Casualty Relationship in Central And Eastern European Countries', *Published online 2018 Oct 8 doi 10.1371/journal.pone.0202951*

Masih, A., R. Masih (1996), 'Energy Consumption And Real Income Temporal Causality, Resultsfor a Multi-Country StudyBased on Cointegrationand Error-CorrectionTechniques', *Energy Economics*, 18, 165–183.

Matei I. (2017), 'Energy Consumption And Economic Growth Revisited: A Dynamic Panel In Vestigation Forthe OECD Countries', *Adjunct Professor at IESEG Paris. Emails: iuliana.matei@malix.univ-paris1.fr and i.matei@ieseg.fr.*

Menya, Kojo, vd. (2014), 'Financial Development, Trade Openness And Economic Growth In African Countries: New Insights from a Panel Causality Approach', *Economic Modelling*, 37, pp. 386-394.

Mercan, Mehmet, (2014), 'Feldstein-Horioka Hipotezinin AB-15 ve Türkiye Ekonomisi için Sınanması: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Yapısal Kırılmalı Dinamik Panel Veri Analizi', *Ege Akademik Bakış*, 14(2), ss. 231-245.

Mercan M. ve Peker O. (2013), 'Finansal Gelişmenin Ekonomik Büyümeye Etkisi: Ekonometrik Bir Analiz', *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, Nisan, 2013, 8(1), s.93-120

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2012), 'Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Önemi', *Ankara 2012.*

Mucuk M. ve Uysal D. (2009), 'Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme', *Maliye Dergisi Sayı: 157, Temmuz-Aralık 2009*

Müslümov, Alovzat, Güler ve Aras (2002), 'Sermaye Piyasası Gelişmesi Ve Ekonomik Büyüme Arasında Nedensellik İlişkisi: OECD Ülkeleri Örneği', *İktisat İşletme Finans*, 198 : ss 90 – 104.

Nalbant, O., (2005), 'Nükleer Enerji, Toryum Elementi ve Türkiye İçin Önemi', *Kara Harp Okulu*, s.60 Ankara.

Narayan, P.K., R. Smyth (2008), 'Energy Consumption And Real GDP in G7 Countries: New Evidence From Panel Cointegration With Structural Breaks', *Energy Economics*, 30, 2331–2341.

Naseri S., v.d., (2016), 'Study Of Mediated Consumption Effect Of Renewable Energyon Economic Growth Of OECD Countries', *Procedia Economics And Finance* 36 (2016) 502 – 509

Odhiambo, N. M. (2009), 'Energy Consumption And Economic Growth Nexus InTanzania: An ARDL BoundsTesting Approach', *Energy Policy*, 37, 617-622.

Oskay C.,(2014), 'Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Rüzgar Enerjisinin Önemi Ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Yatırımlarına Yönelik Teşvikler', *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*, 2014, Cilt: 7, Sayı: 1, s. 76-94 s.81

Önal, Eylem, vd., (2010), 'Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği', *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Sayı: 18, 2010, ss.77-96.

Özcan, B, ve Arı, A, (2011), 'Finansal Gelişme ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ampirik Bir Analizi: Türkiye Örneği', *Business And Economics Research Journal*, 1:121-142, 2011.

Özer M. ve Çiftçi N. (2009), 'Ar-Ge Harcamaları Ve İhracat İlişkisi: OECD Ülkeleri Panel Veri Analizi', *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* Sayı:23 2009 s.39-50

Pata U., ve Ağca A., (2018), 'Finansal Gelişme Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Eşbütünleşme Ve Nedensellik İlişkisi:Türkiye Örneği', *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* Cilt:2, Sayı:2, Aralık 2018, ss. 115-128

Paul, S. ve R. N. Bhattacharya (2004), 'Causality Between Energy Consumption And Economic Growth In India: A Note on Conflicting Results', *Energy Economics*, 26, 977-983.

Pedroni, P. (1999), 'Critical Values For Cointegration Tests In Heterogeneous Panels With Multiple Regressors', *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 61, No: 4, pp. 653-670.

Pesaran M. H. (2006), 'A Simple Panel Root Test In The Presence Of Crosssection Dependency', *Cambridge Working Papers In Economics*, 0346

Pınarbaşı Ö. ve İpek O. (2017), 'Kömür Konulu Sunum' <https://slideplayer.biz.tr/slide/12332645/> erişim: 04.04.2019. s.43-44

Renewables 2015 Global Status Report, (2016), Erişim: http://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2015/07/REN12GSR2015_Onlinebook_low1.pdf

Saatçi, M., Dumrul, Y., (2013), 'Elektrik Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Dinamik Bir Analizi: Türkiye Örneği', *Uludağ Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt/Vol. XXXII, Sayı/No: 2, 2013, s. 1-24

Saygılı vd., (2005), 'Türkiye Ekonomisinde Sermaye Birikimi, Verimlilik Ve Büyüme: 1972-2003', *Ekonomik Modeller Ve Stratejik Araştırmalar Genel Müdürlüğü Yayın No: 2686 s.1-113*

Shafiei S., vd., (2013), 'The Nexus Between Energy Consumption And Economic Growth In OECD Countries: A Decomposition Analysis'

Shahbaz M., ; Hoang T., vd., (2017), 'Energy Consumption, Financial Development And Economic Growth In India: New Evidence From An Online ArandAsymmetric Analysis', *MPRA Paper No. 76527, posted 2 February 2017 12:10 Utc*

Shahbaz M. ve Lean H. (2012), 'Does Financial Development In Crease Energy Consumption? The Role of Industrial Ization And Urbanization In Tunisia Contentslist Savailable AtSciVerseScienceDirect', *Energy Policy 40 (2012) 473-479*

Shea, C., P., (1988), 'Renewable Energy; Today's Contribution Tomorrow's Promise', *World Paper 81*

Siddique M. ve Majeed M. (2015), 'Energy Consumption, Economic Growth, Trade And Inancial Development Nexus In South Asia', *Pak J Commer Soc Sci Pakistan Journal of Commerce And Social Sciences* 2015, Vol. 9 (2), 658-682

Stern, D. I., (2000), 'Multivariate Co-integration analysis Of The Role Of Energy In The US Macro Economy', *Energy Economics*, Vol.22, pp.267-283

Tatoğlu Y. F., (2017), 'Panel Zaman Serileri Analizi Stata Uygulamalı', *Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş. Yayın No: 3617 s.1-356*

Temurçin K. Ve Aliğaoğlu A. (2003), 'Nükleer Enerji Ve Tartışmalar Işığında Türkiye'de Nükleer Enerji Gerçeği', *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 2003, 1(2), s.25-39

The European Wind Energy Association, (2003), 'Wind Energy – The Facts' *Volume 4 Environment*, Belgium, 2003.

Torun M., ve Tamzok N.,(2015), 'Türkiye Enerji Politikaları İçerisinde Kömürün Önemi', *TMMOB Maden Mühendisleri Odası s.293-309*

Tunalı, H., ve Onuk P. (2017), 'Finansal Gelişme Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği', *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi Journal Of Economic Policy Researches Cilt/Volume:4, Sayı/Issue:1,Yıl/Year: 2017, 1-15*

Tunalı, H., ve Ulubaş A., M., (2017), 'Elektrik Enerjisi Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G7 Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama (1970-2015)', *Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi (e-ISSN: 2564-7458) Cilt: 20, Sayı: 1, Araştırma Makalesi ss.1-13*

Tuncay, N. (2003), 'Enerji Ve Doğal Kaynaklar Paneli Raporu', *TÜBİTAK, Ankara, ss.1-56.*

Ugetam, (2016), 'İstanbul Uygulamalı Gaz Ve Enerji Teknolojileri', *Araştırma Mühendislik San. ve Tic. AŞ s. 12-13.*

VARINCA, vd., (2006), ‘Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli Ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi Ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma’, *I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, Eskisehir*.

Varınca K., Ve Varank G., (2005), ‘Rüzgar Kaynaklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi Ve Çözüm Önerileri’, *Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü 34349 Yıldız/Beşiktaş/İstanbul*

Yakıncı D. Z., Ve Kök M., (2017), ‘Yenilenebilir Enerji Ve Toplum Sağlığı’, *İ.Ü. Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi, Cilt:5, Sayı:1 2017 s.43-55*

Yamak, T. (2006), ‘Türkiye’nin Alternatif Enerji Kaynakları Potansiyeli Ve Ekonomik Analizleri’, *Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal BilimlerEnstitüsü, İstanbul*.

Yazdi, S., Ve Shakouri, B., (2017), ‘The Globalization, Financial Development, Renewable Energy And Economic Growth’, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, And Policy, 8:707–714, 2017*.

Yergin D., (1991), ‘Petrol: Para Ve Güç Çatışmasının Epik Öyküsü’, *T.C. İş Bankası Yay s.332*

Yıldırım K., Mercan M. ve Kostakoğlu F. S. (2013), ‘Satın Alma Gücü Parametresinin Geçerliliğinin Test Edilmesi: Zaman Serisi Ve Panel Veri Analizi’, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, Aralık 2013, 8(3), s.75-95*

Yıldırım, M. (2006), ‘Konaklama İşletmelerinde İşletme Sermayesi (Alacak-Nakit-Stok) Yönetiminin İşletme Karlılığı Üzerine Etkisi’, *Yüksek Lisans Tezi, İzmir*

Yıldırım, Sevil, (2003), ‘Dünya’da Ve Türkiye’de Petrol’, *T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı Ekonomik Araştırmalar Ve Değerlendirme Genel Müdürlüğü, Ankara*.

Yu, E. S. H., ve Choi, J., Y., (1985), ‘The Causal Relationship Between Energy And GNP: An International Comparison’, *Journal Of Energy Finance And Development 10:2(2), January 1985*

Yu, E. S. H., ve Hwang B-K., (1984), 'The Relationship Between Energy And GNP: Further Results', *Energy Economics*, 1984, Vol.6, Issue 3, 186-190

Yüksek, S., Elevli, B., Demirci A. (2001), 'Hammadde, Kaynak, Cevher ve Rezerv Gibi Bazı Terimlerin Tanımlarına Bir Yaklaşım', *Cumhuriyet Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Jeoloji Mühendisliği* 25 (2).

Wolde-Rufael, Y. (2005), 'Energy Demand And Economic Growth: The African Experience', *Journal of Policy Modeling*, 27(8), 891–903

Wong L. S., Chang Y. ve Chia W., (2013), 'Energy Consumption, Energy R&D And Real GDP In OECD Countries With And Without Oil Reserves', *Energy Economics*, 2013, Vol. 40, Issue C, 51-60

İnternet Adresleri

Ayyıldız İ., (2014), <http://www.unienerji.com/arsivler/3803> Erişim: 27/03/2019

Bilgioloji (2018), 'Birincil Ve İkincil Enerji Kaynağı Ne Demektir?', <http://bilgioloji.com/pages/fen/fizik/enerji/birincil-ve-ikincil-enerji-kaynagi-ne-demektir/> Erişim: 27/12/2018

Bilgibaba, (2017), <http://www.bilgibaba.org/yazi/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-nelerdir-avantajlari-ve-dezavantajlari> Erişim: 25/12/2018.

Bilgi Ustam (2018), 'Elektrik Enerjisinin Kullanım Alanları', <https://www.bilgiustam.com/elektrik-enerjisinin-kullanim-alanlari/> Erişim: 12/05/2019

BP Statistical Review Of World Energy 67th Edition (2018), <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf> Erişim: 10/04/2019

Denk Bilgi, (2018), 'Elektrik Enerjisinin Yararları Ve Zararları Nelerdir?', <https://www.denkbilgi.com/elektrik-enerjisinin-yararlari-ve-zararlari-nelerdir.html> Erişim: 12/05/2019

Elektrikde, (2018), ‘Elektrik Enerjisi Nedir?’,
<http://www.elektrikde.com/elektrik-enerjisi-nedir-elektrik-nasil-meydana-gelir/>

Erişim:17/04/2018

Elektrik Rehberiniz, (2013), ‘Elektriğin Tarihçesi Yeni Çağ Elektrik Tarihi’
<http://www.elektrikrehberiniz.com/elektrik/elektrigin-tarihcesi-5062/> Erişim:

15/05/2019

Enerjigen, (2018), <https://www.enerji.gen.tr/enerji-santralleri.html>

Erişim:16/04/2018

Enerji Bakanlığı, Jeotermal, (2018),<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal> Erişim: 22/12/2018

Enerji Bakanlığı, Güneş, (2018),<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes> Erişim: 30/11/2018

Enerji Bakanlığı, Güneş, (2018),<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes> Erişim:30/11/2018

Enerji Atlası, Güneş, 2018 Güneş Enerjisi İle Elektrik Üretimi
<https://www.enerjiatlası.com/elektrik-uretimi/gunes> Erişim: 02/12/2018

Elektrikport (2011), ‘Rüzgar Enerjisinin Gelişimi Ve Tarihi’
<https://www.elektrikport.com/makale-detay/ruzgar-enerjisinin-gelisimi-ve-tarihi/4309#ad-image-0> Erişim: 27/3/2019

Enerji Bakanlığı, Rüzgar (2018),<https://www.enerji.gov.tr/tr-tr/sayfalar/ruzgar> Erişim: 25/12/2018

Ekolojist, (2018), ‘Rüzgar Enerjisinden Elektrik Üretimi’,
<http://ekolojist.net/ruzgar-enerjisinden-elektrik-uretimi/> Erişim: 28/03/2019

Enerji Bakanlığı, (2018), ‘Nükleer Enerji’, <https://www.enerji.gov.tr/tr-tr/sayfalar/nukleer-enerji> Erişim:28/12/2018

EIA, (2018), 'Primary Energy Consumption',
<https://www.eia.gov/beta/international/data/browser/#/?pa=000000001s&c=41000000020000600000000000000000g000200000000000000001&vs=INTL.44-2-AFRC-QBTU.A&vo=0&v=H&end=2016> Erişim: 10/01/2019

EIA, (2018), 'Primary Energy OECD Consumption',
<https://www.eia.gov/beta/international/data/browser/#/?pa=000000001s&c=000000000000000000000000000000001s&ct=2&vs=INTL.44-2-OECD-QBTU.A&vo=0&v=H&end=2016> Erişim: 15/01/2019

EIA, (2019), 'Total Electricity Net Generation',
https://www.eia.gov/beta/international/data/browser/#/?pa=00000000000000000000000000000000fyu&c=41000000020000600000000000000000001&tl_id=2-A&vs=INTL.2-12-AFRC-BKWH.A&cy=2016&vo=0&v=H&end=2017
Erişim: 15/05/2019

EIA, (2019), 'Total Electricity Net Consumption',
https://www.eia.gov/beta/international/data/browser/#/?pa=0000002&c=41000000020000600000000000000000001&tl_id=2-A&vs=INTL.2-2-AFRC-BKWH.A&cy=2016&vo=0&v=H&end=2017 Erişim: 16/05/2019

EIA, (2019), 'Total Electricity Net Generation OECD',
https://www.eia.gov/beta/international/data/browser/#/?pa=00000000000000000000000000000000fyu&c=000000000000000000000000000000001s&ct=2&tl_id=2-A&vs=INTL.2-12-OECD-BKWH.A&cy=2016&vo=0&v=H&end=2017 Erişim: 14/05/2019

EIA, (2019), 'Total Electricity Net Consumption OECD',
https://www.eia.gov/beta/international/data/browser/#/?pa=0000002&c=000000000000000000000000000000001s&ct=2&tl_id=2-A&vs=INTL.2-2-OECD-BKWH.A&cy=2016&vo=0&v=H&end=2017 Erişim: 14/05/2019

Enerji Enstitüsü, (2013), 'IEA Raporu: Küresel Enerji Talebi',
<http://enerji enstitusu.de/2013/01/29/iea-raporu-kuresel-enerji-talebi-2035-yilinda-iki-katina-cikacak/> Erişim: 06/06/2019

Eskier U., (2017), ‘Kömür Nedir? (Çeşitleri, Kullanımı)’, <https://www.makaleler.com/komur-nedir-cesitleri-kullanimi> Erişim: 11/12/2018

Gurur, (2018), ‘Petrolün Avantajları Ve Dezavantajları Nelerdir?’, <https://www.nkfu.com/petrolun-avantajlari-ve-dezavantajlari-nelerdir/> Erişim: 06/04/2019

Kara İ.,(2017), ‘Nükleer Enerji Nedir? Nükleer Enerji Nasıl Çalışır?’, <https://www.enerjiportali.com/nukleer-enerji-nedir-nukleer-enerji-nasil-calisir/> Erişim: 01/04/2019

KPMG, (2019), ‘Enerji - Sektörel Bakış’, <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/tr/pdf/2019/03/sectorel-bakis-2019-enerji.pdf> Erişim: 04/06/2019

Küçükkaya E., (2018), ‘Yenilenemez Enerji Kaynakları Nedir?’, <https://www.enerjiportali.com/yenilenemez-enerji-kaynaklari-nedir/> Erişim:11/01/2019

Maktoloji, (2018), ‘Doğalgazın Avantajları Ve Dezavantajları’, <https://www.maktoloji.com/2018/04/dogalgazn-avantajlar-ve-dezavantajlar.html> Erişim:10/01/2019

Nexten, (2018), <https://nexten.com.tr/tr/dunyada-gunes-enerjisi-turkiyenin-potansiyeli/> Erişim: 27/03/2019

Petroturk, (2017) ‘IEA Dünya Enerji Görünümü Raporu’, <http://petroturk.com/elektrik/iea-dunya-enerji-gorunumu-raporu-aciklandi> Erişim: 08/06/2019

Radore Veri Merkezi Hizmetleri A.Ş. (2016), ‘Enerji Nedir? Enerji Birimleri Ve Enerji Türleri Hakkında Bilmeniz Gerekenler’, <https://radore.com/blog/enerji-nedir-turleri-nelerdir.html> Erişim: 10/04/2019

Sezgin O.,(2015),‘TAEK Türkiye Temiz Ve Güvenli Nükleer Enerji Toryum Yerine Neden Uranyumlu Tesis Kurmaya Çalışıyor?’,

<https://www.gercekbilim.com/turkiye-temiz-ve-guvenli-nukleer-enerji-toryum-yerine-neden-uranyumlu-tesis-kurmaya-calisiyor/> Erişim: 27/03/2019

TAEK, (2018), ‘Toryumlu Reaktörlerin Dünyadaki Durumu Nedir? Toryumla Çalışan Nükleer Santraller Var mıdır?’, <http://www.taek.gov.tr/tr/sik-sorulan-sorular/136-nukleer-enerji-ve-nukleer-reaktorler-sss/851-toryumlu-reaktorlerin-dunyadaki-durumu-nedir-toryumla-calisan-nukleer-santral-var-midir.html> Erişim: 25/03/2019

Taşkın, M., (2016), ‘Elektriğin Tarihçesi’, <http://www.mesuttaskin.com/elektrigin-tarihcesi-172/> Erişim: 14/05/2019

TMMOB, (2007), *Türkiye Makina Mühendisleri Odası, s.1-32*
https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/2b98322c4d24945_ek.pdf Erişim: 07/03/2019

Ultraenerji, (2015), ‘Petrol Mahsülleri Nerelerde Kullanılır?’, <https://www.ultraenerji.com/fosil-yakitlar/petrol-urunleri-nerelerde-kullanilir.html#comments> Erişim: 05/04/2019

Uyar, (2016), <https://www.enerjibes.com/jeotermal-enerji-nedir-jeotermal-ne-demek/> Erişim: 20/12/2018.

YEGM, (2018), ‘Biyokütle Enerjisi Nedir?’, http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_enerjisi.aspx Erişim: 04/04/2019

Zararlar, (2018), ‘Elektriğin Zararları’, <https://www.zararlar.com/elektrigin-zararlari.html> Erişim: 10/05/2019