

**TÜRKİYE'DE ENERJİ TÜKETİMİ VE BÜYÜME ÜZERİNE BİR
NEDENSELLİK ANALİZİ**

**Pamukkale Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İktisat Ana Bilim Dalı
İktisat Programı**

Mahir TOSUNOĞLU

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Halil UÇAL

**Temmuz 2021
DENİZLİ**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atıfta bulunulduğunu beyan ederim.

Mahir TOSUNOĞLU

ÖN SÖZ

Bu çalışmanın hazırlanması emeği geçen tüm hocalarıma ve aileme en içten dileklerle teşekkür ederim. Özellikle tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Halil UÇAL hocama, babam Erdoğan TOSUNOĞLU'na, dayım Sait ÇELİK'e, ablam Ayşe ÖZBAYRAMCI'ya ve çok değerli arkadaşım Büşra Nur ÖZTEKE'ye teşekkürü borç bilir minnetlerimi sunarım.

ÖZET

TÜRKİYE’DE ENERJİ TÜKETİMİ VE BÜYÜME ÜZERİNE BİR NEDENSELLİK ANALİZİ

Mahir TOSUNOĞLU

Yüksek Lisans Tezi

İktisat ABD

İktisat Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Halil UÇAL

Temmuz 2021, XI+115 sayfa

1970’li yıllardan sonra petrol krizleriyle birlikte Dünya büyük bir ekonomik krize girmiştir. Enerji arzından kaynaklan bu kriz ile birlikte enerji ve ekonomik büyüme kavramları iktisatçılar arasında daha çok tartışılmaya başlanmıştır.

Yapılan bu çalışmada dünyada ve Türkiye’de enerjinin görünümü tartışılmıştır. Ayrıca enerji tüketimi ve ekonomik büyüme literatürü tartışmasına katkıda bulunmak amacıyla, bu çalışmada, iki farklı model ve veri seti kullanılmıştır.

Birinci modelde Türkiye 1970-2019 örneklemini için sadece enerji tüketimi ile ekonomik büyüme değişkenlerinden oluşan bir modeldir. Bu model için yapısal kırılmaları dikkate almak amacıyla; Zivot-Andrews birim kök analizi, Gregory-Hansen eş-bütünleşme, uzun dönem analizi (DOLS, FMOLS ve CCR), kısa dönem analizi (DOLS, FMOLS ve CCR ile kurulan hata düzeltme modeli) ve Granger nedensellik analizi kullanılarak değişkenler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

İkinci modelde Türkiye 1988-2019 örneklemini için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki; Cobb Douglas fonksiyonu kullanılarak oluşturulan model ile emek ve sermaye faktörleri de dikkate alınarak; ARDL sınır testi ve Granger nedensellik analizi ile araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda iki model içinde enerji tüketiminden, ekonomik büyümeye doğru uzun dönem ilişkisi ve Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde enerji tüketiminin büyümenin Granger nedeni olduğu ve Türkiye’de iki farklı modelde de büyüme hipotezinin geçerli olduğu görülmüştür. Türkiye’de enerji yatırımlarının artmasına yönelik politikaların oluşturulması istikrarlı bir ekonomik büyümeye katkı sağlaması açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, Zivot Andrews, Dols-Fmols-Ccr, Gregory-Hansen, ARDL, Granger Nedensellik

ABSTRACT**A CAUSALITY ANALYSIS ON ENERGY CONSUMPTION AND ECONOMIC GROWTH IN TURKEY**

Mahir TOSUNOĞLU

Master's Thesis

Economics Department

Economy Programme

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Halil UÇAL

July 2021, XI+115 Pages

After the 1970s, with the oil crises, the world entered into a major economic crisis. With this crisis caused by energy supply, the concepts of energy and economic growth began to be discussed more among economists.

In this study, the view of energy in the world and in Turkey was discussed. In addition, in order to contribute to the literature on energy consumption and economic growth discussions in this study, two different models and data sets were used. The first model consists energy consumption and economic growth variables of Turkey between 1970 and 2019.

In order to take into account structural breaks for this model; relationships between variables were investigated using Zivot-Andrews unit root analysis, Gregory-Hansen cointegration, long-term analysis (DOLS, FMOLS and CCR), short-term analysis (error correction model was established with DOLS, FMOLS and CCR) and Granger causality analysis.

In the second model, the relationship between energy consumption and economic growth for Turkey including the years between 1988 and 2019 investigated with using the Cobb Douglas function, considering the labor and capital factors. ARDL boundary analysis and Granger causality analysis were used in this model.

As a result, the long-term relationship from energy consumption to economic growth and the Granger causality relationship were found for the two models. When the results were evaluated together, it was found that energy consumption is the Granger cause of growth, and the growth hypothesis is valid in two different models in Turkey.

Keywords: Energy Consumption, Economic Growth, Zivot Andrews, Dols-Fmols-Ccr, Gregory-Hansen, ARDL, Granger Causality

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
GRAFİKLER DİZİNİ.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE ENERJİNİN GÖRÜNÜMÜ

1.1. Enerji Kavramı.....	3
1.2. Birincil Enerji Kaynakları.....	4
1.2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	4
1.3. Yenilenemez Enerji Kaynakları.....	13
1.3.1. Yenilenemez Enerji Kaynaklarının Dünyadaki Görünümü.....	14
1.3.2. Yenilenemez Enerji Kaynaklarının Türkiye’deki Görünümü.....	50
1.4. İkincil Enerji Kaynakları.....	52
1.4.1. Dünyada Elektriğin Genel Görünümü.....	52
1.4.2. Türkiye’de Elektriğin Genel Görünümü.....	59

İKİNCİ BÖLÜM

ENERJİNİN EKONOMİDEKİ ÖNEMİ VE BÜYÜMEYLE İLİŞKİSİ

2.1. Kalkınma Literatüründen Hareketle Enerji ve Büyüme İlişkisi.....	62
2.1.1. Klasik ve Neo-Klasik Büyüme Teorilerinde Enerji.....	62
2.1.2. Ekolojik-Biyofiziksel Büyüme Teorilerinde Enerji.....	65
2.2. Enerji Tüketimi ve Büyüme Nedenselliğini Açıklayan Hipotezler.....	68
2.2.1. Büyüme Hipotezi.....	69
2.2.2. Saklama Hipotezi.....	69
2.2.3. Yansızlık Hipotezi.....	69
2.2.4. Geri Besleme Hipotezi.....	70

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

AMPİRİK ANALİZ

3.1. Ampirik Literatür Özeti.....	71
3.2. Metodoloji.....	76
3.2.1. Durağanlık ve Birim Kök Kavramı.....	76
3.2.2. DF ve ADF Birim Kök Testi.....	76
3.2.3. Zivot Andrews Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testi.....	78
3.2.4. Gregory-Hansen Eşbütünleşme Testi.....	79
3.2.5. Uzun Dönem Analizi: FMOLS, DOLS, CCR.....	80

3.2.6. ARDL Sınır Testi	80
3.2.7. Granger Nedensellik Analizi.....	83
3.3. Model (1) ve Veri Seti (1).....	84
3.4. Model (2) ve Veri Seti (2).....	91
3.4.1. Teorik Çerçeve ve Model.....	91
3.4.2. Veri Seti (2).....	92
SONUÇ	99
KAYNAKÇA	102
EKLER	109

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1: Model 1 AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri	110
Şekil 2: Model 1 LM Test.....	111
Şekil 3: Model 1 White Test	112
Şekil 4: Model 2 AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri	113
Şekil 5: Model 2 LM Test.....	114
Şekil 6: Model 2 White Test	115

GRAFİKLER DİZİNİ

Sayfa

Grafik 1: Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketimi	5
Grafik 2: 2019 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketiminin Dünya Bölgesel Payı ..	8
Grafik 3: Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi	8
Grafik 4: 2019 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretiminin Dünya Bölgesel Payı ..	11
Grafik 5: Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi ve Tüketimi.....	13
Grafik 6: Dünyada Toplam Kanıtlanmış Petrol Rezervleri	15
Grafik 7: 2019 Toplam Kanıtlanmış Petrol Rezervlerinin Dünya Bölgesel Payı	16
Grafik 8: 2019 Kanıtlanmış Petrol Rezervlerinin OECD ve OPEC Payları	17
Grafik 9: Dünyada Petrol Üretimi.....	17
Grafik 10: 2019 Petrol Üretiminin Dünya Bölgesel Payı	20
Grafik 11: 2019 Petrol Üretiminin OECD ve OPEC Payları.....	20
Grafik 12: Dünyada Petrol Tüketimi	21
Grafik 13: 2019 Petrol Tüketiminin Dünya Bölgesel Payı	23
Grafik 14: 2019 Petrol Tüketiminin OECD Payları	24
Grafik 15: Dünyada Toplam Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri.....	25
Grafik 16: 2019 Toplam Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervlerinin Dünya Bölgesel Payı	26
Grafik 17: 2019 Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervlerinin OECD Payları	27
Grafik 18: Dünyada Doğal Gaz Üretimi	28
Grafik 19: 2019 Doğal Gaz Üretiminin Dünya Bölgesel Payı	30
Grafik 20: 2019 Doğal Gaz Üretiminin OECD Payları	31
Grafik 21: Dünyada Doğal Gaz Tüketimi.....	31
Grafik 22: 2019 Doğal Gaz Tüketiminin Dünya Bölgesel Payı	34
Grafik 23: 2019 Doğal Gaz Tüketiminin OECD Payları.....	34
Grafik 24: Dünyada 2019 Toplam Kanıtlanmış Kömür Rezervleri.....	35
Grafik 25: 2019 Toplam Kanıtlanmış Kömür Rezervlerinin Dünya Bölgesel Payı ..	37
Grafik 26: 2019 Kanıtlanmış Kömür Rezervlerinin OECD Payları	37
Grafik 27: Dünyada Kömür Üretimi	38
Grafik 28: 2019 Kömür Üretiminin Dünya Bölgesel Payı	40
Grafik 29: 2019 Kömür Üretiminin OECD Payları.....	41
Grafik 30: Dünyada Kömür Tüketimi.....	41
Grafik 31: 2019 Kömür Tüketiminin Dünya Bölgesel Payı	44
Grafik 32: 2019 Kömür Tüketiminin OECD Payları.....	44

Grafik 33: Dünyada Nükleer Enerji Tüketimi	46
Grafik 34: 2019 Nükleer Enerji Tüketiminin Dünya Bölgesel Payı.....	49
Grafik 35: 2019 Nükleer Enerji Tüketiminin OECD Payları	49
Grafik 36: Türkiye'nin Petrol ve Doğal Gaz Tüketimi.....	50
Grafik 37: Türkiye'nin Kömür Üretimi ve Tüketimi.....	51
Grafik 38: Dünyada Elektrik Üretimi	52
Grafik 39: 2019 Elektrik Üretiminin Dünya Bölgesel Payı.....	54
Grafik 40: 2019 Elektrik Üretiminin OECD Payları	55
Grafik 41: Türkiye'nin Elektrik Tüketimi ve Üretimi.....	59
Grafik 42: Türkiye'nin Yenilenemez Enerji Kaynağına Göre 2019 Elektrik Üretimi	60
Grafik 43: Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynağına Göre 2019 Elektrik Üretimi	60
Grafik 44: Değişkenlerin Görünümleri	85
Grafik 45: CUSUM ve CUSUMSQ Testleri	96

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması	3
Tablo 2: Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketiminin Büyüme Oranları ...	6
Tablo 3: 2019 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketiminin Dünya Bölgesel Payı ...	7
Tablo 4: Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretiminin Büyüme Oranları	9
Tablo 5: 2019 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretiminin Dünya Bölgesel Payı....	10
Tablo 6: Dünyada Yenilenebilir Enerji: Kaynağına Göre Üretim	11
Tablo 7: Dünyada Yenilenebilir Enerji: Kaynağına Göre Üretim 2019 Büyüme Oranları	12
Tablo 8: Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketimi ve Üretimi Büyüme Oranları	13
Tablo 9: Dünyada Petrol Üretimi Büyüme Oranları	19
Tablo 10: Dünyada Petrol Tüketimi Büyüme Oranları	22
Tablo 11: Dünyada Doğal Gaz Üretimi Büyüme Oranları.....	29
Tablo 12: Dünyada Doğal Gaz Tüketimi Büyüme Oranları	33
Tablo 13: Dünyada Kömür Üretimi Büyüme Oranları.....	39
Tablo 14: Dünyada Kömür Tüketimi Büyüme Oranları	42
Tablo 15: Dünyada Nükleer Enerji Tüketimi Büyüme Oranları	47
Tablo 16: Türkiye’nin Petrol ve Doğal Gaz Tüketimi Büyüme Oranları	50
Tablo 17: Türkiye’nin 2019 Toplam Kanıtlanmış Kömür Rezervi.....	51
Tablo 18: Türkiye’nin Kömür Üretimi ve Tüketimi Büyüme Oranları	51
Tablo 19: Dünyada Elektrik Üretiminin Büyüme Oranları	53
Tablo 20: Yenilenemez Enerji Kaynağına Göre 2019 Elektrik Üretimi	56
Tablo 21: Yenilenebilir Enerji Kaynağına Göre 2019 Elektrik Üretimi	58
Tablo 22: Türkiye’nin 2019 Elektrik Üretimi	59
Tablo 23: Ampirik Literatür Özeti	72
Tablo 24: ADF ve PP Birim Kök Test Sonuçları	86
Tablo 25: Zivot-Andrews Test Sonuçları	87
Tablo 26: Gregory-Hansen Eşbütünleşme Test Sonuçları	88
Tablo 27: Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayıları	89
Tablo 28: Hata Düzeltme Modeli Katsayıları	90
Tablo 29: Granger Nedensellik Testi	91
Tablo 30: ADF ve PP Birim Kök Test Sonuçları	94
Tablo 31: ARDL F-Sınır Testi Sonuçları	94

Tablo 32: ARDL (3, 0, 3, 1) Modeli Diagnostik Testleri.....	95
Tablo 33: Uzun Dönem ARDL Katsayı Tahmin Sonuçları	96
Tablo 34: Kısa Dönem ARDL Sonuçları ve Hata Düzeltme Modeli.....	97
Tablo 35: Hata Düzeltme Katsayısı t-Sınır Testi	97
Tablo 36: Granger Nedensellik Testi	98

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
ARDL	Autoregressive Distributed Lag Bound Test
BP	British Petrol
CCR	Canonical Cointegrating Regression
CIS	Bağımsız Devletler Topluluğu
DOLS	Dynamic Ordinary Least Squares
EC	Enerji Tüketimi
ECM	Error Correction Model
EİA	Enerji Bilgi Yönetim İdaresi
EJ	Exajoule
FMOLS	Fully Modified OLS
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
K	Sermaye
L	Emek
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
OPEC	Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüđu
TDK	Türk Dil Kurumu
TMI	Three Mile Island
US	Amerika Birleşik Devletleri
UECM	Unrestricted Error Correction Model

GİRİŞ

1970’li yıllardan sonra dünyada yaygın olan enerji kaynaklarının sonsuzluğu ve ulaşımdaki kolaylığı tezi ortadan kalkmıştır. 70’li yıllarda yaşanan bu kriz dünyada büyük bir ekonomik krize yol açmıştır. Bu dönemde birçok ülke ekonomik daralma yaşamıştır. Yaşanan bu krizden sonra enerji ve ekonomik büyüme kavramları daha çok birlikte anılır hale gelmişlerdir.

Enerji kavramının ekonomideki yerine baktığımızda doğal kaynaklar içerisinde değerlendirildiği görülmektedir. Enerji kavramının ekonomik açıdan kökenine doğru gidildiğinde bu konunun fizyokratlardan bu yana geldiği görülmektedir. Fizyokratlar ekonominin temelini tarım olduğuna inanmaktadırlar. Bu bağlamda enerjinin ekonomi açısından önemi doğrudan enerji kaynakları ile ilgili olmasa da toprak ve suyun önemi üzerinde durmuşlar ve zenginliğin tarımsal üretim ile sağlanacağını düşünmüşlerdir. Dolayısıyla tarımsal üretimini etkileyen, güneş ve rüzgâr gibi enerji kaynaklarına önem vermişlerdir. Enerjinin ekonomik teoriye girişi fizyokratlar ile birlikte olduğu söylenebilmektedir.

1970’li yıllara yani petrol krizlerinin yaşandığı yıllara kadar Jevons ve Hotelling dışında enerji kavramı fazla önemsenmemiştir. Enerji kavramı ve ekonomik büyüme kavramları birlikte incelendiğinde; klasik büyüme teorilerinde emek ve sermaye üzerine yoğunlaşıldığı ve enerji kaynaklarını ara mal olarak görerek üzerinde fazla durmadıkları görülmüştür. Bunu biraz daha açmak gerekirse yani enerjinin bir üretim faktörü olarak görülmemesinin nedenine baktığımızda; ekonomik büyüme ve teknolojik gelişmelerin, doğal kaynakların tükenme olasılığının önüne geçerek, doğal kaynak maliyetlerinin fiyatlandırılmasıyla piyasa başarısızlıklarının ortadan kaldırılacağını ve insan yapımı sermayenin, doğal sermayeyi sonsuz şekilde ikame edeceği düşüncesinden ileri gelmektedir.

İçsel büyüme modellerine bakıldığında, neo klasik teorinin tamamlayıcısı niteliğinde olduğu söylenebilmektedir. Yine enerjiyi ara mal olarak kabul etmişler ancak farklı olarak, enerji olmadan büyümenin sınırlı olabileceğini, teknolojik gelişmelerin enerji maliyetlerini düşürerek enerjiyi etkin olarak kullanılabilir hale getirmesi gerektiğini görmüşlerdir. Enerjinin ikame ilişkisinin sınırlı olduğunu, enerjinin ekonomik büyümedeki sürdürülebilirlik açısından oldukça önemli role sahip olduğunu, devlet müdahalesi ihtiyaç olduğunu, teknolojideki gelişmeler ve Ar-Ge

faaliyetlerinin enerji kullanımında etkinliğe ve enerji maliyetlerindeki azalışlara sebep olması gerektiğini söylemektedirler.

1980'lerin sonlarına doğru interdisipliner ve çevreci araştırmalar ile ön plana çıkan biyofiziksel iktisat ortaya çıkmıştır. Enerjinin ekonomik büyüme için kritik rol oynadığını, hatta sanayi devriminin yaşanmasında enerjinin kritik rol oynadığını özellikle ifade etmişlerdir. Biyofiziksel iktisatçılardan biri olan Roegen'a göre enerji temel bir üretim faktörüdür ve enerji kaynaklarının tüketildiğinde kendini yenileyemediğinden dolayı büyümenin yavaşlayıp hatta durabileceğini ifade etmiştir. Emek ve sermaye gibi girdilerin enerjide meydana gelen hareketlilikten yani enerji akışından ortaya çıktığını söylemektedirler. Bu yüzden Enerji tüketiminin hem sermaye hem de emek faktörlerinin verimliğinde oldukça önemli olduğunu söyleyerek doğrudan üretime katkı sağladığını ifade etmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada birinci bölümde dünyada ve Türkiye'de enerjinin genel görünümüne yer verilmiştir. İkinci bölümde enerji kavramının iktisat teorilerinde nasıl yer bulduğı tartışılmıştır. Üçüncü bölümde ise enerji tüketimi ve ekonomik büyüme literatürü tartışmasına katkıda bulunmak amacıyla, bu çalışmada, iki farklı model ve veri seti kullanılmıştır. Birinci modelde Türkiye örneklemini için ve örneklem dönemi olabildiğince uzun tutularak sadece enerji tüketimi ile ekonomik büyüme değişkenlerinden oluşan bir modeldir. Bu model için yapısal kırılmaları dikkate almak amacıyla; Zivot-Andrews birim kök analizi, Gregory-Hansen eş-bütünleşme, uzun dönem analizi (DOLS, FMOLS ve CCR), kısa dönem analizi (DOLS, FMOLS ve CCR ile kurulan hata düzeltme modeli) ve Granger nedensellik analizi kullanılarak değişkenlere arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. İkinci modelde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki; Cobb Douglas fonksiyonu kullanılarak oluşturulan model ile emek ve sermaye faktörleri de dikkate alınarak; ARDL sınır testi ve Granger nedensellik analizi ile araştırılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE ENERJİNİN GÖRÜNÜMÜ

1.1.Enerji Kavramı

Enerji kavramı, “maddede var olan ve ısı, ışık biçiminde ortaya çıkan güç” şeklinde tanımlanmıştır (TDK, 2020).

Enerji ithalatı yapan ülkeler için enerji, büyük ölçüde finansal kaynak gerektiren bir sektördür. Dünya üzerinde ve Türkiye’de enerji en temel girdilerden biri olup ülke varlıklarının önemli bir payının aktarıldığı büyük çaplı maliyet unsurudur. Enerji sektörünün gelişimi ülke kalkınması ve büyümesi için ne kadar gerekliyse, bu gelişimin sürekliliği de ekonomi üzerinde o ölçüde büyük bir yük oluşturur. Türkiye gibi enerji ithalatı yüksek olan ülke ekonomileri, enerji ithalatından büyük ölçüde olumsuz etkilense de enerji, ülkelerin üretken sektörlerine yapmış olduğu katkıdan dolayı, ülke kalkınmasının ve büyümesinin en temel maddesidir (Karluk, 1999: 247).

Enerji kaynakları, elde ediliş yöntemleri ve kullanıldıktan sonra yeniden kullanılıp kullanılamamaları gibi bazı kıstaslara göre çeşitli sınıflandırılmalara tabi tutulmaktadır.

Tablo 1: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

1. Birincil Enerji Kaynakları	Kömür, Doğalgaz, Nükleer, Petrol ve petrol ürünleri (Benzin ve dizel yakıt), Biyokütle, Etanol, Jeotermal, Hidroelektrik, Güneş, Rüzgar
2. İkincil Enerji Kaynakları	Elektrik Enerjisi
3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Biyokütle, Etanol, Jeotermal, Hidroelektrik, Güneş, Rüzgar
4. Yenilenemez Enerji Kaynakları	Kömür, Doğalgaz, Nükleer, Petrol ve petrol ürünleri (Benzin ve dizel yakıt)

Kaynak: U.S. Energy Information Administration (EIA), 2020

Birincil enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenemez enerji kaynaklarından oluşmaktadır. İkincil enerji kaynakları ise elektrik ve hidrojen enerjisinden oluşmaktadır.

Enerjinin dönüştürülmemiş haline birincil enerji denilmektedir. Buna göre, enerji kaynaklarını dönüştürülüp-dönüştürülmemesine göre birincil ve ikincil enerji kaynağı olarak iki farklı sınıflara ayırmak mümkündür. Birincil enerji kaynaklarının bazı

işlemler sonucunda, dönüştürülerek elektrik enerjisi elde edilmesi ile ikincil enerji kaynakları ortaya çıkmaktadır (Gezer, 2013: 4).

Yenilenemez enerji kaynakları, enerji türü kullanıldıktan sonra tekrar kullanılamayan nitelikleri ile sınırlı kalan bir enerji türüdür. Yenilenebilir enerji kaynakları ise enerji türü kullanıldığında tekrar kullanılabilen kaynaklardır ve bu yönü ile ülkelerin ve sektörlerin ilgisini özellikle çekmektedir (Demir, 2013: 3-4).

1.2.Birincil Enerji Kaynakları

Birincil enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenemez enerji kaynakları olarak sınıflandırılmaktadır.

1.2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

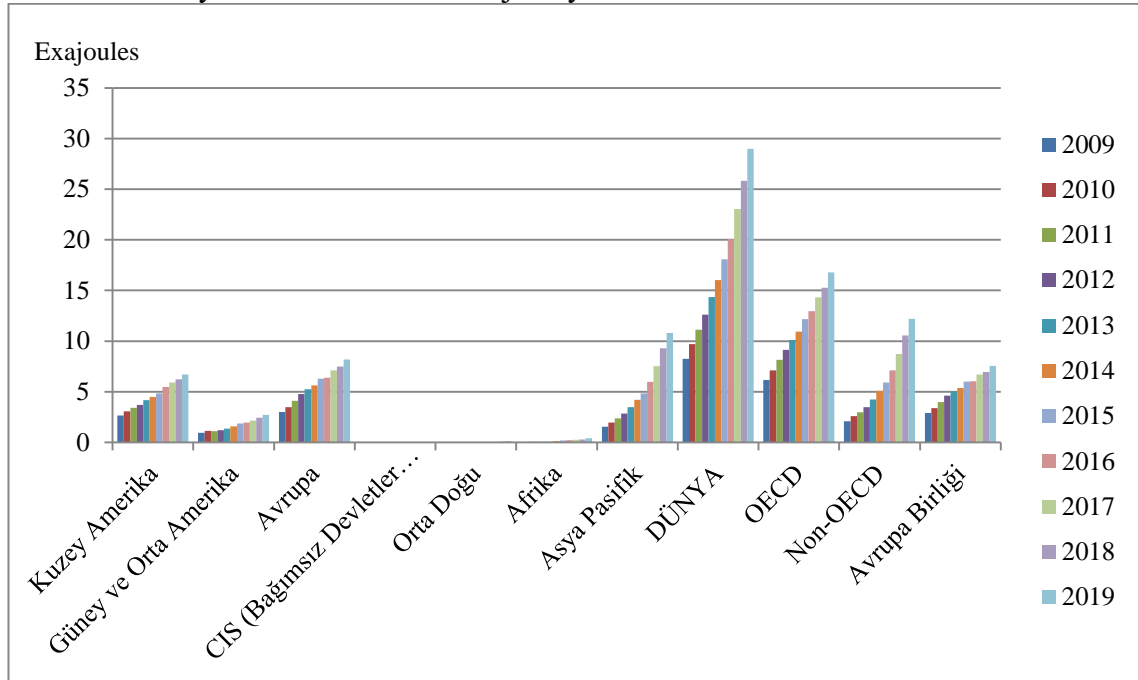
1.2.1.1.Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Dünyadaki Görünümü

Yenilenebilir enerji kaynakları, kendini yenileyebilen kapasiteleri ile geleceğin enerji kaynağı olacağı öngörülebilmektedir ve günümüzde ise alternatif bir enerji kaynağı olmaktadır (Rathore ve Panwar, 2007: 14). Günümüz için, yenilenemez enerji kaynaklarına kıyasla daha az tercih edilseler de gelecek için büyük bir öneme sahiptirler.

Yenilenebilir enerji kaynakları, karbondioksit salınımına neden olmayan dolayısıyla hava kirliliğine de sebep olmayan, temiz enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları beraberinde enerji ve su arz güvenliği, kırsal bölgelerin gelişmesi, doğal yakıt ekonomisinin oluşumu ve bölgesel enerji sorunlarının çözümü gibi çoğu konuda faydalı olabilmektedirler (Zakhidov, 2008: 221-222).

1.2.1.1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketimi

Grafik 1: Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketimi



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 1'e göre dünyada yenilenebilir enerji tüketiminin 2009-2019 arasında exajoules¹ girdi eşdeğeri ile en yüksek olduğu bölge 2016 yılına kadar Avrupa (İngiltere, Fransa, Almanya, Türkiye, vb.) iken 2016 yılından sonra en yüksek değere Asya Pasifik (Japonya, Çin, Avustralya, Pakistan, vb.) sahiptir. Kuzey Amerika (US, Kanada ve Meksika) ise Asya pasifik ve Avrupa'dan sonra en çok yenilenebilir enerji tüketimin olduğu üçüncü bölge olarak ön plana çıkmaktadır.

Yenilenebilir enerji tüketiminin en düşük olduğu bölge ise Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS) olan ülkeler yer almaktadır. Bu ülkelere Rusya, Azerbaycan, Özbekistan ve Kazakistan gibi ülkeler örnek olarak gösterilebilmektedir. CIS'tan sonra sırayla Orta Doğu ve Afrika yenilenebilir enerji tüketiminin en düşük olduğu bölgeler olduğu görülmektedir.

Grafik 1'de görüleceği üzere ayrıca OECD'ye üye olanların, üye olmayanlara göre daha çok yenilenebilir enerji tüketimi yaptıkları görülmektedir.

Dünyadaki yenilenebilir enerji tüketiminin yıllara göre bölgesel büyüme oranları aşağıdaki şekilde gerçekleşmiştir:

¹ Exajoule (EJ), bir kentilyon (10¹⁸) joule'e eşittir. Joule veya jul Uluslararası Birim Sistemi'nde enerji, iş veya ısı miktarından türetilmiş bir ölçü birimidir.

Tablo 2: Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketiminin Büyüme Oranları

	2008-2018	2019
Kuzey Amerika	% 10,3	% 7,6
Güney ve Orta Amerika	% 10,9	% 11,9
Avrupa	% 10,9	% 9,2
CIS (Bağımsız Devletler Topluluğu)	% 15,9	% 29,4
Orta Doğu	% 38,8	% 77,1
Afrika	% 20,7	% 39,3
Asya Pasifik	% 22,2	% 16,5
DÜNYA	% 13,7	% 12,2
OECD	% 10,9	% 9,8
Non-OECD	% 19,9	% 15,7
Avrupa Birliği	% 10,5	% 8,2

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 1’de görüleceği üzere en düşük exajoules değerlerine sahip olan bölgelerden olan Orta Doğu, 2008’den 2019’a kadar en yüksek büyüme değerlerine sahip olan bölgedir. Bunu Afrika ve CIS izlemektedir. Yenilenebilir enerji tüketiminin en düşük exajoules değerlerine sahip olan bu üç bölgenin, yenilenebilir enerji tüketimlerini arttırmaya çalıştıkları görülmektedir.

Yenilenebilir enerji tüketiminde yüksek exajoules değerlerine sahip olan Asya Pasifik ve Avrupa 2008-2018 arasında yıllık ortalama sırasıyla %22,2 ve %10,9 arttığı görülmektedir. 2019 yılında ise sırasıyla %16,5 ve %9,2 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 1’i genel olarak yorumlamak gerekirse yüksek exajoules seviyesine sahip bölgelerin daha istikrarlı yenilenebilir enerji tüketimi büyüme rakamlarına sahip oldukları görülmektedir. Exajoules değerlerinin daha düşük olduğu bölgelerde yenilenebilir enerji tüketiminde büyüme rakamları özellikle 2019 yılı için daha yüksek değerler olarak ortaya çıkmaktadır.

Yüksek exajoules seviyesine sahip bölgelerin daha istikrarlı yenilenebilir enerji tüketimi büyüme rakamlarına sahip oldukları görülmektedir. Exajoules değerlerinin daha düşük olduğu bölgelerde yenilenebilir enerji tüketiminde büyüme rakamları özellikle 2019 yılı için daha yüksek değerler olarak ortaya çıkmaktadır.

Tablo 3: 2019 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketiminin Dünya Bölgesel Payı

Kuzey Amerika	%23,1
Güney ve Orta Amerika	%9,4
Avrupa	%28,2
CIS (Bağımsız Devletler Topluluğu)	%0,1
Orta Doğu	%0,4
Afrika	%1,4
Asya Pasifik	%37,3
DÜNYA	%100,0
OECD	%57,9
Non-OECD	%42,1
Avrupa Birliği	%26,0

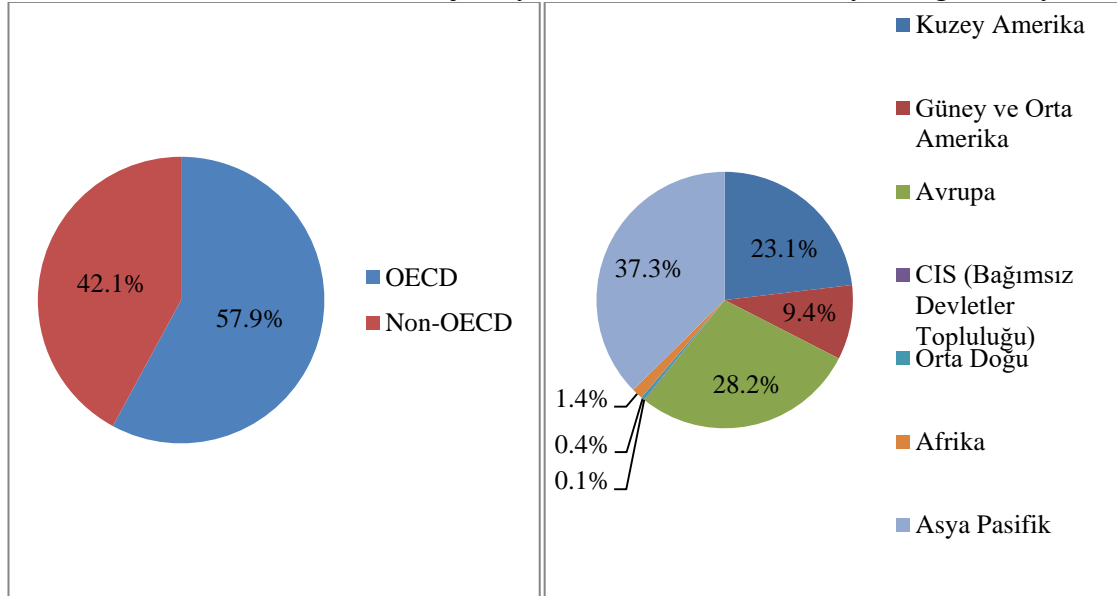
Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Dünyada 2019 yılı verileri için toplam 28,98 exajoules yenilenebilir enerji tüketimi yapılmaktadır (BP, 2020).

Tablo 2'ye göre 2019 yılı için dünya içinde ki en yüksek yenilenebilir enerji tüketimi payı %37,3 ile Asya Pasifiğe aittir, bunu %28,2 ile Avrupa ve %23,1 ile de Kuzey Amerika izlemektedir. En düşük pay ise sırasıyla %0,1 ile CIS, %0,4 ile Orta Doğu ve %1,4 ile Afrika gelmektedir.

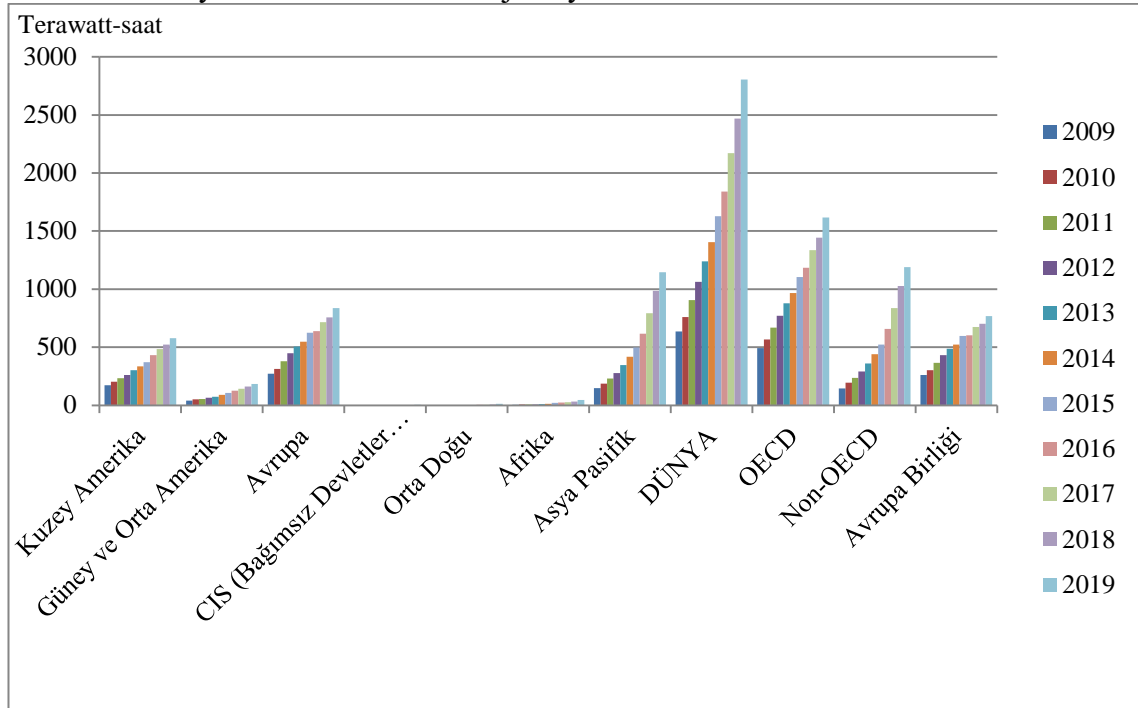
OECD'ye üye ülkelerin yenilenebilir enerji tüketiminin 2019 yılı için dünya payı %57,9, üye olmayan kalanı ise %42,1 olarak görülmektedir. Ayrıca ekonomik ve siyasi örgüt olarak Avrupa Birliğinin dünyadan %26'lık bir pay aldığı görülmektedir.

Görsel destek sağlamak ve daha iyi anlaşılabilmesi için yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminin 2019 dünya bölgesel payları, pasta grafikleri ile aşağıdaki şekilde verilmiştir.

Grafik 2: 2019 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketiminin Dünya Bölgesel Payı

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

1.2.1.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi

Grafik 3: Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 3'e göre dünyada yenilenebilir enerji üretiminin 2009-2019 aralığında terawatt-saat² girdi eşdeğeri ile en yüksek olduğu bölge 2016 yılına kadar Avrupa (İngiltere, Fransa, Almanya, Türkiye, vb.) iken, 2016 yılından sonra en yüksek değere

² Bir watt'ın 1 trilyon katına denk düşen terawatt büyük barajların üretimini ve ulusal çapta enerji tüketimini ölçmek için kullanılabilecek kadar büyük bir elektrik ölçü birimidir.

Asya Pasifik (Japonya, Çin, Avusturalya, Pakistan, vb.) sahiptir. Kuzey Amerika (US, Kanada ve Meksika) ise Asya pasifik ve Avrupa'dan sonra en çok yenilenebilir enerji üretimin olduğu üçüncü bölge olarak ön plana çıkmaktadır.

Yenilenebilir enerji üretiminin en düşük olduğu bölge ise Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS) bölgesinde olan ülkeler yer almaktadır. CIS'tan sonra sırayla Orta Doğu ve Afrika yenilenebilir enerji üretiminin en düşük olduğu bölgeler olduğu görülmektedir. Yine görüleceği üzere ayrıca OECD'ye üye olanların, üye olmayanlara göre daha çok yenilenebilir enerji tüketimi yaptıkları görülmektedir.

Yenilenebilir enerji tüketimi fazla olan ülkelerin yine aynı şekilde yenilenebilir enerji üretimlerinin de fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 4: Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimine Büyüme Oranları

	2008-2018	2019
Kuzey Amerika	% 13,2	% 10,5
Güney ve Orta Amerika	% 16,6	% 13,7
Avrupa	% 12,2	% 10,6
CIS (Bağımsız Devletler Topluluğu)	% 16,8	% 31,1
Orta Doğu	% 41,7	% 78,0
Afrika	% 21,3	% 40,0
Asya Pasifik	% 23,6	% 16,3
DÜNYA	% 16,2	% 13,7
OECD	% 12,7	% 12,1
Non-OECD	% 24,5	% 15,9
Avrupa Birliği	% 11,8	% 9,6

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 3'de yine görüleceği üzere en düşük terawatt-saat değerlerine sahip olan bölgelerden olan Orta Doğu, 2008'den 2019'a kadar %41,7 olarak en yüksek büyüme değerlerine sahip olan bölgedir. Bunu %21,3 ile Afrika ve %16,8 CIS izlemektedir. 2019 yılı için Orta Doğu %78, Afrika %40 ve CIS ise %31,1 olarak yenilenebilir enerji üretiminde büyüme gerçekleştirmiştir.

Yenilenebilir enerji üretiminde yüksek terawatt-saat değerlerine sahip olan Asya Pasifik ve Avrupa 2008-2018 arasında yıllık ortalama sırasıyla %23,6 ve %12,2 arttığı görülmektedir. 2019 yılında ise sırasıyla %16,3 ve %10,6 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3'ü genel olarak yorumlamak gerekirse en düşük terawatt-saat yenilenebilir enerji üretimi değerlerine sahip olan ülkeler en yüksek büyüme değerlerini yakalamışlardır. 2019 yılı için Orta Doğu özellikle dikkat çekmektedir.

Tablo 5: 2019 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretiminin Dünya Bölgesel Payı

Kuzey Amerika	%20,6
Güney ve Orta Amerika	%6,6
Avrupa	%29,8
CIS (Bağımsız Devletler Topluluğu)	%0,1
Orta Doğu	%0,5
Afrika	%1,6
Asya Pasifik	%40,9
DÜNYA	%100,0
OECD	%57,6
Non-OECD	%42,4
Avrupa Birliği	%27,4

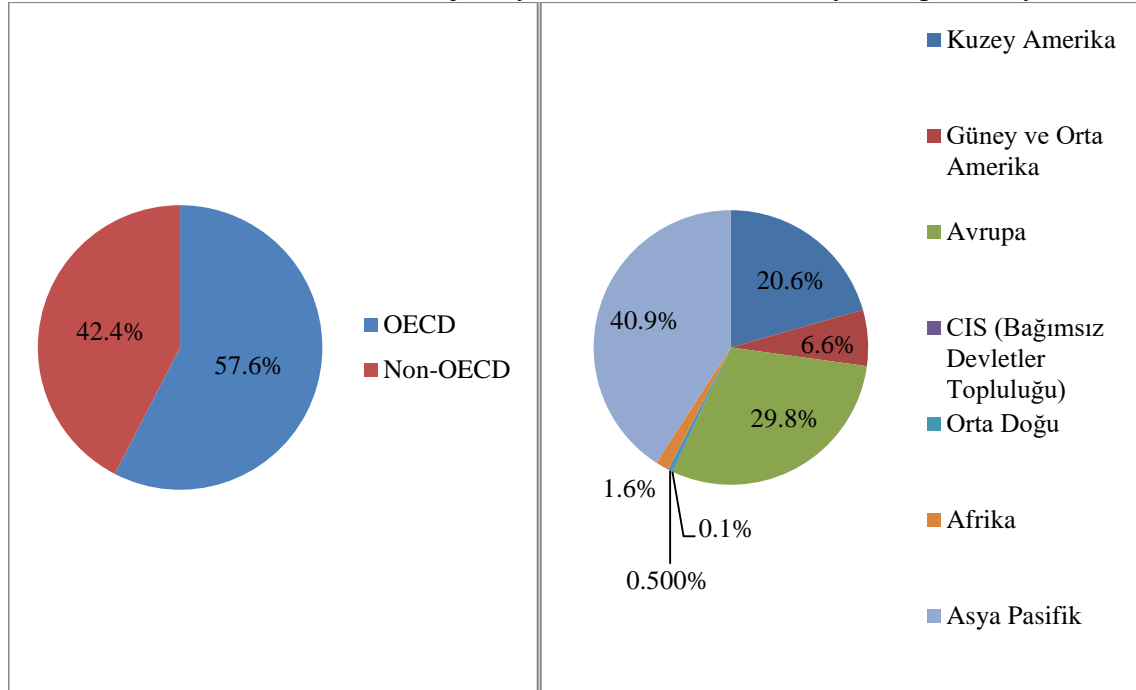
Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Dünyada 2019 yılı verileri için toplam 2805,5 terawatt-saat yenilenebilir enerji üretimi yapılmaktadır (BP, 2020).

Tablo 4.'e göre 2019 yılı için dünya içinde ki en yüksek yenilenebilir enerji üretimi payı %40,9 ile Asya Pasifiğe aittir, bunu %29,8 ile Avrupa ve %20,6 ile de Kuzey Amerika izlemektedir. En düşük pay ise sırasıyla %0,1 ile CIS, %0,5 ile Orta Doğu ve %1,6 ile Afrika gelmektedir.

OECD'ye üye ülkelerin yenilenebilir enerji üretiminin 2019 yılı için dünya payı %57,6, üye olmayan kalanı ise %42,4 olarak görülmektedir. Ayrıca ekonomik ve siyasi örgüt olarak Avrupa Birliğinin dünyadan %27,4'lük bir pay aldığı görülmektedir.

Görsel destek sağlamak ve daha iyi anlaşılabilmesi için yenilenebilir enerji kaynakları üretiminin 2019 dünya bölgesel payları, pasta grafikleri ile aşağıdaki şekilde verilmiştir.

Grafik 4: 2019 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretiminin Dünya Bölgesel Payı

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 6: Dünyada Yenilenebilir Enerji: Kaynağına Göre Üretim

	2018			2019		
	Rüzgâr	Güneş	Diğer	Rüzgar	Güneş	Diğer
Kuzey Amerika	321,7	101,3	98,9	354,9	125,1	96,9
Güney ve Orta Amerika	65,8	12,7	83,4	79,2	17,6	87,4
Avrupa	402,8	138,6	215,0	461,6	154,7	220,3
CIS	0,8	0,9	0,7	1,1	1,5	0,7
Orta Doğu	1,1	6,1	0,3	1,2	11,9	0,3
Afrika	14,3	9,9	8,1	17,5	19,4	8,2
Asya Pasifik	463,7	313,2	208,6	514,3	393,9	238,0
DÜNYA	1270,2	582,8	615,0	1429,6	724,1	651,8
OECD	745,4	329,9	367,0	841,8	387,2	387,8
Non-OECD	524,7	252,8	248,0	587,9	336,9	264,0
Avrupa Birliği	376,9	127,5	196,4	430,7	138,4	199,1

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 5'deki güncel dünyadaki yenilenebilir enerjinin kaynağına göre üretimine bakıldığında, dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr enerjisinden, güneş enerjisine göre daha fazla faydalandığı görülmektedir.

Tablo 7: Dünyada Yenilenebilir Enerji: Kaynağına Göre Üretim 2019 Büyüme Oranları

	Rüzgâr	Güneş	Diğer	Toplam
Kuzey Amerika	%10,3	%23,5	%-2,1	%10,5
Güney ve Orta Amerika	%20,4	%38,3	%4,7	%13,7
Avrupa	%14,6	%11,6	%2,5	%10,6
CIS	%30,1	%55,8	%0,7	%31,1
Orta Doğu	%2,1	%95,4	-	%78,0
Afrika	%22,5	%96,7	%1,5	%40,0
Asya Pasifik	%10,9	%25,8	%14,1	%16,3
DÜNYA	%12,6	%24,3	%6,0	%13,7
OECD	%12,9	%17,4	%5,7	%12,1
Non-OECD	%12,0	%33,2	%6,5	%15,9
Avrupa Birliği	%14,3	%8,5	%1,3	%9,6

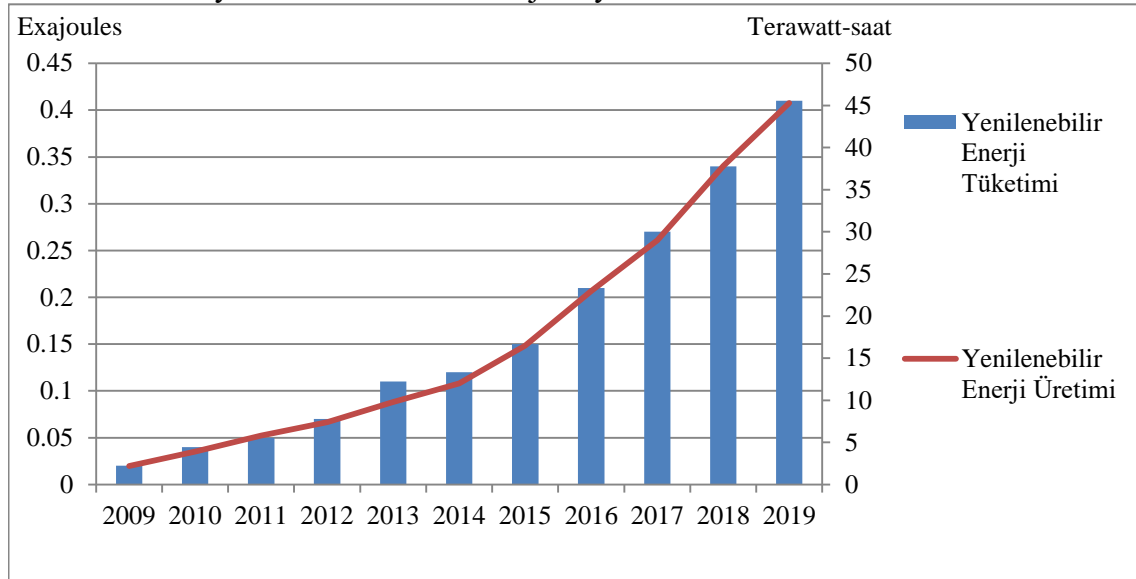
Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 6'daki güncel dünyadaki yenilenebilir enerjinin kaynağına göre üretimin 2019 yılı büyüme oranlarına bakıldığında, dünya genelinde rüzgâr enerjisi %12,6 büyürken, güneş enerjisi %24,3 büyümüştür. Buradan 2019 yılı büyüme verilerine göre güneş enerjisi yatırımlarının kendi içinde rüzgâr enerjisine göre daha fazla arttığı sonucu çıkarılabilmektedir.

Dünya genelinde, yenilenebilir enerji tüketimi, üretimi ve kaynağına göre üretimi genel hatlarıyla ve güncel verilerle desteklenerek verilmiştir. Türkiye için ise yenilenebilir enerji aşağıda ki şekilde görülmektedir:

1.2.1.2.Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye’deki Görünümü

Grafik 5: Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi ve Tüketimi



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 5’de Türkiye’nin yenilenebilir enerjideki görünümüne, yıllara göre bakıldığında yenilenebilir enerji üretim ve tüketimin genel bir artış eğilimine sahip olduğu da görülmektedir. 2019 yılı için Türkiye’nin yenilenebilir enerji tüketimi 0,41 exajoules üretimi ise 45,3 terawatt-saat olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 8: Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketimi ve Üretimi Büyüme Oranları

	2008-18	2019
Yenilenebilir Enerji Tüketimi	%40,4	%19,3
Yenilenebilir Enerji Üretimi	%41,8	%19,8

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Türkiye’nin 2008-2018 dönemi arasında yıllık ortalama yenilenebilir enerji tüketimi %40,4, 2019 yılında ise %19,3 büyümesi gerçekleşmiştir. Türkiye’nin 2008-2018 dönemi arasında yıllık ortalama yenilenebilir enerji üretimi %41,8, 2019 yılında ise %19,8 büyümesi gerçekleşmiştir. Yenilenebilir enerjide 2019 yılı için dünyadaki payı, tüketimde %1,4 ve üretimde ise %1,6 olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.3.Yenilenemez Enerji Kaynakları

Yenilenemez enerji kaynakları çok uzun süreler sonunda oluştuğu ve bizim topraktan çıkarabileceğimiz veya çıkarabileceğimiz miktarlarla sınırlı oldukları için yenilenemez olarak tanımlanmıştır. Milyonlarca yıl önce yaşamış eski deniz bitkileri ve

hayvanlarının gömülü kalıntılarında binlerce yıl boyunca kömür, doğal gaz ve petrol oluşmuştur. Bu nedenle bu enerji kaynaklarına fosil yakıtlar diyoruz (EİA, 2020).

Nükleer enerji, atomları ısı ve nihayetinde elektrik oluşturmak için bölünen (nükleer fisyon adı verilen bir işlemle) yenilenemeyen bir enerji kaynağı olan uranyumdan üretilir. Bilim adamları uranyumun milyarlarca yıl önce yıldızlar oluştuğunda yaratıldığını düşünüyor. Uranyum, yer kabuğunun her tarafında bulunur, ancak çoğu nükleer santraller için madencilik yapmak ve yakıtı dönüştürmek çok zor ve çok pahalıdır (EİA, 2020).

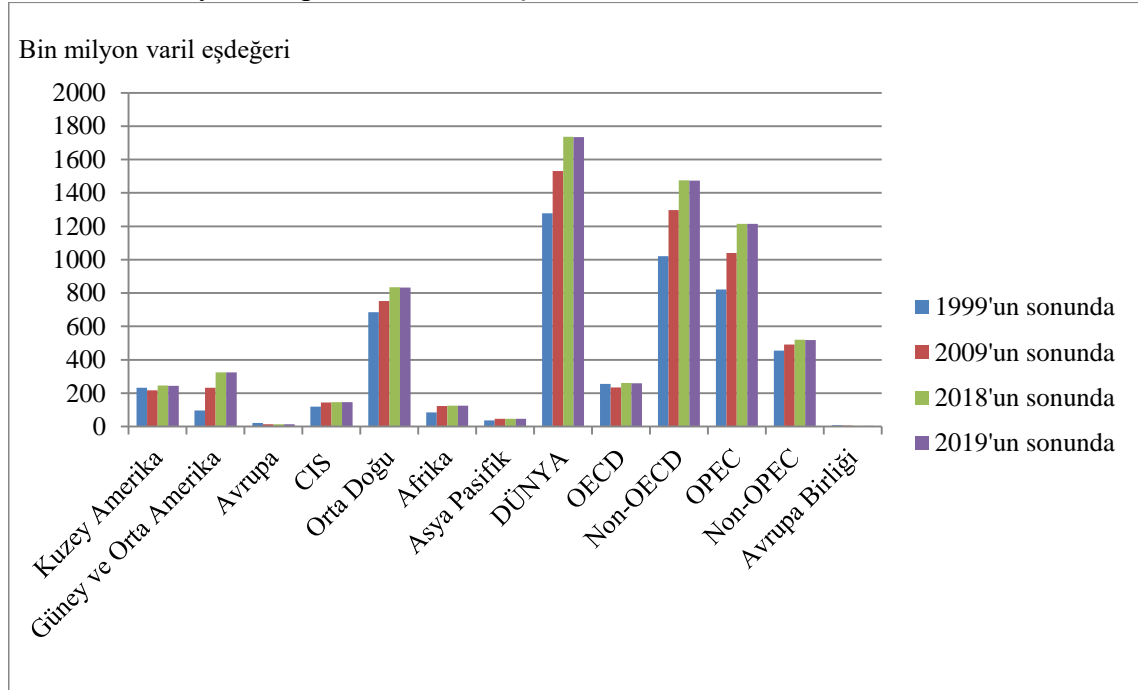
1.3.1. Yenilenemez Enerji Kaynaklarının Dünyadaki Görünümü

1.3.1.1. Petrol

Petrol kelimesi Latince petro (taş) ve oleum (yağ) kelimelerinden oluşan taşıyağı anlamına gelmektedir. Petrol, organik maddelerin bozunup, basınç ve ısıya maruz kalmasıyla meydana gelir. Bileşiminde hidrojen ve karbon mevcut olup içerisinde az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt bulunmaktadır. Rafine edilmemiş sıvı haldeki petrole ham petrol, yarı katı ve katı halde bulunan, ağır hidrokarbon ve katrandan oluşan petrole ise asfalt, zift, katran ve benzeri isimler verilir. Ham petrolün ana bileşenleri hidrojen ve karbon olduğu için hidrokarbon olarak da isimlendirilir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Bilgi Edinme Merkezi, 2020).

Ham petrol zeminden çıkarıldıktan sonra, ham petrolün farklı kısımlarının kullanılabilir petrol ürünlerine ayrıldığı bir rafineriye gönderilir. Bu petrol ürünleri arasında benzin, dizel yakıtı ve ısıtma yağı gibi damıtıklar, jet yakıtı, petrokimyasal besleme stokları, mumlar, yağlama yağları ve asfalt bulunmaktadır (EİA, 2020).

Ayrıca rafineri de ham petrolden, petrol ürünleri üretilirken hacimde bir artış olmaktadır. Ham petrol, petrol ürünlerine göre daha yoğun bir yapıya sahip olduğundan, rafineriye belirli galon düzeyinde giren ham petrol, daha yüksek bir galon düzeyinde petrol ürünlerine dönüşebilmektedir. Elbette burada rafinerinin üretim teknikleri de oldukça önemli olmaktadır. Örneğin ABD'deki 42 galon varil ham petrol, rafineri işleme kazancı nedeniyle ABD rafinerilerinde yaklaşık 45 galon petrol ürünü verebilmektedir (EİA, 2020). Dünyadaki kanıtlanmış petrol rezervlerinin bölgesel olarak ve genel görünümü aşağıdaki şekildedir:

Grafik 6: Dünyada Toplam Kanıtlanmış Petrol Rezervleri

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Yukarıdaki grafikte dünyadaki kanıtlanmış petrol rezervlerinin, bölgesel ve ekonomik işbirlikleri dağılımı verilmiştir. Dünyada 2019 itibariyle toplam 1733,9 milyar varil³ kanıtlanmış petrol rezervi bulunmaktadır.

Petrol rezervlerindeki en büyük Orta Doğu'ya aittir. 2019 itibariyle Orta Doğu'da toplam 833,8 milyar varil kanıtlanmış petrol rezervi bulunmaktadır. Başlıca başı çeken 3 ülke sırasıyla şu şekildedir; 297,6 milyar varil ile Suudi Arabistan, 155,6 milyar varil ile İran ve 145,0 milyar varil ile Irak'tır.

Orta Doğu'dan sonra kanıtlanmış petrol rezervinin en çok bulunduğu bölge ise Güney ve Orta Amerika'dır. Bu bölge de 2019 itibariyle 324,1 milyar varil kanıtlanmış petrol rezervi bulunmaktadır. Başlıca başı çeken ülke ise 303,8 milyar varil kanıtlanmış petrol rezervi ile Venezuela'dır.

Güney ve Orta Amerika'dan sonra kanıtlanmış petrol rezervinin en çok bulunduğu bölge ise Kuzey Amerika'dır. Bu bölge de 2019 itibariyle 244,4 milyar varil kanıtlanmış petrol rezervi bulunmaktadır. Başlıca başı çeken ülke ise 169,7 milyar varil kanıtlanmış petrol rezervi ile Kanada'dır.

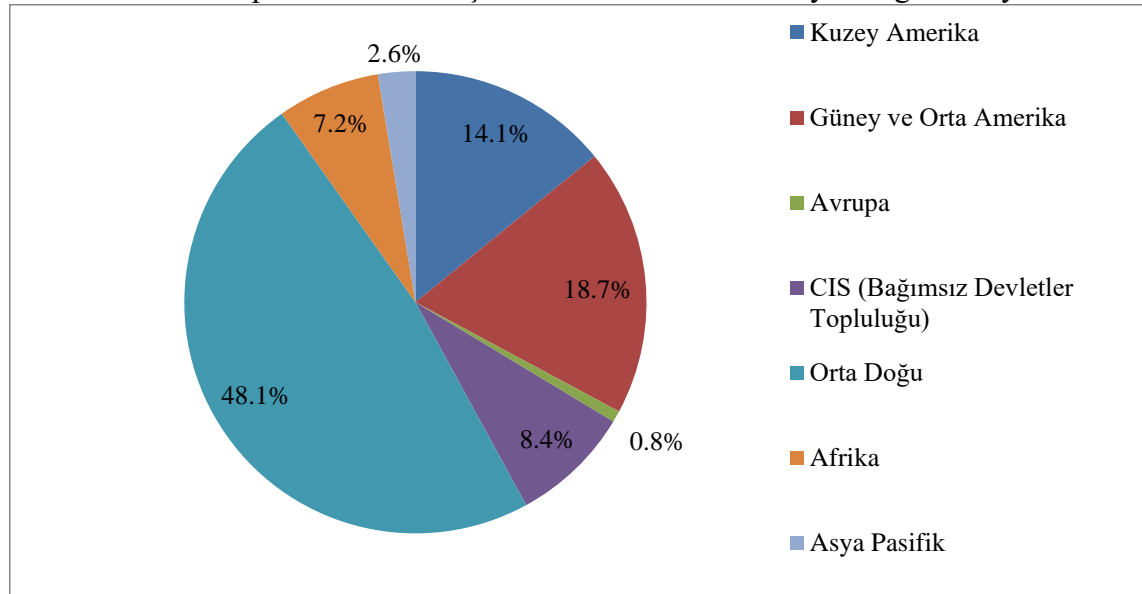
³ 1 varil petrol eşdeğeri yaklaşık olarak 0.136 TEP'tir. Varil petrol, petrolün 1 varil içerisindeki miktardır ve bir varil petrol 159 litre veya 0,7 tona karşılık gelir. Termik santrallerde 1 MWh 0,22 ton eşdeğer yakıt ile veya 0,39 MWh 0,086 toe ile üretilir.

Petrol rezervlerinde Bağımsız Devletler Topluluğu da oldukça önemlidir. 2019 itibariyle 145,7 milyar varil kanıtlanmış petrol rezervi bulunmaktadır. Başlıca başı çeken ülke ise 107,2 milyar varil kanıtlanmış petrol rezervi ile Rusya Federasyonu'dur.

OPEC ve OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından, 2019 itibariyle kanıtlanmış petrol rezervleri değerlendirildiğinde; OPEC'e üye olan ülkelerin toplam kanıtlanmış petrol rezervi 1214,7 milyar varil, üye olmayan ülkelerin ise 519,2 milyar varildir. OECD açısından bu durum değerlendirildiğinde üye olan ülkelerin toplam kanıtlanmış petrol rezervi 260,1 milyar varil, üye olmayan ülkelerin ise 1473,7 milyar varildir.

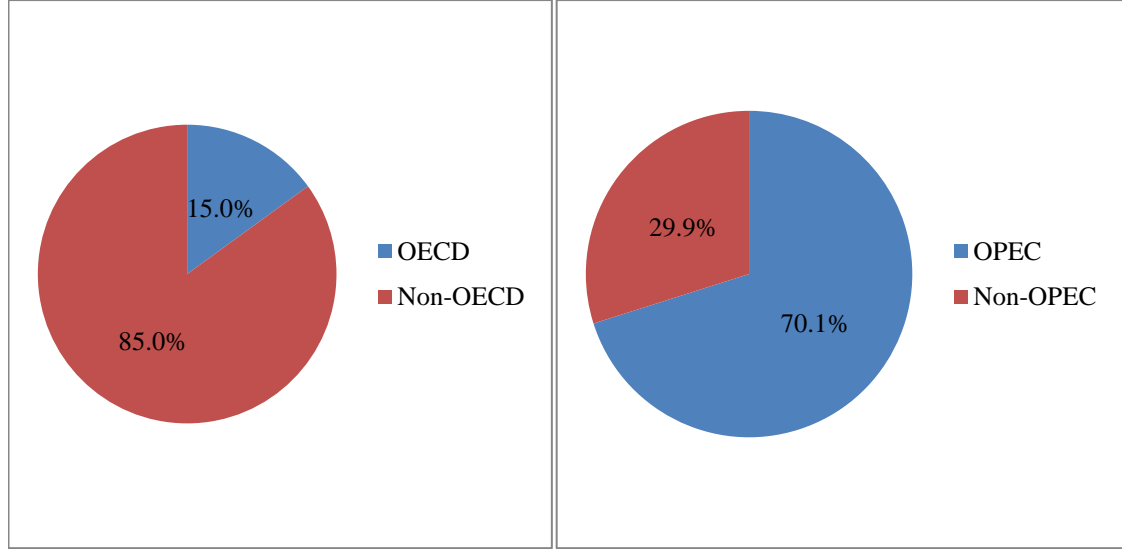
Toplam kanıtlanmış petrol rezervlerinin 2019 paylarının dağılımları, grafik 7 ve grafik 8 olarak pasta grafikleri şeklinde, görsel destek sağlamak açısından aşağıdaki şekilde verilmişlerdir:

Grafik 7: 2019 Toplam Kanıtlanmış Petrol Rezervlerinin Dünya Bölgesel Payı



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

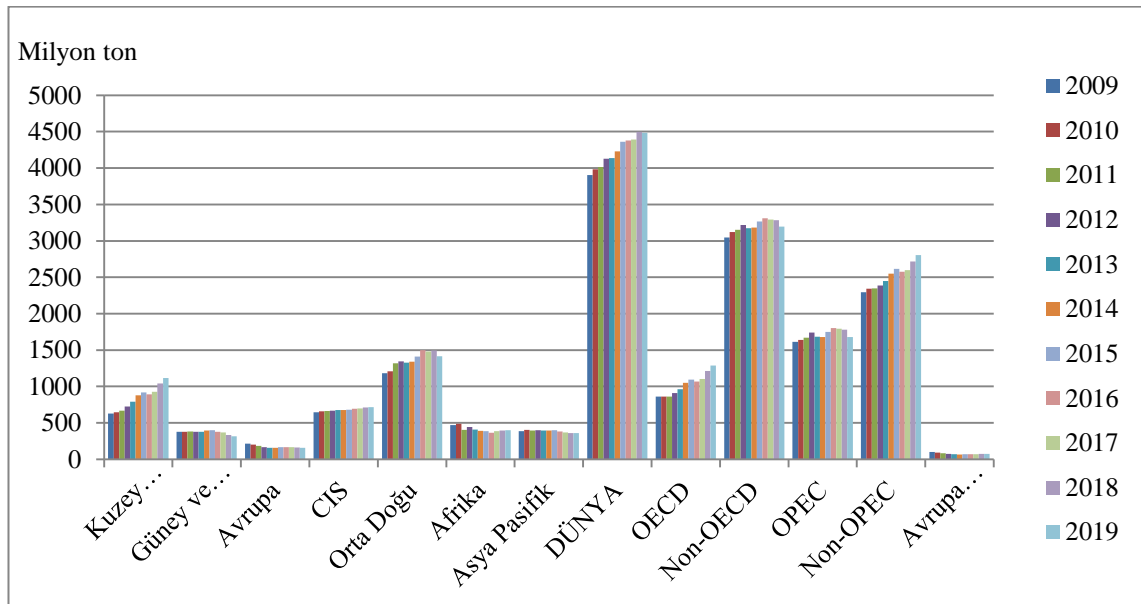
Grafik 7'ye göre 2019 itibariyle dünyada toplam kanıtlanmış petrol rezervlerinin %48,1'i Orta Doğu'dadır. Bunu %18,7 ile Güney ve Orta Amerika, %14,1 ile Kuzey Amerika, %8,4 ile CIS ve %7,2 ile Afrika izlemektedir.

Grafik 8: 2019 Kanıtlanmış Petrol Rezervlerinin OECD ve OPEC Payları

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 8'e bakıldığında, OECD'ye üye olmayanların 2019 yılı için, kanıtlanmış petrol rezervlerinin %85'ini oluşturduğu, kalan %15'inin ise OECD'ye üye olanlar tarafından oluşturulduğu görülmektedir.

Grafik 8, OPEC açısından değerlendirildiğinde, üye olanların 2019 için toplam kanıtlanmış petrol rezervlerinin %70,1'ine, üye olmayanların payı ise %23,9 olduğu görülmektedir. Dünyadaki toplam petrol üretiminin bölgesel olarak ve genel görünümü aşağıdaki şekildedir:

Grafik 9: Dünyada Petrol Üretimi

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Yukarıdaki grafikte dünyadaki petrol üretimin milyon ton cinsinden, bölgesel ve ekonomik işbirlikleri dağılımı verilmiştir. Dünyada 2019 itibariyle toplam 4484,5 milyon ton petrol üretilmiştir.

Petrol üretimindeki en büyük pay, en çok petrol rezervlerine sahip olan Orta Doğuya aittir. 2019 itibariyle 1417,4 milyon ton petrol üretimi gerçekleştirmiştir. Orta Doğu'da başlıca başı çeken 3 ülke sırasıyla şu şekildedir; 556,6 milyon ton ile Suudi Arabistan, 234,2 milyon ton ile Irak ve 180,2 milyon ton ile Birleşik Arap Emirlikleri'dir.

Dikkat etmek gerekirse, Orta Doğu'daki en çok kanıtlanmış petrol rezervleri bulunan 3 ülke sırasıyla Suudi Arabistan, İran ve Irak iken; petrol üretiminde yine Suudi Arabistan ilk sıradayken sonrasında Irak ve Birleşik Arap Emirlikleri gelmektedir.

Petrol üretiminde Orta Doğu'dan sonra 2019 itibariyle 1116,5 milyon ton ile ikinci sırada Kuzey Amerika gelmektedir. Kuzey Amerika'da ki en çok petrol üretimi sırasıyla 746,7 milyon ton ile US, 274,9 milyon ton ile Kanada ve 94,9 milyon ton ile Meksika'da gerçekleşmektedir.

Yine dikkat etmek gerekirse, kanıtlanmış petrol rezervi olarak başı Güney ve Orta Amerika çekmekteyken, petrol üretiminde başı Kuzey Amerika çekmektedir. Kuzey Amerika'da en çok kanıtlanmış petrol rezervlerine sahip olan ülke Kanada iken, petrol üretiminde önce US sonra Kanada gelmektedir.

Petrol üretiminde üçüncü en önemli bölge 2019 yılı için 714.9 milyon ton petrol üretimi ile CIS'dır. Bu bölgede başlıca başı çeken ülke ise 568.1 milyon ton petrol üretimi ile Rusya Federasyonu'dur.

Petrol üretiminde önemli diğer bölgeler ise sırasıyla 399,1 milyon ton ile Afrika, 361,8 milyon ton ile Asya Pasifik ve 317,0 milyon ton ile Güney ve Orta Amerika bölgesi gelmektedir.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından petrol üretimi değerlendirildiğinde 2019 itibariyle üye olanların 1288,3 milyon ton, üye olmayanların ise 3196,2 milyon ton petrol ürettiği görülmektedir.

OPEC'e üye olup-olmayanlar açısından petrol üretimi değerlendirildiğinde 2019 itibariyle üye olanların 1680,0 milyon ton, üye olmayanların ise 2804,5 milyon ton petrol ürettiği görülmektedir.

Tablo 9: Dünyada Petrol Üretimi Büyüme Oranları

	2008-2018	2019
Kuzey Amerika	%5.4	%7.1
Güney ve Orta Amerika	%-1.3	%-4.9
Avrupa	%-3.3	%-3.3
CIS (Bağımsız Devletler Topluluğu)	%1.3	%0.5
Orta Doğu	%1.6	%-5.1
Afrika	%-2.2	%1.1
Asya Pasifik	%-0.7	%0.2
DÜNYA	%1.2	%-0.3
OECD	%3.5	%6.1
Non-OECD	%0.4	%-2.7
OPEC	%0.3	%-5.7
Non-OPEC	%1.8	%3.2
Avrupa Birliği	%-3.7	%-1.1

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 8'e bakıldığında petrol rezervlerinde ve üretiminde başı çeken Orta Doğu'nun 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %1,6 arttığı, 2019 yılında ise %-5,1 negatif büyüme oranı vererek petrol üretiminin azaldığı görülmektedir.

Petrol üretiminde ikinci sırada olan Kuzey Amerika'nın 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %5,4 arttığı, 2019 yılında ise %7,1 arttığı görülmektedir.

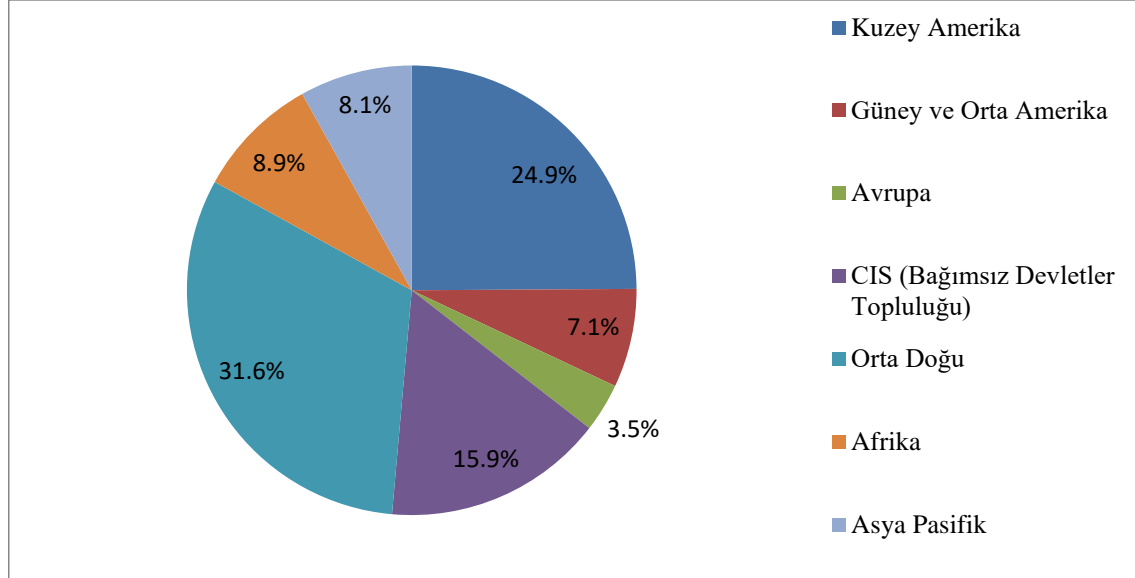
Petrol üretiminde üçüncü sırada olan CIS 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %1,3 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre daha az büyüme gerçekleştirerek, %0,5 arttığı görülmektedir.

OECD'ye üye olup-olmayanlara bakıldığında üye olanların 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %3,5 arttığı, 2019 yılında ise %6,1 arttığı görülmektedir. OECD'ye üye olmayanlara bakıldığında 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %0,4 arttığı, 2019 yılında ise %-2,7 negatif büyüme gerçekleştirerek azaldığı görülmektedir.

OPEC'e üye olup-olmayanlara bakıldığında üye olanların 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %0,3 arttığı, 2019 yılında ise %-5,7 negatif büyüme gerçekleştirerek azaldığı görülmektedir. OPEC'e üye olmayanlara bakıldığında 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %1,8 arttığı, 2019 yılında ise %3,2 arttığı görülmektedir.

Toplam petrol üretiminin 2019 paylarının dağılımları, grafik 10 ve grafik 11 olarak pasta grafikleri şeklinde, görsel destek sağlamak açısından aşağıdaki şekilde verilmişlerdir:

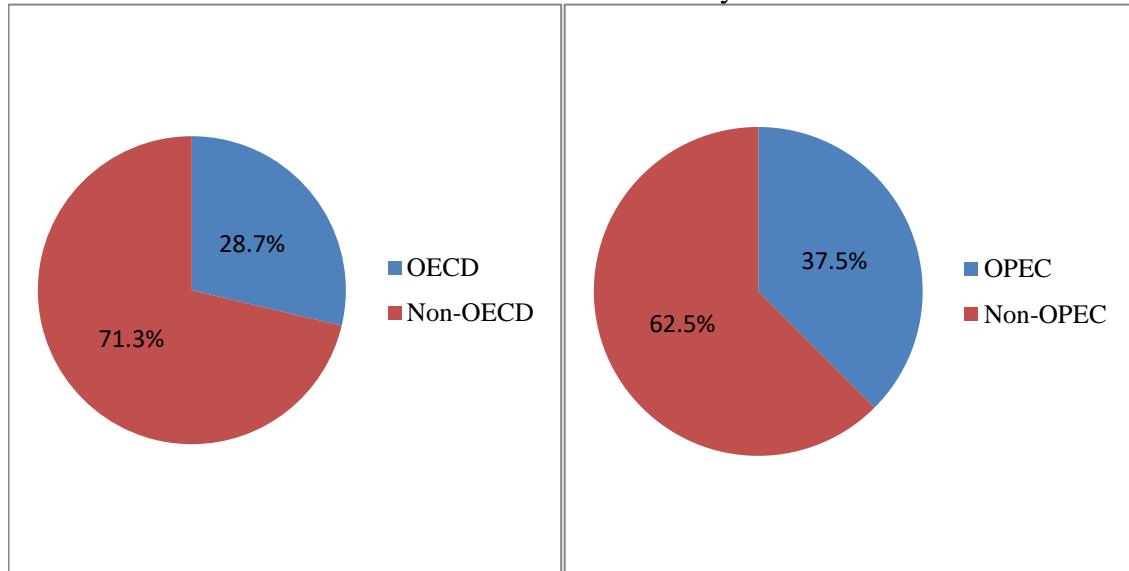
Grafik 10: 2019 Petrol Üretiminin Dünya Bölgesel Payı



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 10'a göre 2019 itibariyle Dünyada toplam petrol üretiminin %31,6'sı Orta Doğu'dadır. Bunu %24,9 ile Kuzey Amerika, %15,9 ile CIS, %8,9 ile Afrika ve %8,1 ile Asya Pasifik bölgesi izlemektedir.

Grafik 11: 2019 Petrol Üretiminin OECD ve OPEC Payları



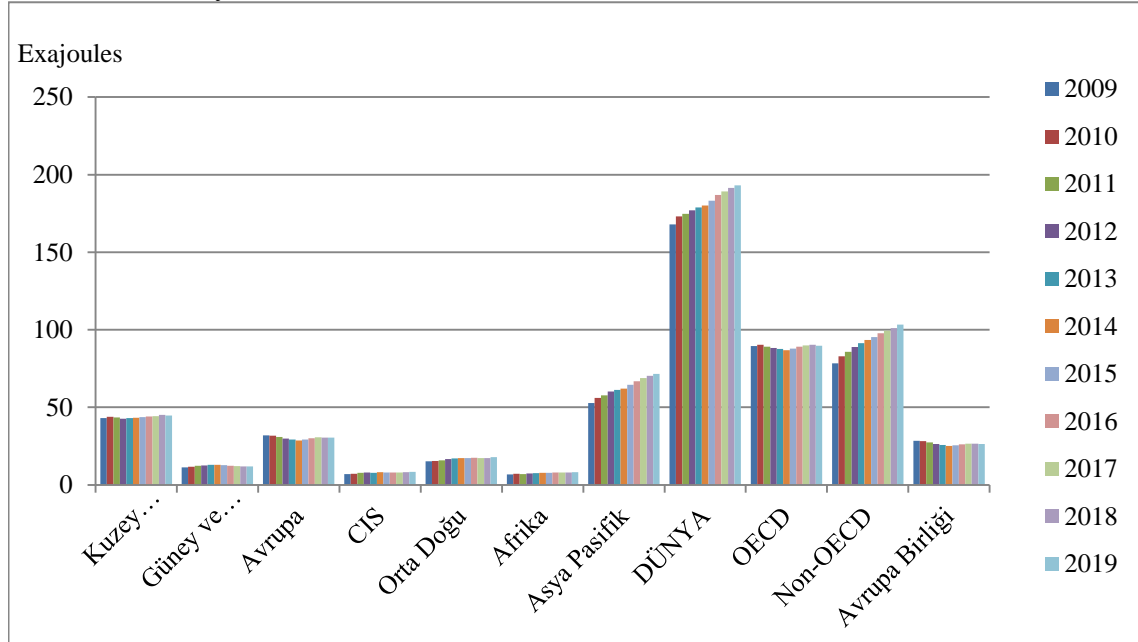
Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 11'e bakıldığında, OECD'ye üye olanların 2019 yılı için, toplam petrol üretiminin %28,7'sini oluşturduğu, kalan %71,3'ünün ise OECD'ye üye olmayanlar tarafından oluşturulduğu görülmektedir.

Grafik 11 OPEC açısından değerlendirildiğinde, üye olanların 2019 için toplam petrol üretiminin %37,5'ine, üye olmayanların payı ise %62,5 olduğu görülmektedir.

Dikkat etmek gerekirse, OPEC açısından bakıldığında, üye olanların 2019 için toplam kanıtlanmış petrol rezervlerinin %70,1'ine sahip olduğu görülmektedir. Ancak OPEC'e üye olanların toplam petrol üretimine bakıldığında bu oranın %37,5 olduğu görülmektedir. Dünyadaki toplam petrol tüketiminin bölgesel olarak ve genel görünümü aşağıdaki şekildedir:

Grafik 12: Dünyada Petrol Tüketimi



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Yukarıdaki grafikte dünyadaki petrol tüketiminin exajoules cinsinden, bölgesel ve ekonomik işbirlikleri dağılımı verilmiştir. Dünyada 2019 itibariyle toplam 193,03 exajoules petrol tüketilmiştir.

Petrol tüketiminde ki en büyük pay Asya Pasifik bölgesinde gerçekleşmektedir. 2019 yılı itibariyle 71,54 exajoules petrol tüketimi gerçekleştirmiştir. Asya Pasifik bölgesinde petrol tüketiminde başlıca başı çeken ülkeler şu şekildedir; 27,91 exajoules ile Çin, 10,24 exajoules ile Hindistan, 7,53 exajoules ile Japonya ve 5,30 exajoules ile Güney Kore'dir.

Petrol tüketiminde Asya Pasifik bölgesinden sonra 2019 itibariyle 44,78 exajoules ile ikinci sırada Kuzey Amerika gelmektedir. Kuzey Amerika bölgesinde en çok petrol tüketen ülkeler ise sırasıyla; 36,99 exajoules ile US, 4,50 exajoules ile Kanada ve 3,29 exajoules ile Meksika'dır.

Petrol tüketiminde üçüncü en önemli bölge Avrupa bölgesidir. 2019 yılı itibariyle 30,40 exajoules petrol tüketimi gerçekleştirmiştir. Avrupa bölgesinde en çok petrol tüketen ülkeler ise sırasıyla; 4,68 exajoules ile Almanya, 3,15 exajoules ile Fransa ve 3,11 exajoules ile Birleşik Krallıktır.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından petrol tüketimi değerlendirildiğinde 2019 itibariyle üye olanların 89,63 exajoules, üye olmayanların ise 103,40 exajoules petrol tükettiği görülmektedir.

Avrupa Birliği açısından petrol tüketimi değerlendirildiğinde 2019 itibariyle toplam petrol tüketimi 26,39 exajoules olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 10: Dünyada Petrol Tüketimi Büyüme Oranları

	2008-2018	2019
Kuzey Amerika	*4	%-0,9
Güney ve Orta Amerika	%0,5	%-0,5
Avrupa	%-1,0	%-0,2
CIS (Bağımsız Devletler Topluluğu)	%1,2	%1,5
Orta Doğu	%1,6	%2,8
Afrika	%2,1	%2,5
Asya Pasifik	%3,0	%1,8
DÜNYA	%1,1	%0,8
OECD	%-0,4	%-0,8
Non-OECD	%2,8	%2,2
Avrupa Birliği	%-1,3	%-0,4

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 9'a bakıldığında petrol tüketiminde başı çeken Asya Pasifik bölgesinin 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %3,0 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre petrol tüketiminde daha az büyüme gerçekleştirerek, %1,8 arttığı görülmektedir.

⁴ *0.05% 'den daha az.

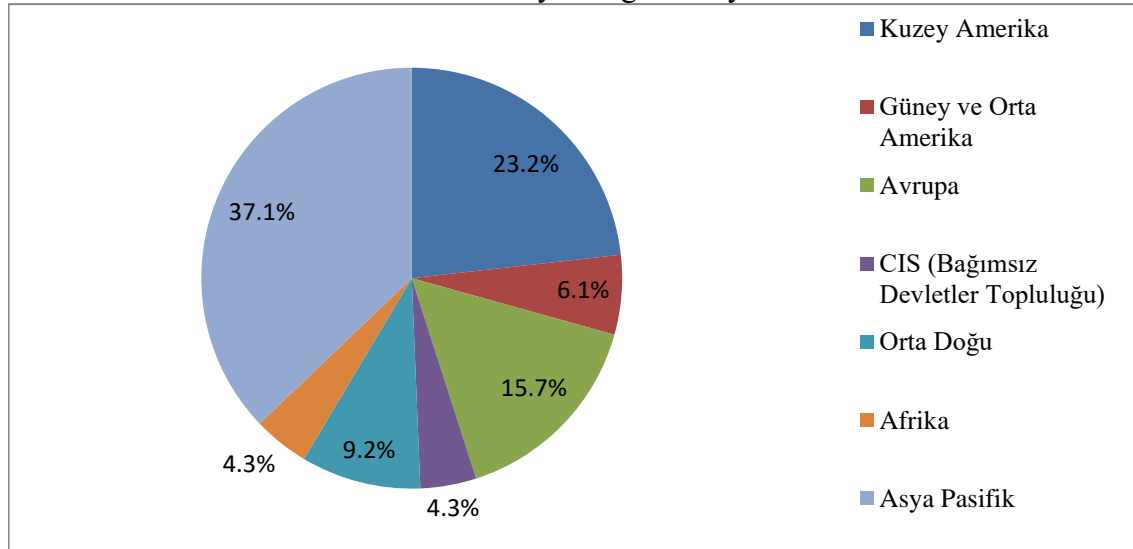
Petrol tüketiminde dünyada ikinci sırada olan Kuzey Amerika'nın 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %0,05'den az arttığı, 2019 yılında ise %-0,9 negatif büyüme gerçekleştirerek azaldığı görülmektedir.

Petrol tüketiminde üçüncü sırada olan Avrupa bölgesi 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %-1,0 ile negatif büyüme gerçekleştirdiği, 2019 yılında ise %-0,2 negatif büyüme gerçekleştirerek önceki dönemlere göre daha az azaldığı görülmektedir.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından petrol tüketimine bakıldığında, üye olanların 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %-0,4 azaldığı, 2019 yılında ise %-0,8 azaldığı görülmektedir. OECD'ye üye olmayanlara bakıldığında 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %2,8 arttığı, 2019 yılında ise %2,2 büyüme gerçekleştirerek, önceki dönemlere göre %0,6 daha az arttığı görülmektedir.

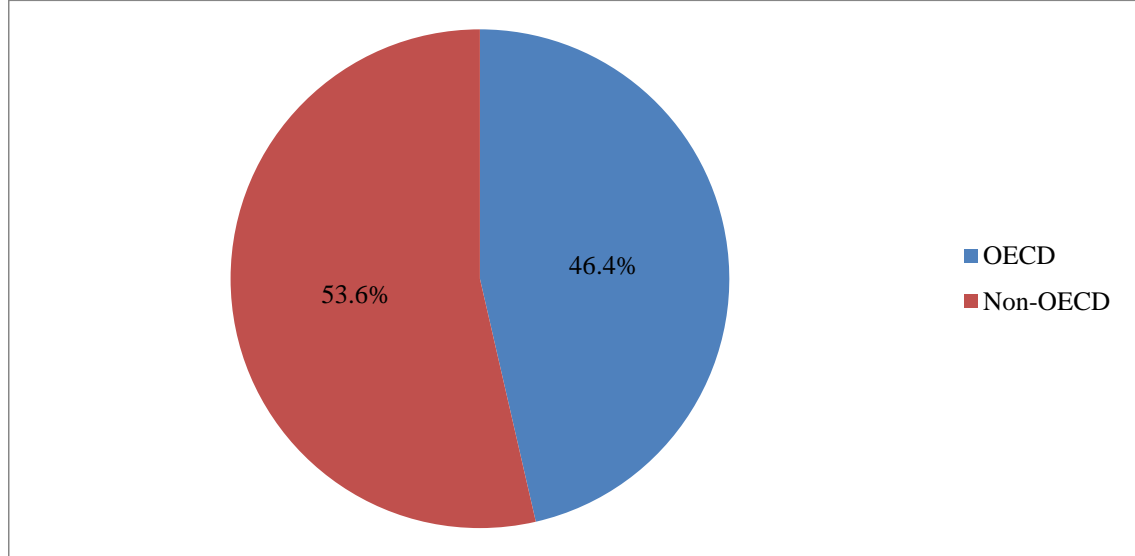
Toplam petrol tüketiminin 2019 paylarının dağılımları, grafik 13 ve grafik 14 olarak pasta grafikleri şeklinde, görsel destek sağlamak açısından aşağıdaki şekilde verilmişlerdir:

Grafik 13: 2019 Petrol Tüketiminin Dünya Bölgesel Payı



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 13'e göre 2019 itibariyle Dünyada toplam petrol tüketiminin %37,1'i Asya Pasifik bölgesinde gerçekleşmektedir. Bunu %23,2 ile Kuzey Amerika, %15,7 ile Avrupa bölgesi izlemektedir.

Grafik 14: 2019 Petrol Tüketiminin OECD Payları

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 14'e bakıldığında, OECD'ye üye olmayanların 2019 yılı için, toplam petrol tüketiminin %53,6'sını oluşturduğu kalan %46,4'inin ise OECD'ye üye olanlar tarafından oluşturulduğu görülmektedir.

1.3.1.2.Doğal Gaz

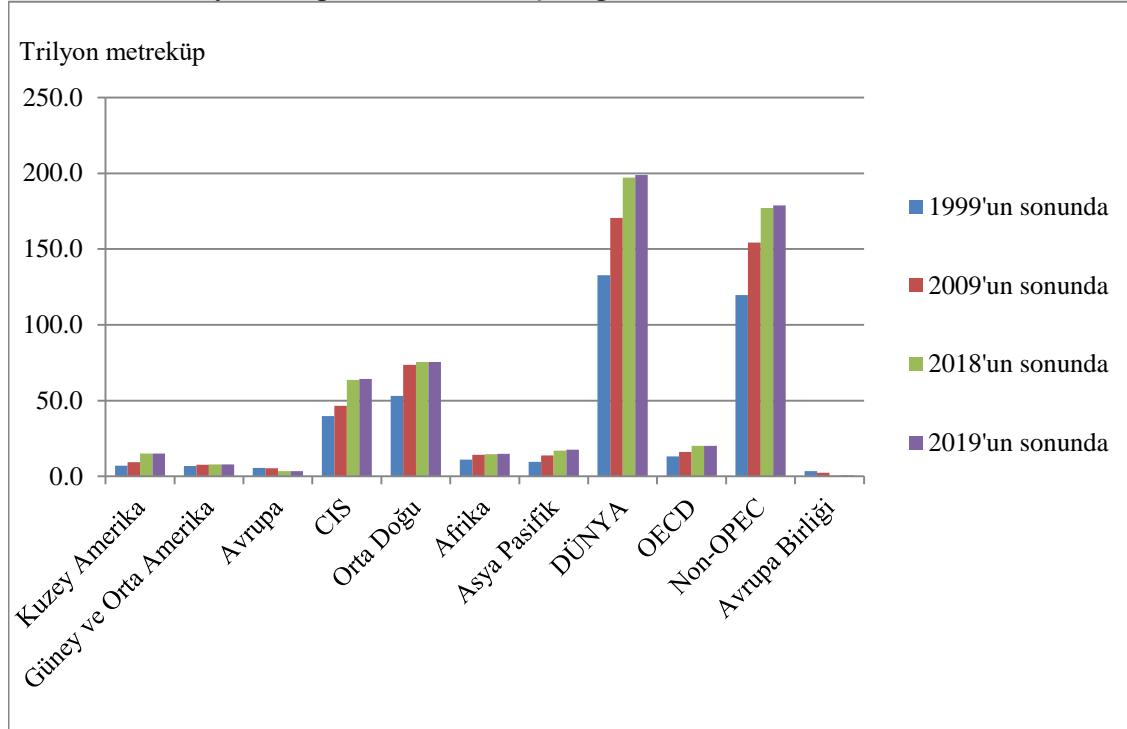
Doğal gaz, yeryüzünün derinliklerinde oluşan fosil bir enerji kaynağıdır. Milyonlarca yıl önce ve uzun süreler boyunca, bitki ve hayvan kalıntıları (diyatomlar gibi) yeryüzünde ve okyanus tabanlarında kum, alüvyon ve kalsiyum karbonatla karışan kalın katmanlar halinde oluştu. Zamanla bu katmanlar kum, silt ve kayanın altına gömüldüler. Basınç ve ısı, bu karbon ve hidrojen bakımından zengin malzemenin bir kısmını kömüre, bir kısmını petrole (petrol) ve bir kısmını da doğal gaza dönüştürdü (EİA, 2020). Doğal gaz yer altında yalnız başına bulunabileceği gibi petrol ile birlikte de bulunabilir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Bilgi Edinme Merkezi, 2020).

Doğal gaz birçok farklı bileşik içerir (EİA, 2020). Yanıcı, havadan hafif, renksiz ve kokusuz olan doğal gaz, büyük yoğunluğunu oluşturan metan (CH₄) dışında, etan (C₂H₆) ve propan (C₃H₈) gibi hafif moleküller hidrokarbonlardan oluşur. Hafif hidrokarbonların yanında az miktarda ağır hidrokarbonlar, karbondioksit, azot, helyum ve hidrojen sülfür de içerir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Bilgi Edinme Merkezi, 2020).

Doğal gaz yoğun olarak elektrik üretiminde, konutlarda, sanayide ve hizmet sektöründe kullanılmaktadır. Dünyada doğal gaz piyasası petrol piyasasına paralel olarak hareket etmektedir. Petrol fiyatlarının en düşük seviyelerini gördüğü 2020 yılında

doğal gaz fiyatları da oldukça düşük seviyededir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Bilgi Edinme Merkezi, 2020). Dünyadaki toplam kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin bölgesel olarak ve genel görünümü aşağıda ki şekildedir:

Grafik 15: Dünyada Toplam Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Yukarıdaki grafikte dünyadaki kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin, bölgesel ve ekonomik işbirlikleri dağılımı verilmiştir. Dünyada 2019 itibariyle toplam 198,8 trilyon metreküp kanıtlanmış doğal gaz rezervi bulunmaktadır.

Doğal gaz rezervlerinde ki en büyük Orta Doğu'ya aittir. 2019 itibariyle Orta Doğu'da toplam 7,6 trilyon metreküp kanıtlanmış doğal gaz rezervi bulunmaktadır. Orta Doğu bölgesinde başlıca başı çeken ülkeler sırasıyla şu şekildedir; 32,0 trilyon metreküp ile İran, 24,7 trilyon metreküp ile Katar, 6,0 trilyon metreküp ile Suudi Arabistan ve 5,9 trilyon metreküp ile Birleşik Arap Emirlikleri'dir.

Orta Doğu'dan sonra kanıtlanmış doğal gaz rezervinin en çok bulunduğu bölge Bağımsız Devletler Topluluğu'dur. Bu bölgede 2019 itibariyle 64,2 trilyon metreküp kanıtlanmış doğal gaz rezervi bulunmaktadır. Başlıca başı çeken ülkeler ise sırasıyla; 3,0 trilyon metreküp ile Rusya Federasyonu ve 19,5 trilyon metreküp ile Türkmenistan'dır.

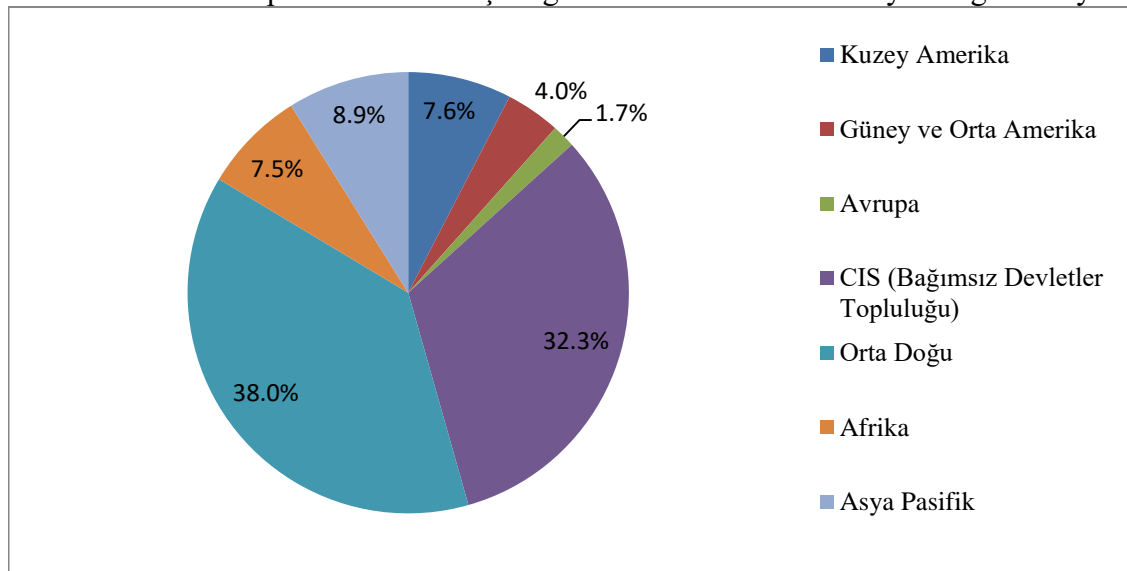
CIS'tan sonra kanıtlanmış doğal gaz rezervinin en çok bulunduğu bölge Asya Pasifik bölgesidir. Bu bölgede 2019 itibariyle 17,7 trilyon metreküp kanıtlanmış doğal gaz rezervi bulunmaktadır. Başlıca başı çeken ülkeler ise sırasıyla; 8,4 trilyon metreküp ile Çin ve 2,4 trilyon metreküp ile Avustralya'dır.

Dünyada kanıtlanmış doğal gaz rezervlerin en çok bulunduğu diğer bölgeler Kuzey Amerika ve Afrika'dır. Kuzey Amerika bölgesinde 2019 itibariyle 15,0 trilyon metreküp kanıtlanmış doğal gaz rezervi bulunmaktadır. Başı çeken ülke ise 12,9 trilyon metreküp ile US'tur. Afrika bölgesine baktığımızda 2019 itibariyle 14,9 trilyon metreküp kanıtlanmış doğal gaz rezervi bulunmaktadır. Başı çeken ülkeler ise 5,4 trilyon metreküp ile Nijerya ve 4,3 trilyon metreküp ile Cezayir'dir.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından, 2019 itibariyle kanıtlanmış doğal gaz rezervleri değerlendirildiğinde; OECD'ye üye olan ülkelerin toplam kanıtlanmış doğal gaz rezervi 20,1 trilyon metreküp, üye olmayan ülkelerin ise 178,7 trilyon metreküptür. AB açısından bu durum değerlendirildiğinde üye olan ülkelerin toplam kanıtlanmış doğal gaz rezervi 0,7 trilyon metreküp olduğu görülmektedir.

Toplam kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin 2019 paylarının dağılımları, grafik 16 ve grafik 17 olarak, pasta grafikleri şeklinde, görsel destek sağlamak açısından aşağıdaki şekilde verilmişlerdir:

Grafik 16: 2019 Toplam Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervlerinin Dünya Bölgesel Payı

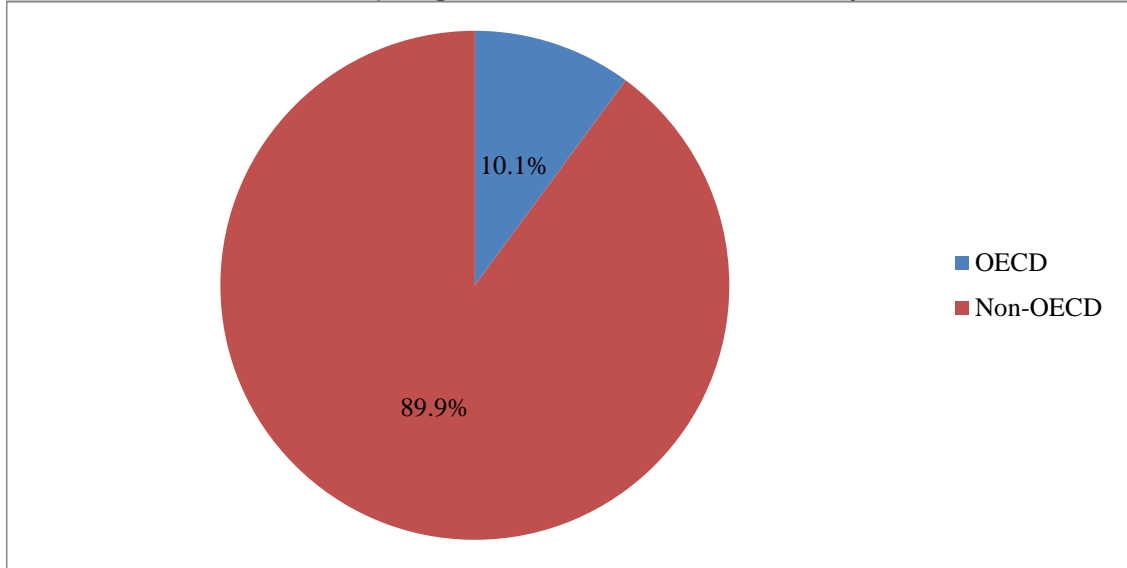


Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 16'ya göre 2019 itibariyle dünyada toplam kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin %38,0'i Orta Doğu'dadır. Bunu %32,3 ile CIS, %8,9 ile Asya Pasifik,

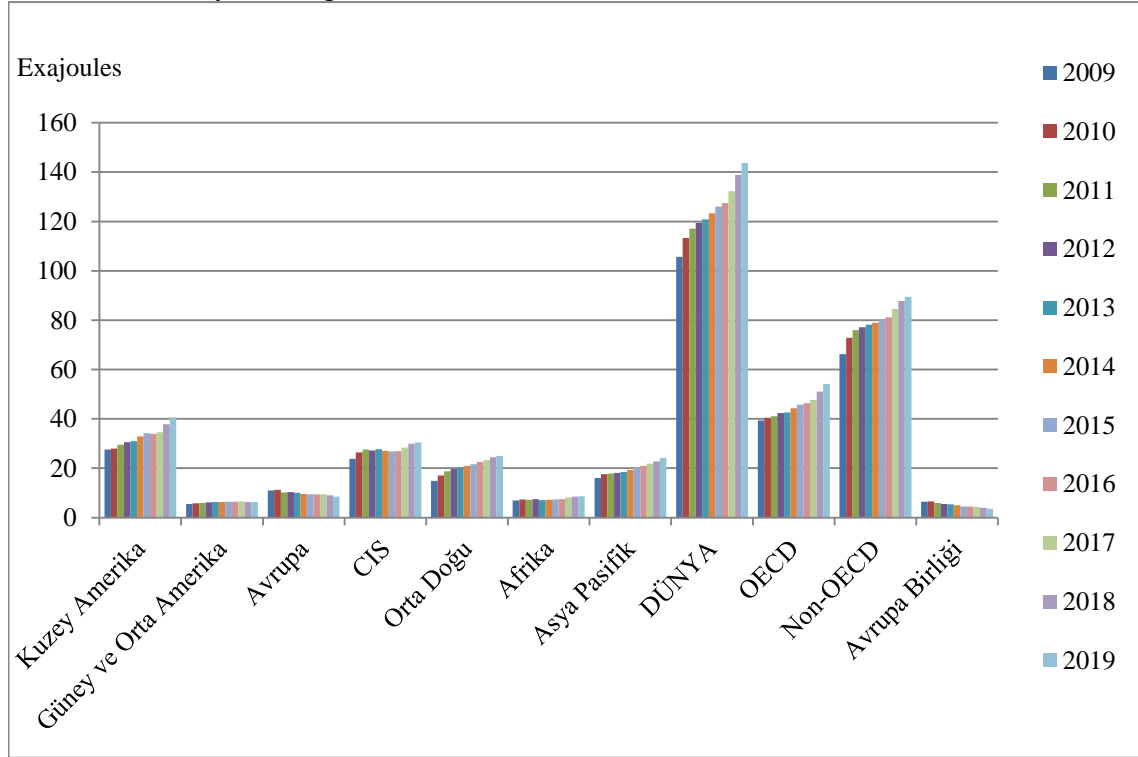
%7,6 ile Kuzey Amerika, %7,5 ile Afrika ve %4,0 olarak Güney ve Orta Amerika bölgesi izlemektedir.

Grafik 17: 2019 Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervlerinin OECD Payları



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 17'ye bakıldığında, OECD'ye üye olmayanların 2019 yılı için, kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin %89,9'unu oluşturduğu, kalan %10,1'inin ise OECD'ye üye olanlar tarafından oluşturulduğu görülmektedir. Dünyadaki toplam doğal gaz üretiminin bölgesel olarak ve genel görünümü aşağıdaki şekildedir:

Grafik 18: Dünyada Doğal Gaz Üretimi

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Yukarıdaki grafikte dünyadaki doğal gaz üretiminin exajoules cinsinden, bölgesel ve ekonomik işbirlikleri dağılımı verilmiştir. Dünyada 2019 itibariyle toplam 143,62 exajoules doğal gaz üretilmiştir.

Doğal gaz üretiminde ki en büyük pay Kuzey Amerika bölgesine aittir. 2019 itibariyle 40,61 exajoules doğal gaz üretimi gerçekleştirmiştir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülkeler sırasıyla; 33,15 exajoules ile US ve 6,23 exajoules ile Kanada'dır.

Dikkat etmek gerekirse, 2019 itibariyle en fazla kanıtlanmış doğal gaz rezervi Orta Doğu bölgesinde bulunmaktayken, dünyadaki en fazla doğal gaz üretimi Kuzey Amerika bölgesine aittir.

Doğal gaz üretiminde Kuzey Amerika'dan sonra 2019 itibariyle 30,47 exajoules ile ikinci sırada CIS gelmektedir. CIS bölgesinde ki başlıca başı çeken ülke 24,45 exajoules ile Rusya Federasyonu'dur.

Doğal gaz üretiminde üçüncü en önemli bölge ise 2019 yılı itibariyle 25,03 exajoules ile Orta Doğu bölgesidir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülkeler ise 8,79 exajoules ile İran, 6,41 exajoules ile Katar ve 4,09 exajoules ile Suudi Arabistan'dır.

Doğal gaz üretiminde önemli diğer bölgeler ise 2019 yılı itibariyle sırasıyla 24,20 exajoules ile Asya Pasifik, 8,57 exajoules ile Afrika ve 8,49 exajoules ile Avrupa bölgesi gelmektedir.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından doğal gaz üretimi değerlendirildiğinde 2019 itibariyle üye olanların 54,22 exajoules, üye olmayanların ise 89,39 exajoules doğal gaz ürettiği görülmektedir. AB açısından bu durum değerlendirildiğinde üye olan ülkelerin toplam doğal gaz üretimi 3,63 exajoules olduğu görülmektedir.

Tablo 11: Dünyada Doğal Gaz Üretimi Büyüme Oranları

	2008-2018	2019
Kuzey Amerika	% 3,3	% 7,4
Güney ve Orta Amerika	% 1,1	% -1,5
Avrupa	% -2,4	% -6,1
CIS (Bağımsız Devletler Topluluğu)	% 0,8	% 1,9
Orta Doğu	% 5,7	% 2,1
Afrika	% 1,5	% 0,7
Asya Pasifik	% 4,0	% 6,3
DÜNYA	% 2,4	% 3,4
OECD	% 2,6	% 6,1
Non-OECD	% 2,4	% 1,8
Avrupa Birliği	% -5,8	% -7,7

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 10'a bakıldığında doğal gaz üretiminde başı çeken Kuzey Amerika bölgesinin 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %3,3 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre doğal gaz üretiminde daha çok büyüme gerçekleştirerek, %7,4 arttığı görülmektedir.

Doğal gaz üretiminde dünyada ikinci sırada olan CIS'in 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %0,8 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre doğal gaz üretiminde daha çok büyüme gerçekleştirerek, %1,9 arttığı görülmektedir.

Doğal gaz üretiminde dünyada üçüncü sırada olan Orta Doğu bölgesi 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %5,7 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre doğal gaz üretiminde daha az büyüme gerçekleştirerek, %2,1 arttığı görülmektedir.

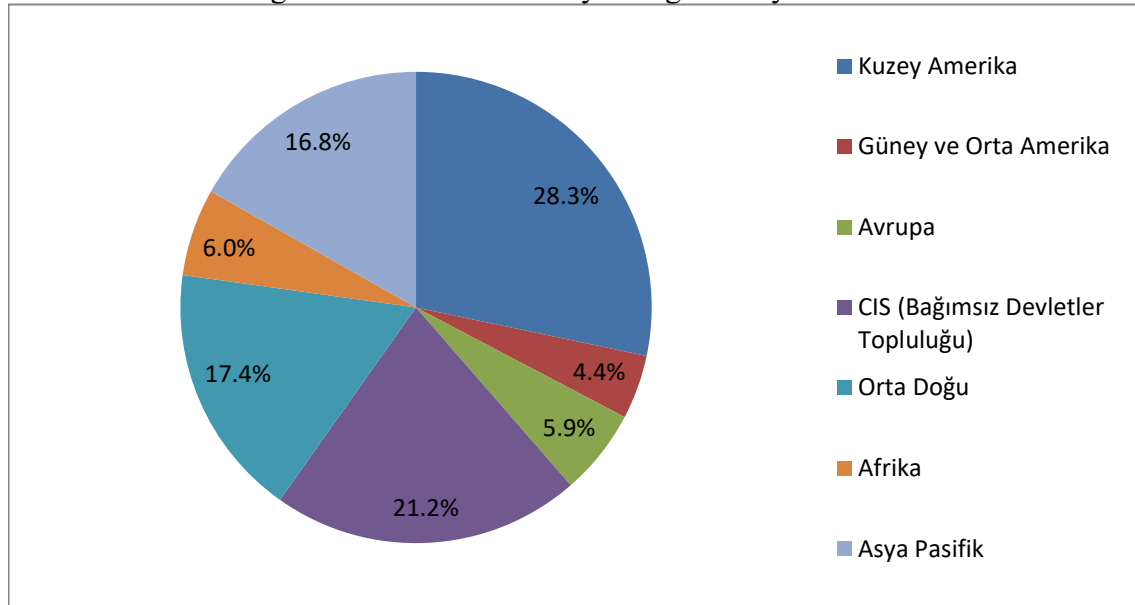
Doğal gaz üretiminde dünyada dördüncü sırada olan Asya Pasifik bölgesi 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %4,0 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere

göre doğal gaz üretiminde daha çok büyüme gerçekleştirerek, %6,3 arttığı görülmektedir.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından doğal gaz üretimine bakıldığında, üye olanların 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %2,6 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre doğal gaz üretiminde daha çok büyüme gerçekleştirerek, %6,1 arttığı görülmektedir. OECD'ye üye olmayanlara bakıldığında 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %2,4 arttığı, 2019 yılında ise %1,8 büyüme gerçekleştirerek, önceki dönemlere göre doğal gaz üretiminde %0,6 daha az arttığı görülmektedir.

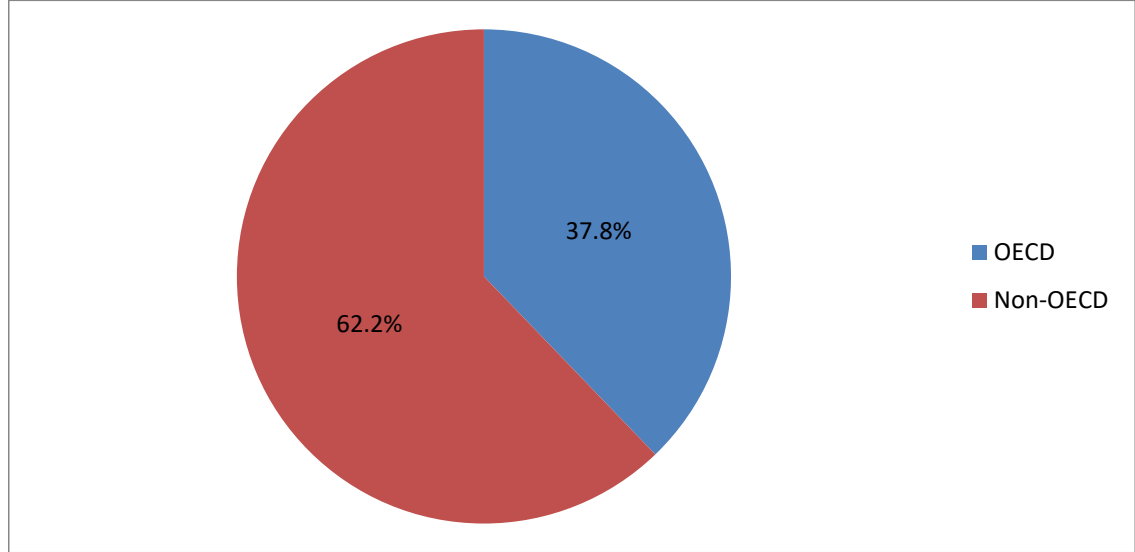
Toplam doğal gaz üretiminin 2019 paylarının dağılımları, grafik 19 ve grafik 20 olarak pasta grafikleri şeklinde, görsel destek sağlamak açısından aşağıdaki şekilde verilmişlerdir.

Grafik 19: 2019 Doğal Gaz Üretiminin Dünya Bölgesel Payı



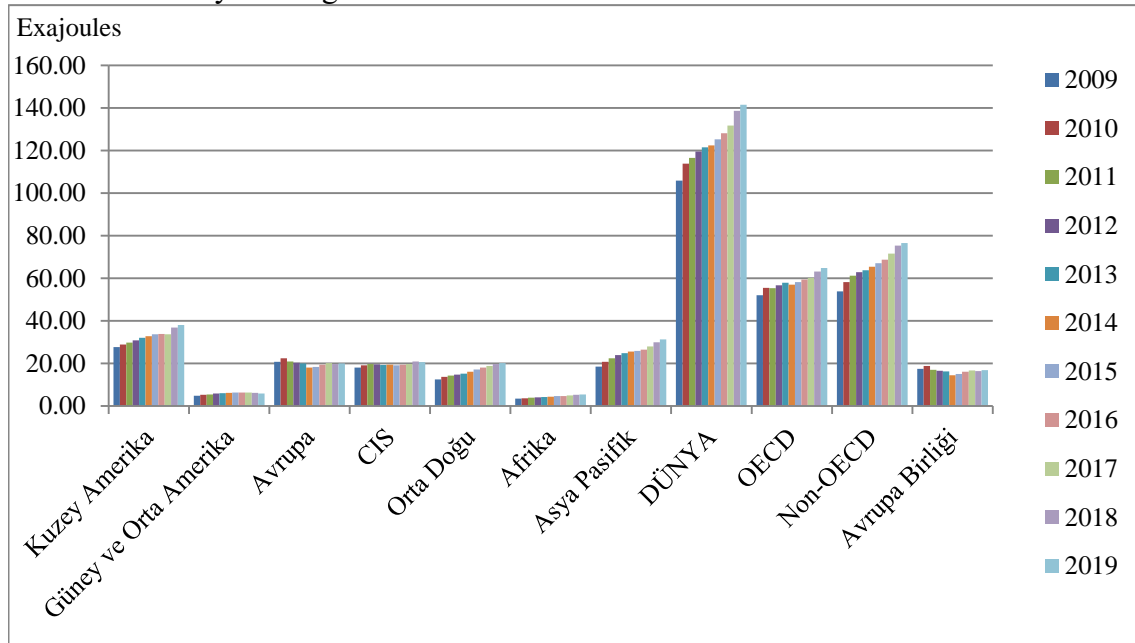
Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 19'a göre 2019 itibariyle dünyada toplam doğal gaz üretiminin %28,3'ü Kuzey Amerika bölgesinde üretilmektedir. Bunu %21,2 ile CIS, %17,4 ile Orta Doğu, %16,8 ile Asya Pasifik, %6,0 ile Afrika ve %5,9 ile Avrupa bölgesi izlemektedir.

Grafik 20: 2019 Doğal Gaz Üretimini OECD Payları

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 20'ye bakıldığında, OECD'ye üye olmayanların 2019 yılı için, toplam doğal gaz üretiminin %62,2'sini oluşturduğu kalan %37,8'inin ise OECD'ye üye olanlar tarafından oluşturulduğu görülmektedir. Dünyadaki toplam doğal gaz tüketiminin bölgesel olarak ve genel görünümü aşağıdaki şekildedir:

Grafik 21: Dünyada Doğal Gaz Tüketimi

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Yukarıdaki grafikte dünyadaki doğal gaz tüketiminin exajoules cinsinden, bölgesel ve ekonomik işbirlikleri dağılımı verilmiştir. Dünyada 2019 itibarıyla toplam 141,45 exajoules doğal gaz tüketilmiştir.

Doğal gaz üretiminde dünyada en büyük paya sahip olan Kuzey Amerika bölgesi, doğal gaz tüketiminde de en büyük paya sahiptir. 2019 itibariyle 38,07 exajoules doğal gaz tüketimi gerçekleştirmiştir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülkeler sırasıyla; 30,48 exajoules ile US ve 4,33 exajoules ile Kanada'dır.

Doğal gaz tüketiminde ikinci sırada Asya Pasifik bölgesi gelmektedir. 2019 itibariyle 31,32 exajoules doğal gaz tüketimi gerçekleştirmiştir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülkeler sırasıyla; 11,06 exajoules ile Çin ve 3,89 exajoules ile Japonya'dır.

Dikkat etmek gerekirse doğal gaz üretiminde ikinci sırada olan CIS, sıra tüketime geldiğinde ikincilik yerini Asya Pasifik bölgesine vermiştir.

Doğal gaz tüketiminde üçüncü en önemli bölge ise 2019 yılı itibariyle 20,65 exajoules ile CIS bölgesidir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülkeler ise 16,00 exajoules ile Rusya Federasyonu, 1,56 exajoules ile Özbekistan'dır.

Dikkat etmek gerekirse, doğal gaz üretiminde CIS bölgesinde Rusya Federasyonu'ndan sonra gelen ülke Türkmenistan iken, sıra tüketime gelindiğinde Özbekistan'ın Türkmenistan'ın yerini aldığı görülmektedir.

Doğal gaz tüketiminde önemli diğer bölgeler ise 2019 yılı itibariyle sırasıyla 20,10 exajoules ile Orta Doğu, 19,95 exajoules ile Avrupa bölgesidir. Doğal gaz tüketiminde Orta Doğu'da başı çeken ülke 8,05 exajoules ile İran, Avrupa'da başı çeken ülkeyse 3,19 exajoules ile Almanya olduğu görülmektedir.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından doğal gaz tüketimi değerlendirildiğinde 2019 itibariyle üye olanların 64,84 exajoules, üye olmayanların ise 76,61 exajoules doğal gaz tükettiği görülmektedir. AB açısından bu durum değerlendirildiğinde üye olan ülkelerin toplam doğal gaz tüketimi 16,90 exajoules olduğu görülmektedir.

Tablo 12: Dünyada Doğal Gaz Tüketimi Büyüme Oranları

	2008-2018	2019
Kuzey Amerika	%2,8	%3,1
Güney ve Orta Amerika	%1,9	%-2,7
Avrupa	%-1,3	%1,1
CIS (Bağımsız Devletler Topluluğu)	%1,1	%-1,5
Orta Doğu	%4,9	%2,3
Afrika	%4,6	%0,9
Asya Pasifik	%5,1	%4,7
DÜNYA	%2,5	%2,0
OECD	%1,6	%2,5
Non-OECD	%3,3	%1,6
Avrupa Birliği	%-1,2	%2,7

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 11'e bakıldığında doğal gaz tüketiminde ve üretiminde başı çeken Kuzey Amerika bölgesinin 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %2,8 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre doğal gaz tüketiminde daha çok büyüme gerçekleştirerek, %3,1 arttığı görülmektedir.

Doğal gaz tüketiminde dünyada ikinci sırada olan Asya Pasifik bölgesinin 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %5,1 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre doğal gaz tüketiminde daha az büyüme gerçekleştirerek, %4,7 arttığı görülmektedir.

Doğal gaz tüketiminde dünyada üçüncü sırada olan CIS bölgesi 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %1,1 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre doğal gaz tüketiminde daha az büyüme gerçekleştirerek, %-1,5 azaldığı görülmektedir.

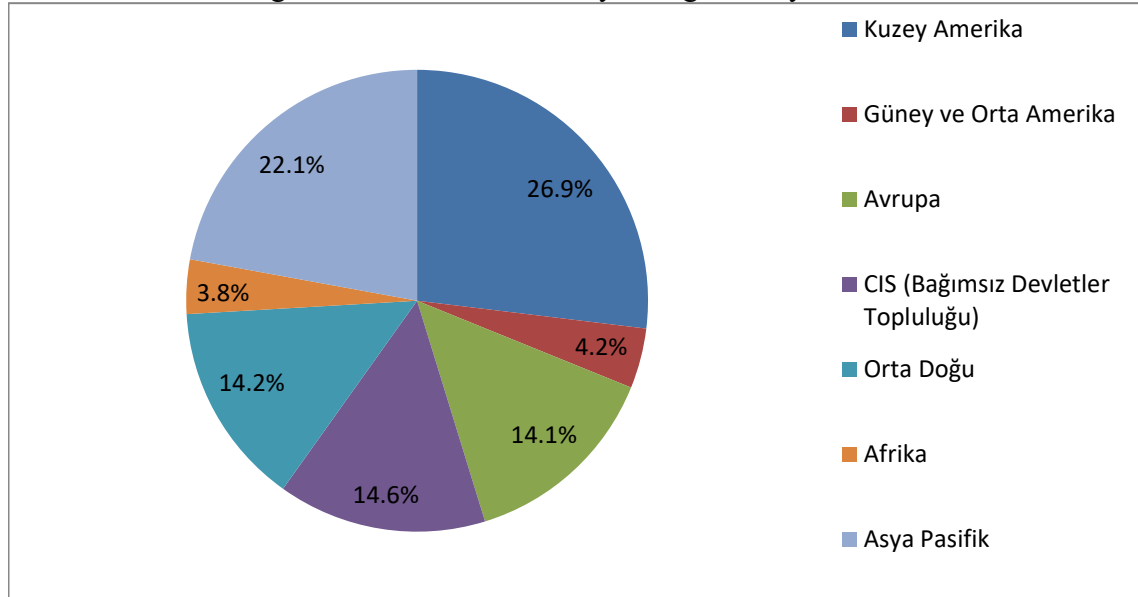
Doğal gaz tüketiminde dünyada dördüncü sırada olan Orta Doğu bölgesi 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %1,9 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre doğal gaz tüketiminde daha çok büyüme gerçekleştirerek, %2,5 arttığı görülmektedir.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından doğal gaz tüketimine bakıldığında, üye olanların 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %1,6 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre doğal gaz tüketiminde daha çok büyüme gerçekleştirerek, %2,5 arttığı görülmektedir. OECD'ye üye olmayanlara bakıldığında 2008-2018 yılları arasında

yıllık ortalama %3,3 arttığı, 2019 yılında ise %1,6 büyüme gerçekleştirerek, önceki dönemlere göre doğal gaz tüketiminde daha az arttığı görülmektedir.

Toplam doğal gaz tüketiminin 2019 paylarının dağılımları, grafik 22 ve grafik 23 olarak pasta grafikleri şeklinde, görsel destek sağlamak açısından aşağıdaki şekilde verilmişlerdir:

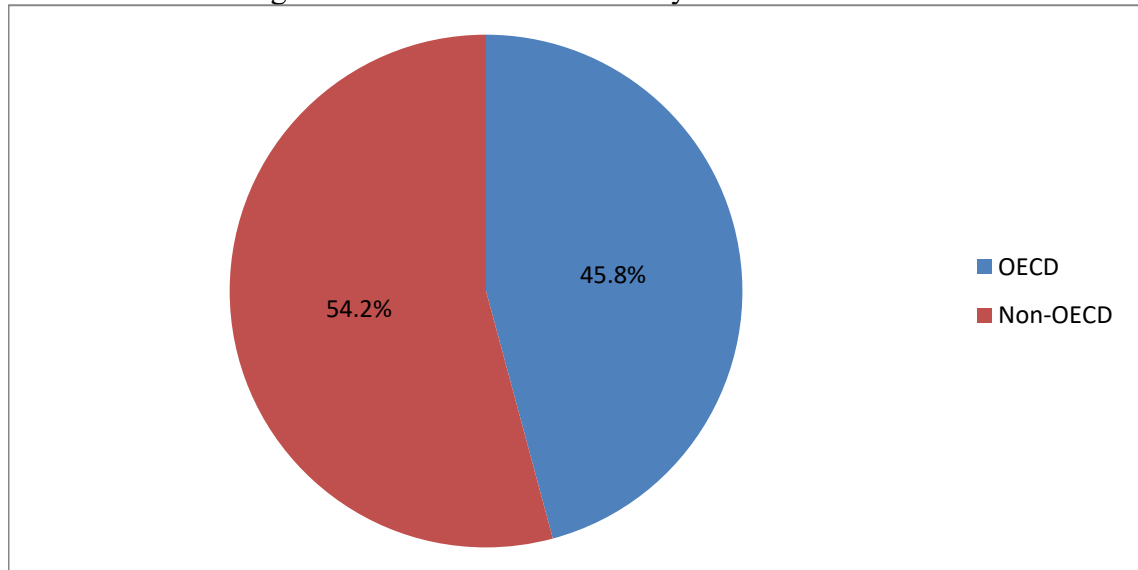
Grafik 22: 2019 Doğal Gaz Tüketiminin Dünya Bölgesel Payı



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 22'ye göre 2019 itibariyle dünyada toplam doğal gaz tüketiminin %26,9'u Kuzey Amerika bölgesinde tüketilmektedir. Bunu %22,1 ile Asya Pasifik, %14,6 ile CIS, %14,2 ile Orta Doğu, %14,1 ile Avrupa ve %4,2 ile Güney ve Orta Amerika bölgesi izlemektedir.

Grafik 23: 2019 Doğal Gaz Tüketiminin OECD Payları



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

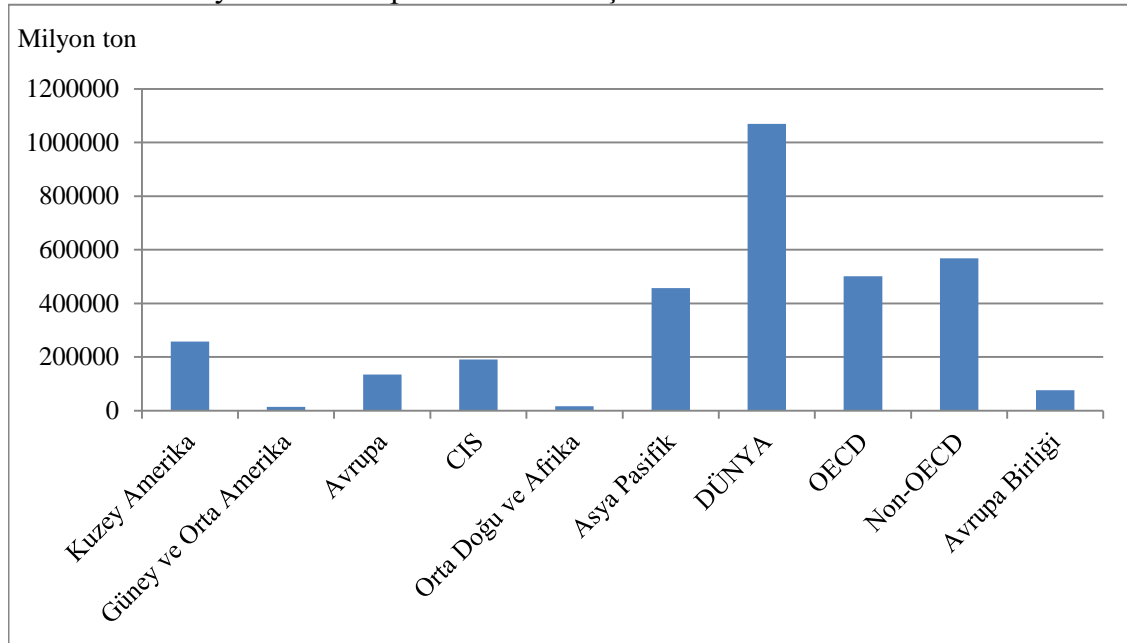
Grafik 23'e bakıldığında, OECD'ye üye olmayanların 2019 yılı için, toplam doğal gaz tüketiminin %54,2'sini oluşturduğu kalan %45,8'inin ise OECD'ye üye olanlar tarafından oluşturulduğu görülmektedir.

1.3.1.3.Kömür

Kömür, yüksek miktarda karbon ve hidrokarbon içeren yanıcı siyah veya kahverengimsi siyah tortul bir kayadır. Kömür, oluşması milyonlarca yıl sürdüğü için yenilenemeyen bir enerji kaynağı olarak sınıflandırılır. Kömür, yüz milyonlarca yıl önce bataklık ormanlarında yaşayan bitkilerin depoladığı enerjiyi içermektedir. Toprak ve kaya katmanları milyonlarca yıl boyunca bitkilerin üzerlerini kaplayarak basınç ve ısıyla birlikte, bitkileri, kömür dediğimiz maddeye dönüştürmüştür (EİA, 2020).

Dünyadaki 2019 toplam kanıtlanmış kömür rezervlerinin bölgesel olarak ve genel görünümü aşağıdaki şekildedir:

Grafik 24: Dünyada 2019 Toplam Kanıtlanmış Kömür Rezervleri



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Yukarıdaki grafikte dünyadaki kanıtlanmış kömür rezervlerinin, bölgesel ve ekonomik işbirlikleri dağılımı verilmiştir. Dünyada 2019 itibarıyla toplam 106,964 milyar ton kanıtlanmış kömür rezervi bulunmaktadır.

Kömür rezervlerindeki en büyük pay Asya Pasifik bölgesine aittir. 2019 Asya Pasifik bölgesinde toplam 456,813 milyar ton toplam kanıtlanmış kömür rezervi bulunmaktadır. Asya Pasifik bölgesinde başlıca başı çeken ülkeler sırasıyla şu

şekildedir; 149,079 milyar ton ile Avusturalya, 141,595 milyar ton ile Çin, 105,931 milyar ton ile Hindistan'dır.

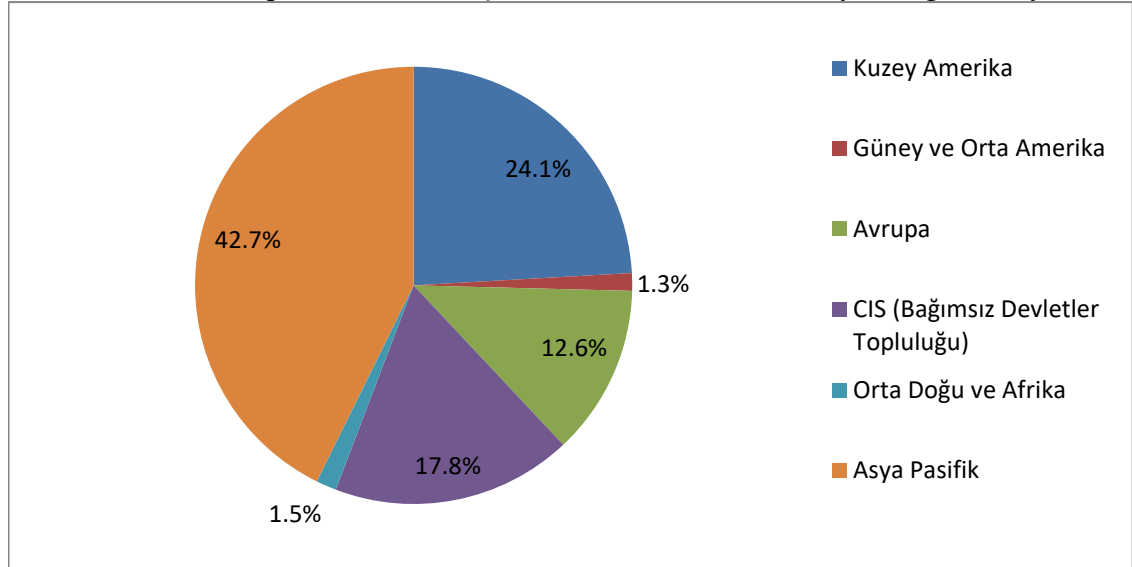
Asya Pasifik bölgesinden sonra toplam kanıtlanmış kömür rezervinin en çok bulunduğu bölge Kuzey Amerika bölgesidir. Bu bölgede 2019 itibariyle 257,330 milyar ton kanıtlanmış kömür rezervi bulunmaktadır. Başlıca başı çeken ülke ise 249,537 milyar ton ile US'tur.

Kuzey Amerika bölgesinden sonra kanıtlanmış kömür rezervinin en çok bulunduğu bölge CIS bölgesidir. Bu bölgede 2019 itibariyle 190,655 milyar ton kanıtlanmış kömür rezervi bulunmaktadır. Başlıca başı çeken ülkeler ise sırasıyla; 162,166 milyar ton ile Rusya Federasyonu ve 256,05 milyar ton ile Kazakistan'dır.

Dünyada toplam kanıtlanmış kömür rezervlerinde önemli diğer bir bölge ise Avrupa bölgesidir. Avrupa bölgesinde 2019 itibariyle 135,109 milyar ton kanıtlanmış kömür rezervi bulunmaktadır. Başlıca başı çeken ülkeler ise sırasıyla; 359,00 milyar ton ile Almanya, 343,75 milyar ton ile Ukrayna ve 269,32 milyar ton ile Polonya'dır.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından, 2019 itibariyle toplam kanıtlanmış kömür rezervleri değerlendirildiğinde; OECD'ye üye olan ülkelerin toplam kanıtlanmış kömür rezervi 501,196 milyar ton, üye olmayan ülkelerin ise 568,440 milyar tondur. AB açısından bu durum değerlendirildiğinde üye olan ülkelerin toplam kanıtlanmış kömür rezervi 764,85 milyar ton olduğu görülmektedir.

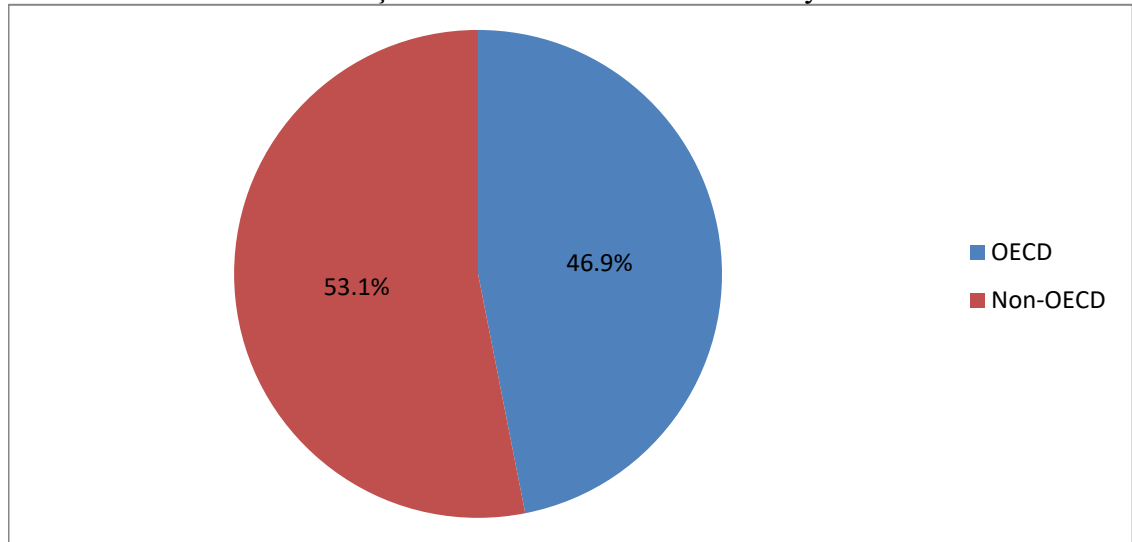
Dünyada toplam kanıtlanmış kömür rezervlerinin 2019 paylarının dağılımları, grafik 25 ve grafik 26 olarak, pasta grafikleri şeklinde, görsel destek sağlamak açısından aşağıdaki şekilde verilmişlerdir:

Grafik 25: 2019 Toplam Kanıtlanmış Kömür Rezervlerinin Dünya Bölgesel Payı

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 25'e göre 2019 itibariyle dünyada toplam kanıtlanmış kömür rezervlerinin %42,7'si Asya Pasifik bölgesindedir. Bunu %24,1 ile Kuzey Amerika, %17,8 ile CIS, %12,6 ile Avrupa ve %1,5 ile Orta Doğu ve Afrika bölgeleri izlemektedir.

Dikkat etmek gerekirse petrol ve doğal gaz rezervlerinde önemli bir paya sahip olan Orta Doğu ve Afrika bölgesinin, kömür rezervlerinin, diğer bölgelere kıyasla daha önemsiz bir paya sahip olduğu görülmektedir.

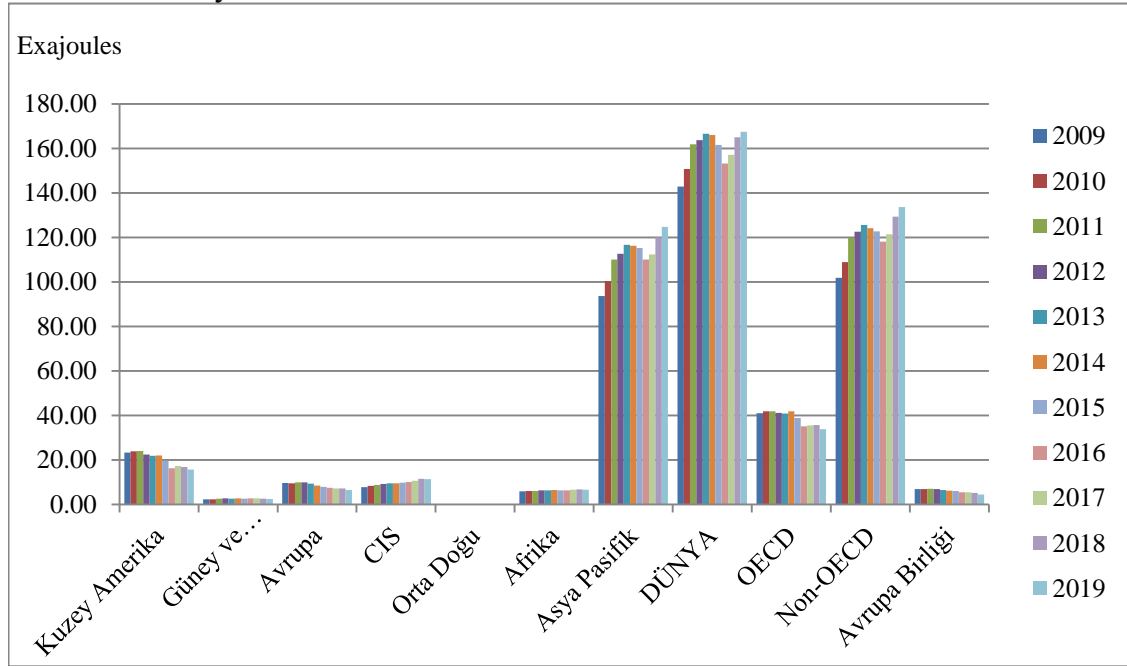
Grafik 26: 2019 Kanıtlanmış Kömür Rezervlerinin OECD Payları

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 26'ya bakıldığında, OECD'ye üye olmayanların 2019 yılı için, toplam kanıtlanmış kömür rezervlerinin %53,1'ini oluşturduğu, kalan %46,9'unun ise

OECD'ye üye olanlar tarafından oluşturulduğu görülmektedir. Dünyadaki toplam kömür üretiminin bölgesel olarak ve genel görünümü aşağıdaki şekildedir:

Grafik 27: Dünyada Kömür Üretimi



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Yukarıdaki grafikte dünyadaki kömür üretiminin exajoules cinsinden, bölgesel ve ekonomik işbirlikleri dağılımı verilmiştir. Dünyada 2019 itibarıyla toplam 167,58 exajoules kömür üretilmiştir.

Kömür üretiminde ki en büyük pay, toplam kanıtlanmış kömür rezervleri en çok olan Asya Pasifik bölgesine aittir. 2019 itibarıyla 124,72 exajoules kömür üretimi gerçekleştirmiştir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülkeler sırasıyla; 79,82 exajoules ile Çin, 15,05 exajoules ile Endonezya, 13,15 exajoules ile Avustralya ve 12,73 exajoules ile Hindistan'dır.

Kömür üretiminde Asya Pasifik bölgesinden sonra 2019 itibarıyla 15,68 exajoules ile ikinci sırada Kuzey Amerika bölgesi gelmektedir. Bu bölgede ki başlıca başı çeken ülke 14,30 exajoules ile US'tur.

Kömür üretiminde üçüncü en önemli bölge ise 2019 yılı itibarıyla 11,43 exajoules CIS bölgesidir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülkeler ise 9,20 exajoules ile Rusya Federasyonu ve 2,08 exajoules ile Kazakistan'dır.

Kömür üretiminde önemli diğer bölgeler ise 2019 yılı itibarıyla sırasıyla 6,66 exajoules ile Afrika ve 6,52 exajoules Avrupa bölgesi gelmektedir.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından kömür üretimi değerlendirildiğinde 2019 itibariyle üye olanların 33,90 exajoules, üye olmayanların ise 133,68 exajoules kömür ürettiği görülmektedir. AB açısından bu durum değerlendirildiğinde üye olan ülkelerin toplam kömür üretimi 4,59 exajoules olduğu görülmektedir.

Tablo 13: Dünyada Kömür Üretimi Büyüme Oranları

	2008-2018	2019
Kuzey Amerika	%-4,1	%-7,0
Güney ve Orta Amerika	%0,6	%-1,5
Avrupa	%-3,4	%-10,5
CIS (Bağımsız Devletler Topluluğu)	%3,3	%-0,6
Orta Doğu	%-3,4	-
Afrika	%1,3	%-2,6
Asya Pasifik	%2,9	%4,0
DÜNYA	%1,4	%1,5
OECD	%-2,0	%-5,0
Non-OECD	%2,7	%3,3
Avrupa Birliği	%-3,4	%13,2

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 12'ye bakıldığında kömür üretiminde başı çeken Asya Pasifik bölgesinin 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %2,9 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre kömür üretiminde daha çok büyüme gerçekleştirerek, %4,9 arttığı görülmektedir.

Kömür üretiminde dünyada ikinci sırada olan Kuzey Amerika bölgesinin 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %4,1 azaldığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre kömür üretiminde daha az büyüme gerçekleştirerek, %7,0 azaldığı görülmektedir.

Kömür üretiminde dünyada üçüncü sırada olan CIS bölgesi 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %3,3 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre kömür üretiminde daha az büyüme gerçekleştirerek, %-0,6 azaldığı görülmektedir.

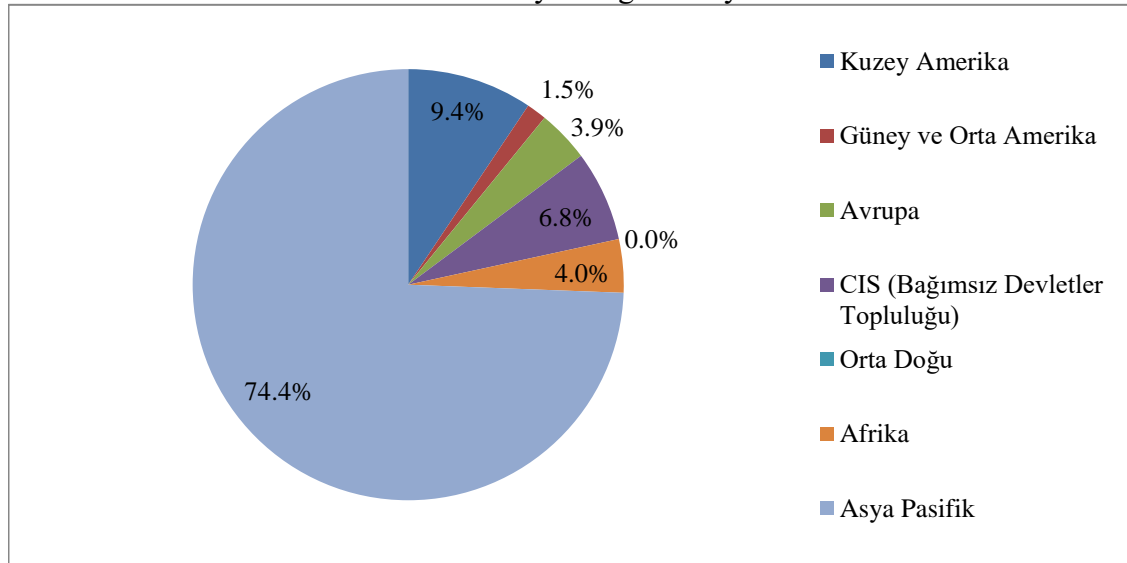
Kömür üretiminde dünyada dördüncü sırada olan Afrika bölgesi 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %1,3 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre kömür üretiminde daha az büyüme gerçekleştirerek, %-2,6 arttığı görülmektedir.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından kömür üretimine bakıldığında, üye olanların 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %-2,0 azaldığı, 2019 yılında ise

önceki dönemlere göre kömür üretiminde, önceki dönemlere göre daha az büyüme gerçekleştirerek, %-5,0 azaldığı görülmektedir. OECD'ye üye olmayanlara bakıldığında 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %2,7 arttığı, 2019 yılında ise %3,3 büyüme gerçekleştirerek, önceki dönemlere göre kömür üretiminde daha çok arttığı görülmektedir.

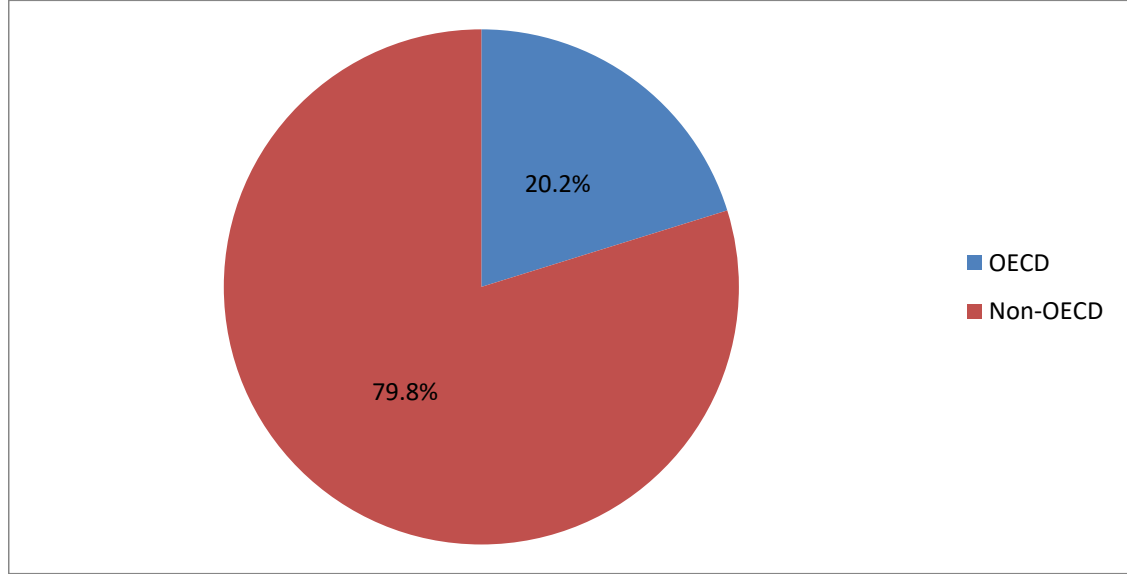
Toplam kömür üretiminin 2019 paylarının dağılımları, grafik 28 ve grafik 29 olarak pasta grafikleri şeklinde, görsel destek sağlamak açısından aşağıdaki şekilde verilmişlerdir:

Grafik 28: 2019 Kömür Üretiminin Dünya Bölgesel Payı



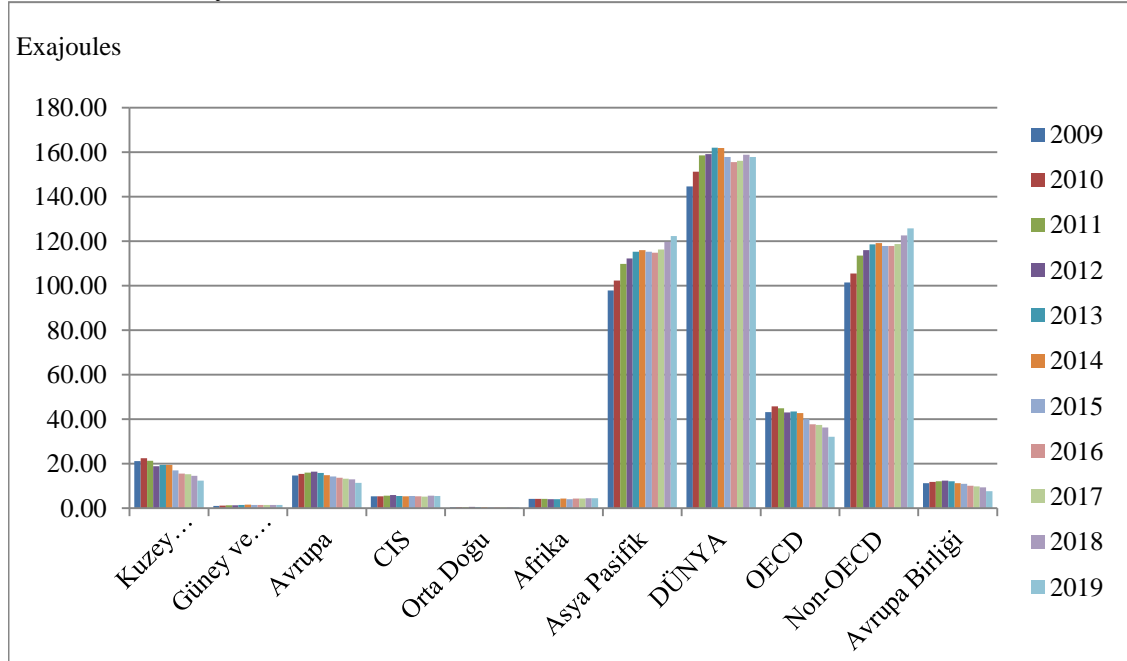
Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 28'e göre 2019 itibariyle dünyada toplam kömür üretiminin %74,4'ü Asya Pasifik bölgesinde üretilmektedir. Bunu %9,4 ile Kuzey Amerika, %6,8 ile CIS, %4,0 ile Afrika ve %3,9 ile Avrupa bölgesi izlemektedir.

Grafik 29: 2019 Kömür Üretiminin OECD Payları

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 29'a bakıldığında, OECD'ye üye olmayanların 2019 yılı için, toplam kömür üretiminin %79,8'ini oluşturduğu kalan %20,2'sinin ise OECD'ye üye olanlar tarafından oluşturulduğu görülmektedir. Dünyadaki toplam kömür tüketiminin bölgesel olarak ve genel görünümü aşağıdaki şekildedir:

Grafik 30: Dünyada Kömür Tüketimi

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Yukarıdaki grafikte dünyadaki kömür tüketiminin exajoules cinsinden, bölgesel ve ekonomik işbirlikleri dağılımı verilmiştir. Dünyada 2019 itibariyle toplam 157,86 exajoules kömür tüketilmiştir.

Kömür üretiminde dünyada en büyük paya sahip olan Asya Pasifik bölgesi, kömür tüketiminde de en büyük paya sahiptir. 2019 itibariyle 122,22 exajoules kömür tüketimi gerçekleştirmiştir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülkeler sırasıyla; 81,67 exajoules ile Çin ve 18,62 exajoules ile Hindistan'dır.

Kömür tüketiminde ikinci sırada Kuzey Amerika bölgesi gelmektedir. 2019 itibariyle 12,41 exajoules kömür tüketimi gerçekleştirmiştir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülke ise 11,34 exajoules ile US'tur.

Kömür tüketiminde üçüncü en önemli bölge ise 2019 yılı itibariyle 11,35 exajoules ile Avrupa bölgesidir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülkeler ise 2,30 exajoules ile Almanya, 1,91 exajoules ile Polonya'dır.

Kömür tüketiminde önemli diğer bölgeler ise 2019 yılı itibariyle sırasıyla 5,53 exajoules ile CIS, 4,47 exajoules ile Afrika bölgesidir. Kömür tüketiminde CIS'ta başı çeken ülke 3,63 exajoules ile Rusya Federasyonu, Afrika'da başı çeken ülkeyse 3,81 exajoules ile Güney Afrika olduğu görülmektedir.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından kömür tüketimi değerlendirildiğinde 2019 itibariyle üye olanların 32,10 exajoules, üye olmayanların ise 125,75 exajoules kömür tükettiği görülmektedir. AB açısından bu durum değerlendirildiğinde üye olan ülkelerin toplam kömür tüketimi 7,69 exajoules olduğu görülmektedir.

Tablo 14: Dünyada Kömür Tüketimi Büyüme Oranları

	2008-2018	2019
Kuzey Amerika	%-5,0	%-14,4
Güney ve Orta Amerika	%2,1	%3,7
Avrupa	%-2,3	%-12,1
CIS (Bağımsız Devletler Topluluğu)	%-0,4	%-0,2
Orta Doğu	%-0,5	%3,6
Afrika	%0,4	%1,5
Asya Pasifik	%2,4	%2,2
DÜNYA	%0,8	%-0,6
OECD	%-2,8	%-11,3
Non-OECD	%2,2	%2,6
Avrupa Birliği	%-3,0	%-17,8

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 13'e bakıldığında kömür tüketiminde ve üretiminde başı çeken Asya Pasifik bölgesinin 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %2,4 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre kömür tüketiminde daha az büyüme gerçekleştirerek, %2,2 arttığı görülmektedir.

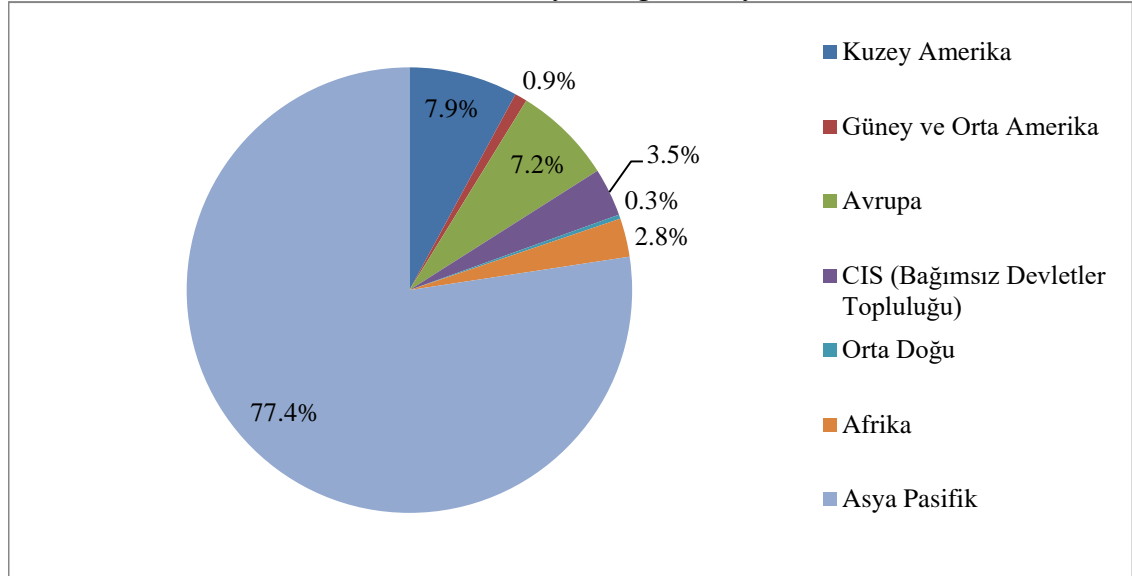
Kömür tüketiminde dünyada ikinci sırada olan Kuzey Amerika bölgesinin 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %-5,0 azaldığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre kömür tüketiminde daha az büyüme gerçekleştirerek, %-14,4 azaldığı görülmektedir.

Kömür tüketiminde dünyada üçüncü sırada olan Avrupa bölgesi 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %-2,3 azaldığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre kömür tüketiminde daha az büyüme gerçekleştirerek, %-12,1 azaldığı görülmektedir.

Kömür tüketiminde dünyada dördüncü sırada olan CIS bölgesi 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %-0,4 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre kömür tüketiminde daha çok büyüme gerçekleştirerek, %-0,2 arttığı görülmektedir.

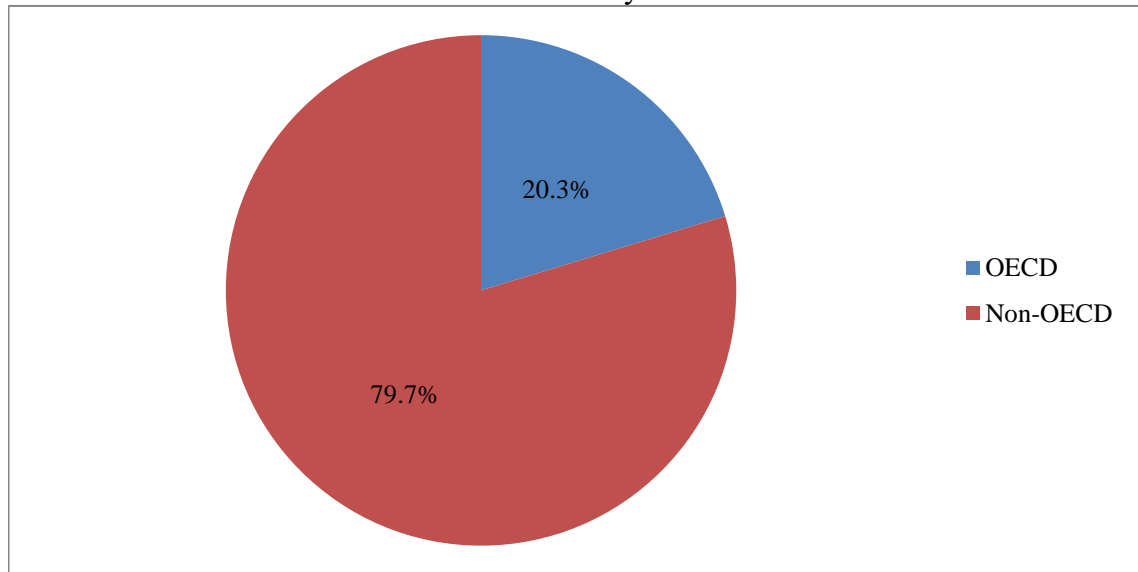
OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından kömür tüketimine bakıldığında, üye olanların 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %-2,8 azaldığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre kömür tüketiminde daha az büyüme gerçekleştirerek, %-11,3 azaldığı görülmektedir. OECD'ye üye olmayanlara bakıldığında 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %2,2 arttığı, 2019 yılında ise %2,6 büyüme gerçekleştirerek, önceki dönemlere göre kömür tüketiminde daha çok arttığı görülmektedir.

Dünyadaki toplam kömür tüketiminin 2019 paylarının dağılımları, grafik 31 ve grafik 32 olarak, pasta grafikleri şeklinde, görsel destek sağlamak açısından aşağıdaki şekilde verilmişlerdir:

Grafik 31: 2019 Kömür Tüketiminin Dünya Bölgesel Payı

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 31'e göre 2019 itibariyle dünyada toplam kömür tüketiminin %77,4'ü Asya Pasifik bölgesinde tüketilmektedir. Bunu %7,9 ile Kuzey Amerika, %7,2 ile Avrupa ve %3,5 ile CIS bölgesi izlemektedir.

Grafik 32: 2019 Kömür Tüketiminin OECD Payları

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 32'ye bakıldığında, OECD'ye üye olmayanların 2019 yılı için, toplam kömür tüketiminin %79,7'sini oluşturduğu kalan %20,3'ünün ise OECD'ye üye olanlar tarafından oluşturulduğu görülmektedir.

1.3.1.4.Nükleer Enerji

Nükleer enerji, 1789 yılında uranyumun keşfi ile başlayan ve 1934 yılında atomun parçalanması ile devam eden süreçte politikacılar, bilim insanları ve sanayicilerin gündemine girmiştir. Diğer birçok teknolojik gelişmede olduğu gibi önce askeri ve savunma amaçlı başlayan çalışmalar daha sonra ticari olarak devam etmiştir. Birçok ülke nükleer enerjiden faydalanılması yönünde yoğun çalışmalar gerçekleştirmiş, bu çalışmaların neticesinde atomların parçalanması sonucu açığa çıkan ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştürecek sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler, diğer bir deyişle nükleer santraller, nükleer enerjinin güvenli, kontrollü ve sürdürülebilir bir şekilde elde edilmesini sağlamaktadır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Bilgi Edinme Merkezi, 2020).

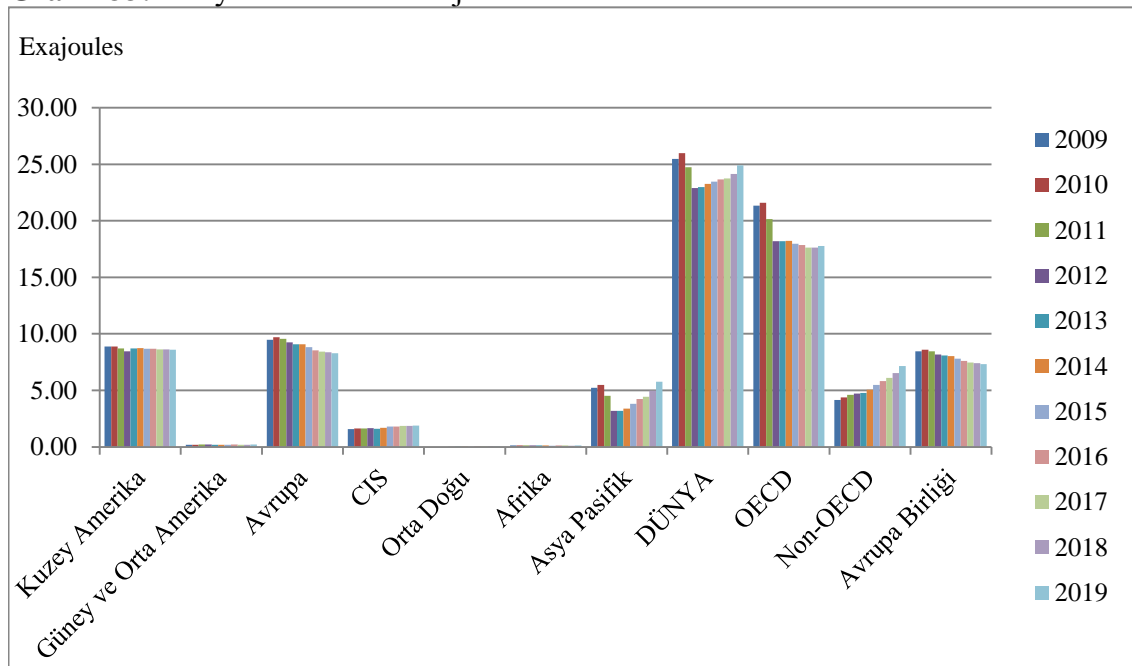
Uranyum, nükleer santraller tarafından nükleer fisyon için en yaygın olarak kullanılan yakıttır. Uranyum, dünya çapında kayalarda bulunan yaygın bir metal olmasına rağmen, yenilenemez bir enerji kaynağı olarak kabul edilir. Nükleer enerji santralleri, yakıt için U-235 olarak adlandırılan belirli bir uranyum kullanır çünkü atomları kolayca parçalanır. Uranyum gümüşten yaklaşık 100 kat daha yaygın olmasına rağmen, U-235 nispeten nadirdir (EİA, 2020).

Nükleer santrallerin kurulumu 1970'li yılların başındaki petrol krizi ile birlikte hızlandı. Petrol ve diğer hidrokarbon kaynaklarına sahip olmayan ülkeler, bu kaynaklara olan bağımlılıklarını azaltmak ve enerji arz güvenliklerini temin etmek için nükleer santrallere yöneldiler. Nükleer santraller tüm dünyada hızlı bir şekilde işletmeye alınırken, 1979 yılında ABD'de yaşanan Three Mile Island (TMI) ve 1986 yılında Sovyet Rusya'da (bugün Ukrayna sınırları içinde) yaşanan Çernobil kazaları ile görece bir yavaşlama olsa da nükleer santraller tüm dünyada kurulmaya devam etti. Nükleer santraller meteorolojik şartlardan etkilenmeden 7 gün 24 saat güvenli bir şekilde elektrik üretimi gerçekleştirir. Elektrik birim maliyet fiyatlandırmasında, nükleer yakıtın maliyeti toplam maliyet içinde çok düşüktür. Dolayısı ile yakıt fiyatlarında yaşanacak dalgalanmalar, elektrik üretim maliyetlerini etkilemez. Ayrıca nükleer yakıtın hammaddesi uranyum dünyada farklı coğrafyalara yayılmıştır. Bunun yanında nükleer santraller, işletme sırasında sera gazı salımı yapmazlar. Dolayısıyla, enerji arzını sağlarken iklim krizine ya da iklim değişikliğine etkisi minimum seviyededir. İlave olarak nükleer santrallerin birim elektrik üretimi başına kurulum alanı diğer tüm santrallere göre oldukça küçüktür. Bu nedenle tarım, yerleşim ve doğal hayata etkisi diğer

seçeneklere göre azdır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Bilgi Edinme Merkezi, 2020).

Nükleer santraller, sahip oldukları güvenlik sistemleri ile doğal radyasyonun sadece %1'i kadar bir etkiye sahiptir. Bu nedenle nükleer santrallerin etrafında yapılan tarım, balıkçılık ve turizm faaliyetleri ve civarda yaşayan halk bu durumdan etkilenmez. Paris, Londra, New York gibi dünyanın en önemli turizm ve yerleşim merkezlerinin yanı başındaki nükleer santraller onlarca yıldır işletmededir. Yaklaşık 70 yıllık süre içinde yaşanan tecrübeler, iyi örnekler ve gelişen teknoloji ile birlikte günümüzde kurulan nükleer santraller 3 (+) nesil olarak anılmaktadır. Dışarıdan insan müdahalesi olmaksızın 72 saat boyunca soğutma, uçak çarpmalarına karşı koruma, pasif güvenlik sistemleri, dijital kontrol odaları, modüler ekipman ve sistem tasarımları vb. gibi birçok önemli gelişme nükleer santrallerin daha güvenli bir tasarıma sahip olmalarını sağlamıştır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Bilgi Edinme Merkezi, 2020). Dünyadaki toplam nükleer enerji tüketiminin bölgesel olarak ve genel görünümü aşağıdaki şekildedir:

Grafik 33: Dünyada Nükleer Enerji Tüketimi



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Yukarıdaki grafikte dünyadaki nükleer enerji tüketiminin exajoules cinsinden, bölgesel ve ekonomik işbirlikleri dağılımı verilmiştir. Dünyada 2019 itibarıyla toplam 24,92 exajoules nükleer enerji tüketilmiştir.

Nükleer enerji tüketiminde de en büyük paya sahip olan bölge, Kuzey Amerika bölgesidir. 2019 itibariyle 8,59 exajoules nükleer enerji tüketimi gerçekleştirmiştir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülkeyse 7,60 exajoules ile US'tur.

Nükleer enerji ikinci sırada Avrupa bölgesi gelmektedir. 2019 itibariyle 8,28 exajoules nükleer enerji tüketimi gerçekleştirmiştir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülke ise 3,56 exajoules ile Fransa'dır.

Nükleer enerji tüketiminde üçüncü en önemli bölge ise 2019 yılı itibariyle 5,77 exajoules ile Asya Pasifik bölgesidir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülke ise 3,11 exajoules ile Çin'dir.

Nükleer enerji tüketiminde önemli diğer bir bölge ise CIS'tır. Bu bölgede 2019 yılı itibariyle 1,88 exajoules nükleer enerji tüketimi gerçekleştirmiştir. Başlıca başı çeken ülke ise 1,86 exajoules ile Rusya Federasyonu'dur.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından nükleer enerji tüketimi değerlendirildiğinde 2019 itibariyle üye olanların 17,77 exajoules, üye olmayanların ise 7,16 exajoules nükleer enerji tükettiği görülmektedir. AB açısından bu durum değerlendirildiğinde üye olan ülkelerin toplam nükleer enerji tüketimi, 7,33 exajoules olduğu görülmektedir.

Tablo 15: Dünyada Nükleer Enerji Tüketimi Büyüme Oranları

	2008-2018	2019
Kuzey Amerika	%-0,5	%-0,3
Güney ve Orta Amerika	%-0,1	%8,7
Avrupa	%-1,8	%-1,2
CIS (Bağımsız Devletler Topluluğu)	%1,6	%1,8
Orta Doğu	-	%-7,2
Afrika	%-2,2	%27,7
Asya Pasifik	%-0,1	%16,4
DÜNYA	%-0,7	%3,2
OECD	%-2,1	%0,8
Non-OECD	%4,5	%9,5
Avrupa Birliği	%-1,8	%-0,9

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 14'e bakıldığında nükleer enerji tüketiminde başı çeken Kuzey Amerika bölgesinin 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %-0,5 azaldığı, 2019 yılında ise %-0,3 negatif büyüme gerçekleştirdiği görülmektedir.

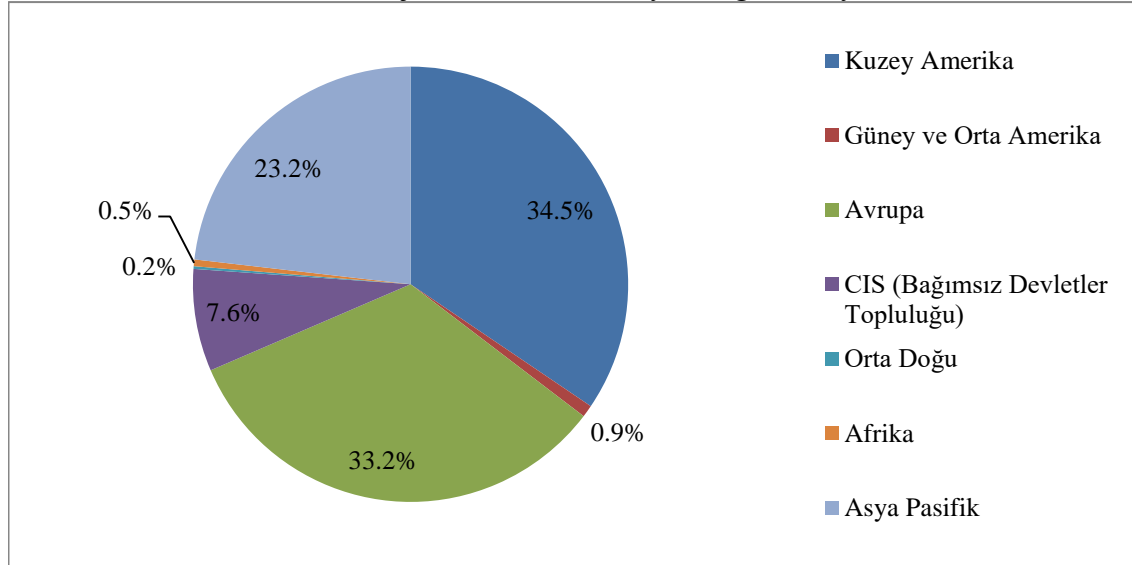
Nükleer enerji tüketiminde dünyada ikinci sırada olan Avrupa bölgesinin 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %-1,8 azaldığı, 2019 yılında ise %-1,2 azaldığı görülmektedir.

Nükleer enerji tüketiminde dünyada üçüncü sırada olan Asya Pasifik bölgesi 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %-0,1 azaldığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre nükleer enerji tüketiminde daha çok büyüme gerçekleştirerek, %16,4 arttığı görülmektedir.

Nükleer enerji tüketiminde dünyada dördüncü sırada olan CIS bölgesi 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %1,6 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre nükleer enerji tüketiminde daha çok büyüme gerçekleştirerek, %1,8 arttığı görülmektedir.

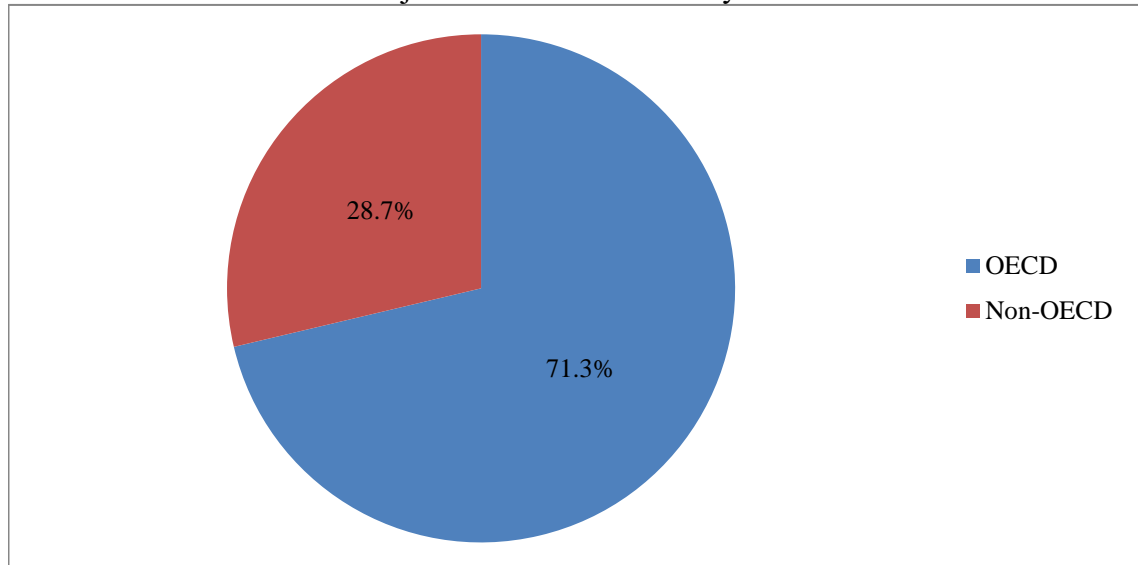
OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından nükleer enerji tüketimine bakıldığında, üye olanların 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %-2,1 azaldığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre nükleer enerji tüketiminde daha çok büyüme gerçekleştirerek, %0,8 arttığı görülmektedir. OECD'ye üye olmayanlara bakıldığında 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %4,5 arttığı, 2019 yılında ise %9,5 büyüme gerçekleştirerek, önceki dönemlere göre nükleer enerji tüketiminde daha çok arttığı görülmektedir.

Toplam nükleer enerji tüketiminin 2019 paylarının dağılımları, grafik 34 ve grafik 35 olarak, pasta grafikleri şeklinde, görsel destek sağlamak açısından aşağıdaki şekilde verilmişlerdir:

Grafik 34: 2019 Nükleer Enerji Tüketiminin Dünya Bölgesel Payı

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 34'e göre 2019 itibariyle dünyada toplam nükleer enerji tüketiminin %34,5'i Kuzey Amerika bölgesinde tüketilmektedir. Bunu %33,2 ile Avrupa, %23,2 ile Asya Pasifik ve %7,6 ile CIS bölgesi izlemektedir.

Grafik 35: 2019 Nükleer Enerji Tüketiminin OECD Payları

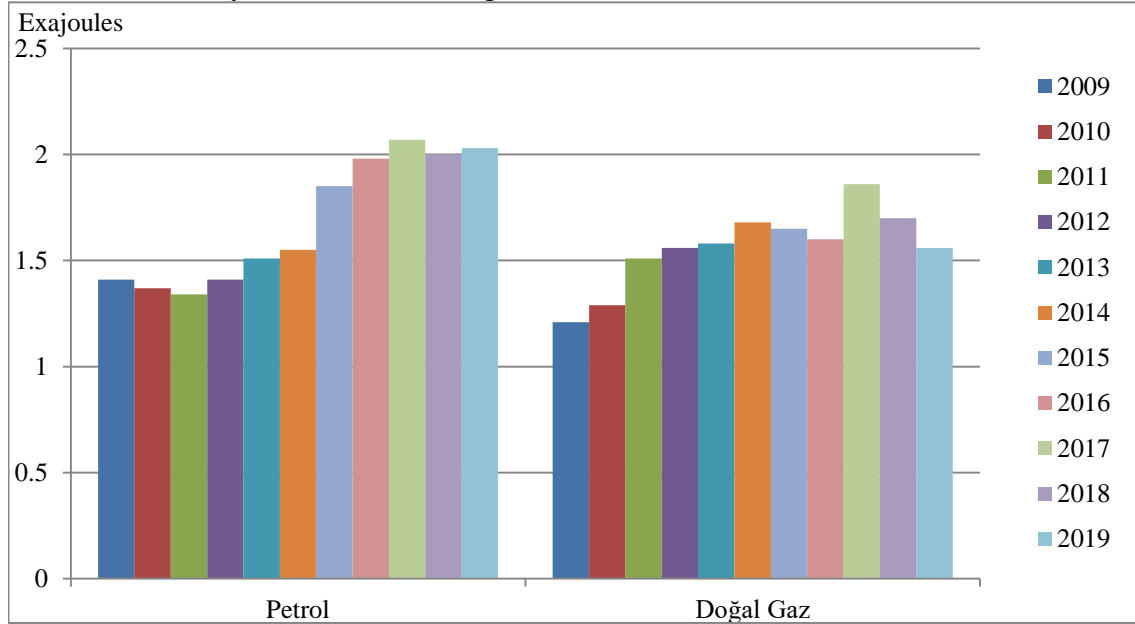
Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 35'e bakıldığında, OECD'ye üye olmayanların 2019 yılı için, toplam nükleer enerji tüketiminin %28,7'sini oluşturduğu kalan %71,3'ünün ise OECD'ye üye olanlar tarafından oluşturulduğu görülmektedir.

Yenilenebilir enerjinin dünyadaki genel görünümü güncel verilerle desteklenerek genel hatlarıyla ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Türkiye için ise yenilenebilir enerjinin genel görünümü aşağıdaki şekilde görülmektedir.

1.3.2. Yenilenemez Enerji Kaynaklarının Türkiye'deki Görünümü

Grafik 36: Türkiye'nin Petrol ve Doğal Gaz Tüketimi



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Yukarıdaki grafikte Türkiye'nin petrol ve doğal gaz tüketiminin yıllara göre dağılımı, exajoules cinsinden verilmiştir.

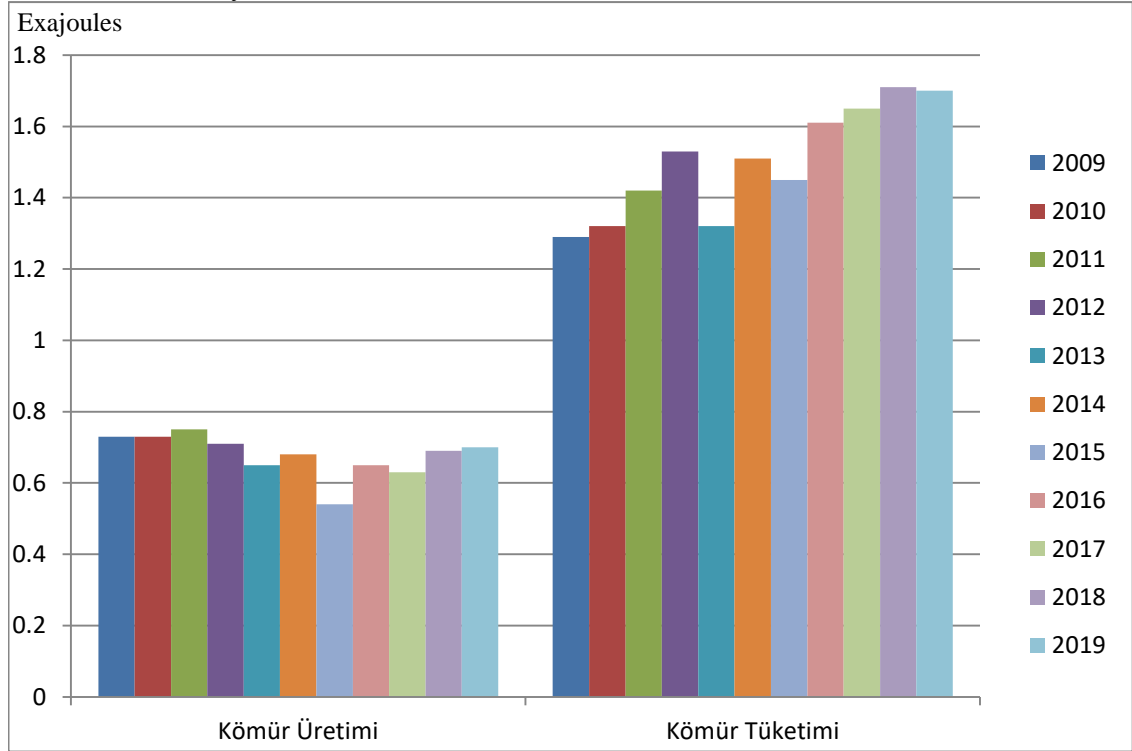
Grafik 36'ya bakıldığında Türkiye'nin petrol tüketiminin doğal gaz tüketiminden fazla olduğu görülmektedir. 2019 yılı için Türkiye'nin petrol tüketimi 2.03 exajoule ve doğal gaz tüketimi 1,56 exajoules olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin 2020 itibariyle petrol ve doğal gaz üretimi bulunmamaktadır.

Tablo 16: Türkiye'nin Petrol ve Doğal Gaz Tüketimi Büyüme Oranları

	2008-18	2019
Petrol	%3,7	%1,8
Doğal Gaz	%3,0	%-8,5

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Türkiye'nin 2008-2018 dönemi arasında yıllık ortalama petrol tüketimi %3,7, 2019 yılında ise %1,8 büyümesi gerçekleşmiştir. Türkiye'nin 2008-2018 dönemi arasında yıllık ortalama doğal gaz tüketimi %3,0, 2019 yılında ise % -8,5 büyümesi gerçekleşmiştir. Türkiye'nin petrol ve doğal gaz tüketiminin, 2019 yılı için, dünyadaki payı %1,1'dir.

Grafik 37: Türkiye'nin Kömür Üretimi ve Tüketimi

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Yukarıdaki grafikte Türkiye'nin kömür üretim ve tüketiminin yıllara göre dağılımı, exajoules cinsinden verilmiştir. Türkiye'nin 2019 itibariyle kömür üretiminin 0,70 exajoules olduğu, kömür tüketimine bakıldığında ise bu değer 1,70 exajoules olduğu görülmektedir. Ayrıca Türkiye'nin kömür üretiminin kendi tüketim değerlerini bile karşılayamayacak değere sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 17: Türkiye'nin 2019 Toplam Kanıtlanmış Kömür Rezervi

	Toplam	2019 Dünya Payı
Toplam Kanıtlanmış Kömür Rezervi	11525	%1,1

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 16'da Türkiye'nin 2019 toplam kanıtlanmış kömür rezervi milyon ton cinsinden yukarıdaki şekilde verilmiştir. Türkiye'nin 2019 yılı itibariyle 11525 milyon ton toplam kanıtlanmış kömür rezervi bulunmaktadır. Bu dünyadaki kömür rezervlerinin %1,1'ini oluşturmaktadır.

Tablo 18: Türkiye'nin Kömür Üretimi ve Tüketimi Büyüme Oranları

	2008-18	2019
Kömür Üretimi	%-0,1	%0,4
Kömür tüketimi	%3,3	%-0,8

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

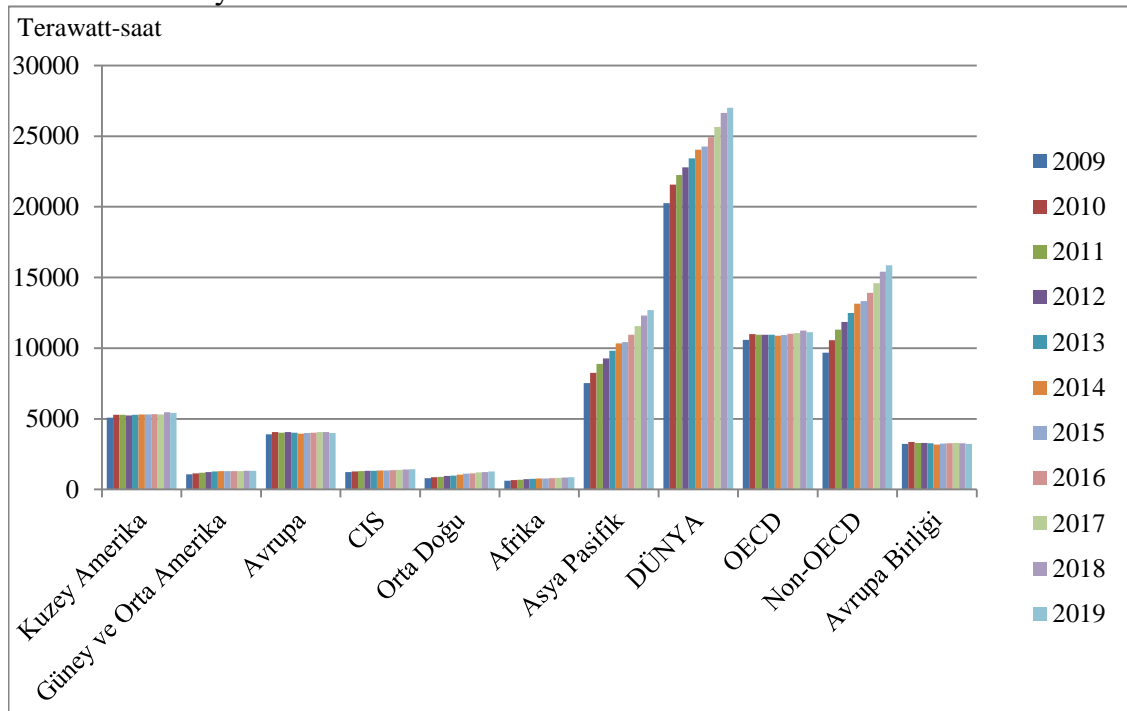
Türkiye'nin 2008-2018 dönemi arasında yıllık ortalama kömür üretimi %0,1, 2019 yılında ise %0,4 büyüme gerçekleştirerek daha çok arttığı görülmektedir. Türkiye'nin 2008-2018 dönemi arasında yıllık ortalama kömür tüketimi %3,3 2019 yılında ise % -0,8 negatif büyüme gerçekleştirmiştir. Türkiye'nin kömür tüketiminin, 2019 yılı için, dünyadaki payı %1,1 iken kömür üretimine bakıldığında bu oran %0,4 olduğu görülmektedir.

1.4. İkincil Enerji Kaynakları

Birincil enerji kaynaklarının belirli işlemler sonrasında dönüştürülmesi sonucu, ikincil enerji kaynağı yani elektrik enerjisi elde edilir. Elektrik enerjisi, neredeyse tüm alanlarda ve sürekli artan miktarlarda kullanılan bir enerji türüdür.

1.4.1. Dünyada Elektrik Genel Görünümü

Grafik 38: Dünyada Elektrik Üretimi



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Yukarıdaki grafikte dünyadaki elektrik üretiminin terawatt-saat cinsinden, bölgesel ve ekonomik işbirlikleri dağılımı verilmiştir. Dünyada 2019 itibariyle toplam 27004,7 terawatt-saat elektrik üretilmiştir.

Dünyada elektrik üretiminde birinci sırada olan bölge Asya Pasifik bölgesidir. 2019 itibariyle 12690,5 terawatt-saat elektrik üretimi gerçekleştirmiştir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülkeler ise 7503,4 terawatt-saat ile Çin, 1558,7 terawatt-saat ile Hindistan ve 1036,3 terawatt-saat ile Japonya'dır.

Elektrik üretiminde ikinci sırada Kuzey Amerika bölgesi gelmektedir. 2019 itibariyle 5425,7 terawatt-saat elektrik üretilmiştir. . Bu bölgede başlıca başı çeken ülke ise 4401,3 terawatt-saat ile US'tur.

Elektrik üretiminde üçüncü en önemli bölge ise 2019 yılı itibariyle 3993,3 terawatt-saat ile Avrupa bölgesidir. Bu bölgede başlıca başı çeken ülke ise 612,4 terawatt-saat ile Almanya'dır.

Elektrik üretiminde önemli diğer bölgeler ise 2019 yılı itibariyle sırasıyla 1431,0 terawatt-saat ile CIS, 1329,3 terawatt-saat ile Güney ve Orta Amerika, 1264,7 terawatt-saat ile Orta Doğu ve son olarak 870,1 terawatt-saat ile Afrika bölgesi gelmektedir. Elektrik üretiminde CIS'ta başı çeken ülke 1118,1 terawatt-saat ile Rusya Federasyonu, Güney ve Orta Amerika' da 625,6 terawatt-saat Brezilya ve Orta Doğu'da 357,4 Suudi Arabistan olduğu görülmektedir.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından elektrik üretimi değerlendirildiğinde 2019 itibariyle üye olanların 11136,0 terawatt-saat, üye olmayanların ise 15868,7 terawatt-saat elektrik üretimi görülmektedir. AB açısından bu durum değerlendirildiğinde üye olan ülkelerin toplam elektrik üretimi 3215,3 terawatt-saat olduğu görülmektedir.

Tablo 19: Dünyada Elektrik Üretiminin Büyüme Oranları

	2008-2018	2019
Kuzey Amerika	%0,3	%-0,6
Güney ve Orta Amerika	%2,2	%-0,1
Avrupa	%-0,1	%-1,8
CIS (Bağımsız Devletler Topluluğu)	%1,0	%1,0
Orta Doğu	%4,8	%3,3
Afrika	%3,2	%2,9
Asya Pasifik	%5,4	%3,1
DÜNYA	%2,7	%1,3
OECD	%0,2	%-1,0
Non-OECD	%5,1	%3,0
Avrupa Birliği	%-0,4	%-1,7

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 18'e bakıldığında dünyadaki elektrik üretiminin büyüme oranları, bölgesel olarak, 2008-2018 dönemi ve 2019 dönemi şeklinde verilmiştir. Dünyada elektrik

üretiminde başı çeken Asya Pasifik bölgesinin 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %5,4 arttığı, 2019 yılında ise %3,1 büyüme gerçekleştirdiği görülmektedir.

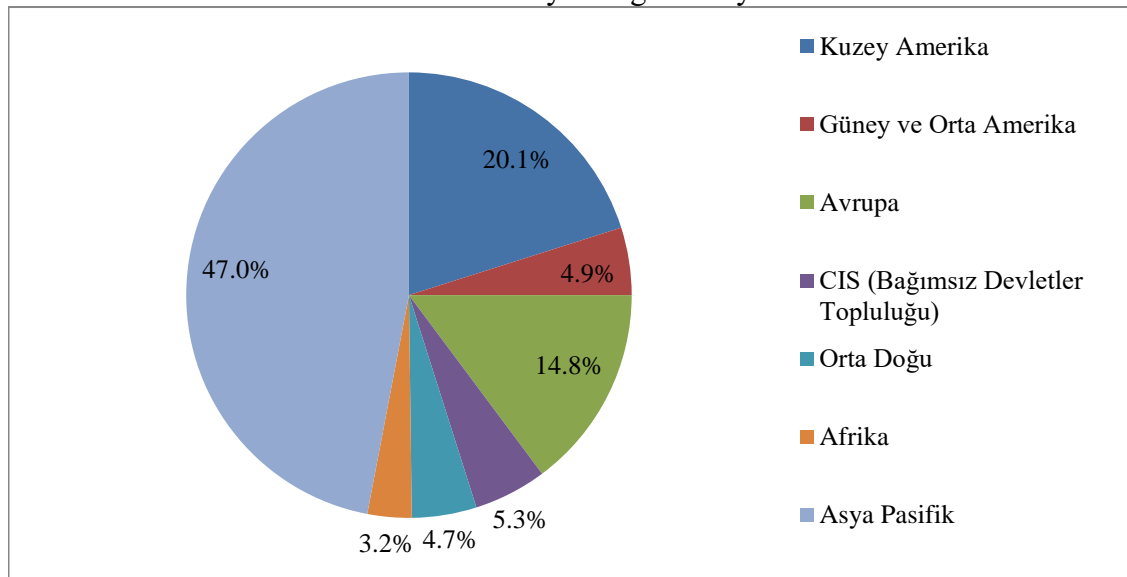
Elektrik üretiminde dünyada ikinci sırada olan Kuzey Amerika bölgesinin 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %0,3 arttığı, 2019 yılında ise %-0,6 azaldığı görülmektedir.

Elektrik üretiminde dünyada üçüncü sırada olan Avrupa bölgesi 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %-0,1 azaldığı, 2019 yılında ise %-1,8 azaldığı görülmektedir.

OECD'ye üye olup-olmayanlar açısından dünyada elektrik üretimine bakıldığında, üye olanların 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %0,2 arttığı, 2019 yılında ise önceki dönemlere göre elektrik üretiminde daha az büyüme gerçekleştirerek, %-1,0 azaldığı görülmektedir. OECD'ye üye olmayanlara bakıldığında 2008-2018 yılları arasında yıllık ortalama %5,1 arttığı, 2019 yılında ise %3,0 büyüme gerçekleştirerek, önceki dönemlere göre elektrik üretiminde daha az arttığı görülmektedir.

Toplam elektrik üretiminin 2019 paylarının dağılımları, grafik 39 ve grafik 40 olarak, pasta grafikleri şeklinde, görsel destek sağlamak açısından aşağıdaki şekilde verilmişlerdir:

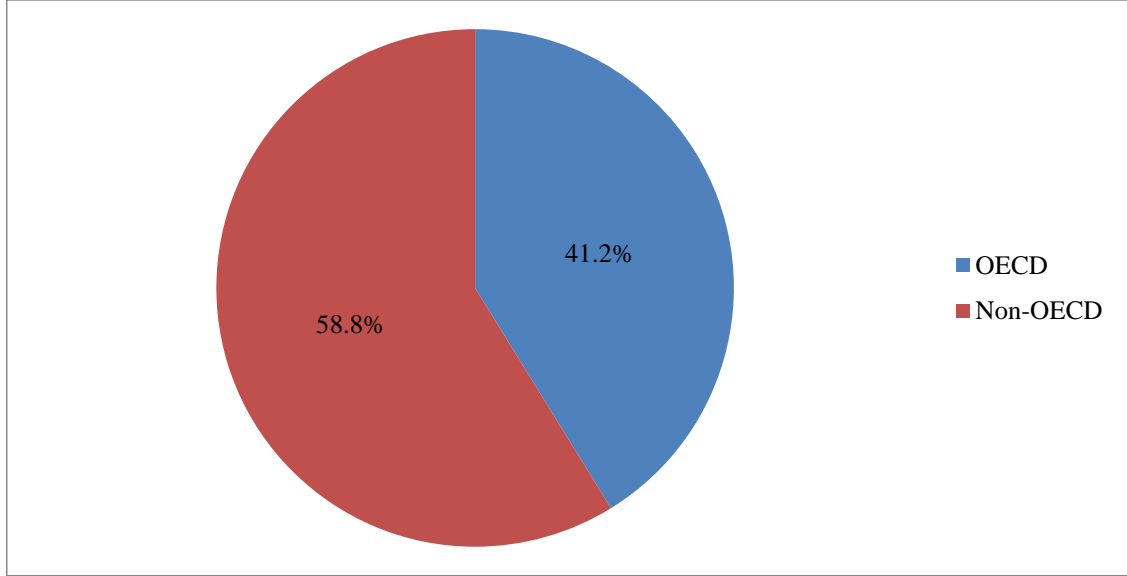
Grafik 39: 2019 Elektrik Üretiminin Dünya Bölgesel Payı



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 39'a göre 2019 itibariyle dünyada toplam elektrik üretiminin %47,0'ı Asya Pasifik bölgesinde üretilmektedir. Bunu %20,1 ile Kuzey Amerika bölgesi, %14,8 ile Avrupa, %5,3 ile CIS ve %4,7 ile Orta Doğu bölgesi izlemektedir.

Grafik 40: 2019 Elektrik Üretiminin OECD Payları



Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Grafik 40'a bakıldığında, OECD'ye üye olmayanların 2019 yılı için, toplam elektrik üretiminin %58,8'ini oluşturduğu kalan %41,2'sinin ise OECD'ye üye olanlar tarafından oluşturulduğu görülmektedir. Dünyadaki elektrik üretiminin, yakıtta göre üretiminin dağılımları 2018 ve 2019 yılı için aşağıdaki şekilde verilmiştir:

Tablo 20: Yenilenemez Enerji Kaynağına Göre 2019 Elektrik Üretimi

	Petrol	Doğal Gaz	Kömür	Nükleer Enerji
Kuzey Amerika	61,8	1975,8	1134,4	963,7
Güney ve Orta Amerika	86,3	245,0	74,3	24,6
Avrupa	51,8	768,1	698,6	928,5
CIS	8,6	693,0	264,2	211,2
Orta Doğu	396,1	792,9	22,6	6,4
Afrika	81,3	340,5	253,6	14,2
Asya Pasifik	139,5	1482,6	7376,4	647,3
DÜNYA	825,3	6297,9	9824,1	2796,0
OECD	164,9	3347,5	2471,0	1993,0
Non-OECD	660,4	2950,4	7353,1	803,0
Avrupa Birliği	49,1	692,2	488,4	822,4

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

Tablo 19’da 2019 yılı için dünyada yenilenemez enerjinin kaynağına göre elektrik üretimi, terawatt-saat cinsinden verilmiştir. Dünyada 2019 yılı için en çok kömürden elektrik üretildiği görülmektedir. Bunu ikinci sırada doğal gaz ve üçüncü sırada nükleer enerjinin izlemektedir. Dünyada yenilenemez enerjiden elektrik üretiminde en az tercih edilen enerji türünün petrol olduğu da görülmektedir.

Bölgesel olarak bakıldığında, yenilenemez enerjinin kaynağına göre elektrik üretimi sıralamasında Kuzey Amerika bölgesinde 2019 yılı için en çok doğal gazdan elektrik üretildiği görülmektedir. Bunu ikinci sırada kömür ve üçüncü sırada nükleer enerji izlemektedir. Petrol ise dünyadaki sıralamada olduğu gibi yenilenemez enerjide, elektrik üretiminde en az tercih edilen olduğu görülmektedir.

Güney ve Orta Amerika 2019 yılı için en çok doğal gazdan elektrik üretildiği görülmektedir. Bunu ikinci sırada petrol ve üçüncü sırada kömür izlemektedir. Nükleer enerjinin ise yenilenemez enerjide elektrik üretiminde en az tercih edilen olduğu görülmektedir.

Avrupa bölgesinde 2019 yılı için en çok nükleer enerjiden elektrik üretildiği görülmektedir. Bunu ikinci sırada doğal gaz ve üçüncü sırada kömür izlemektedir. Petrol ise dünyadaki sıralamada olduğu gibi yenilenemez enerjide, elektrik üretiminde en az tercih edildiği görülmektedir.

CIS bölgesine bakıldığında 2019 yılı için en çok doğal gazdan elektrik üretildiği görülmektedir. Bunu ikinci sırada kömür ve üçüncü sırada nükleer enerji izlemektedir. Petrol ise dünyadaki sıralamada olduğu gibi yenilenemez enerjide, elektrik üretiminde yine en az tercih edildiği görülmektedir.

Orta Doğu bölgesine bakıldığında 2019 yılı için en çok doğal gazdan elektrik üretildiği görülmektedir. Bunu ikinci sırada petrol ve üçüncü sırada kömür izlemektedir. Nükleer enerjinin ise yenilenemez enerjide elektrik üretiminde Orta Doğu bölgesinde en az tercih edilen olduğu görülmektedir.

Afrika bölgesine bakıldığında 2019 yılı için en çok doğal gazdan elektrik üretildiği görülmektedir. Bunu ikinci sırada kömür ve üçüncü sırada petrol izlemektedir. Nükleer enerjinin ise yenilenemez enerjide elektrik üretiminde Orta Doğu bölgesinde olduğu gibi Afrika bölgesinde de en az tercih edilen olduğu görülmektedir.

Üretimde en önemli bölgelerden birisi olan Asya Pasifik bölgesine bakıldığında, dünyadaki sıralama ile aynı olduğu görülmektedir. 2019 yılı için en çok kömürden elektrik üretildiği görülmektedir. Bunu ikinci sırada doğal gaz ve üçüncü sırada nükleer enerji izlemektedir. Petrol ise yenilenemez enerjide, elektrik üretiminde yine en az tercih edilen olduğu görülmektedir.

Dünyada yenilenemez enerjinin kaynağına göre elektrik üretiminde en çok kömür kullanılmaktadır ve 2019 yılı için kömürden 9824,1 terawatt-saat elektrik üretilmektedir. Asya Pasifik bölgesi dünyada en çok elektrik üretilen bölge olmaktadır. Sadece kömürden elektrik üretimine baktığımızda bile 7376,4 terawatt-saat olarak karşımızda çıkmaktadır.

Tablo 21: Yenilenebilir Enerji Kaynağına Göre 2019 Elektrik Üretimi

	Hidroelektrik	Yenilenebilir
Kuzey Amerika	676,9	576,9
Güney ve Orta Amerika	714,7	184,1
Avrupa	632,5	836,6
CIS	248,4	3,3
Orta Doğu	33,3	13,3
Afrika	132,7	45,1
Asya Pasifik	1783,7	1146,2
DÜNYA	4222,2	2805,5
OECD	1380,2	1616,8
Non-OECD	2842,1	1188,8
Avrupa Birliği	327,9	768,2

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

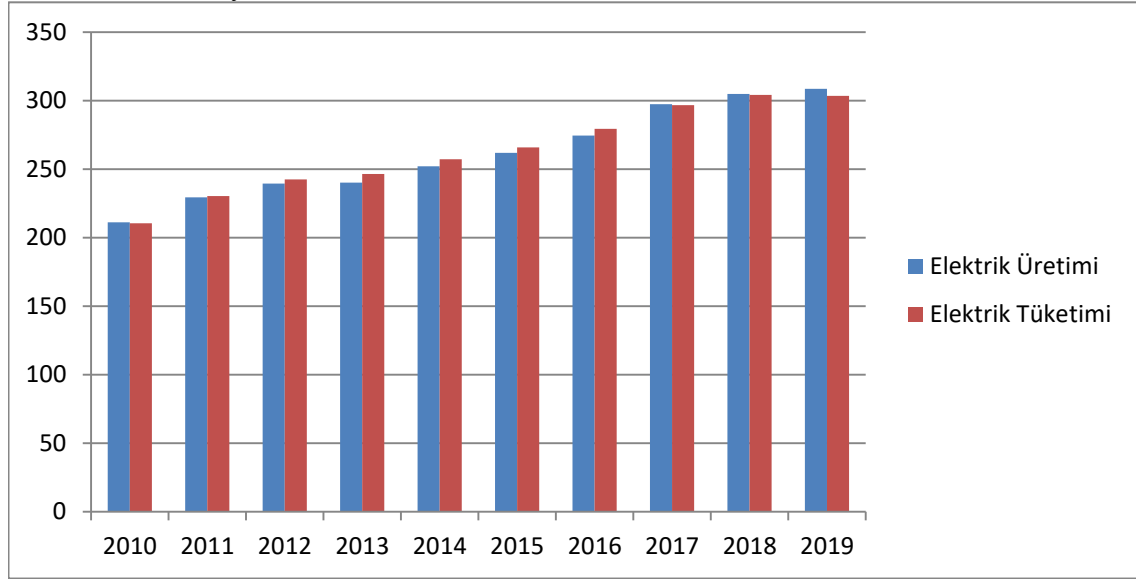
Tablo 20’de 2019 yılı için dünyada yenilenebilir enerjinin kaynağına göre elektrik üretimi, terawatt-saat cinsinden verilmiştir. Dünyada 2019 yılı için en çok 4222,2 terawatt-saat ile hidroelektrikten elektrik üretildiği görülmektedir. Bunu 2805,5 terawatt-saat ile diğer yenilenebilir enerjiler (Güneş, rüzgâr ve diğer) izlemektedir.

Bölgesel olarak bakıldığında, yenilenebilir enerjinin kaynağına göre elektrik üretimi sıralamasında, Avrupa bölgesi dışındaki, tüm bölgelerde 2019 yılı için en çok hidroelektrikten elektrik üretildiği görülmektedir. Bunu diğer yenilenebilir enerjiler izlemektedir.

Dünyada Asya Pasifik bölgesi, yenilenemez enerjide olduğu gibi yenilenebilir enerjide de en çok elektrik üretilen bölge olmaktadır. Hidroelektrikten elektrik üretimine baktığımızda 1783,7 terawatt-saat ve diğer yenilenebilir enerjilere (Güneş, rüzgâr ve diğer) baktığımızda ise 1146,2 terawatt-saat olarak karşımızda çıkmaktadır.

1.4.2. Türkiye’de Elektriğin Genel Görünümü

Grafik 41: Türkiye'nin Elektrik Tüketimi ve Üretimi



Kaynak: BP ve TEİAŞ, 2020

Yukarıdaki grafikte Türkiye’nin elektrik üretim ve tüketiminin yıllara göre dağılımı, terawatt-saat cinsinden verilmiştir. Türkiye’nin 2019 itibariyle elektrik üretiminin 308,5 terawatt-saat olduğu, elektrik tüketimine bakıldığında ise bu değer 303,3 terawatt-saat olduğu görülmektedir. Ayrıca Türkiye’nin elektrik üretiminin kendi tüketim değerlerine yakın olduğu ve yıllara göre artan bir eğilime sahip oldukları görülmektedir.

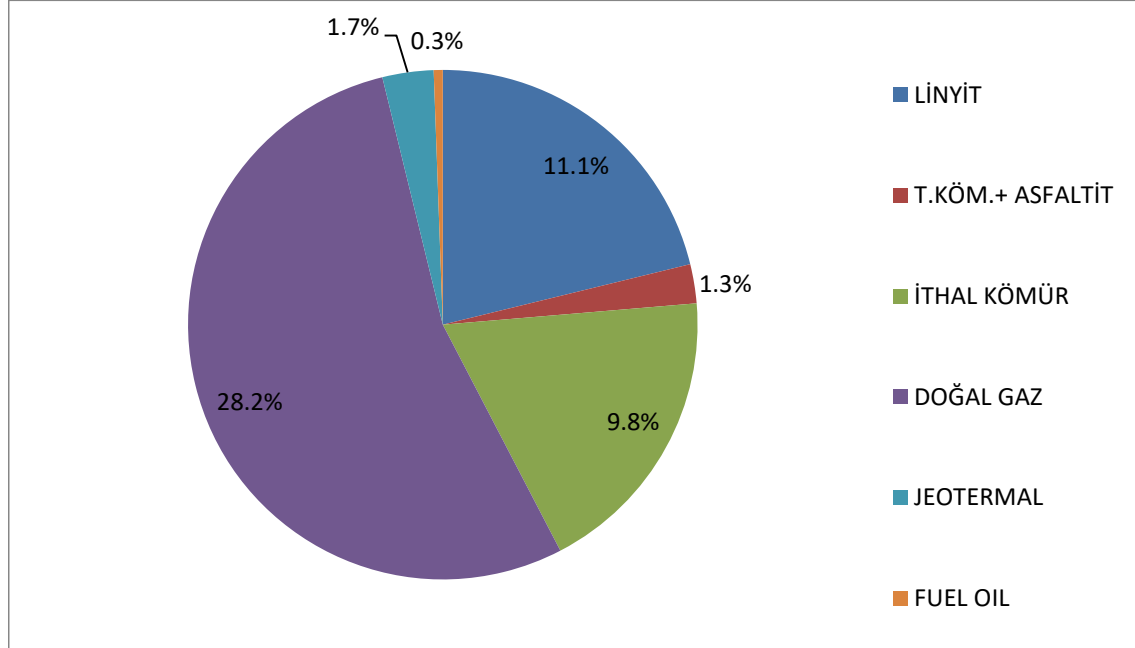
Tablo 22: Türkiye’nin 2019 Elektrik Üretimi

	2019 Büyüme	2019 Dünya Payı
Toplam Elektrik Üretimi	%1,2	%1,1

Kaynak: British Petroleum (BP), (2020)

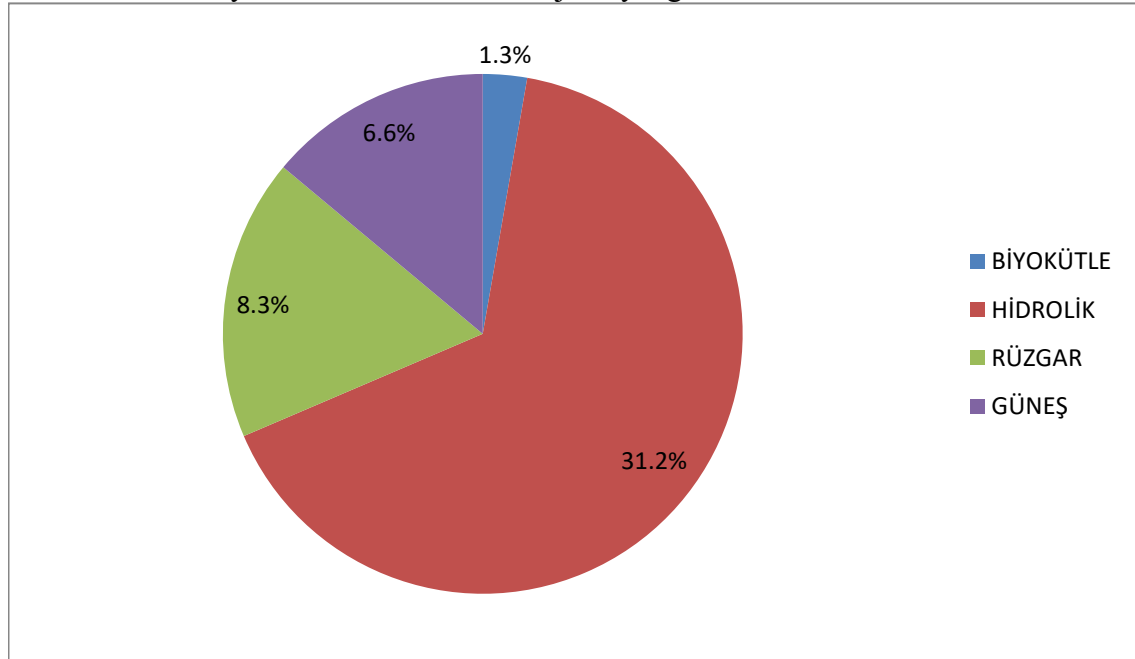
Tablo 21’de Türkiye’nin 2019 toplam elektrik üretiminin büyüme oranı ve dünya payı yukarıdaki şekilde verilmiştir. Türkiye 2019 yılı itibariyle %1,2 büyüme gerçekleştirmiştir. Dünyadaki elektrik üretiminin %1,1’ini Türkiye üretmektedir.

Türkiye’nin 2019 elektrik üretimi kaynağına göre, yenilenemez ve yenilenebilir olarak aşağıdaki şekilde grafik 42 ve grafik 43 olarak verilmiştir. Grafik 42 ve 43’ün yüzdeleri toplamı 100’e eşittir.

Grafik 42: Türkiye'nin Yenilenemez Enerji Kaynağına Göre 2019 Elektrik Üretimi

Kaynak: TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü), Haziran 2020

Yukarıdaki grafikte Türkiye'nin yenilenemez enerji kaynağına göre 2019 yılı için elektrik üretimi verilmiştir. Buna göre Türkiye'nin yenilenemez enerjiden en çok %28,2 ile doğal gazdan elektrik ürettiği görülmektedir. Bunu %11,1 ile linyit ve %9,8 ile ithal kömür izlemektedir. Jeotermale bakıldığında elektrik üretiminin sadece %1,7'sinin jeotermalden üretildiği görülmektedir.

Grafik 43: Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynağına Göre 2019 Elektrik Üretimi

Kaynak: TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü), Haziran 2020

Yukarıdaki grafikte Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynağına göre 2019 yılı için elektrik üretimi verilmiştir. Buna göre Türkiye'nin yenilenebilir enerjiden en çok %31,2 ile hidrolikten elektrik ürettiği görülmektedir. Bunu %8,3 ile rüzgâr ve %6,6 ile güneş izlemektedir.

Grafik 42 ve 43 birlikte değerlendirildiğinde Türkiye en çok %31,2 ile hidrolikten elektrik üretimi gerçekleştirdiği görülmektedir. Bunu %28,2 ile doğal gaz, %11,1 ile linyit, %9,8 ile ithal kömür, %8,3 ile rüzgâr ve %6,6 ile güneşin izlediği görülmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

ENERJİNİN EKONOMİDEKİ ÖNEMİ VE BÜYÜMEYLE İLİŞKİSİ

2.1. Kalkınma Literatüründen Hareketle Enerji ve Büyüme İlişkisi

2.1.1. Klasik ve Neo-Klasik Büyüme Teorilerinde Enerji

Doğal kaynakların ekonomi açısından önemini inceleyen çalışmalara bakıldığında bu konunun fizyokratlardan bu yana geldiği söylenebilir. Fizyokratlar açısından ekonominin temeli tarımdır. Enerjinin ekonomi açısından önemi doğrudan enerji kaynakları ile ilgili olmasa da toprak ve suyun önemini vurgulamışlar ve zenginliği tarımsal üretim ile birlikte düşünmüşlerdir. Dolayısıyla tarımsal üretimi etkileyen, toprağın daha az ya da çok ürün vermesini etkileyen, güneş ve rüzgâr gibi enerji kaynaklarına önem vermişlerdir. Enerjinin ekonomik teoriye girişi fizyokratlar ile birlikte olduğu söylenebilmektedir (Ayres ve diğerleri, 2013: 81).

Klasik iktisat ekolünde, klasik büyüme teorilerinde de enerjiden doğrudan doğruya bahsedilmeyip enerji serbest bir mal olarak görülmüştür. Doğal kaynakların yani toprağın kullanımı ön plana çıkmaktadır ve bunlar üretim fonksiyonunda yer alarak, ekonomik faaliyetleri kısıtlayıcı bir faktör olarak değerlendirilmiştir (Usta, 2015: 21-22).

Neo-klasik iktisatta da klasik iktisatta olduğu gibi enerji bir ara mal olarak ele alınmıştır. Enerjinin ekonomi üzerindeki rolünün küçük olduğu ve bu bakımdan Denison (1979) ve Berndt (1980), yüksek enerji fiyatlarının, verimlilik artışı üzerindeki etkisinin küçük olacağını söylemişlerdir (Cheng ve Andrews, 1998: 35).

W.S. Jevons İngiltere’de sanayileşmenin hız kazandığı bir dönemde yaşamış iktisatçı ve mantıkçıdır ayrıca kömürle yaptığı çalışmalarla da bilinmektedir. Jevons’a göre kömür, İngiltere’nin ekonomik büyümesindeki en önemli sınırlayıcı güçtür ve ekonomik büyümede kömür yani enerji oldukça önemlidir. Hızla büyüyen sanayileşme ile kolay erişilebilir kaynaklar hızla tükeniyorken ayrıca mevcut olan stok madenlerden kömürün çıkarılması yetersiz kalıyordu. Jevons yaşamış olduğu dönemi, kömür çağı olarak isimlendirmiştir (Usta, 2015: 23-24).

1970'li yıllara petrol krizlerinin olduğu dönemlere kadar, Jevons ve Hotelling gibi iktisatçılar dışında enerji, neo-klasik büyüme teorilerinde çok fazla önemsenmemiştir. Bunun nedeni ise ekonomide yaşanan problemlerin büyüme ile ortadan kalkacağı görüşünde oldukları için toprağın tek üretim faktörü olma özelliğinden vazgeçerek ve sermaye faktörü içinde değerlendirmeleridir. Buna göre toprak yalnızca emek ve sermaye tarafından işlendiği zaman ancak üretken olmakta aksi durumda üretken olmamaktadır. Bunun en temel gücü ise sermaye olarak karşımıza çıkmaktadır (Yapraklı, 2013: 80).

Neo-klasiklerin, enerjiyi bir üretim faktörü olarak görmemelerinin nedeni ekonomik büyüme ve teknolojik gelişmelerin, doğal kaynakların tükenme olasılığının önüne geçerek, doğal kaynak maliyetlerinin fiyatlandırılmasıyla piyasa başarısızlıklarının ortadan kaldırılacağını ve insan yapımı sermayenin, doğal sermayeyi sonsuz şekilde ikame edeceği düşüncesinden ileri gelmektedir (Yapraklı ve Yurttañıkılmaz, 2012: 197).

Solow'un genel modeline bakıldığında, beşeri sermayenin yanında doğal kaynaklara yer vermediği görülmektedir. Solow'un genel modeline göre sermaye ile doğal kaynakların ikame edilebileceğini, doğal kaynaklar olmadan da büyümenin sürdürülebileceğini söylemiştir. Solow üretim faktörü olarak emek ve sermayeyi üzerine düşmekte ve ayrıca şimdilik doğal kaynaklara yer vermemektedir (Daly, 1997: 261).

1974 yılında ise Solow, Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna doğal kaynakları ekleme karar vermiştir. Çünkü yaptığı çalışmalarda, beşeri sermayede olan esnekliğin doğal kaynaklarda olan esneklikten daha fazla olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yani hasılanın sermaye esnekliğinin, doğal kaynaklar esnekliğinden fazla olduğunu söylemiştir. Buna bağlı olarak, yeniden üretilebilen bir sermayeye olan yatırımın ekonomik değerinin, doğal kaynakların kullanılması sonucu maliyeti karşılayacak veya üzerindeki bir değerde olması halinde yani kayba uğrayan değeri karşılaması durumunda toplam sermayenin zamanla sabit tutulabileceğini ve büyümenin sürdürülebilir olabileceğini söylemiştir (Yapraklı, 2013: 83).

1977 yılında Hartwick'te Solow gibi yaptığı çalışmalarında, beşeri sermayenin doğal kaynaklar tüketimin yerini alması halinde toplam sermaye stoku aynı kalacağı

için nesiller arası faydanın sabit tutulabileceğini söylemiştir yani beşeri sermaye ile doğal kaynaklar tam ikamedir ve sürdürülebilir büyümenin gerçekleşebilmesi için doğal kaynakların mutlak ölçüde gerekli olmadığını söylemektedir. Buna Solow-Hartwick kuralı da denilmektedir (Yapraklı, 2013: 83).

Neo-klasikler 1970’li yıllara kadar daha çok sürdürülebilir kalkınma üzerine çalışmalarını yoğunlaştırmışlardır. 1970’li yıllardan sonra ekolojik (çevreci) ve sürdürülebilir büyüme tartışmaları sonucu doğal kaynakları ekonomik analizlerine dahil etmişlerdir. Bu bağlamda neo-klasikler sürdürülebilir büyüme üzerine ve toplam sermayenin nesiller arası aktarılması görüşü üzerine çalışmalarını yoğunlaştırmışlardır. Bu çalışmalara sonucu neo-klasik doğal kaynak iktisadı ortaya çıkararak, enerji kavramı ekonomide daha çok dikkat çekmeye başlamıştır. Doğal kaynak iktisatçılarının 1970’li yıllardan önceki neo-klasik modellerini, doğal kaynakları ve atıkları göz ardı ettiğini ve bu yüzden modellerinin ve analizlerinin eksik olduğunu söyleyerek eleştirmişlerdir (Yapraklı, 2013: 82).

1980’li yıllarda Romer ve Lucas’ın yaptıkları çalışmalarla yeni bir büyüme akımı içsel büyüme teorileri karşımıza çıkmaktadır. Yapılan bu çalışmalarda teknoloji içsel olarak kabul edilerek içsel teknoloji, fiziki ve beşeri sermaye, bilgi, kamu yatırımları ve buna benzer diğerler değişkenlerin ekonomik büyümenin belirleyicisi olduğunu söylemişlerdir (Yapraklı, 2013: 85-86). Neo-klasikler gibi, içsel büyüme teorisinde de enerji, üretim faktörü olarak değerlendirilmemiş ve yine ara girdi olduğu söylenmiştir. 1990’lı yıllarda içsel büyüme teorilerinde, enerji kaynaklarını dikkate alan bazı modeller ortaya çıkmıştır. Bu modellerde yenilenemeyen enerji kaynaklarının çıkarılıp elde edilme maliyeti ve yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim maliyetleri göz ardı edilmiştir. Bununla birlikte enerji fiyatlarının sabit oranda artacağı ve doğal kaynaklarla, beşeri sermaye arasında ikame ilişkisi olduğunu söylemişlerdir (Ayres ve Bergh, 2005: 98).

Kısaca toparlamak gerekirse bu içsel büyüme modellerine göre ekonomik büyüme, sabit oranlarda artan enerji maliyetleri ve enerji tasarrufu oluşturacak teknolojik gelişmelerle sürdürülebilir hale geleceklerdir. Neo-klasikler gibi enerjiiyi ara mal olarak kabul etmişler ancak farklı olarak, enerji olmadan büyümenin sınırlı olabileceğini, teknolojik gelişmelerin enerji maliyetlerini düşürerek enerjiiyi etkin olarak

kullanılabilir hale getirmesi gerektiğini söylemişlerdir yani ikame ilişkisinin sınırlı olacağını ifade etmişlerdir (Yapraklı, 2013: 85-86).

2003 yılında Zon ve Yetkiner'in içsel bir büyüme modelinden hareket ederek yaptıkları çalışmada, enerjiyi üretim faktörü olarak modele dahil etmişlerdir. Bu çalışmalarında ekonomik büyüme oranının, reel enerji fiyatlarındaki artış oranı ile aralarında negatif bir ilişki olduğunu, enerji fiyatlarında oluşabilecek bir artışın ekonomik büyümeyi ve teknolojik gelişmeyi olumsuz etkileyebileceklerini söylemişlerdir. Yani enerji fiyatlarında yaşanabilecek bir artış, genel maliyet artışına sebep olarak karlılık azalacak dolayısıyla hem büyüme yavaşlayacak hem de Ar-Ge çalışmaları yavaşlayacaktır. Böyle bir durumu önlemek için enerji kullanımında etkinlik ve enerji çıkarım maliyetlerinde yaşanabilecek artışların önlenmesi gerekmektedir. Bu yapılacak önlemler ise ancak teknolojideki yaşanacak gelişmelerdeki artış ve enerji fiyatlarını düşürücü kamu müdahalesi ile mümkündür (Zon ve Yetkiner, 2005: 81).

Genel olarak toparlamak gerekirse; içsel büyüme teorileri, neo-klasik teorilere eleştiri niteliği ile ortaya çıkmasına rağmen, tamamlayıcısı niteliği ile ön plana çıkmaktadır. Doğal kaynak iktisatçıları ile başlangıç için görüş olarak birbirlerine yakın olmalarına rağmen sonraları içsel büyüme teorileri olgunlaşarak, farklılıklar kazanmıştır. Neo-klasiklerde olduğu gibi enerjiyi ara girdi olarak görmüşlerdir. Farklılaştıkları noktalarsa; içsel büyüme teorileri ikame ilişkisinin sınırlı olduğunu, enerjinin ekonomik büyümedeki sürdürülebilirlik açısından oldukça önemli role sahip olduğunu, devlet müdahalesi ihtiyaç olduğunu, teknolojideki gelişmeler ve Ar-Ge faaliyetlerinin enerji kullanımında etkinliğe ve enerji maliyetlerindeki azalışlara sebep olması gerektiğini söylemişlerdir (Yapraklı, 2013: 86).

2.1.2. Ekolojik-Biyofiziksel Büyüme Teorilerinde Enerji

1980'lerin sonlarına doğru doğal kaynak iktisatçılarına tepki niteliğinde ekolojik (çevreci), bir diğer adıyla, biyofiziksel iktisat ortaya çıkmıştır ve doğal kaynak iktisadına alternatif bir yaklaşım olmuştur. İnterdisipliner ve çevreci araştırmalar ile ön plana çıkmışlardır (Bayraktutan ve Uçak, 2011: 23).

Ekolojik iktisatçıların neo-klasik iktisatçıları eleştirdikleri temel nokta, doğayı ve fiziksel gerçekliği göz ardı ettiklerini söyleyerek dolayısıyla daha kaliteli enerji

kaynaklarına ulaşabilmek için teknolojinin yeterli olacağı savını eleştirmişler ve sanılan aksine enerjinin sınırlı olduğunu söylemişlerdir. Enerji etkin teknoloji üretimi için değil yenilenemeyen enerji kaynaklarını korumak ve yenilebilir enerji kaynaklarının daha aktif kullanılmasının, sürdürülebilir büyüme ve ekosistem açısından önemini vurgulamışlardır. Ekonomik ve çevresel sistemlerin sürdürülebilir yönetimini ele almışlar ve bununla ilgili olarak insan hayatı için önemli olan çevreyi korumak ve ekonomik israfın önüne geçmek gibi kısıtlayıcı kavramları açıklamaya çalışmışlardır. Ayrıca ekonomiyi küresel sistemin bir alt sistemi olarak tanımlamışlardır (Ockwell, 2008: 4601).

Ekolojik yaklaşımı destekleyen iktisatçılar, ekonomideki gerçek sistemin biyolojik ve fiziksel özelliklerin, yapıların ve süreçlerine dayanan biri analiz sistemidir. Burada kavramsal temele büyük önem vermektedirler. Ekonomik faaliyetlerin doğanın bir uzantısı olarak görerek daha çok zenginlik üretmek amacıyla doğrudan yada dolaylı olarak bir kullanım aracı olduğunu söylemektedir. Ayrıca mevcut bulunan servetin kaynağının çoğunun doğa olduğunu da ifade etmişlerdir (Hall ve Klitgaard, 2006: 10-11).

Başka bir ifadeyle çevreci iktisat ekonomik davranışları; sosyal, çevresel ve etik çerçevesi ile piyasada oluşan sonuçları ile ilgilenen ve çalışmalar yapan bir iktisat teorisi. Geniş bir araştırma yelpazesi olan çevreci iktisat teorisi; post-keynesyen ekonomi, radikal ve sosyal ekonomi gibi günümüz neo-klasik iktisatı ve heterodoks düşünce okullarının da yer aldığı büyük bir yelpazeye sahip geniş araştırma alanları vardır (Gowdy ve Erickson, 2005: 208).

Ekolojik iktisatçılar, enerjinin ekonomik büyüme için kritik rol oynadığını söylemişlerdir. Bu durumu ilk eleştirenlerden biri de istatistikçi ve ekonomist kimliği ile tanınan Nicholas Georgescu-Roegen'dir. Ekolojik iktisatçılardan bazıları da Ayres, Costanze, Murphy, Cleveland ve Hall'dır. Bazı ekonomi tarihçileri ve coğrafyacılar olan Smil, Allen ve Wrigley de enerjinin önemli bir faktör olduğu üzerine yoğunlaşmışlardır (Alam, 2006: 2-3; Stern, 2010: 8).

Ekonomi, ekoloji ve doğal kaynaklar ekolojik yaklaşımda; ekonomik, sosyal, kültürel ve politik gibi birçok konuda ile incelenmiştir. İncelemelerin yapısına göre

farklı yaklaşımlar sergilenmiştir. Bunlardan birini de N. Georgescu-Roegen'un termodinamik yasaları ile ekonomik büyümeyi ilişkilendiren ekolojik üretim teorisidir. Buna yaklaşıma göre madde ve enerjide meydana gelen dönüşümlerin ekosistem ile ekonomiyi tanımladığını ifade edilmektedir. Enerji ve materyal akışının ayrıntılı analizleriyle enerjinin ekonomik süreç içerisinde, fiziki sınırlar getirdiğini ileri sürmüşlerdir. Bu durumu ise termodinamik yasalarının, fiziksel yasaların en ekonomik olanı olduğunu söylemişlerdir (Hussen, 2004: 251).

Roegen enerjinin temel bir üretim faktörü olduğunu ve enerji kaynaklarının tüketildiğinde kendini yenileyemediğinden dolayı büyümenin yavaşlayıp hatta durabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca büyümeye dayalı gerçekleşen enerji tüketiminin çevreye zararlarının olabileceğini ve enerji kaynaklarının azalarak yok olma noktasına gelebileceğini iddia etmiştir (Alam, 2006: 2-3; Stern, 2010: 8).

Ekolojik iktisatçılar sanayi devriminin yaşanmasında enerjinin kritik rol oynadığını özellikle iddia etmişlerdir. Ekolojik iktisatçılar ayrıca ekonomiyi ekosistemden ayırmayarak onun bir parçası olduğunu düşünerek büyüme modellerinde termodinamik yasalarını uygulamışlardır (Alam, 2006: 2-3; Stern, 2010: 8). Başka bir ifadeyle ekolojik iktisadi termodinamik yasaları ile birlikte tanımladığımızda; doğanın, termodinamik yasalarının ve fiziksel gerçekliğin etrafında doğal sermayenin katkısıyla insan refah ve zenginliği için uyumlu olan ekosistem hizmetleri toplamıdır (Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 100).

Ekolojik iktisatçılar, termodinamik yasaların kullanılmasını, biyofiziksel sınırların varlığına dayandırmaktadırlar. Ekonomideki sorunların bazılarının, doğal kaynakların aşırı tüketiminden kaynaklanan çevresel sorunlardan kaynaklanacağını söylemişlerdir. Termodinamiğine yakından baktığımızda, ilk yasası olan kütle denge ilkesi gereği enerji yok edilemez, kaynağı yoktan var edilemez ve miktarı değiştirilemezdir. Bununla birlikte teknoloji yardımıyla enerji türleri arası dönüşüm mümkündür. Termodinamik yasasına göre dünyada tek enerji kaynağı Güneş'tir ve doğrudan ya da dolaylı yoldan örneğin, yenilenemez enerjilerde olduğu gibi fosil kaynaklara dönüşerek, kullanılabilirlerdir. Tek enerji kaynağı olan Güneş'in üretim sürecine dahil edilmesi, yarı kapalı ekonomilerde çevresel sorunları birlikte getirebilmektedir (Ockwell, 2008: 4601).

Ekonomi süreci ile kullanılabilir enerji kullanılamaz enerjiye dönüşmektedir. Bu dönüşüm sürecinin bir sonucu olarak sürekli atık üretimi meydana gelmektedir ve bunun ekonomik büyümeyi fiziki olarak sınırlandırıldığını ileri sürmüşlerdir (Yapraklı, 2013: 89). Dolayısıyla mevcut teknoloji sonucu yeniden kullanılmayan atıklar, maliyetleri arttırarak ekonomiye olumsuz bir şekilde yansıtacaktır bu da insan yaşamındaki ilerlemenin olumsuz etkilenmesi anlamına gelmektedir. Bu açılardan değerlendirildiğinde doğal kaynaklar ve sermaye arasında ikame mümkün olmayacaktır (Ockwell, 2008: 4601). Yani enerji, burada temel üretim faktörü olarak kabul edilmiştir. Bunun sonucu olaraksa enerjinin nihai malların üretiminde doğrudan doğruya kullanılmasıyla emeğin yerine ikame edilebilmesini ayrıca enerji olmadan sermaye ile emek üretim sürecinin işlememesi gibi sonuçları da doğurabilmektedir (Yapraklı, 2013: 89).

Birçok kez değindiğimiz gibi tüm ekolojik yaklaşımda emek, sermaye ve diğer tüm değerlerin enerjide meydana gelen hareketlilikten yani enerji akışından ortaya çıktığını söylemektedirler. Gever'de olduğu gibi bazı ekolojik ekonomi modellerinde, jeolojik kısıtlamalar nedeniyle enerji çıkarım oranı sabit seyretmekte dolayısıyla stok enerjiden çok enerji akışı birincil girdi kabul edilmiştir (Stern, 2010: 9). Ayrıca üretim teknikleri içinde yer alan girdiler arasında güçlü bir fiziksel bağımlılık olduğunu da ifade etmişlerdir (Cheristensen, 1989: 28).

Biyofiziksel teori açısından, ekonomik büyüme modellerinin altını özellikle çizmek gerekirse, ekonomik büyüme için enerji tüketiminin oldukça önemli bir girdi olduğunu kabul etmişlerdir. Enerji tüketiminin hem sermaye hem de emek faktörlerinin verimliğinde oldukça önemli olduğunu söyleyerek doğrudan üretime katkı sağladığını ifade etmişlerdir.

2.2. Enerji Tüketimi ve Büyüme Nedenselliğini Açıklayan Hipotezler

Enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye yönelik hipotezler, dört temel hipotez altında incelenmektedir. Bu bölümde bu dört hipotez incelenecektir.

2.2.1. Büyüme Hipotezi

Büyüme hipotezi, enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu söyleyen hipotezdir. Yani enerji tüketiminde meydana gelen artışlar, ekonomik büyümede de bir artışa neden olmaktadır ve bu durum düşüşlerde de geçerli olup enerji tüketimindeki bir düşüş ekonomik büyümede de düşüşe neden olmaktadır (Menegaki ve Tugco, 2016: 78).

Enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu durumda söz konusu edilen ekonominin, enerjiye bağımlı bir ekonomidir. Bu yüzden enerji tüketiminin, ekonomik büyüme için teşvik edici bir unsur olacaktır ve tersi durumda ise meydana gelebilecek bir enerji şokunun büyümeyi olumsuz etkileyerek, hasılda ve üretimde de düşüslere sebep olacaktır (Jumbe, 2004: 62).

2.2.2. Saklama Hipotezi

Saklama yada bir diğer adıyla koruma hipotezi, ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu söyleyen hipotezdir. Yani söz konusu ülkenin ekonomik büyümesinde meydana gelen bir artış enerji tüketiminde de bir artışa neden olmaktadır. Bu hipoteze göre ülkelerin uyguladığı enerji tasarrufu politikaları hasıladaki düşüslere sebep olmamaktadır (Menegaki ve Tugco, 2016: 78). Başka bir ifadeyle saklama hipotezinin geçerli olduğu varsayımı altında, enerji tüketimine yönelik uygulanan kısıtlayıcı politikalar, hasıla üzerinde ciddi bir olumsuz etki oluşturmayacağından, kısıtlayıcı politikalar uygulanabilir olacaktır (Jumbe, 2004: 62).

Biyofiziksel teoriye getirilen en önemli eleştiri noktaları ise enerjiye gerekenden fazla önem vermeleri sonucu kaynaklanmaktadır. Enerjinin, diğer üretim faktörleriyle belirli durumlarda olabilecek ikame ilişkisinin olmadığını ifade etmeleri, teknolojik gelişmeleri dikkate almamaları, enerji kaynaklarını niteliklerine göre sınıflandırmamaları ciddi şekilde eleştirilmektedir (Yapraklı, 2013: 91).

2.2.3. Yansızlık Hipotezi

Yansızlık ya da diğer adıyla tarafsızlık hipotezi, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında hiçbir nedensellik ilişkisinin olmadığını söyleyen hipotezdir. Yani genişleyici yada kısıtlayıcı enerji politikalarının, aralarında bir korelasyon meydana gelmediği için, enerji tüketiminin hasılayı etkilemeyeceği anlamına gelmektedir. Bunun

yerine, ekonomik büyümeyi diğer faktörlerin etkilediği sonucu çıkmaktadır (Menegaki ve Tugco, 2016: 79).

2.2.4. Geri Besleme Hipotezi

Geri besleme hipotezi, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında karşılıklı olarak gerçekleşen çift yönlü nedensellik olduğunu söyleyen hipotezdir. Yani bu iki değişkenden sadece biri bile teşvik edilirse, hem hasılda hem de enerji tüketiminde bir artış gözlemlenmektedir. Tam tersi durumda geçerli olup değişkenlerden birinde meydana gelen kısıtlamalar diğer değişkene de olumsuz bir şekilde yansıyacaktır (Menegaki ve Tugcu, 2016: 79). Başka bir ifadeyle, enerji tüketimindeki etkinliği arttırmaya yönelik enerji politikaları, hasılayı olumlu bir şekilde etkileyecek ve hasılayı arttırmaya yönelik uygulanabilecek en önemli politikalardan olacaktır (Payne, 2010: 723-724).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

AMPİRİK ANALİZ

3.1. Ampirik Literatür Özeti

1970'lerden sonra enerji tüketimi ve büyüme konularına iktisatçıların yoğun tartışma alanına girmiştir. Literatürde bu çalışmalara öncü olarak Kraft-Kraft'ın 1978 yılında yaptığı çalışma gösterilmektedir. Bu çalışmasında, sims tekniği kullanarak ABD ekonomisi için 1950-1970 dönemini incelemiş ve ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu bulmuş yani saklama hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Yapılan çalışmalara bakıldığında literatürde elektrik tüketimi değişkeni ile yapılan çalışmaların oldukça revaçta olduğu görülmüştür. Elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki literatüre bakıldığında Ghosh'un 2002 yılından yapmış olduğu çalışma sonrasında, literatürün ivme kazandığı görülmektedir. Ghosh (2002) bu çalışmasında Johansen Eşbütünleşme Analizini ve Granger Nedensellik Analizini kullanarak Hindistan ekonomisi için 1950-1997 dönemi için kişi başı elektrik tüketimi ve kişi başı reel GSYİH değişkenleriyle yaptığı araştırma sonucunda değişkenlerin eşbütünleşik olduğunu ve ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu bulmuş yani saklama hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Literatürün genel özelliklerine bakıldığında; değişkenler arasında uzun dönem ilişkileri ile nedensellik ilişkilerinin daha araştırıldığı görülmektedir. Çalışmaların çoğunluğunu zaman serisi analizlerinden oluşmaktadır ancak panel veri analizinden de istifade eden çalışmalarda mevcuttur. Yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunda değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin var olduğu sonucuna ulaşılmıştır ancak nedensellik analizi sonuçlarına bakıldığında sonuçların bölgelere göre farklılık gösterdiği görülmektedir.

Literatür özetinde yer alan çalışmalara bakıldığında, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin dört farklı hipoteze göre gruplandırılabilceği görülmektedir. İncelenen önemli çalışmalarda büyüme hipotezinin geçerli olduğu çalışmaların sayısının daha çok olduğu gözlemlenmiştir.

Literatür özeti büyüme, saklama, geri besleme ve yansızlık hipotezi olarak 4 farklı grup altında ayrıca incelenmiştir. Enerji tüketimi ve ekonomik büyümeye dair başlıca özet aşağıdaki şekildedir:

Tablo 23: Ampirik Literatür Özeti

Yazar	Değişkenler	Ülke ve Örneklem Dönemi	Yöntem	Bulgular	Hipotez
Kraft ve Kraft (1978)	Enerji Tüketimi, GSMH	ABD 1947-1974	Sims Metodolojisi, F testi	Öncü olarak kabul edilen bir çalışmadır. $Y \rightarrow E$	Saklama Hipotezi
Yu ve Jin (1992)	Enerji Tüketimi, GSYİH	ABD 1974-1990	Eş Bütünleşme Modeli, Granger Nedensellik Testi	$E \rightarrow Y$	Büyüme Hipotezi
Stern (1993)	Enerji Tüketimi, GSYİH	ABD 1947-1990	Multivariate VAR, Granger Nedensellik	$E \rightarrow Y$	Büyüme Hipotezi
Cheng (1995)	Enerji Tüketimi, GSYİH	ABD 1947-1990	Eş Bütünleşme Modeli, Granger Nedensellik Testi	$Y \rightarrow E$	Saklama Hipotezi
Cheng (1998)	Enerji Tüketimi, İstihdam, Sermaye, Reel GSMH	Japonya 1952-1995	Eş Bütünleşme Modeli, Granger Nedensellik (Hsiao versiyonu)	İstihdam, enerji tüketimi, Reel GSMH ve sermaye eş bütünleşik değildir. $Y \rightarrow E$	Saklama Hipotezi
Stern (2000)	Enerji Tüketimi, GSYİH	ABD 1948-1994	Eş Bütünleşme Modeli, Granger Nedensellik Testi	$E \leftrightarrow Y$	Geri Besleme Hipotezi
Yang (2000)	Enerji Tüketimi, GSYİH	Tayvan 1954-1997	Granger Nedensellik Testi	$E \leftrightarrow Y$	Geri Besleme Hipotezi
Ghosh (2002)	Kişi başı Elektrik Tüketimi, kişi başı reel GSYİH	Hindistan 1950-1997	Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik Testi	Değişkenler eş bütünleşiktir. $Y \rightarrow E$	Saklama Hipotezi
Soytaş ve Sarı (2003)	Enerji Tüketimi, GSYİH	Türkiye 1950-1992	Granger Nedensellik Testi	$E \rightarrow Y$	Büyüme Hipotezi
Shiu ve Lam (2004)	Elektrik Tüketimi, reel GSYİH	Çin 1971-2000	Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik Testi, Hata Düzeltme Modeli	Elektrik Tüketimi ve reel GSYİH eş bütünleşiktir. $E \rightarrow Y$	Büyüme Hipotezi
Altınay ve Karagöl (2004)	Enerji Tüketimi, GSYİH	Türkiye 1950-2000	Granger Nedensellik (Hsiao versiyonu)	$E \not\rightarrow Y$	Yansızlık Hipotezi
Yoo (2005)	Elektrik Tüketimi, reel GSYİH	Kore 1970-2002	Eş Bütünleşme Modeli, Hata Düzeltme Modeli	$E \leftrightarrow Y$	Geri Besleme Hipotezi
Altınay ve Karagöl (2005)	Elektrik Tüketimi, reel GSYİH	Türkiye 1950-2000	VAR Analizi, Dolado-Lütkepohl Nedensellik Testi, Granger Nedensellik Testi	$E \rightarrow Y$	Büyüme Hipotezi

Tablo 22: Ampirik Literatür Özeti (Devamı)

Narayan ve Smyth (2005)	Kişi başı Elektrik Tüketimi, İstihdam, kişi başı reel GSYİH	Avusturalya 1966-1999	Eş Bütünleşme Modeli, Granger Nedensellik Testi	Değişkenler eşbütünleşiktir. $Y \rightarrow E$ $Y \rightarrow \dot{I}$	Saklama Hipotezi
Zou ve Chau (2006)	Petrol Tüketimi, Ekonomik Büyüme	Çin 1953-2002	Eş Bütünleşme Modelleri, Granger Nedensellik Testi	Petrol tüketimi ve GSYİH eş bütünleşiktir. $E \neq Y$	Yansızlık Hipotezi
Ho ve Siu (2007)	Elektrik Tüketimi, reel GSYİH	Hong Kong 1966-2002	Eşbütünleşme modeli, Nedensellik Analizi ve Vektör Hata Düzeltme Modeli	Değişkenler eşbütünleşiktir. $E \rightarrow Y$	Büyüme Hipotezi
Ang (2007)	Enerji Tüketimi, CO ₂ , GSMH	Fransa 1960-2000	Eş Bütünleşme, Vektör Hata Düzeltme Modeli	Enerji Tüketimi, CO ₂ ve GSMH eş bütünleşiktir. $E \rightarrow Y$	Büyüme Hipotezi
Jobert ve Karanfil (2007)	Enerji Tüketimi, kişi başı Enerji Tüketimi, GSYİH, kişi başı GSYİH	Türkiye 1960-2003	Granger Nedensellik Testi	$E \rightarrow Y$	Büyüme Hipotezi
Lise ve Van Montfort (2007)	Enerji Tüketimi, GSYİH	Türkiye 1970-2003	Eş Bütünleşme Modeli, Granger Nedensellik Testi	Enerji Tüketimi ve GSYİH eş bütünleşiktir. $Y \rightarrow E$	Saklama Hipotezi
Ciarreta ve Zarraga (2007)	Elektrik Tüketimi, Reel GSYİH	İspanya 1971-2005	Toda-Yamamoto, Dolado-Lütkepohl, Granger Nedensellik Testi	$Y \rightarrow E$	Saklama Hipotezi
Karanfil (2008)	Enerji Tüketimi, Reel GSYİH	Türkiye 1970-2005	Eş Bütünleşme Modeli, Vektör Hata Düzeltme Modeli, Granger Nedensellik Testi	Enerji tüketimi ve reel GSYİH kayıt içi verilerle eş bütünleşiktir, kayıt dışı veriler ile eş bütünleşik değildir. Kayıt içi ekonomi: $Y \rightarrow E$ Kayıt dışı ekonomi: $E \neq Y$	Kayıtçı ekonomi: Saklama Hipotezi Kayıtdışı ekonomi: Yansızlık Hipotezi
Bowden ve Payne (2009)	Enerji Tüketimi, Reel GSYİH	ABD 1949-2006	Toda-Yamamoto Nedensellik Testi, Granger Nedensellik Testi	$E \rightarrow Y$	Büyüme Hipotezi
Gupta ve Sahu (2009)	Elektrik Tüketimi, Ekonomik Büyüme	Hindistan 1960-2006	Granger Nedensellik Testi	$E \rightarrow Y$	Büyüme Hipotezi
Vecchione (2010)	Elektrik Tüketimi, Reel GSYİH	İtalya 1963-2007	Vektör Hata Düzeltme Modeli, Granger Nedensellik Testi	$Y \rightarrow E$	Saklama Hipotezi

Tablo 22: Ampirik Literatür Özeti (Devamı)

Tsani (2010)	Enerji Tüketimi, Reel GSYİH	Yunanistan 1960-2006	Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	$E \rightarrow Y$	Büyüme Hipotezi
Gurgul ve Lach (2012)	Elektrik Tüketimi, Reel GSYİH	Polonya 2010:01-2009:04	Johansen Eşbütünleşme Analizi, Vektör Hata Düzeltme Modeli, Granger Nedensellik Testi	Değişkenler eşbütünleşiktir. $E \leftrightarrow Y$	Geri Besleme Hipotezi
Hossein ve Yazdan (2012)	Petrol Tüketimi, Ekonomik Büyüme	İran 1980-2010	Eş bütünleşme modeli, ARDL, Hata Düzeltme Modeli, Granger Nedensellik Testi	Kısa dönem için: $Y \rightarrow E$ Uzun dönem için: $E \neq Y$	Kısa dönem için: Saklama Hipotezi Uzun dönem için: Yansızlık Hipotezi
Shahbaz, Khan ve Tahir (2013)	Enerji Tüketimi, finansal gelişme, sermaye, ihracat, ithalat, uluslararası ticaret, GSYİH	Çin 1971-2011	Johansen Eşbütünleşme, ARDL, Vektör Hata Düzeltme Modeli, Granger Nedensellik	Değişkenler eş bütünleşiktir. $E \rightarrow Y$ $E \leftrightarrow UT$ $E \leftrightarrow FG$ $E \leftrightarrow S$ $FG \leftrightarrow Y$ $UT \leftrightarrow Y$	Büyüme Hipotezi
Tang, Shahbaz ve Arouri (2013)	Kişi başı Elektrik Tüketimi, kişi başı reel GSYİH	Portekiz 1974-2009	ARDL Sınır Testi, Vektör Hata Düzeltme Modeli, Eşbütünleşme Analizi, Granger Nedensellik Analizi	Değişkenler eş bütünleşiktir. $E \leftrightarrow Y$	Geri Besleme Hipotezi
Ceylan ve Başer (2014)	Petrol Tüketimi, Reel GSYİH	Türkiye 1965-2011	Johansen Eş Bütünleşme Modeli, Hata Düzeltme Modeli	Petrol tüketimi ve reel GSYİH eş bütünleşiktir. $E \rightarrow Y$	Büyüme Hipotezi
Park ve Yoo (2014)	Petrol Tüketimi, Reel GSYİH	Malezya 1965-2011	Eş Bütünleşme Modeli, Vektör Hata Düzeltme Modeli, Granger Nedensellik Testi	Petrol tüketimi ve reel GSYİH eş bütünleşiktir. $E \leftrightarrow Y$	Geri Besleme Hipotezi
Kyophilavong (2015)	Enerji Tüketimi, Dış Ticaret Açığı, Ekonomik Büyüme	Tayland 1971-2012	Bayer-Hanck Eş bütünleşme Testi, Granger Nedensellik Testi	Değişkenler eş bütünleşiktir. $E \leftrightarrow Y$ $E \leftrightarrow DTA$	Geri Besleme Hipotezi
Salahuddin ve Alam (2015)	Kişi başı Elektrik Tüketimi, kişi başı reel GSYİH	Avustralya 1985-2012	Zivot-Andrews Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testi, ARDL Sınır Testi ve VECM	$Y \rightarrow E$	Büyüme Hipotezi
Uçak ve Usupbeyli (2015)	Petrol Tüketimi, Reel GSYİH	Türkiye 1971-2013	Johansen Eşbütünleşme Testi, Granger Nedensellik testi	Petrol tüketimi ve reel GSYİH eş bütünleşik değildir. $E \neq Y$	Yansızlık Hipotezi

Tablo 22: Ampirik Literatür Özeti (Devamı)

Ikegami ve Wang (2016)	Elektrik Tüketimi, Reel GSYİH	Almanya ve Japonya 1996:04-2015:02	ARDL, Granger Nedensellik Testi	Elektrik tüketimi ve reel GSYİH eş bütünleşiktir. Almanya için: $Y \rightarrow E$ Japonya için: $E \rightarrow Y$	Almanya için: Saklama Hipotezi Japonya için: Büyüme Hipotezi
Lu (2017)	Sanayi elektrik Tüketimi, Reel Sanayi GSYİH	Tayvan 1998-2014	Panel eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Analizi	Değişkenler eş bütünleşiktir. $E \leftrightarrow Y$	Geri Besleme Hipotezi
Keskin (2017)	Petrol Tüketimi, Reel GSYİH	Türkiye 1980-2016	Gregory-Hansen Eşbütünleşme Testi, Toda-Yamamoto Nedensellik Analiz	Petrol Tüketimi ve reel GSYİH eş bütünleşiktir. $E \rightarrow Y$	Büyüme Hipotezi
Karaağaç ve Ceylan (2018)	Kişi başı Enerji Tüketimi, kişi başı reel GSYİH	OECD Ülkeleri 1965-2016	Gregory-Hansen Eşbütünleşme Testi, ECM, Granger Nedensellik Analizi	Almanya, $E \leftrightarrow Y$ Avustralya, $E \leftrightarrow Y$ Avusturya, $E \leftrightarrow Y$ Belçika, $E \rightarrow Y$ Fransa, $E \rightarrow Y$ İsveç, $Y \rightarrow E$ İsviçre, $Y \rightarrow E$ İtalya, $E \rightarrow Y$ Kanada, $E \rightarrow Y$ Norveç, $Y \rightarrow E$	Almanya, GBH Avustralya, GBH Avusturya, GBH Belçika, BH Fransa, BH İsveç, SH İsviçre, SH İtalya, YH Kanada, BH Norveç, SH
1- “ \rightarrow ” Tek taraflı ilişkinin yönünü, “ \leftrightarrow ” çift taraflı ilişkiyi ve “ \nrightarrow ” ilişkisizliği temsil etmektedir.					

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme literatürü tartışmasına katkıda bulunmak amacıyla, bu çalışmada, iki farklı model ve veri seti kullanılmıştır. Birinci modelde Türkiye için, örneklem dönemi olabildiğince uzun tutularak sadece enerji tüketimi ile ekonomik büyüme değişkenlerinden oluşan bir modeldir. Bu model için yapısal kırımları dikkate almak amacıyla; Zivot-Andrews birim kök analizi, Gregory-Hansen eş-bütünleşme, uzun dönem analizi (DOLS, FMOLS ve CCR), kısa dönem analizi (DOLS, FMOLS ve CCR ile kurulan hata düzeltme modeli) ve Granger nedensellik analizi uygulanmıştır. İkinci modelde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Cobb Douglas fonksiyonu kullanılarak oluşturulan model ile emek ve sermaye faktörleri de dikkate alınarak; ARDL sınır testi ve Granger nedensellik analizi ile araştırılmıştır.

3.2. Metodoloji

3.2.1. Durağanlık ve Birim Kök Kavramı

Birim kök kavramı zaman serileri için oldukça önemlidir. Doğru bir zaman serisi analizi için serilerin birim kök özellikleri iyi anlaşılmalıdır. Bir zaman serisi durağan değilse yani birim kök ise onun davranışını yalnızca ele alınan dönem içinde incelenebilmektedir. Dolayısıyla birim kök içeren zaman serileri uygulamada çıkarım yapmaya elverişli olmamaktadırlar (Gujarati, 2004: 814-815). Başka bir ifadeyle, bir zaman serinin durağan ya da birim köke sahip olması demek o serideki şokların geçici mi yoksa kalıcı mı olduğuyla alakalıdır. Eğer bir seri durağan ise ortaya çıkan şokların etkisinin yok olduğu (sönümlendiği) anlamına gelmektedir. Eğer bir seri birim kök ise şokların etkisinin kalıcı olduğu anlamına gelmektedir. Gujarati (2004)'e göre ise durağanlık: "Bir zaman serisinin ortalamasıyla varyansı zamanla düzenli bir biçimde değişmiyorsa o seri durağandır" şeklinde ifade etmişlerdir. Durağanlık kavramının stokastik süreç ile alakalı olduğu anlaşılmaktadır. Bir stokastik süreç aşağıdaki üç özelliğe de sahipse seri durağandır, bunlardan en az biri bile sağlanamazsa seri birim kök sürecidir.

Y_t değişkeni için;

- Ortalama: $E(Y_t) = \mu$
- Varyans: $E(Y_t - E(Y_t))^2 = \sigma^2$
- Kovaryans: $E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] = Y_k$

Y_k , k gecikmeli kovaryans olup Y_t ve Y_{t+k} arasındaki, yani aralarında k dönem fark olan iki Y değeri arasındaki ortak varyanstır (Gujarati, 2004: 814-815). Uygulamada zaman serilerinin durağanlıklarını test etmek için birçok yöntem vardır.

3.2.2. DF ve ADF Birim Kök Testi

Dickey-Fuller birim kök denklemini elde etmek için AR(1) yani birinci dereceden otoregresif skolastik süreç denkleminde yararlanılmaktadır. AR(1) süreç aşağıdaki şekilde gerçekleşmektedir (Gujarati, 2004: 814-816).

AR(1);

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad (-1 \leq \rho \leq 1) \quad (1)$$

Buradaki u_t white noise (beyaz gürültü) hata terimidir. Denklem (1) eşitliğinin her iki tarafından fark değişkeni olan Y_{t-1} 'i çıkarılarak aşağıdaki denklem elde edilmektedir;

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

Denklem (2)'nin sağ tarafı Y_{t-1} parantezine alındığında ve $Y_t - Y_{t-1}$ birinci fark işlemcisi olarak ifade edildiğinde;

$$\Delta Y_t = (\rho - 1)Y_{t-1} + u_t \quad (3)$$

$(\rho - 1) = \delta$ olarak ifade edilip denklem (3) yeniden düzenlendiğinde denklemin son hali aşağıdaki şekildedir;

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (4)$$

Ulaşılan bu son denkleme göre birim kök hipotezi aşağıdaki şekildedir;

$$H_0: \delta = 0 \text{ (Birim kök vardır)}$$

$$H_1: \delta < 0 \text{ (Birim kök yoktur)}$$

H_0 hipotezi reddedilirse alternatif hipotez olan H_1 hipotezi kabul edilmektedir yani Y_t serisi durağan bir seri olmaktadır. Bu hipotez testi incelemesine Dickey-Fuller birim kök test istatistiği denilmektedir ve üç farklı model altında incelenmektedir. Bunlar (sabit terimsiz ve trendsiz model), (sabit terimli model) ve (sabit terimli ve trendli model) olarak karşımıza çıkmaktadır ve aşağıdaki şekildedirler;

$$\text{Sabit terimsiz ve trendsiz model: } \Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t$$

$$\text{Sabit terimli model: } \Delta Y_t = \beta_0 + \delta Y_{t-1} + u_t$$

$$\text{Sabit terimli ve trendli model: } \Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + u_t$$

Dickey-Fuller birim kök testinde u_t hata terimlerinin otokorelasyon sorunu içermediği varsayımı altında yapılmaktadır ancak u_t 'nin otokorelasyon sorunu içermesi durumunda Dickey ve Fuller, Augmented Dickey-Fuller birim kök testini geliştirmişlerdir (Gujarati, 2004: 817-818).

ADF birim kök testi DF testinde olduğu gibi aynı hipotez altında ve DF testindeki gibi yine üç farklı model altında incelenmektedir. Farklı olarak DF testindeki modellere otokorelasyon sorunu çözmek için modele ΔY_t 'in gecikmeli değerleri eklenmektedir. Gecikme sayısı bilgi kriterleri ile belirlenmektedir. Gecikme sayısı eğer

sıfır ise bu test DF testi olmaktadır. ADF birim kök testi otokorelasyonu parametrik olarak çözmektedir. ADF birim kök testi modelleri aşağıdaki şekildedir:

$$\text{Sabit terimsiz ve trendsiz model: } \Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

$$\text{Sabit terimli model: } \Delta Y_t = \beta_0 + \delta Y_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

$$\text{Sabit terimli ve trendli model: } \Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

Modelde yer alan ΔY_t durağanlığı test edilen değişkenin birinci farkı, t trend değişkeni, ΔY_{t-i} gecikmeli fark terimini ifade etmektedir. Modele, hata teriminin ardışık bağımsız olmasını sağlayacak kadar gecikmeli fark terimi ilave edilerek otokorelasyon sorunu çözülmektedir.

3.2.3. Zivot Andrews Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testi

Yapısal kırılmanın dışsal olarak belirlendiği Perron (1989)'un aksine Zivot-Andrews (ZA) içsel olarak yapısal kırılmaya izin veren ve tekli yapısal kırılmalı bir birim kök testidir. En küçük t -ist elde edildiği gözlem kırılma zamanı olarak belirlenmektedir. ZA birim kök testi üç modele dayalı olarak tahmin edilmektedir. Model A düzeyde, Model B eğimde ve Model C ise hem eğimde hem de düzeyde ortaya çıkan yapısal kırılmayı ifade etmektedir (Zivot ve Andrews, 1992: 254)

Tek kuyruklu t -testinden hesaplanan t istatistik değerinin, Zivot ve Andrews (2002) tarafından hesaplanan ZA kritik değerinden küçük olması durumunda boş hipotez olan yapısal kırılma var iken birim kök vardır hipotezi reddedilmektedir (Karaağaç ve Ceylan, 2018: 209).

(1), (2) ve (3) nolu denklemlerde Model A, Model B ve Model C aşağıdaki şekildedir (Zivot and Andrews, 1992:254);

$$\text{Model A: } y_t = \mu + \beta_t + \alpha y_{t-1} + \theta_1 DU(\varphi) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (5)$$

$$\text{Model B: } y_t = \mu + \beta_t + \alpha y_{t-1} + \theta_2 DT(\varphi) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (6)$$

$$\text{Model C: } y_t = \mu + \beta_t + \alpha y_{t-1} + \theta_2 DT(\varphi) + \theta_1 DU(\varphi) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (7)$$

Denklemlerde yer alan $t = 1, 2, \dots, T$ zamanı, T_B kırılma zamanı olmak üzere, $\tau = T_B/T$ kırılma noktasını göstermektedir. Ayrıca, DU_t , ortalamada meydana gelen kırılma ve DT_t trendde meydana gelen kırılma için kukla değişkenini göstermektedir. Aşağıda bu gölge değişkenlere ait açıklamalar yer almaktadır:

$$DU_t = \begin{cases} 1 & \rightarrow t > TB \\ 0 & \rightarrow \text{diğer} \end{cases} \quad DT_t = \begin{cases} t - TB & \rightarrow t > TB \\ 0 & \rightarrow \text{diğer} \end{cases}$$

DU_t , $t > TB$ durumunda 1, diğer durumlarda 0 değerini alan sabit terimde ortalamada meydana gelen kırılmayı göstermektedir. DT_t , $t > TB$ iken $t - TB$, diğer durumlarda 0 değerini alan ve trendde meydana gelen kırılma için kukla değişkenini ifade etmektedir. Δy_{t-i} hata terimlerindeki meydana gelebilecek otokorelasyon sorununu önlemek amacıyla denklemlere eklenmektedir.

3.2.4. Gregory-Hansen Eşbütünleşme Testi

Gregory ve Hansen (1996) tarafından geliştirilen eşbütünleşme testi, yapısal kırılmanın içsel olarak belirlendiği ve tek yapısal kırılmaya izin veren bir testtir. Bu testte üç farklı modele dayalı olarak seriler arasındaki uzun dönem ilişkisi araştırılmaktadır. Model 1 sabitte kırılmayı (C), Model 2 trendli sabitte kırılmayı (C/T) ve Model 3 ise rejim değişikliğini (C/S) ifade etmektedir. Model 1, Model 2 ve Model 3'e dair açıklamalar aşağıdaki şekildedir (Gregory ve Hansen, 1996: 103);

Model 1 (C):

$$\gamma_{1t} = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{tr} + \alpha^T \gamma_{2t} + \varepsilon_t \quad t = 1, \dots, n \quad (8)$$

Model 2 (C/T):

$$\gamma_{1t} = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{tr} + \beta t + \alpha^T \gamma_{2t} + \varepsilon_t \quad t = 1, \dots, n \quad (9)$$

Model 3 (C/S):

$$\gamma_{1t} = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{tr} + \alpha_1^T \gamma_{2t} + \alpha_2^T \gamma_{2t} \varphi_{tr} + \varepsilon_t \quad t = 1, \dots, n \quad (10)$$

Bu denklemlerde μ_1 ve μ_2 sabitte kırılmayı gösteren model ile aynıdır. Burada α_1 kırılmadan önceki eğim katsayısını ifade ederken, α_2 ise kırılmadan sonra eğim katsayısında meydana gelen değişikliği ifade etmektedir (Gregory ve Hansen, 1996: 103).

Yukarıdaki üç model için hesaplanan Phillips test istatistikleri ve ADF test istatistiğinin minimum olduğu tarih, eşbütünleşme testinin uygun kırılma noktası olarak belirlenmektedir (Gregory ve Hansen, 1996: 106).

Yukarıdaki modellere göre belirlenen test istatistikleri Gregory ve Hansen'in 1996 yılında yaptıkları çalışmalarında yer alan, değişken sayısına göre belirlenen tablo kritik değerleri ile karşılaştırılarak buna göre değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi

yoktur hipotezine karşılık bir yapısal kırılmayla birlikte değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır olan alternatif hipotez test edilmektedir.

3.2.5. Uzun Dönem Analizi: FMOLS, DOLS, CCR

Gregory-Hansen eşbütünleşme testi sonucu değişkenler arasında uzun dönem ilişkisinin bulunmasıyla uzun ve kısa dönem ilişkileri belirli yöntemler kullanılarak bu bölümde araştırılacaktır. Çalışmada yapısal kırılmaların kukla değişken olarak analize dahil edilebildiği DOLS, FMOLS ve CCR eşbütünleşme yöntemleri kullanılmıştır.

FMOLS, CCR ve DOLS eş-bütünleşme yöntemleri, tıpkı geleneksel eşbütünleşme yöntemleri gibi kullanılan serilerin farkta durağan olmaları koşuluna dayanmaktadır (Erdoğan, Ceylan ve Tiryaki, 2018: 46). Geleneksel EKK yöntemiyle tahmin edilen bir modelin katsayılarının standart hataları sapmalı olmaktadır. Bu yüzden yapısal kırılmaların kukla değişken olarak modele dahil edilebildiği uzun ve kısa dönem katsayıların tahmin edilmesinde DOLS (Dynamic Ordinary Least Squares), FMOLS (Fully Modified OLS) ve CCR (Canonical Cointegrating Regression) eşbütünleşme yöntemleri eşbütünleşme ilişkisinin bulunması sonucunda bağımsız değişkenlere ait uzun dönem katsayıların tahmin edilmesinde ve yorumlanmasında kullanılmaktadır. Stock ve Watson (1993) tarafından geliştirilmiş olan DOLS tahmincisi bağımsız değişkenler ve hata terimi arasındaki içsellik sorunundan kaynaklanan sapmaların giderilmesinde etkin bir tahmincidir. Hansen ve Philips (1990) tarafından geliştirilmiş olan FMOLS tahmincisi özellikle bağımsız değişkenler ve hata terimi arasındaki ardışık bağıntı ve içsellik sorunundan kaynaklanan sapmaların giderilmesinde etkin bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Park (1992) tarafından geliştirilmiş olan CCR tahmincisi ise geleneksel EKK yönteminden kaynaklanan sapmaları yok etmekte kullanılan bir tahminci olmaktadır. CCR tahmincisinde EKK yöntemindeki sapmaları yok etmek için değişkenlerin uzun dönem kovaryans matrisi ile dönüştürülmüş halini kullanmaktadır, bunun sebebi ise uzun dönemde korelasyondan kaynaklanan içselliği asimptotik olarak ortadan kaldırmak içindir (Mehmoo, Feliceo, vd. 2014: 9).

3.2.6. ARDL Sınır Testi

İktisadi zaman serileri, genellikle durağan olmayan yapıdadırlar (Johansen ve Juselius, 1990: 170). Durağan olmayan zaman serileri kullanılarak yapılan analizler sonucunda ise sahte regresyon sorunu ortaya çıkabilmektedir (Granger ve Newbold,

1974: 111-112). Durağanlığın sağlanması amacıyla fark alma işlemi uygulanmaktadır ama bu işlem, serilerde bilgi kaybına neden olurken seriler arasında var olan ilişkiyi bozabilmektedir (Tarı ve Yıldırım, 2009: 100). Bu yüzden, seviyelerinde durağan olmadığı tespit edilen serilerin durağan bir bileşimi olabileceğini ve bunun istatistiksel olarak belirlenebileceğini ifade eden eşbütünleşme analizlerine başvurulmaktadır (Eriçok ve Yılancı, 2013: 95).

Eşbütünleşme analizleri incelendiğinde ARDL (Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif) sınır testi yaklaşımının, alternatif eşbütünleşme analizlerine göre bazı özellikleri ön plana çıkmaktadır. Bunlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- ARDL sınır testi yaklaşımında, analize dahil edilen değişkenlerin $I(0)$ veya $I(1)$ olduğuna bakılmaksızın uygulanabilmektedir (Pesaran vd., 2001: 290). Dolayısıyla sınır testi yaklaşımında, önsel olarak değişkenlerin bütünleşme derecelerini belirlemeye gerek olmayabilmektedir (Narayan ve Narayan, 2005: 429).
- ARDL sınır testi yaklaşımında kısıtsız hata düzeltme modeli (unrestricted error correction mode - UECM) kullandığından Engle-Granger metoduna göre daha iyi istatistiksel özelliklere sahiptir (Narayan ve Narayan, 2005: 429).
- Bir diğer önemli özelliği de küçük örnekleme sahip çalışmalara uygulanabilir olmasıdır. Monte Carlo Simülasyonları, küçük örneklem için Sınır Testinin Engle-Granger ve Johansen eşbütünleşme testlerine göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Başka bir ifadeyle ARDL sınır testi yaklaşımı, gözlem sayısının az olduğu durumlarda Engle-Granger ve Johansen eşbütünleşme testlerine göre daha güvenilir sonuçlar vermektedir (Narayan ve Smyth, 2005: 103).
- ARDL sınır testinin uygulanması otoregresif gecikmesi dağıtılmış modellere dayandığından değişkenlerin endojenlik problemi dikkate alınmamaktadır.

ARDL sınır testi yaklaşımı, temelde üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada analize dahil edilen değişkenler arası eşbütünleşme ilişkisinin varlığı test edilmektedir. Eğer değişkenler arası eşbütünleşme ilişkisi tespit edilirse, ikinci aşama olan uzun dönem katsayılarının tahmini için uzun dönem ARDL modeli kurulmaktadır. Üçüncü aşamada ise hata düzeltme modeli (error correction model) aracılığıyla kısa dönem

katsayılarının tahmin edilmektedir (Narayan ve Smyth, 2006: 337). Teorik olarak kurulan modelin, ARDL yaklaşımında kullanılan UECM (kısıtsız hata düzeltme modeli) denklemi aşağıdaki şekildedir:

$$\Delta \ln GDP_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} \Delta \ln EC_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{3i} \Delta \ln K_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{4i} \Delta \ln L_{t-i} + \beta_5 \ln GDP_{t-1} + \beta_6 \ln EC_{t-1} + \beta_7 \ln K_{t-1} + \beta_8 \ln L_{t-1} + \varepsilon_t \quad (11)$$

Denklemlerdeki Δ fark işlemcisini, β_0 sabit terim katsayısını, β_1 trend teriminin katsayısını, $\beta_{1i} - \beta_{4i}$ kısa dönem katsayılarını, $\beta_5 - \beta_8$ uzun dönem katsayılarını, ε_t hata terimlerini ve p ise bağımlı ve bağımsız değişkenler için gecikme uzunluklarını göstermektedir. Sınır Testi yaklaşımında kullanılan f testi gecikme uzunluğuna karşı duyarlıdır (Bahmani-Oskooee & Goswami, 2003). Değişkenler için optimum gecikme uzunluğu ise Akaike (AIC), Schwarz (SIC) ve Hannan-Quinn (HQ) gibi bilgi kriterlerine dayalı olarak belirlenmektedir (P. K. Narayan ve S. Narayan, 2005: 431).

Gecikme uzunluğu belirlendikten sonra yapılan F-testi, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin düzey ve gecikmeli değerlerinin anlamlılığının sınanması ile alakalıdır (P. K. Narayan ve S. Narayan, 2005: 431). Yani değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını gösteren temel hipotez, modelimizde yer alan bağımlı ve bağımsız değişkenlerin düzey değerlerinin bir dönem gecikmeli değerlerinin anlamlılığının sınanmasıyla test edilmektedir. Bu çerçevede modelimiz için geçerli olan temel hipotez aşağıdaki şekildedir:

$$H_0 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = 0 \quad (12)$$

Hesaplanan F-testi, Pesaran vd. (2001) tarafından hesaplanmış farklı anlamlılık düzeylerindeki alt ve üst sınır kritik değerlerle karşılaştırılmaktadır. Ancak Pesaran vd. (2001)'nin hesapladıkları değerler büyük gözlem sayılarına dayandığı için Narayan (2005), küçük gözlem sayılarına sahip çalışmalar için yeni değerler hesaplayarak tabloştürmüştür. Bu bakımdan hesaplanan F-istatistiği, üst sınır kritik değerden büyükse değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını ifade eden temel hipotez reddedilmekte, alt sınır kritik değerden küçükse kabul edilmektedir (Narayan, 2005: 1981). Eğer alt ve üst sınırın arasında bir değere sahipse eşbütünleşmenin varlığı ile alakalı kesin bir karara varılamamaktadır (P. K. Narayan ve S. Narayan, 2005: 431).

Değişkenler arası eşbütünleşme ilişkisinin varlığı kabul edildiği takdirde ikinci aşamaya geçilerek “uzun dönem ARDL modeli” oluşturulmakta ve bağımsız değişkenlerin uzun dönem katsayıları hesaplanmaktadır. Modelin ikinci aşamasında

değişkenler arası uzun dönem ilişkisinin gecikme uzunluğu Akaike bilgi kriteri ile uzun dönem için ARDL modelinin kurulması gerekir. Modelimiz için uzun dönem ARDL modeli aşağıdaki şekildedir:

$$\ln GDP_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} \ln EC_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{3i} \Delta \ln K_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{4i} \ln L_{t-i} + \varepsilon_t \quad (13)$$

Denklemden yer alan β_0 uzun dönem sabit terim katsayısını, $\beta_{1i} - \beta_{4i}$ uzun dönem katsayılarını, p gecikme uzunluğunu ε_t ise uzun dönem hata terimini ifade etmektedir. Uzun dönem katsayıları tahmin edildikten sonra ARDL sınır testi yaklaşımında son olarak hata düzeltme modeli oluşturulmakta ve kısa dönem katsayıları ile hata düzeltme teriminin (error correction term) katsayısı tahmin edilmektedir (P. K. Narayan ve S. Narayan, 2005: 430). Modelimiz için hata düzeltme modeli aşağıdaki şekildedir:

$$\Delta \ln GDP_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} \Delta \ln EC_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{3i} \Delta \ln K_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{4i} \Delta \ln L_{t-i} + \beta_1 ECT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (14)$$

Yukarıdaki denklemde yer alan, $\beta_{1i} - \beta_{4i}$ kısa dönem katsayılarını, p ilgili gecikme uzunluğunu, β_0 kısa dönem sabit terim katsayısını ve ε_t kısa dönem hata terimini göstermektedir. β_1 ise kısa dönemde ortaya çıkan bir şokun uzun dönemde ne kadarının giderileceğini gösteren ayarlama hızı katsayısını ifade etmektedir. Hata düzeltme teriminin katsayısı (ECT_{t-1}) 0 ile -1 arasında tahmin edilirse hata düzeltme süreci uzun dönem denge değerine yaklaşmaktadır. Bu katsayı -1 ile -2 arasında tahmin edilirse hata düzeltme sürecinin uzun dönem değerleri etrafında azalan dalgalanmalar göstererek dengeye ulaştığını göstermektedir. -2'den küçük veya 0'dan büyük olduğu durumdaysa dengeden uzaklaşıldığını göstermektedir (Alam ve Quazi, 2003: 97).

3.2.7. Granger Nedensellik Analizi

Granger nedensellik analizi iki zaman serisi arasındaki ilişkiyi, serilerin geçmiş değerlerini kullanarak anlamaya çalışan bir testtir. Bu nedenle Granger nedensellik analizi, Vektör oto-regresif (VAR) modelinden faydalanılarak aşağıdaki şekilde elde edilmektedir (Karaağaç ve Ceylan, 2018: 212);

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k1} \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k2} \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (15)$$

$$X_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^{k3} \gamma_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k4} \delta_i X_{t-i} + \phi_t \quad (16)$$

X ve Y durağan iki zaman serisini ifade ederken α ve γ sabit terimlerini, ε_t ve \emptyset_t beyaz gürültü sürecine sahip hata terimlerini ve k_j , $j=(1,2,3,4)$ her bir zaman serisinde VAR metodu ile belirlenmiş maksimum gecikme uzunluklarını temsil etmektedir.

Granger (1969)'a göre; Y'yi tahmin ederken, X'in geçmiş değerlerini kullanmak, kullanmamaktan daha iyi sonuçlar veriyorsa X, Y'nin Granger nedenidir denir. Bu durumda, Granger nedenselliğın yönü X'ten Y'ye doğrudur ve tek yönlüdür. Aynı zamanda X'i tahmin ederken Y'nin geçmiş değerlerini kullanmak, kullanmamaktan daha iyi sonuçlar veriyorsa ilişki çift yönlüdür. Eğer; X, Y'nin Granger nedeni değilse ve aynı zamanda Y, X'in Granger nedeni değil ise iki değişken istatistiksel olarak bağımsızdır (Karaağaç ve Ceylan, 2018: 212).

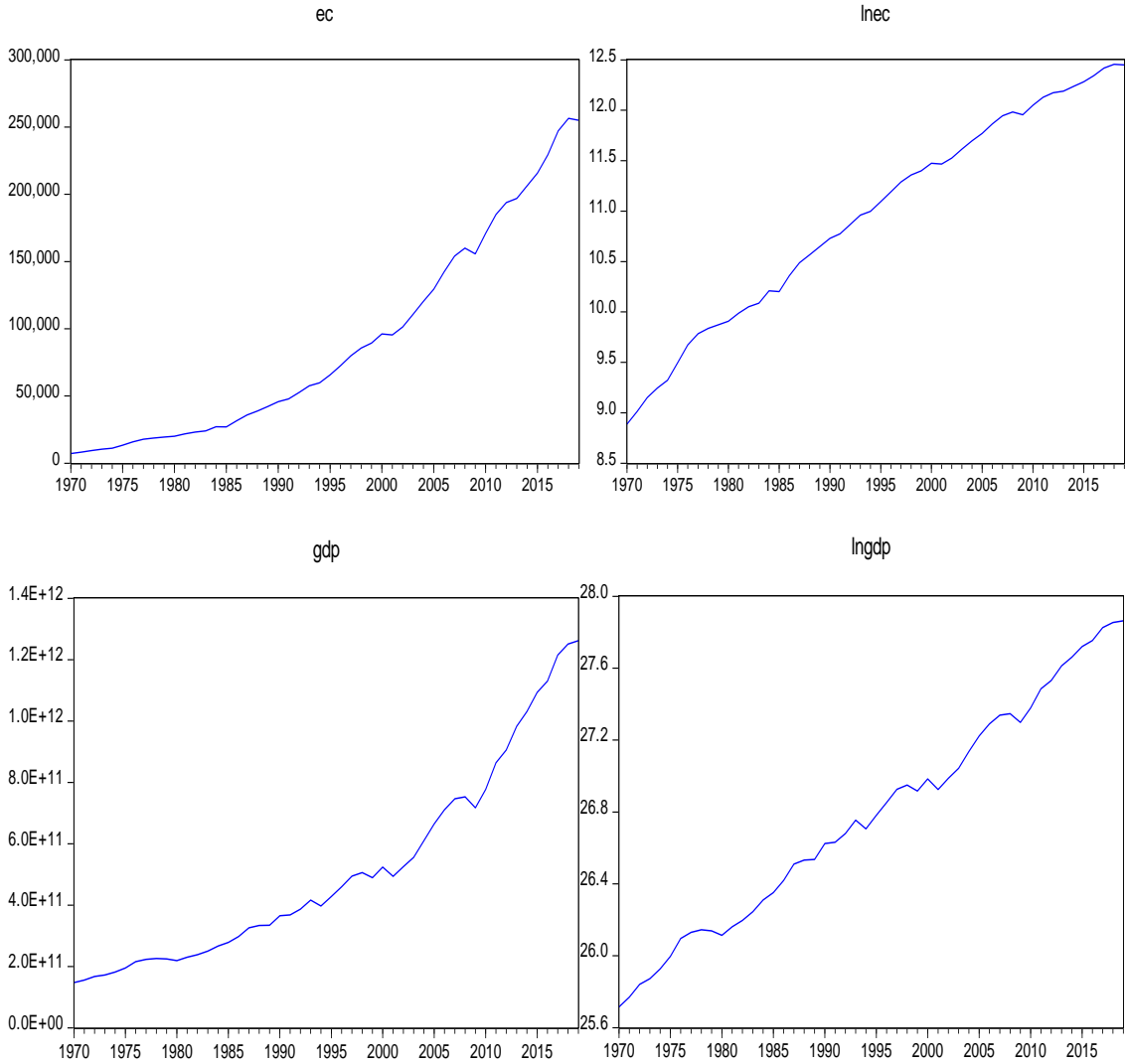
3.3. Model (1) ve Veri Seti (1)

Çalışmada reel GSYH (=2010 US\$) ve toplam nihai elektrik tüketimi (gwh) 1970-2019 yıllık verilerinin logaritmik formu kullanılmıştır. Reel GSYH verileri Dünya Bankası'ndan, toplam nihai elektrik tüketimi verileri ise Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi denge tablolarından elde edilmiştir. Analizler Eviews 10 programı kullanılarak yapılmıştır. İlgili değişkenler arasındaki ilişkiyi tahmin etmek amacıyla kullanılan modeller aşağıdaki şekildedir:

$$\ln GDP = f(\ln EC) \quad (17)$$

$$\ln EC = f(\ln GDP) \quad (18)$$

$\ln GDP$, reel GSYH'nin doğal logaritmasını ifade ederken, $\ln EC$, toplam nihai elektrik tüketiminin doğal logaritmasını ifade etmektedir. Modelde değişkenlerin doğal logaritmasının (çift-log modeli) kullanılmasının sebebi hem ölçeği küçültmek hem de tahmin edilen katsayıları esneklik şeklinde yorumlanabilmesinden kaynaklanmaktadır. Modelde kullanılan değişkenlerin görünüm grafikleri aşağıdaki şekildedir:

Grafik 44: Değişkenlerin Görünümleri

Bu yapılan çalışmada Türkiye'nin 1970-2019 yılları için logaritmik formda reel GDP ve toplam nihai elektrik tüketimi değişkenleri için ADF ve PP birim kök testi sonuçları aşağıdaki şekildedir:

Tablo 24: ADF ve PP Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF			PHİLLİPS-PERRON		
	Sabit Terimsiz ve Trendsiz	Sabit Terimli	Sabit Terimli ve Trendli	Sabit Terimsiz ve Trendsiz	Sabit Terimli	Sabit Terimli ve Trendli
lnec	3.583498 (0.9998)	-3.843854* (0.0047)	-1.593118 (0.7814)	7.393585 (0.9999)	-4.102802* (0.0022)	-1.592313 (0.7817)
lngdp	7.710719 (0.9999)	-0.124318 (0.9407)	-2.682953 (0.2479)	7.935805 (0.9999)	-0.116636 (0.9416)	-2.815058 (0.1991)
Δ lnec	-1.532568 (0.1164)	-5.090815* (0.0001)	-6.138319* (0.0000)	-2.492702** (0.0137)	-5.055058* (0.0001)	-6.078660* (0.0000)
Δ lngdp	-2.402599** (0.0172)	-4.808101* (0.0003)	-4.794823* (0.0018)	-3.740616* (0.0004)	-6.696752* (0.0000)	-6.622796* (0.0000)
<p>1- ADF testin gecikme sayısı belirlenirken max gecikme sayısı 2 olarak alınmış ve %10 anlamlılık düzeyi t-istatistiği kriteri kullanılmıştır. Parantez içindeki değerler olasılık değerleridir.</p> <p>2- *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeylerindeki kritik değerleri göstermektedir.</p> <p>3- PP testinde Newey-West yöntemine göre "Bandwidth" belirlenmiş ve Bartlett Kernel tahmincisi kullanılmıştır.</p>						

ADF ve PP sonuçları değerlendirildiğinde logaritmik formda toplam nihai elektrik tüketimi değişkeninin düzeydeki değerlerine bakıldığında; sabit terimsiz-trendsiz ve sabit terimli-trendli model için seri birim kök içermekte, sabit terimli model için ise serinin durağan olduğu görülmektedir. Reel GSYH değişkeninin düzeydeki değerlerine bakıldığında; üç model içinde serinin birim kök içerdiği görülmektedir. İki değişkeninde fark değerlerine bakıldığında, üç model içinde, değişkenler birinci farklarında durağandır sonucu elde edilmiştir.

Serilerde meydana gelen bir birim kök süreç, o seride meydana gelen bir yapısal kırılmadan meydana gelebilmektedir. Aşağıdaki bölümde herhangi bir yapısal kırılmadan kaynaklanan birim kök süreç olup-olmadığı araştırılacaktır.

Tablo 25: Zivot-Andrews Test Sonuçları

Değişkenler	Model A (t-ist)	Model A Kırılma Zamanı	Model C (t-ist)	Model C Kırılma Zamanı
lnec	-3.249452	1986	-3.297400	2008
lngdp	-3.818461	2011	-4.109819	1999
Δlnec	-6.831247*	1978	-7.007872*	1986
Δlngdp	-5.252934**	2004	-5.255427**	1983
Kritik Değerler	Model A Kritik Değerleri		Model C Kritik Değerleri	
%1	-5.34		-5.57	
%5	-4.93		-5.08	
%10	-4.58		-4.82	
1- (t-ist.) t-istatistik değerlerini ifade etmektedir.				
2- *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeylerindeki kritik değerleri göstermektedir. İlgili kritik değerler için bkz: Zivot ve Andrews (1992).				

Model A; serinin sabitinde kırılmayı, Model C ise seride sabit ve trendde kırılmayı incelemektedir. Bu sonuçlara göre düzey değerlerinde, Model A ve Model C serilerinin test istatistik değerleri, kritik değerlerden büyük çıkmıştır. Buna göre Model A ve Model C için toplam nihai elektrik tüketiminin ve reel GSYH'nın logaritmik serisi %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde yapısal kırılma var iken birim kök vardır olan sıfır hipotezi reddedilememiştir. Yani değişkenler yapısal kırılma altında düzey değerlerinde birim kök içermektedirler. Yapısal kırılma altında birim kök içeren bu değişkenlerin fark değerlerine bakıldığında, Model A ve Model C serilerinin test istatistik değerleri, kritik değerlerden küçük çıkmıştır. Buna göre Model A ve Model C için toplam nihai elektrik tüketimi %1 ve reel GSYH'nın %5 anlamlılık düzeylerinde yapısal kırılma var iken birim kök vardır olan sıfır hipotezi reddedilmiştir. Yani değişkenler yapısal kırılma altında fark değerlerinde durağan olduğu görülmektedir.

ADF, PP ve Zivot-Andrews test sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, toplam nihai elektrik tüketimi ve reel GSYH serisinin logaritmik formu olan lngdp ve lnec serileri birinci dereceden bütünleşiktir yani değişkenler $I(1)$ 'dir. Bu sonuçlar, Gregory-Hansen yapısal kırılmalı eşbütünleşme tekniğinin kullanılabilceği anlamına gelmektedir.

Tablo 26: Gregory-Hansen Eşbütünleşme Test Sonuçları

Bağımlı Değişken	Model	ADF		Kritik Değerler	
		Kırılma Dönemi	ADF İstatistiği	%1	%5
Ingdp	Sabitte Kırılma (C)	2009	-3.820856 (2)	-5.13	-4.61
	Sabitte ve Trendde Kırılma (C/T)	2010	-5.290535 (3)	-5.45	-4.99
	Rejim Değişimi (C/S)	2006	-4.505356 (2)	-5.47	-4.95
Inec	Sabitte Kırılma (C)	2009	-3.678430 (2)	-5.13	-4.61
	Sabitte ve Trendde Kırılma (C/T)	2011	-3.294360 (0)	-5.45	-4.99
	Rejim Değişimi (C/S)	2006	-3.970450 (2)	-5.47	-4.95

1- İlgili kritik değerler için bkz: Gregory and Hansen (1996:109)'e bakınız. Parantez içindeki değerler Akaike Bilgi Kriteri tarafından seçilen gecikme sayısını göstermektedir.

Yukarıdaki tabloda içsel olarak belirlenen ve bir yapısal kırılmalı olan Gregory-Hansen eşbütünleşme sonuçlarına yer verilmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde bağımlı değişken Ingdp iken sabitte ve trendde kırılma (C/T) modelinde, hesaplanan minimum ADF istatistiği mutlak değer olarak %5 kritik değerinden büyük olduğundan yapısal kırılma altında eşbütünleşme ilişkisi yoktur hipotezi reddedilmiştir yani alternatif hipotez olan bir yapısal kırılmayla birlikte değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır hipotezi kabul edilmiştir. Sabitte kırılma (C) ve rejim değişimi (C/S) modellerinde seriler arasında eşbütünleşme olmadığını gösteren temel hipotez reddedilememiştir. Bağımlı değişken Inec iken hesaplanan minimum ADF istatistiği mutlak değer olarak kritik değerlerden küçük olduğundan seriler arasında eşbütünleşme olmadığını gösteren temel hipotez reddedilememiştir. Analiz sonuçlarına göre mevcut verilerle reel GSYH ve toplam nihai elektrik tüketimi arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığından söz edilebilmektedir. Bu durumda bağımlı değişken Ingdp iken uzun ve kısa dönem eşbütünleşme katsayıları tahmin edilebilmektedir.

Yapılan çalışmada uzun dönem analizi yapılırken, Gregory-Hansen eşbütünleşme testi sonucunda elde edilen kırılma tarihi, yapısal kırılma kukla değişkeni olarak modele dahil edilmiştir. Modelde kullanılan kırılma tarihi Gregory-Hansen

eşbütünleşme analizinde elde edilen sonuçlara göre eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğu kırılma tarihi olması sebebiyle kukla değişken, 2010 kırılma tarihine göre oluşturulmuştur. Kukla değişken; kırılmanın olduğu tarihe kadar olan yıllara sıfır, diğer yıllara bir değeri verilerek oluşturulmuştur.

Aşağıdaki tabloda DOLS, FMOLS ve CCR eşbütünleşme tahmincilerinden yararlanılarak $\ln gdp$ ve $\ln ec$ 'nin bağımlı değişken ve yine ikisinin bağımsız değişken olduğu durumda elde edilen katsayılar verilmiştir.

Tablo 27: Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayıları

Bağımlı Değişken	DOLS		FMOLS		CCR	
	$\ln ec$	d1	$\ln ec$	d1	$\ln ec$	d1
$\ln gdp$	0.368365* (0.0107)	0.007895 (0.3422)	0.716210* (0.0000)	0.031829* (0.0039)	0.689256* (0.0000)	0.030708* (0.0080)
<p>1- Parantez içerisindeki değerler, olasılık değerini göstermekte olup *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ifade etmektedir.</p> <p>2- Tahmindeki otokorelasyon sorunu, fark alma yöntemiyle çözülmüştür. Kukla değişken olarak analizde; d1:2010 alınmıştır.</p>						

Yukarıdaki tabloda yer alan uzun dönem eşbütünleşme katsayıları incelendiğinde; logaritmik olarak reel GSYH bağımlı, toplan nihai elektrik tüketimi bağımsız değişken iken DOLS, FMOLS ve CCR sonuçlarına göre; enerji tüketiminin ekonomik büyüme değişkenine karşı uzun dönem katsayısı istatistiki olarak anlamlıdır ve aralarında uzun dönemde pozitif bir ilişki vardır. Türkiye’de enerji tüketimindeki %1’lik artış reel GSYH’yi sırasıyla %0.37, %0.72 ve %0.69 oranında artırmaktadır.

DOLS, FMOLS ve CCR eşbütünleşme analizinde kullanılmış olan kukla değişkenimiz istatistiki olarak anlamlıdır. Gregory-Hansen eşbütünleşme yöntemi ile belirlenmiş olan 2010 yılında Türkiye ekonomisinde önemli değişimlerin yaşandığına işaret etmektedir. 2010 yılında yaşanan gelişmelere bakıldığında; Dünya ekonomisini derinden etkileyen Mortgage Krizi 2007-2008 yılları arasında meydana gelen küresel mali kriz karşımıza çıkmaktadır. Bu küresel çapta çok uluslu mali krizin etkileri 2007 ile 2010 yılları arasında yaşanmıştır.

Kısa dönem analizi, hata düzeltme modeli çerçevesinde, farkı alınmış seriler ve uzun dönem analizinden elde edilen hata terimi serisinin bir dönem gecikmeli değeri (ECT_{t-1}) kullanılarak yine DOLS, FMOLS ve CCR yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. Kısa dönem analizine dair elde edilen katsayılar aşağıdaki tablodadır.

Tablo 28: Hata Düzeltme Modeli Katsayıları

Bağımlı Değişken	DOLS		FMOLS		CCR	
	$\Delta \ln ec$	ECT_{t-1}	$\Delta \ln ec$	ECT_{t-1}	$\Delta \ln ec$	ECT_{t-1}
$\Delta \ln gdp$	-0.32857 (0.2661)	0.49076 (0.3328)	0.20162*** (0.0719)	-0.30308** (0.0371)	0.24018** (0.0357)	-0.68607* (0.0021)
1- Parantez içerisindeki değerler, olasılık değerini göstermekte olup * ve ** sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ifade etmektedir.						

Yukarıdaki tabloda yer alan hata düzeltme katsayıları (ECT_{t-1}) incelendiğinde; logaritmik olarak reel GSYH bağımlı toplam nihai elektrik tüketimi bağımsız değişken iken FMOLS ve CCR için hata düzeltme teriminin katsayısının negatif (-1 ile 0 arasında) ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu yani hata düzeltme mekanizmasının çalıştığı görülmektedir. DOLS yöntemine göre elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde hesaplanan hata düzeltme teriminin istatistiksel olarak anlamsız olması nedeniyle DOLS yöntemi için hata düzeltme modeli çalışmamaktadır.

FMOLS ve CCR sonuçları baz alındığında, FMOLS tahmincisine göre, uzun dönemde birlikte hareket eden değişkenler arasında kısa dönemde meydana gelen bir sapmanın 3.33 (1/0.30) yıl sonra giderilerek uzun dönem dengesine ulaştığı, CCR tahmincisine göre, uzun dönemde birlikte hareket eden değişkenler arasında kısa dönemde meydana gelen bir sapmanın 1.44 (1/0.69) yıl sonra giderilerek uzun dönem dengesine ulaştığı anlamına gelmektedir.

VAR-Granger nedensellik testi yapılırken uygun var modeli belirlenirken köklerin istikrarlılığı, durağanlık, otokorelasyon ve değişen varyans testleri yapılmıştır. Serilerin durağanlığı için farkı alınarak devam edilmiştir. Seçilen uygun var modelinde (2 gecikmeli model) otokorelasyon ve değişen varyans sorunu yoktur ayrıca kökler istikrarlıdır.⁵ Granger nedensellik testi sonuçları aşağıdaki şekildedir:

⁵ Uygun VAR modeli için yapılan köklerin istikrarlılığı, otokorelasyon ve değişen varyans testleri ekler bölümünde raporlanmıştır.

Tablo 29: Granger Nedensellik Testi

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	Chi-sq	İlişkinin Yönü
$\Delta \ln gdp$	$\Delta \ln ec$	7.210911** (0.0272)	E→Y
$\Delta \ln ec$	$\Delta \ln gdp$	0.551860 (0.7589)	
1- Parantez içerisindeki değerler, olasılık değerini göstermekte olup *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde kritik değerleri ifade etmektedir.			

Granger Nedensellik Sınaması sonuçlarına göre, %5 anlamlılık düzeyinde enerji tüketiminden, büyümeye doğru Granger Nedensellik ilişkisi bulunmaktadır, büyümeden enerji tüketimine doğru bakıldığında ise Granger Nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. İki sonuç birlikte değerlendirildiğinde Türkiye’de 1970-2019 döneminde mevcut verilerle, büyüme hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3.4. Model (2) ve Veri Seti (2)

3.4.1. Teorik Çerçeve ve Model

Bu bölümde, neoklasik Solow büyüme modeli çerçevesinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki ortaya konulmaktadır. Aşağıdaki Cobb – Douglas üretim fonksiyonu göz önünde alındığında:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha (L_t)^{1-\alpha} \quad (19)$$

Burada Y çıktı düzeyini, K çıktı üretmek için kullanılan sermaye stokunu, L çıktı üretmek için kullanılan işgücünü, A ise ekonomideki teknolojik yenilik ve verimlilik düzeyini gösteren emek artırıcı bir faktörü ifade etmektedir. Neoklasik büyüme teorisine göre, sermayenin getirisi azalmaktadır bu nedenle $\alpha < 1$ ’dir. Ayrıca, teknoloji yeniliğinin aşağıdaki fonksiyona bağlı olarak artacağı varsayılmaktadır:

$$A_t = A_0 EC^\theta \quad (20)$$

Burada EC enerji tüketimini ve θ enerji tüketiminin katsayısını ifade etmektedir. Bu çalışmada, A değişkeninin sadece sabit teknoloji yenilik oranına bağlı değil, aynı zamanda mevcut ekonomideki enerji tüketim düzeyine de bağlı olduğu modele genişletildi (Tang, Tan ve Ozturk, 2016: 1508).

Denklem 20 dikkate alındığında oluşan Cobb – Douglas üretim fonksiyonu aşağıdaki şekildedir:

$$Y_t = A_0 EC_t^\theta K_t^\alpha (L_t)^{1-\alpha} \quad (21)$$

Schumpeter tarafından başlatılan "yaratıcı yıkım" sürecinin teknoloji yeniliği yolu ile enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki bağlantıyı açıklamak için de kullanılabilir. "Yaratıcı yıkımın", donanımaya yeniden yatırım ve modernizasyon süreci yoluyla yeni teknolojilerin gelişimini artıracığı, enerji tüketiminin ise ekonomik büyümeye yol açan inovasyon sürecini hızlandırmaya yardımcı olacağı açık bir şekilde bilinmektedir (Tang, Tan ve Ozturk, 2016: 1508).

Yukarıdaki denklemde yer alan eşitliğin her iki tarafının da doğal logaritması alınarak denklem aşağıdaki şekilde doğrusal bir forma dönüştürülmüştür:

$$\ln Y_t = A_0 + \theta \ln EC_t + \alpha K_t + (1 - \alpha) \ln L_t \quad (22)$$

Mankiw ve arkadaşları 1992 yılında, A_0 'ın sadece teknolojik gelişmeyi değil, aynı zamanda kaynak bağışlarını, iklimi, kurumları ve diğer birçok unsuru da ifade ettiğini ifade ederek $\ln A_0$ 'ı, $\ln A_0 = \beta_0 + \varepsilon_t$ şeklinde tanımlamışlardır (Tang, Tan ve Ozturk, 2016: 1509). Burada ki β_0 sabit terimi ve ε_t ise hata terimini ifade etmektedir. Modelin parametrelerini yeniden düzenlersek; $\theta = \beta_0$, $\alpha = \beta_1$ ve $(1 - \alpha) = \beta_2$ eşitliklerinden faydalanarak ve $\beta_0 + \varepsilon_t$ eşitliğini de kullanarak denklem 22 yeniden düzenlendiğinde oluşturulan model aşağıdaki şekildedir:

$$\ln Y_t = \beta_0 + \beta_1 \ln EC_t + \beta_2 K_t + \beta_3 \ln L_t + \varepsilon_t \quad (23)$$

Ekonometrik olarak, ekonomik büyüme ile belirleyicileri arasındaki ekonometrik analiz için kullanılacak deneysel modelin jenerik formu aşağıda şekildedir:

$$\ln GDP_t = \beta_0 + \beta_1 \ln EC_t + \beta_2 K_t + \beta_3 \ln L_t + \varepsilon_t \quad (24)$$

Burada ln doğal logaritmayı ifade ederken, ε_t kalıntıyı ifade etmektedir ayrıca kalıntılar normal dağıldığı ve beyaz gürültü (white noise) olduğu varsayılmaktadır. $\ln GDP_t$ reel GSYH'yı, $\ln EC_t$ elektrik tüketimini, $\ln K_t$ brüt sabit sermaye oluşumunu, $\ln L_t$ emek faktörünü (istihdam) ifade etmektedir. Son olarak, β_0 sabit terim iken, β_1 , β_2 ve β_3 modeldeki parametrelerdir.

3.4.2. Veri Seti (2)

Çalışmada reel GSYH, toplam nihai elektrik tüketimi (gwh), reel brüt sabit sermaye yatırımları (K), istihdam (L) 1988-2019 yıllık verilerinin logaritmik formu kullanılmıştır. Reel GSYH, reel brüt sabit sermaye yatırımları, çalışma çağındaki nüfus

(istihdam) verileri Dünya Bankası platformundan sağlanmış, toplam nihai elektrik tüketimi verileri ise Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi denge tablolarından elde edilmiştir. Analizler Eviews 10 programı kullanılarak yapılmıştır.

ARDL sınır testi yaklaşımının en önemli avantajı, incelenen değişkenlerin $I(0)$ veya $I(1)$ olduğuna bakılmaksızın uygulanabilmesidir (Pesaran vd., 2001: 290). Ancak serilerin $I(2)$ olma ihtimali göz önünde bulundurularak ARDL sınır testinin uygulanabilir olduğunu tespit etmek amacıyla birim kök testi uygulanmıştır.

Tablo 30: ADF ve PP Birim Kök Test Sonuçları

Değişken	ADF		PHİLLİPS-PERRON	
	Sabit Terimli	Sabit Terimli ve Trendli	Sabit Terimli	Sabit Terimli ve Trendli
lnGDP	0.215079 (0.9692)	-2.496342 (0.3275)	0.562198 (0.9862)	-2.531149 (0.3121)
lnEC	-2.448613 (0.1375)	-1.186679 (0.8959)	-6.982208* (0.0000)	-0.384301 (0.9837)
lnK	-0.852554 (0.7896)	-2.669719 (0.2549)	-0.826770 (0.7973)	-2.669719 (0.2549)
lnL	0.654701 (0.9890)	-1.227975 (0.8868)	0.596235 (0.9873)	-1.332072 (0.8606)
Δ lnGDP	-3.858178* (0.0069)	-3.978302** (0.0221)	-6.096571* (0.0000)	-6.285381* (0.0001)
Δ lnEC	-4.356075* (0.0018)	-4.994546* (0.0019)	-4.242748* (0.0024)	-8.370109* (0.0000)
Δ lnK	-5.844909* (0.0000)	-5.737300* (0.0003)	-5.858247* (0.0000)	-5.745263* (0.0003)
Δ lnL	-5.028071* (0.0003)	-5.332499* (0.0008)	-5.097586* (0.0003)	-5.340593* (0.0008)
<p>1- ADF testin gecikme sayısı belirlenirken max gecikme sayısı 2 olarak alınmış ve %10 anlamlılık düzeyi t-istatistiği kriteri kullanılmıştır. Parantez içindeki değerler olasılık değerleridir.</p> <p>2- *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeylerindeki kritik değerleri göstermektedir.</p> <p>3- PP testinde Newey-West yöntemine göre "Bandwidth" belirlenmiş ve Bartlett Kernel tahmincisi kullanılmıştır.</p>				

ADF ve PP sonuçları değerlendirildiğinde logaritmik formda bulunan değişkenlerin düzey değerlerinde birim kök içerdiği ve bununla birlikte birinci fark değerlerine bakıldığında durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Serilerin I(1) olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Seriler I(2) olmadığından ARDL sınır testi uygulanabilmektedir.

Tablo 31: ARDL F-Sınır Testi Sonuçları

Model	Optimal Gecikme Uzunluğu	F-istatistiği	Sınır Testi Kritik Değeri		Karar
			I(0)	I(1)	
lnGDP=f(lnEC, lnK, lnL)	(3, 0, 3, 1)	8.340041	5.198	6.845	Eşbütünleşme
<p>1- F-istatistiği için kritik değerler %1 anlamlılık düzeyinde alt sınır için, 5.198 iken üst sınır için ise, 6.845'dir. Bu durumda, tahmin edilen modelde %1 anlamlılık düzeyinde değişkenler arasında uzun dönem eşbütünleşme ilişkisi vardır.</p>					

ARDL F-sınır testi ile modelde kullanılan değişkenler arasında uzun dönem eşbütünleşme olduğunun ortaya konmasıyla birlikte sırasıyla uzun dönem ARDL tahminleri yapılmıştır.

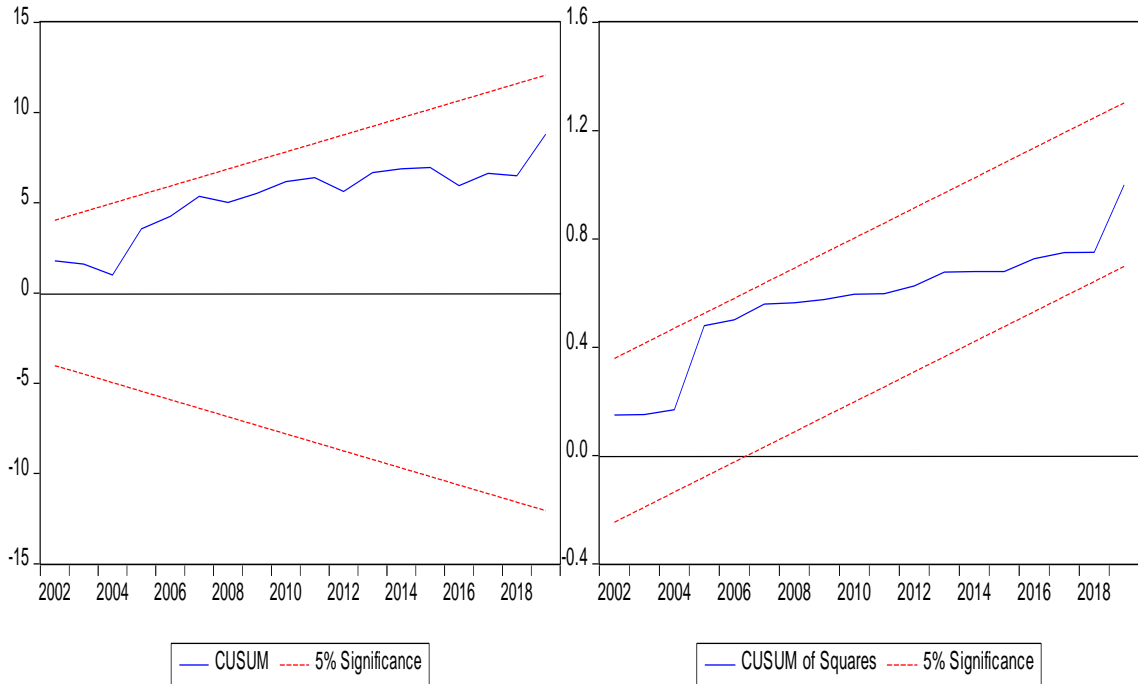
F-testinden elde edilen sonuçların güvenilir olması için modellerin belirli istatistiksel varsayımları sağlaması gerekmektedir. Bu varsayımların sınanması ile alakalı testler ve testlerin sonuçları aşağıdaki şekildedir:

Tablo 32: ARDL (3, 0, 3, 1) Modeli Diagnostik Testleri

Test	Varsayım	Test İstatistiği
Ramsey Reset	Model Kurma	0.286564 (0.5994)
Jarque-Bera	Normallik	0.536841 (0.7645)
Breusch-Godfrey LM	Otokorelasyon	2.531372 (0.1109)
Breusch-Pagan-Godfrey	Değişen Varyans	0.889026 (0.5605)
1- Parantez içinde yer alan değerler F-istatistiği olasılık değerlerini ifade etmektedir.		

Yapılan testler sonucunda yokluk hipotezimiz dört test içinde reddedilemez çıkmıştır. Yani modelimizde otokorelasyon sorunu olmadığı, değişen varyans sorunu olmadığı, hata teriminin normal dağılıma sahip olduğu ve model kurma hatasının olmadığı anlaşılmaktadır.

Son olarak serilerin parametre tahmininin, istikrar koşuluna bakılması gerekmektedir. Bunun için Tahmin edilen ARDL modelinin kararlılığını araştırmak ve yapısal kırılma olup olmadığının incelenmesi için Brown ve diğerleri (1975) tarafından geliştirilen CUSUM ve CUSUMSQ testleri yapılmaktadır. Grafiklere göre %5 anlamlılık düzeyinde değişkenlere ait katsayılar yapısal kırılma meydana gelmediği ve katsayıların istikrarlı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. CUSUM ve CUSUMSQ test sonuçları aşağıdaki şekildedir:

Grafik 45: CUSUM ve CUSUMSQ Testleri

ARDL F-sınır testi ile modelde kullanılan değişkenler arasında uzun dönem eşbütünleşme ilişkisinin bulunmasıyla birlikte sırasıyla uzun dönem ARDL katsayı tahminleri yapılmıştır. Uzun dönem ARDL katsayı tahmin sonuçları aşağıdaki şekildedir:

Tablo 33: Uzun Dönem ARDL Katsayı Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken:	Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık Değerleri
lnGDP	lnEC	0.204903	0.045615	4.492047	0.0003
	lnK	0.344269	0.048620	7.080750	0.0000
	lnL	0.817426	0.119755	6.825810	0.0000

Yukarıdaki tablo incelendiğinde, bağımlı değişken lnGDP iken, bağımsız değişkenler; lnEC, lnK ve lnL %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Uzun dönem ARDL sonuçlarına göre; Enerji tüketimindeki %1'lik bir artış, reel GSYH'yı %0.20 arttırmaktadır. Brüt sabit sermaye yatırımlarındaki %1'lik bir artış reel GSYH'yı %0.34 arttırmaktadır. Emek değişkenimizdeki %1'lik bir artış ise reel GSYH'yı %0.82 oranında arttırdığı görülmektedir.

Tablo 34: Kısa Dönem ARDL Sonuçları ve Hata Düzeltme Modeli

	Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık Değerleri
Bağımlı Değişken: lnGDP	$\Delta (\ln\text{GDP}(-1))$	-0.381911	0.138234	-2.762790	0.0128
	$\Delta (\ln\text{GDP}(-2))$	-0.239196	0.137852	-1.735162	0.0998
	$\Delta (\ln\text{K})$	0.287072	0.012173	23.58259	0.0000
	$\Delta (\ln\text{K}(-1))$	0.116096	0.042514	2.730767	0.0137
	$\Delta (\ln\text{K}(-2))$	0.088369	0.042741	2.067533	0.0534
	$\Delta (\ln\text{L})$	0.071857	0.062998	1.140621	0.2690
	Sabit	-0.524577	0.086735	-6.048048	0.0000
	ECT_{t-1}	-0.398353	0.063853	-6.238605	0.0000

ECT_{t-1} modelin hata düzeltme teriminin katsayısını ifade etmektedir. Kısa dönem ARDL sonuçları incelendiğinde hata düzeltme katsayımızın beklendiği üzere -1 ile 0 arasında olduğu ve katsayının olasılık değeriyle değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Ancak hata düzeltme katsayısının anlamlılığı araştırılırken olasılık değerine güvenilmemektedir. Bu durumda t-istatistiği için de bir sınır testine ihtiyaç vardır. Hata düzeltme teriminin t-istatistiği için yapılan sınır testi aşağıdaki şekildedir:

Tablo 35: Hata Düzeltme Katsayısı t-Sınır Testi

t-istatistiği	Sınır Testi Kritik Değeri	
	I(0)	I(1)
-6.238605	-3.43	-4.37

1- t-istatistiği için kritik değerler %1 anlamlılık düzeyinde alt sınır için, -3.43 iken üst sınır için ise, -4.37'dir. Bu durumda ECT_{t-1} %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Hata düzeltme katsayısı için yapılan sınır testi sonucuyla birlikte, hata düzeltme katsayısı istatistiksel olarak anlamlıdır ve çalışmaktadır. Dolayısıyla kısa dönemde meydana gelen bir sapmanın 2.5 (1/0.40) yıl sonra giderilerek uzun dönem dengesine ulaştığı anlamına gelmektedir.

VAR-Granger nedensellik testi yapılırken uygun var modeli belirlenirken köklerin istikrarlılığı, durağanlık, otokorelasyon ve değişen varyans testleri yapılmıştır. Serilerin durağanlığı için farkı alınarak devam edilmiştir. Seçilen uygun var modelinde

otokorelasyon ve değişen varyans sorunu yoktur ayrıca kökler istikrarlıdır.⁶ Granger nedensellik testi sonuçları aşağıdaki şekildedir:

Tablo 36: Granger Nedensellik Testi

Bağımlı Değişkenler	Bağımsız Değişkenler	Chi-sq	İlişkinin Yönü
$\Delta \ln \text{GDP}$	$\Delta \ln \text{EC}$	10.01909* (0.0067)	EC→GDP
	$\Delta \ln \text{K}$	7.208072** (0.0272)	K→GDP
	$\Delta \ln \text{L}$	2.778631 (0.2492)	L↔GDP
$\Delta \ln \text{EC}$	$\Delta \ln \text{GDP}$	1.126178 (0.5694)	GDP↔EC
$\Delta \ln \text{K}$	$\Delta \ln \text{EC}$	7.501987** (0.0235)	EC→K
1- Parantez içerisindeki değerler, olasılık değerini göstermekte olup *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde kritik değerleri ifade etmektedir.			

Granger Nedensellik Sınaması sonuçlarına göre, %1 anlamlılık düzeyinde enerji tüketiminden, büyümeye doğru Granger Nedensellik ilişkisi bulunmaktadır, %5 anlamlılık düzeyinde brüt sabit sermaye yatırımlarından büyümeye doğru Granger Nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Emek değişkeninden büyümeye doğru bir Granger Nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Enerji tüketimi bağımlı değişken iken yapılan analiz sonucuna göre enerji tüketimi, ekonomik büyüme arasında Granger Nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. Ayrıca %5 anlamlılık düzeyinde enerji tüketiminden brüt sabit sermaye yatırımlarına doğru bir Granger Nedensellik ilişkisi de mevcuttur. Enerji tüketimi ve büyüme arasındaki ilişki değerlendirildiğinde Türkiye’de mevcut örnekleme, büyüme hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

⁶ Uygun VAR modeli için yapılan köklerin istikrarlılığı, otokorelasyon ve değişen varyans testleri ekler bölümünde raporlanmıştır.

SONUÇ

Enerji kavramına iktisat teorilerinde farklı açılardan yaklaşılmaktadır. Neo klasik teoride enerji ara mal olarak kabul edilmiş olup doğrudan üretim faktörü olarak görmemişlerdir. Üretim faktörü olarak görmemelerin sebebi olarak; ekonomik büyüme ve teknolojik gelişmelerin, doğal kaynakların tükenme olasılığının önüne geçeceği düşüncesinden kaynaklanmaktadır. Yani insan yapımı sermayenin, doğal sermayeyi sonsuz şekilde ikame edeceğini söylemektedirler. İçsel büyüme teoriye bakıldığında enerji burada da ara mal olarak değerlendirilmektedir ancak enerjinin ikame ilişkisinin sınırlı olduğunu söylemişlerdir. Teknolojik gelişmelerin enerji maliyetlerini düşürerek enerjiyi etkin olarak kullanılabilir hale getirmesi gerektiğini, enerji olmadan büyümenin sınırlı olabileceğini ve sürdürülebilir bir büyüme için oldukça önemli olduğunu söylemişlerdir. Bu konuya farklı bir bakış açısı getiren biyofiziksel teoriye göreyse enerji, ekonomik büyüme için kritik rol oynamaktadır, hatta sanayi devriminin yaşanmasında enerjinin kritik rol üstlendiğini de özellikle vurgulamaktadırlar. Biyofiziksel iktisatçılardan biri olan Roegen'a göre enerji temel bir üretim faktörüdür. Enerji kaynaklarının tüketildiğinde kendini yenileyemediğinden dolayı büyümenin yavaşlayıp hatta durabileceğini ifade etmiştir.

Yapılan bu çalışmada hem neo klasik ve içsel büyüme teorileri için hem de biyofiziksel teori açısından enerji tüketimi ve ekonomik büyüme iki farklı model kullanılarak araştırılmıştır.

Enerjinin temel bir üretim faktörü olarak değerlendiren biyofiziksel teoriye göre enerjinin ekonomiye etkisinin daha doğrudan olduğunu söylemişlerdir. Bu teoriye göre oluşturulan modelde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki iki değişken üzerinden doğrudan araştırılmıştır. Enerji tüketimi değişkeni için toplam nihai elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme içinse reel GSYH değişkeni kullanılmıştır. Yapısal kırılmaları da dikkate alarak yapılan Gregory-Hansen eşbütünleşme sonucuna göre %5 anlamlılık düzeyinde, bağımlı değişken büyüme iken eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Test sonucuna göre kırılma yılı olarak 2010 bulunmuştur. Uzun dönem katsayılarını ve hata düzeltme katsayılarını tahmin etmek için DOLS, FMOLS ve CCR tahminicileri kullanılmıştır (Gregory-Hansen testinde bulunan yapısal kırılma yılı modellere kukla değişken olarak dahil edilmiştir). DOLS, FMOLS ve CCR sonuçlarına göre enerji tüketiminin ekonomik büyüme değişkenine karşı uzun dönem katsayısı istatistiki olarak anlamlıdır ve aralarında uzun dönemde pozitif bir ilişki vardır sonucu

elde edilmiştir. Türkiye’de enerji tüketimindeki %1’lik artış reel GSYH’yi sırasıyla %0.37, %0.72 ve %0.69 oranında artırmaktadır. DOLS, FMOLS ve CCR eşbütünleşme analizinde kullanılmış olan kukla değişkenimiz istatistiki olarak anlamlıdır. Gregory-Hansen eşbütünleşme yöntemi ile belirlenmiş olan 2010 yılında Türkiye ekonomisinde önemli değişimlerin yaşandığına işaret etmektedir. 2010 yılında yaşanan gelişmelere bakıldığında; Dünya ekonomisini derinden etkileyen Mortgage Krizi 2007-2008 yılları arasında meydana gelen küresel mali kriz karşımıza çıkmaktadır. Bu küresel çapta çok uluslu mali krizin etkileri 2007 ile 2010 yılları arasında yaşanmıştır.

FMOLS ve CCR için kurulan hata düzeltme modeli sonuçları baz alındığında, FMOLS tahmincisine göre, uzun dönemde birlikte hareket eden değişkenler arasında kısa dönemde meydana gelen bir sapmanın 3.33 (1/0.30) yıl sonra giderilerek uzun dönem dengesine ulaştığı, CCR tahmincisine göre, uzun dönemde birlikte hareket eden değişkenler arasında kısa dönemde meydana gelen bir sapmanın 1.44 (1/0.69) yıl sonra giderilerek uzun dönem dengesine ulaştığı anlamına gelmektedir.

Ayrıca yapılan Granger Nedensellik Sınaması sonuçlarına göre, %5 anlamlılık düzeyinde enerji tüketiminden, büyümeye doğru Granger Nedensellik ilişkisi bulunmaktadır, büyümeden enerji tüketimine doğru bakıldığında ise Granger Nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. İki sonuç birlikte değerlendirildiğinde Türkiye’de 1970-2019 döneminde mevcut verilerle, büyüme hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Enerjinin ekonomide ara mal olarak kabul edilerek dolaylı etkisi olduğunu söyleyen neo klasik ve içsel büyüme teorileri için Cobb Douglas üretim fonksiyonu kullanılmıştır. Buna göre oluşturulan modelde enerji: verimlilik faktörü içerisinde emek ve sermaye üzerinden üretimi dolaylı olarak etkilemektedir. Kullanılan bu modelde reel GSYH, reel brüt sabit sermaye yatırımları, istihdam ve toplam nihai elektrik tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. Değişkenlerin birim kök sonuçları I(2) çıkmamasıyla birlikte ARDL sınır testi kullanılmıştır. Tahmin edilen modelde %1 anlamlılık düzeyinde değişkenler arasında uzun dönem eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur. Uzun dönem ARDL sonuçlarına göre; Enerji tüketimindeki %1’lik bir artış, reel GSYH’yı %0.20 arttırmaktadır. Brüt sabit sermaye yatırımlarındaki %1’lik bir artış reel GSYH’yı %0.34 arttırmaktadır. Emek değişkenimizdeki %1’lik bir artış ise reel GSYH’yı %0.82 oranında arttırdığı görülmektedir.

Hata düzeltme katsayısı için yapılan sınır testi sonucuyla birlikte, hata düzeltme katsayısı istatistiksel olarak anlamlıdır ve çalışmaktadır. Dolayısıyla kısa dönemde meydana gelen bir sapmanın 2.5 (1/0.40) yıl sonra giderilerek uzun dönem dengesine ulaştığı görülmektedir.

Ayrıca yapılan Granger Nedensellik Sınaması sonuçlarına göre, %1 anlamlılık düzeyinde enerji tüketiminden, büyümeye doğru Granger Nedensellik ilişkisi bulunmaktadır, %5 anlamlılık düzeyinde brüt sabit sermaye yatırımlarından büyümeye doğru Granger Nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Emek değişkeninden büyümeye doğru bir Granger Nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Enerji tüketimi bağımlı değişken iken yapılan analiz sonucuna göre enerji tüketimi, ekonomik büyüme arasında Granger Nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. Ayrıca %5 anlamlılık düzeyinde enerji tüketiminden brüt sabit sermaye yatırımlarına doğru bir Granger Nedensellik ilişkisi de mevcuttur. Enerji tüketimi ve büyüme arasındaki ilişki değerlendirildiğinde Türkiye’de mevcut örnekleme, büyüme hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde enerji tüketiminin büyümenin Granger nedeni olduğu ve Türkiye de iki farklı modelde de büyüme hipotezinin geçerli olduğu görülmüştür. Genel olarak bakıldığında, politika belirleyicilerinin uygulayacakları enerji teşvik politikaları ekonomik büyümeyi destekleyen bir faktör olacaktır.

KAYNAKÇA

- Alam, M. S. (2006). "Economic Growth With Energy", *Munich Personal RePEc Archive 2006*; Working Paper No: 1260, 1-25.
- Alam, I., & Quazi, R. (2003). "Determinants of Capital Flight: An Econometric Case Study of Bangladesh", *International Review of Applied Economics*, 17(1), 85-103.
- Altınay, G., ve Karagöl, E. (2005). "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey", *Energy Economics*, 27, 849-856.
- Altınay, G., ve Karagöl, E. (2004). "Structural Break, Unit Root, and The Causality between Energy Consumption and GDP in Turkey", *Energy Economics*, 26(6), 985-994.
- Ang, J. B. (2007). "CO2 Emissions, Energy Consumption, and Output in France", *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778.
- Ayres, R., & Bergh, J. C. (2005). "A Theory Of Economic Growth With Material/Energy Resources and Dematerialization: Interaction Of Three Growth Mechanisms", *Ecological Economics*, 98.
- Ayres, R. U., Van den Bergh, J. C., Lindenberger, D., & Warr, B. (2013). "The Underestimated Contribution of Energy to Economic Growth", *Structural Change and Economic Dynamics*, 27, 79-88.
- Bahmani-Oskooee, M. M., & Goswami, G. G. (2003). "A Disaggregated Approach to Test the J-Curve Phenomenon: Japan Versus Her Major Trading Partners", *Journal of Economics and Finance*, 27(1), 102-113.
- Bayraktutan, Y., ve Uçak, S. (2011). "Ekolojik İktisat ve Kalkınmanın Sürdürülebilirliği", *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 3(4), 23.
- Bowden, N., & Payne, J. E. (2009). "The Causal Relationship between US Energy Consumption and Real Output: A Disaggregated Analysis", *Journal of Policy Modeling*, 31(2), 180-188.
- British Petroleum (2020). "BP Statistical Review of World Energy", 69th Edition, 14-61.
- Brown, R. L., Durbin, J., & Evans, J. M. (1975). "Techniques for Testing the Constancy of Regression Relationships Over Time", *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 37(2), 149-163.
- Ceylan, R., ve Başer, S. (2014). "Türkiye'de Petrol Tüketimi İle Reel GSYİH Arasındaki Uzun Dönem İlişkinin Johansen Eş-Bütünleşme Yöntemi İle Analiz Edilmesi", *Business & Economics Research Journal*, 5(2).
- Ciarreta, A., & Zárrega, A. (2007). Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence From Spain.
- Cheng, B. S. (1995). "An Investigation of Cointegration and Causality between Energy Consumption and Economic Growth", *The journal of energy and development*, 21(1), 73-84.
- Cheng, B. S. and Andrews, D. R. (1998). "Energy and Economic Activity in the United States: Evidence from 1900 to 1945", *Energy Sources*, 20(1), 35-44.

- Cheng, B. S. (1998). "Energy Consumption, Employment and Causality in Japan: A Multivariate Approach", *Indian Economic Review*, 19-29.
- Cheristensen, P. P. (1989). "Historical Roots for Ecological Economics, Biophysical Versus Allocative Approach", *Ecological Economics*, 1, 28.
- Daly, H. E. (1997). "Georgescu-Roegen Versus Solow/Stiglitz", *Ecological Economics* (22), 261-266.
- Demir, M. (2013). "Enerji İthalatı Cari Açık İlişkisi, Var Analizi ile Türkiye Üzerine Bir İnceleme", *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 3-4.
- Dickey, DA ve Fuller, WA (1979). "Bir Birim Köke Sahip Otoresif Zaman Serileri için Tahmin Edicilerin Dağılımı", *Amerikan İstatistik Derneği Dergisi*, 74 (366a), 427-431.
- Eden, S. H., & Jin, J. C. (1992). "Cointegration Tests of Energy Consumption, Income, and Employment", *Resources and Energy*, 14(3), 259-266.
- Erdoğan, L., Tiryaki, A., ve Ceylan, R. (2018). "Türkiye'de Uzun Dönem Ekonomik Büyümenin Belirleyicilerinin ARDL, FMOLS, DOLS VE CCR Yöntemleriyle Tahmini", *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 36(4), 39-57.
- Eriçok, R. E. ve V. Yılcı (2013). "Eğitim Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı", *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 8(1), 87-101.
- Farahani Yazdan, G., & Hossein, S. S. M. (2012). "Causality Between Oil Consumption and Economic Growth in Iran: An ARDL Testing Approach", *Asian Economic and Financial Review*, 2(6), 678.
- Gezer, E. H.(2013). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye*, (Basılmış Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Gowdy, J., & Erickson, J. D. (2005). "The Approach of Ecological Economics", *Cambridge Journal of Economics* (29), 208.
- Gupta, G., & Sahu, N. C. (2009). Causality between Electricity Consumption & Economic Growth: Empirical Evidence from India.
- Gurgul, H., & Lach, Ł. (2012). "The Electricity Consumption Versus Economic Growth of the Polish Economy", *Energy Economics*, 34(2), 500-510.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometrics*, Forth Edition, 814-818.
- Ghosh, S. (2002). "Electricity Consumption and Economic Growth in India", *Energy policy*, 30(2), 125-129.
- Granger, C. W. (1969). "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods", *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 424-438.
- Granger, C. W. J. ve Newbold, P. (1974). "Spurious Regressions in Econometrics", *Journal Of Econometrics*, 2, 111-120.
- Gregory, A. W., & Hansen, B. E. (1996). "Residual-Based Tests for Cointegration in Models with Regime Shifts", *Journal Of Econometrics*, 70(1), 99-126.

- Hall, C. A. S. & Klitgaard, K. A. (2006). "The Need for a New, Biophysical Based Paradigm in Economics for the Second Half of the Age of Oil", *International Journal of Transdisciplinary Research*, 1(1), 10-11.
- Hansen, B.E., P.C.B. Phillips (1990). "Estimation and Inference in Models of Cointegration: A Simulation Study", *Advances in Econometrics*, 8, 225-248.
- Ho, C. Y., & Siu, K. W. (2007). "A Dynamic Equilibrium of Electricity Consumption and GDP in Hong Kong: An Empirical Investigation", *Energy Policy*, 35(4), 2507-2513.
- Hussen, A. M. (2004). "Principles Of Environmental Economics", *Newyork, London: Routledge*, 251
- Ikegami, M., & Wang, Z. (2016). "The Long-Run Causal Relationship between Electricity Consumption and Real GDP: Evidence from Japan and Germany", *Journal of Policy Modeling*, 38(5), 767-784.
- Jobert, T., & Karanfil, F. (2007). "Sectoral Energy Consumption by Source and Economic Growth in Turkey", *Energy Policy*, 35(11), 5447-5456.
- Johansen, S. ve K. Juselius (1990), "Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration With Applications to The Demand for Money", *Oxford Bulletin Of Economics and Statistics*, 52, 169-210.
- Jumbe, C. B. (2004). "Cointegration and Causality between Electricity Consumption and GDP: Empirical Evidence from Malawi", *Energy Economics*, 26(1), 61-68.
- Karaağaç, G. E., ve Ceylan, R. (2018). "Seçilmiş OECD Ülkelerinde Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Analizi: Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme Tekniğinden Kanıtlar", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 204-222.
- Karanfil, F. (2008). "Energy Consumption and Economic Growth Revisited: Does the size of Unrecorded Economy Matter?", *Energy Policy*, 36(8), 3029-3035.
- Karlık, R. (1999). "Türkiye Ekonomisi Tarihsel Gelişim Yapısal ve Sosyal Değişimi (Altıncı Baskı)", *İstanbul: Beta Yayınevi*, 247
- Keskin, R. (2017). "Yapısal Kırılmalar Altında Türkiye’de Ekonomik Büyüme ve Petrol Tüketimi Arasındaki İlişki", *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(3), 877-892.
- Kraft A., & Kraft J. (1978). "On the Relationship Between Energy and GNP", *The Journal of Energy and Development*, 3(2), 401–403.
- Kyophilavong, P., Shahbaz, M., Anwar, S., & Masood, S. (2015). "The Energy-Growth Nexus in Thailand: Does Trade Openness Boost Up Energy Consumption?", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 46, 265-274.
- Lise, W., & Van Montfort, K. (2007). "Energy Consumption and GDP in Turkey: Is There A Co-Integration Relationship?", *Energy Economics*, 29(6), 1166-1178.
- Lu, W. C. (2017). "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence From 17 Taiwanese Industries", *Sustainability*, 9(1), 50.
- Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *The Quarterly Journal Of Economics*, 107(2), 407-437.

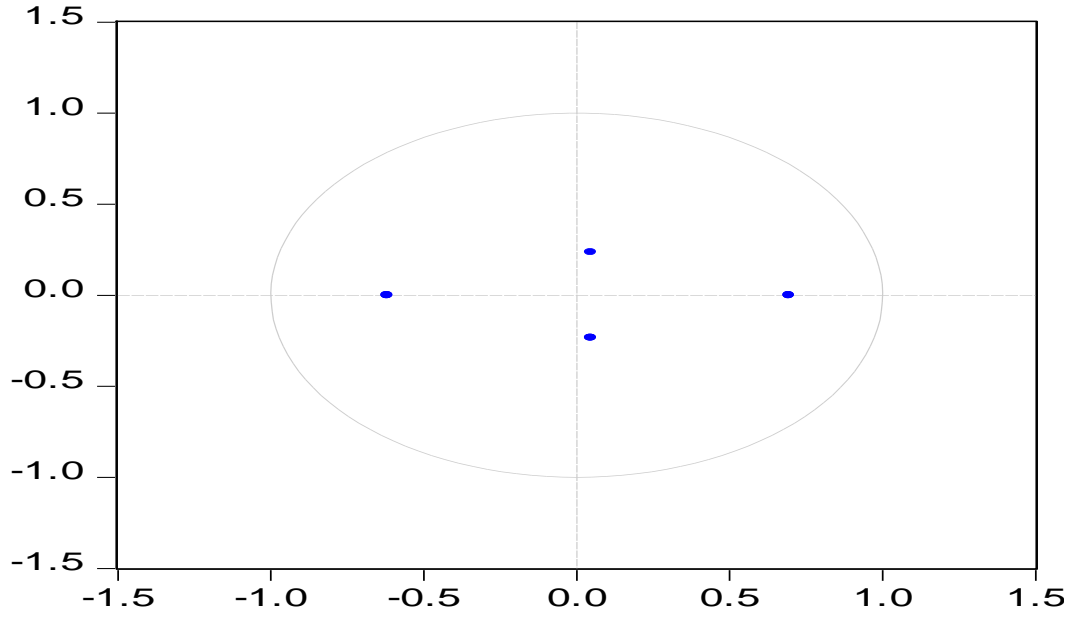
- Mehmood, B., Feliceo, A., & Shahid, A. (2014). "What Causes What? Aviation Demand and Economic Growth in Romania: Cointegration Estimation and Causality Analysis", *Romanian Economic and Business Review*, 9(1), 21-34.
- Menegaki, A. & Tugcu, C. (2016). "The Sensitivity of Growth Conservation, Feedback & Neutrality Hypothesis to Sustainable Accounting", *Energy for Sustainable Development*, 78.
- Menegaki, A. & Tugcu, C. (2016). "The Sensitivity of Growth Conservation, Feedback & Neutrality Hypothesis to Sustainable Accounting", *Energy For Sustainable Development*, 79.
- Narayan, P. K., & Smyth, R. (2005). "Electricity Consumption, Employment And Real Income in Australia Evidence from Multivariate Granger Causality Tests", *Energy Policy*, 33(9), 1109-1116.
- Narayan, P. K. ve R. Smyth (2005). "Trade Liberalization and Economic Growth in Fiji. An Empirical Assessment Using the ARDL Approach", *Journal of The Asia Pacific Economy*, 10(1), 96-115.
- Narayan, P. K. (2005). "The Saving and Investment Nexus for China: Evidence from Cointegration Tests", *Applied Economics*, 37(17), 1979-1990.
- Narayan, P. K. ve S. Narayan (2005). "Estimating Income and Price Elasticities of Imports For Fiji in a Cointegration Framework", *Economic Modelling*, 22, 423-438.
- Narayan, P. K. ve R. Smyth (2006). "What Determines Migration Flows from Low-Income to High-Income Countries? An Empirical Investigation of Fiji-U.S. Migration 1972-2001", *Contemporary Economic Policy*, 24(2), 332-342.
- Ockwell, D. G. (2008). "Energy and Economic Growth: Grounding Our Understanding in Physical Reality", *Energy Policy*(36), 4601.
- Öztürk, M. B., Gümüş, G. K., Taşkın, F. D., & Çağlı, E. Ç. (2013). "Petrol ve Doğalgaz Fiyatları ile İmalat ve Kimya-Petrol-Plastik Sektörlerinin Endeksleri Arasındaki İlişki", *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 64-74.
- Park, J.Y. (1992). "Canonical Cointegrating Regressions", *Econometrica*, 60(1), 119-143.
- Park, S. Y., & Yoo, S. H. (2014). "The Dynamics Of Oil Consumption and Economic Growth İn Malaysia", *Energy Policy*, 66, 218-223.
- Perron, P. (1989). "The Great Crash, The Oil Price Shock, and The Unit Root Hypothesis", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1361-1401.
- Pesaran, M. H., Y. Shin ve R. J. Smith (2001). "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships", *Journal of Applied Econometrics*, 16, 289-326.
- Rathore, N. S., & Panwar, N. L. (2007). *Renewable Energy Sources for Sustainable Development*. New India Publishing.
- Payne, J. E. (2010). "A Survey Of The Electricity Consumption-Growth Literature", *Applied Energy*, 87(3), 723-731.

- Salahuddin, M., & Alam, K. (2015). "Internet Usage, Electricity Consumption and Economic Growth in Australia: A Time Series Evidence", *Telematics and Informatics*, 32(4), 862-878.
- Sefer, U. Ç. A. K., ve Usupbeyli, A. (2015). "Türkiye'de Petrol Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi", *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 70(3), 769-787.
- Sorrell, S., & Dimitropoulos, J. (2007). "UKERC Review of Evidence for the Rebound Effect Technical Report 5: Energy, Productivity and Economic Growth Studies", *UKERC UK Energy Research Centre*, 100.
- Soytas, U., ve Sari, R. (2003). "Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G-7 Countries and Emerging Markets", *Energy Economics*, 25(1), 33-37.
- Shahbaz, M., Khan, S., & Tahir, M. I. (2013). "The Dynamic Links between Energy Consumption, Economic Growth, Financial Development and Trade in China: Fresh Evidence from Multivariate Framework Analysis", *Energy Economics*, 40, 8-21.
- Shiu, A., and Lam, P.-L. (2004). "Electricity Consumption and Economic Growth in China", *Energy Policy*, 32, 47-54.
- Stern, D. I. (1993). Energy and Economic Growth in The USA", *Energy Economics*, 15(2), 137-150.
- Stern, D. I. (2000). "A Multivariate Cointegration Analysis of the Role of Energy in the US Macroeconomy", *Energy Economics*, 22(2), 267-283.
- Stern, D. I. (2010). "The Rol of Energy in Economic Growth", *The Australian National University*, CCEP Working paper 3(10), 6.
- Stern, D. I. (2010). "The Rol of Energy in Economic Growth", *The Australian National University*, CCEP Working paper 3(10), 9.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1993). "A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher order Integrated Systems", *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 783-820.
- Tang, C. F., Shahbaz, M., & Arouri, M. (2013). "Re-Investigating the Electricity Consumption and Economic Growth Nexus in Portugal", *Energy Policy*, 62, 1515-1524.
- Tang, C. F., Tan, B. W., & Ozturk, I. (2016). "Energy Consumption and Economic Growth in Vietnam", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1506-1514.
- Tarı, R. ve D. Ç. Yıldırım (2009). "Döviz Kuru Belirsizliğinin İhracata Etkisi: Türkiye için Bir Uygulama", *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 16(2), 95- 105.
- Tsani, S. Z. (2010). "Energy Consumption and Economic Growth: A Causality Analysis for Greece", *Energy Economics*, 32(3), 582-590.
- Usta, C. (2015). *Türkiye'de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Bölgesel ve Sektörel Analizi*, (Basılmış Doktora Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon, 1-208.

- Vecchione, G. (2011). “Economic Growth, Electricity Consumption and Foreign Dependence in Italy between 1963–2007”, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 6(3), 304-313.
- Web_1. (2021). Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi’s web site.
<https://www.dunyaenerji.org.tr/turkiye-enerji-denge-tabloları/> (03.05.2021).
- Web_2. (2020). Energy Information Administration’s web site.
<https://www.eia.gov/energyexplained/energy-and-the-environment/> (20.12.2020).
- Web_3. (2020). Energy Information Administration’s web site.
<https://www.eia.gov/energyexplained/coal/> (20.12.2020).
- Web_4. (2020). Energy Information Administration’s web site.
<https://www.eia.gov/energyexplained/natural-gas/> (20.12.2020).
- Web_5. (2020). Energy Information Administration’s web site.
<https://www.eia.gov/energyexplained/nuclear/> (20.12.2020).
- Web_6. (2020). Energy Information Administration’s web site.
<https://www.eia.gov/energyexplained/oil-and-petroleum-products/> (20.12.2020).
- Web_7. (2020). Türk Dil Kurumu’s web site.
<https://sozluk.gov.tr/> (10.11.2020).
- Web_8. (2020). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’s web site.
<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-dogalgaz> (13.11.2020).
- Web_9. (2020). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’s web site.
<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-nukleer-enerji> (13.11.2020).
- Web_10. (2020). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’s web site.
<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-petrol> (13.11.2020).
- Web_11. (2020). World Bank’s web site.
<https://databank.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG/1ff4a498/Popular-Indicators> (24.12.2020).
- Yapraklı, S. ve Yurttançıkılmaz, Z. Ç. (2012). “Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik: Türkiye Üzerine Ekonometrik Bir Analiz”, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(2), 195-215.
- Yapraklı, S. (2013). “Enerjiye Dayalı Büyüme Türk Sanayi Sektörü Üzerine Uygulamalar”, *İstanbul: BETA Yayıncılık*, 80-91.
- Yang, H. Y. (2000). “A Note on the Causal Relationship between Energy and GDP in Taiwan”, *Energy Economics*, 22(3), 309-317.
- Yoo, S.-H. (2005). “Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Korea”, *Energy Policy*, 33, 1627-1632.
- Zakhidov, R. A. (2008). “Central Asian Countries Energy System and Role of Renewable Energy Sources”, *Applied Solar Energy*, 44(3), 218-223.

- Zivot, E., & Andrews, D. W. K. (2002). "Further Evidence on the Great Crash, The Oil-Price Shock, and The Unit-Root Hypothesis", *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(1), 25-44.
- Zon, A. V., & Yetkiner, H. I. (2005). "An Endogenous Growth Model with Embodied Energy-Saving Technical Change", *Resource and Energy Economics*, 25, 81-103.
- Zou, G., & Chau, K. W. (2006). "Short-and Long-Run Effects between Oil Consumption and Economic Growth in China", *Energy Policy*, 34(18), 3644-3655.

EKLER

EK-1**AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri****Şekil 1: Model 1 AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri**

Ek-2

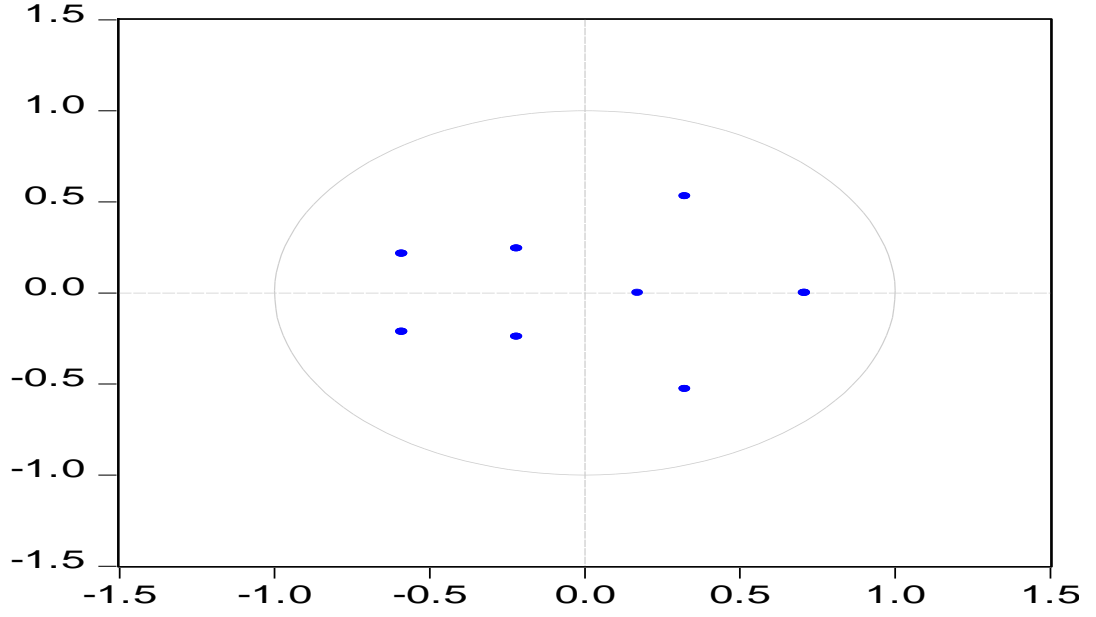
Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	df	Prob.
1	1.411313	4	0.8422	0.351492	(4, 78.0)	0.8423
2	1.813926	4	0.7699	0.452921	(4, 78.0)	0.7700
3	2.945624	4	0.5670	0.740810	(4, 78.0)	0.5670

Şekil 2: Model 1 LM Test

Ek-3

Chi-sq	df	Prob.
28.67281	24	0.2327

Şekil 3: Model 1 White Test

EK-4**AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri****Şekil 4: Model 2 AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri**

EK-5

Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	df	Prob.
1	11.13686	16	0.8010	0.668717	(16, 40.4)	0.8063
2	10.99689	16	0.8097	0.659299	(16, 40.4)	0.8148
3	9.256003	16	0.9025	0.544463	(16, 40.4)	0.9054

Şekil 5: Model 2 LM Test

EK-6

Chi-sq	df	Prob.
170.1681	160	0.2763

Şekil 6: Model 2 White Test