



**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**ENERJİDE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK:
YÜKSELEN VE GELİŞMİŞ EKONOMİLER
KARŞILAŞTIRMASI**

Sena TÜRKMEN

DOKTORA TEZİ

**KAHRAMANMARAŞ
Ekim- 2019**



**T. C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**ENERJİDE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK:
YÜKSELEN VE GELİŞMİŞ EKONOMİLER
KARŞILAŞTIRMASI**

**DANIŞMAN : Prof. Dr. İbrahim ÖRNEK
JÜRİ : Prof. Dr. Seyhan TAŞ
JÜRİ : Dr. Öğr. Üyesi Mustafa GÜNALAN
JÜRİ : Prof. Dr. Harun BAL
JÜRİ : Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ILDIRAR**

Sena TÜRKMEN

DOKTORA TEZİ

**KAHRAMANMARAŞ
Ekim- 2019**

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI

ENERJİDE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK:
YÜKSELEN VE GELİŞMİŞ EKONOMİLER
KARŞILAŞTIRMASI

Sena TÜRKMEN

DOKTORA TEZİ

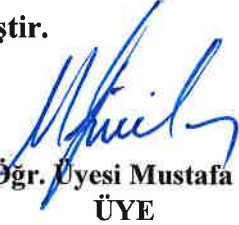
Kod No:

Bu Tez 04/10/2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından

Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.


Prof. Dr. İbrahim ÖRNEK
BAŞKAN


Prof. Dr. Seyhan TAŞ
ÜYE


Dr. Öğr. Üyesi Mustafa GÜNALAN
ÜYE


Prof. Dr. Harun BAL
ÜYE


Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ILDIRAR
ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet EYİCİL
Enstitü Müdürü

Not: Bu tez ve projede kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI

ÖZET

DOKTORA TEZİ

**ENERJİDE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK:
YÜKSELEN VE GELİŞMİŞ EKONOMİLER
KARŞILAŞTIRMASI**

Sena TÜRKMEN

Danışman	: Prof. Dr. İbrahim ÖRNEK	
Yıl	: 2019, Sayfa: XII+213	
Jüri	: Prof. Dr. İbrahim ÖRNEK	(Başkan)
	: Prof. Dr. Seyhan TAŞ	(Üye)
	: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa GÜNALAN	(Üye)
	: Prof. Dr. Harun BAL	(Üye)
	: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ILDIRAR	(Üye)

Sanayileşmekte olan ülkelerde, gelir artışı ve yüksek oranda büyümenin sağlanması ekonomik hedeflerin başında gelmektedir. Bu hedefler doğrultusunda, sanayileşmenin yol açtığı çevresel bozulmalar ekonomik karar birimleri tarafından dikkate alınmamaktadır. Ekonomik büyüme, özellikle hava kirliliği ve çevresel bozulma yoluyla doğaya zarar vermekte, çevresel bozulma ise ekonomik gelişmenin maliyetini artırmakta ve toplumun yaşam kalitesini düşürmektedir. Düzenlenen anlaşmalar yoluyla küresel tedbirlere başvurulmakta ve enerji ihtiyacının fosil yakıtlar ile giderilmesi sonucu ortaya çıkan sera gazları salınımının düşürülmesi hedeflenmektedir. Bu durum, ekonomik karar birimlerinin, enerji politikalarına yön verirken çevresel sürdürülebilirliği de göz önünde bulundurması gerektiği sonucu doğurmaktadır.

Bu çalışmada, 1975-2016 yılları arasında 13 gelişmiş ülke ile 13 yükselen piyasa ekonomisi için enerjide çevresel sürdürülebilirliğin sağlanıp sağlanmadığı, Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi yardımı ile araştırılmıştır. Kişi başına düşen gelir, kişi başına düşen gelirin karesi ve kişi başına düşen karbondioksit emisyonu verileri kullanılmış, değişkenler arasındaki ilişki, dinamik panel veri yöntemiyle tahmin edilmiştir. Analizler sonucu elde edilen bulgular, gelişmiş ülkelerde enerjide çevresel sürdürülebilirliğin sağlandığını, yükselen piyasa ekonomilerinde ise enerjide çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmadığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Ekonomik Büyüme, Çevresel Kuznets Eğrisi

**DEPARTMENT OF ECONOMICS
INSTITUTE OF SOCIAL SCIENCES
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM UNIVERSITY**

ABSTRACT

PhD THESIS

**ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN ENERGY: A
COMPARISON OF EMERGING AND DEVELOPED
ECONOMIES**

Sena TÜRKMEN

Supervisor	: Prof. Dr. İbrahim ÖRNEK	
Year	: 2019, Pages: XII+213	
Jury	: Prof. Dr. İbrahim ÖRNEK	(Chairperson)
	: Prof. Dr. Seyhan TAŞ	(Member)
	: Asst. Prof. Dr. Mustafa GÜNALAN	(Member)
	: Prof. Dr. Harun BAL	(Member)
	: Asst. Prof. Dr. Mustafa ILDIRAR	(Member)

In emerging countries, income growth and high growth rates are the primary economic goals. In line with these objectives, environmental degradation caused by industrialization is not taken into consideration by economic decision-making units. Economic growth is damaging to nature, especially through air pollution and environmental degradation, while environmental degradation increases the cost of economic development and reduces the quality of life of society. Global measures are applied through the agreements and it is aimed to reduce the greenhouse gas emissions resulting from the elimination of energy needs with fossil fuels. This leads to the conclusion that economic decision-makers should take into account environmental sustainability while guiding energy policies.

In this study, whether environmental sustainability in energy is provided in 13 emerging market economies and 13 emerging market economies between 1975 and 2016 has been examined with the help of Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis. Income per capita, the square of income per capita and per capita carbon dioxide emission data were used and the relationship between the variables was estimated by dynamic panel data method. The findings obtained from the analyzes indicate that environmental sustainability in energy is provided in developed countries and that environmental sustainability in energy cannot be achieved in emerging market economies.

Keywords: Energy, Economic Growth, Environmental Kuznets Curve

ÖN SÖZ

Ekonomik büyüme, enerji ve çevre ilişkisi hem teorik olarak hem de uygulama açısından iktisat literatürünün son yıllarda dikkat çeken araştırma konusudur. Özellikle 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizi ile birlikte sürdürülebilir büyümenin sağlanabilmesi için enerjinin sürdürülebilirliği konusu gündeme gelmiştir. Sanayileşme hareketlerinin hızlanmasıyla, ülkelerin kullandıkları kirli üretim teknikleri ve artan fosil enerji kaynakları kullanımı nedeniyle çevre boyutu, politika yapıcılarının odak noktası haline gelmiş ve yenilenebilir enerji kaynakları önem kazanmıştır.

İlk olarak 2013 yılında Dünya Enerji Konseyi’nde kullanılan ve enerjide çevresel sürdürülebilirlik, enerji güvenliği ve enerjiye erişim gibi üç kriterin oluşturduğu “Enerji Trilemması” kavramı sürdürülebilir enerjinin ne denli önemli hale geldiğini göstermektedir. Öyle ki, ekonomik karar birimleri sürdürülebilir bir büyüme için yeşil ekonomiyi hedefleyen politikalara yönelmekte ve enerjinin çevresel sürdürülebilirliğini sağlayabilmek adına çeşitli önlemler alarak küresel ölçekte anlaşmalar düzenlemektedirler.

Doktora eğitimim boyunca her zaman bana destek olan, tüm sıkıntı ve çabalarıma şahit olan, sonsuz sabır gösteren sevgili eşime, oğluma ve kızıma derin sevgilerimi sunarım.

Çalışmamın her aşamasında engin bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, sıkıntılı zamanlarımda benden yardımını esirgemeyen, birlikte geçirdiğimiz meslek hayatım boyunca bana çok emeği geçen değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr. İbrahim ÖRNEK’e şükranlarımı sunarım. Ayrıca kıymetli görüşlerini benimle paylaşan ve desteğini benden esirgemeyen saygı değer hocam Prof. Dr. Seyhan TAŞ’a, katkılarını göz ardı edemeyeceğim kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Mustafa GÜNALAN’a, doktora eğitimimin her aşamasında beni motive eden, manevi destekleriyle moral bulduğum değerli hocalarım ve ağabeylerim Prof. Dr. Hüseyin AĞIR ve Dr. Öğr. Üyesi Enver GÜNAY’a teşekkürü bir borç bilirim.

Tanıdığım günden bu yana her an yanımda olan, çıktığım bu yolda birlikte yürüdüğüm ve motivasyon kaynağım olan çok kıymetli dostlarım Arş. Gör. Burak UĞUR, Arş. Gör. Sefa ÖZBEK ve adını sayamadığım tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT.....	II
ÖN SÖZ	III
İÇİNDEKİLER	IV
TABLolar LİSTESİ.....	VIII
ŞEKİLLER LİSTESİ	X
KISALTMALAR LİSTESİ	XII
1. GİRİŞ	1
2. KONUyla İLGİLİ ÖNCEKİ ARAŞTIRMALAR	5
3. ENERJİ KAVRAMI VE KAYNAKLARI	11
3.1. Enerji Kavramı.....	11
3.2. Enerji Kaynakları.....	11
3.2.1. Birincil Enerji Kaynakları.....	13
3.2.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları.....	15
3.2.1.1.(1). Kömür	15
3.2.1.1.(2). Petrol	18
3.2.1.1.(3). Doğal Gaz.....	23
3.2.1.1.(4). Nükleer Enerji	25
3.2.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	28
3.2.1.2.(1). Güneş Enerjisi	31
3.2.1.2.(2). Rüzgâr Enerjisi.....	33
3.2.1.2.(3). Jeotermal Enerji	35
3.2.1.2.(4). Biyokütle Enerjisi.....	36
3.2.1.2.(5). Hidroelektrik Enerjisi.....	38
3.2.1.2.(6). Dalga Enerjisi.....	41
3.2.2. İkincil Enerji Kaynakları	43
3.2.2.1. Elektrik Enerjisi	43
3.2.2.2. Isı Enerjisi	45
4. EKONOMİ, ENERJİ, ÇEVRE İLİŞKİSİ VE KÜRESEL ÖNLEMLER.....	46
4.1. Ekonomi, Enerji, Çevre İlişkisi.....	46
4.1.1. Ekonomik Büyüme	46
4.1.2. Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi.....	47
4.1.3. Ekonomik Büyüme, Enerji ve Çevre İlişkisi	48
4.2. Çevre ve Çevre Kirliliği.....	51
4.2.1. Çevre Kavramı	51
4.2.2. Çevre Kirliliğinin Nedenleri	52
4.2.2.1. Sanayileşme	54
4.2.2.2. Çarpık Kentleşme	55
4.2.2.3. Göç Hareketleri.....	56
4.2.2.4. Tarımsal Faaliyetler	57
4.2.2.5. Nüfus Artışı.....	57
4.2.2.6. Fosil Yakıt Kullanımı	58
4.2.2.7. Eğitim Yetersizliği	59
4.2.3. Çevre Kirliliği Çeşitleri	59
4.2.3.1. Hava Kirliliği	60
4.2.3.2. Su Kirliliği	61

4.2.3.3. Toprak Kirliliği	62
4.2.3.4. Flora- Fauna Çeşitliliğinin Azalması	63
4.2.3.5. Gürültü Kirliliği	65
4.2.3.6. Radyasyon.....	66
4.2.3.7. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği	67
4.3. Küresel Önlemler	70
4.3.1. Stokholm Konferansı (1972)	70
4.3.2. Bruntland Raporu (1987)	71
4.3.3. Rio Konferansı (1992)	72
4.3.4. İstanbul Habitat II Konferansı (1996).....	73
4.3.5. Kyoto Protokolü (1997)	73
4.3.6. Johannesburg Zirvesi (2002)	75
4.3.7. Rio +20 BM Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (2012).....	77
4.3.8. Paris İklim Anlaşması (2015)	78
5. SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ KAPSAMINDA ENERJİ TRİLEMMASI ve ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ.....	80
5.1. Sürdürülebilir Enerji	80
5.2. Enerji Trilemması Kavramı ve Bileşenleri	83
5.3. Enerji Trilemması Bileşenleri	83
5.3.1. Enerji Güvenliği.....	85
5.3.2. Enerjiye Erişim (Enerjide Eşitlik).....	87
5.3.3. Enerjide Çevresel Sürdürülebilirlik ve Çevresel Kuznets Eğrisi.....	88
5.3.3.1. Enerjide Çevresel Sürdürülebilirlik	88
5.3.3.2. Çevresel Kuznets Eğrisi.....	93
5.4. Dünya Geneline Enerji Trilemması	96
5.5. Gelişmiş ve Yükselen Ekonomilerde Enerji Trilemması	104
5.5.1. Gelişmiş Ekonomilerin Enerji Trilemması	104
5.5.1.1. Amerika Birleşik Devletleri.....	104
5.5.1.2. Danimarka.....	105
5.5.1.3. Finlandiya	107
5.5.1.4. Fransa.....	108
5.5.1.5. Hollanda.....	110
5.5.1.6. İngiltere.....	111
5.5.1.7. İrlanda	112
5.5.1.8. İspanya	114
5.5.1.9. İsveç.....	115
5.5.1.10. İtalya	116
5.5.1.11. Kanada	117
5.5.1.12. Norveç.....	119
5.5.1.13. Portekiz	120
5.5.2. Yükselen Ekonomilerin Enerji Trilemması	121
5.5.2.1. Brezilya.....	121
5.5.2.2. Çin.....	122
5.5.2.3. Endonezya.....	123
5.5.2.4. Filipinler.....	125
5.5.2.5. Güney Afrika	126
5.5.2.6. Hindistan.....	127
5.5.2.7. Kolombiya	128
5.5.2.8. Malezya.....	129

5.5.2.9. Meksika.....	131
5.5.2.10. Pakistan.....	132
5.5.2.11. Peru.....	133
5.5.2.12. Şili.....	135
5.5.2.13. Türkiye.....	136
6. ENERJİDE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN KUZNETS EĞRİSİ YAKLAŞIMI İLE TEST EDİLMESİ: ÜLKE GRUPLARI KARŞILAŞTIRMASI.....	138
6.1. Ampirik Literatür.....	138
6.1.1. Zaman Serisi Analizleri.....	138
6.1.2. Panel Veri Analizleri.....	142
6.2. Ampirik Uygulama.....	148
6.2.1. Veri Seti.....	150
6.2.2. Model.....	151
6.2.3. Metodoloji.....	152
6.2.3.1. Katsayı Homojenlik Testi.....	152
6.2.3.2. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi.....	153
6.2.3.3. Birim Kök Testleri.....	154
6.2.3.3.(1). Birinci Nesil Panel Birim Kök Testleri.....	155
6.2.3.3.(1).(a). Levin, Lin&Chu (LLC) (2002) Panel Birim Kök Testi.....	155
6.2.3.3.(1).(b). Breitung Panel Birim Kök Testi.....	156
6.2.3.3.(1).(c). Im, Pesaran&Shin (IPS) Panel Birim Kök Testi.....	157
6.2.3.3.(1).(d). MW (Maddala-Wu) ve Choi Panel Birim Kök Testi.....	158
6.2.3.3.(1).(e). Hadri (2000) Panel Birim Kök Testi.....	158
6.2.3.3.(2). İkinci Nesil Birim Kök Testleri.....	159
6.2.3.3.(2).(a). SURADF Panel Birim Kök Testi.....	160
6.2.3.3.(2).(b). Phillips ve Sul (2003) Panel Birim Kök Testi.....	160
6.2.3.3.(2).(c). Bai ve Ng (2004) Panel Birim Kök Testi.....	161
6.2.3.3.(2).(d). Pesaran (2007) Panel Birim Kök Testi.....	162
6.2.3.3.(3). Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri.....	163
6.2.3.3.(3).(a). Carrion-i Silvestre (2005) PANKPSS Panel Birim Kök Testi.....	164
6.2.3.3.(3).(b). Nazlıoğlu ve Karul (2017) Fourier Panel LM.....	165
6.2.3.4. Panel Eş Bütünleşme Testi.....	166
6.2.3.5. Panel Eş Bütünleşme Tahmincisi.....	168
6.2.4. Bulgular.....	169
6.2.4.1. Gelişmiş Ekonomiler Üzerine Bir Uygulama.....	169
6.2.4.1.(1). Katsayı Homojenlik Test Sonuçları.....	169
6.2.4.1.(2). Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları.....	170
6.2.4.1.(3). Panel Birim Kök Test Sonuçları.....	171
6.2.4.1.(4). Panel Eş Bütünleşme Testi Sonuçları.....	174
6.2.4.1.(5). Panel Eş Bütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları.....	176
6.2.4.2. Yükselen Piyasa Ekonomileri Üzerine Bir Uygulama.....	180
6.2.4.2.(1). Katsayı Homojenlik Test Sonuçları.....	180
6.2.4.2.(2). Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları.....	180
6.2.4.2.(3). Panel Birim Kök Test Sonuçları.....	181
6.2.4.2.(4). Panel Eş Bütünleşme Testi Sonuçları.....	184
6.2.4.2.(5). Panel Eş Bütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları.....	186
7. SONUÇ ve TARTIŞMA.....	191

KAYNAKLAR	196
ÖZGEÇMİŞ	214



TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. 2017 Yılı İtibariyle Kömür Üretimi	17
Tablo 3.2. 2017 Yılı İtibariyle Kömür Tüketimi	18
Tablo 3.3. Birincil ve İkincil Petrolün Karşılaştırılması	19
Tablo 3.4. 2017 Yılı İtibariyle Petrol Üretimi	21
Tablo 3.5. 2017 Yılı İtibariyle Petrol Tüketimi	22
Tablo 3.6. Doğal Gazın Bileşenleri	23
Tablo 3.7. 2017 Yılı İtibariyle Doğal Gaz Üretimi.....	24
Tablo 4.1. Sera Gazı Çeşitleri ve Salınım Kaynakları	69
Tablo 5.1. Enerji Trilemması Bileşenleri ve Göstergelerinin Ağırlık Değerleri	84
Tablo 5.2. 2018 Yılı Dünya Enerji Trilemması Performansı En İyi İlk 10 ülke.	97
Tablo 5.3. Asya Kıtası Enerji Trilemması Sıralaması	98
Tablo 5.4. Avrupa Kıtası Enerji Trilemması Sıralaması	99
Tablo 5.5. Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Enerji Trilemması Sıralaması.	100
Tablo 5.6. Kuzey Amerika Bölgesi Enerji Trilemması Sıralaması.	102
Tablo 5.7. Latin Amerika ve Karayipler Bölgesi Enerji Trilemması Sıralaması.	103
Tablo 5.8. ABD Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu.	105
Tablo 5.9. Danimarka Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu.	107
Tablo 5.10. Finlandiya Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu.....	108
Tablo 5.11. Fransa Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	109
Tablo 5.12. Hollanda Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	111
Tablo 5.13. İngiltere Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	112
Tablo 5.14. İrlanda Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu.	113
Tablo 5.15. İspanya Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	115
Tablo 5.16. İsveç Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	116
Tablo 5.17. İtalya Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu.....	117
Tablo 5.18. Kanada Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu.....	118
Tablo 5.19. Norveç Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	119
Tablo 5.20. Portekiz Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	120
Tablo 5.21. Brezilya Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	122
Tablo 5.22. Çin Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	123
Tablo 5.23. Endonezya Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu.	124
Tablo 5.24. Filipinler Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	125
Tablo 5.25. Güney Afrika Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu.....	126
Tablo 5.27. Kolombiya Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu.....	129
Tablo 5.28. Malezya Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	130
Tablo 5.29. Meksika Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	132
Tablo 5.30. Pakistan Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	133
Tablo 5.31. Peru Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	134
Tablo 5.32. Şili Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	136
Tablo 5.33. Türkiye Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu	137
Tablo 6.1. ÇKE Hipotezine İlişkin Yapılan Zaman Serisi Çalışmaları	140
Tablo 6.2. ÇKE Hipotezine İlişkin Yapılan Panel Veri Çalışmaları	146
Tablo 6.3. Analizde Kullanılan Değişkenlerin Tanımlanması	150
Tablo 6.4. Analize Dahil Edilen Gelişmiş Ülkeler	151

Tablo 6.5. Analize Dahil Edilen Yükselen Piyasa Ekonomileri.....	151
Tablo 6.6. Homojenite Test Sonuçları	170
Tablo 6.7. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları.....	171
Tablo 6.8. LC Değişkeni Fourier LM Birim Kök Testi Sonuçları	172
Tablo 6.9. LG Değişkeni Fourier LM Birim Kök Testi Sonuçları	173
Tablo 6.10. LGG Değişkeni Fourier LM Birim Kök Testi Sonuçları	174
Tablo 6.11. Yapısal Kırılmalı Eş Bütünleşme Test Sonuçları.....	175
Tablo 6.12. Panel Eş Bütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları (CCE).....	179
Tablo 6.13 Homojenite Test Sonuçları	180
Tablo 6.14. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları.....	181
Tablo 6.15. LC Değişkeni Fourier LM Birim Kök Testi Sonuçları	182
Tablo 6.16. LG Değişkeni Fourier LM Birim Kök Testi Sonuçları	183
Tablo 6.17. LGG Değişkeni Fourier LM Birim Kök Testi Sonuçları	184
Tablo 6.18. Yapısal Kırılmalı Eş Bütünleşme Test Sonuçları.....	185
Tablo 6.19. Panel Eş Bütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları (CCE).....	189

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. Enerji Kaynakları.....	12
Şekil 3.2. 1971-2017 Yılları Arası Dünya Birincil Enerji Tedariki.....	13
Şekil 3.3. 2017 Yılı Bölgelere Göre Birincil Enerji Tedariki.....	14
Şekil 3.4. 1990-2016 Yılları Arası Kaynaklarına Göre Birincil Enerji Tedariki.....	14
Şekil 3.5. Kömür Tipleri	16
Şekil 3.6. 2017 Yılı Toplam Kömür Rezervlerinin Bölgelere Göre Dağılımı (%).....	17
Şekil 3.7. 2017 Yılı Toplam Petrol Rezervlerinin OPEC Ülkeleri ile OPEC Dışı Ülkeler Arasında Dağılımı (%)	20
Şekil 3.8. 2017 Yılı Toplam Petrol Rezervlerinin Bölgelere Göre Dağılımı	20
Şekil 3.9. 2007-2017 Yılları Arası Dünya Günlük Petrol Tüketimi.....	22
Şekil 3.10. 2017 Yılı Toplam Doğal Gaz Rezervlerinin Bölgelere Göre Dağılımı.....	24
Şekil 3.11. 2007-2017 Yılları Arası Dünya Doğal Gaz Tüketimi	25
Şekil 3.12. 1971-2016 Yılları Arası Dünya Nükleer Enerji Üretimi	26
Şekil 3.13. 2016 Yılı Elektrik Üretiminde Kullanılan Nükleer Enerjinin Payı	27
Şekil 3.14. 2016 Yılı Nükleer Santrallerin Net Kurulu Gücü.....	28
Şekil 3.15. Yenilenebilir Enerji Çeşitleri ve Enerjinin Kaynağı.....	30
Şekil 3.16. 1971-2016 Yılları Arası Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elde Edilen Elektrik Enerjisi.....	30
Şekil 3.17. 2016 Yılı Güneş Enerjisi (FV) Net Kurulu Gücü.....	32
Şekil 3.18. 2016 Yılı Elektrik Üretiminde Kullanılan Güneş Enerjisinin Payı	33
Şekil 3.19. 2016 Yılı Rüzgâr Enerjisi Net Kurulu Gücü (GW).....	34
Şekil 3.20. 2016 Yılı Elektrik Üretiminde Kullanılan Rüzgâr Enerjisinin Payı.....	35
Şekil 3.21. 1990-2016 Yılları Arası Jeotermal Enerjiden Elde Edilen Elektrik Üretimi	36
Şekil 3.22. 1990-2016 Yılları Arası Toplam Üretilen Biyokütle Enerjisi	38
Şekil 3.23. 1990-2016 Yılları Arası Toplam Üretilen Hidroelektrik Enerjisi Üretimi...	40
Şekil 3.24. 2017 Yılı Bölgelere Göre Hidroelektrik Enerjisi Tüketimi (Milyon TEP) ..	41
Şekil 3.25. 1990-2016 Yılları Arası Toplam Üretilen Dalga ve Gel-Git Enerjisi	42
Şekil 3.26. 2017 Yılı Enerji Kaynaklarına Göre Toplam Elektrik Üretimi.....	44
Şekil 3.27. 2017 Yılı Bölgelere Göre Elektrik Üretimi.	45
Şekil 4.1. Enerjinin Çevreyi Kirletici Etkileri (Bilginöğlu, 1989: 84).	50
Şekil 4.2. Ekonomik Büyüme-Enerji-Çevre İlişkisi.	51
Şekil 4.3. Çevre Kirliliğine Neden Olan Faktörler	54
Şekil 4.4. Çevre Kirliliği Çeşitleri	60
Şekil 4.5. Çevre Sorunlarına Yönelik Alınan Küresel Önlemler.....	70
Şekil 5.1. 1990-2014 Yılları Arası Gelir Sınıflamasına Göre Ülkelerin Fosil Enerji Kullanımı.....	81
Şekil 5.2. 1990-2015 Yılları Arası Gelir Sınıflamasına Göre Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Kullanımı	82
Şekil 5.3. Enerji Trilemması	
Şekil 5.4. 2007-2017 Yılları Arası Bölgelere Göre CO ₂ Emisyonu	90
Şekil 5.5. 2007-2017 Yılları Arası Dünya CO ₂ Emisyonu	91
Şekil 5.6. 1975-2015 Yılları Arası Seçilmiş 13 Gelişmiş Ülkenin Kişi Başı CO ₂ Emisyonu Ortalaması	

Şekil 5.7. 1975-2015 Yılları Arası Seçilmiş 13 Yükselen Piyasa Ekonomisinin	
Kişi Başı CO ₂ Emisyonu Ortalaması	92
Şekil 5.8. Kuznets Eğrisi.....	93
Şekil 5.9. Çevresel Kuznets Eğrisi.....	94
Şekil 5.10. Ölçek Etkisi	95
Şekil 5.11. Kompozisyon Etkisi	95
Şekil 5.12. Teknoloji Etkisi	96
Şekil 5.13. 2018 Yılı ABD Enerji Trilemma Dengesi.....	105
Şekil 5.14. 2018 Yılı Danimarka Enerji Trilemma Dengesi.....	106
Şekil 5.15. 2018 Yılı Finlandiya Enerji Trilemma Dengesi	107
Şekil 5.16. 2018 Yılı Fransa Enerji Trilemma Dengesi.....	109
Şekil 5.17. 2018 Yılı Hollanda Enerji Trilemma Dengesi.....	110
Şekil 5.18. 2018 Yılı İngiltere Enerji Trilemma Dengesi.....	111
Şekil 5.20. 2018 Yılı İspanya Enerji Trilemma Dengesi.	114
Şekil 5.21. 2018 Yılı İsveç Enerji Trilemma Dengesi.	115
Şekil 5.22. 2018 Yılı İtalya Enerji Trilemma Dengesi.	116
Şekil 5.23. 2018 Yılı Kanada Enerji Trilemma Dengesi	118
Şekil 5.24. 2018 Yılı Norveç Enerji Trilemma Dengesi.....	119
Şekil 5.25. 2018 Yılı Portekiz Enerji Trilemma Dengesi.	120
Şekil 5.26. 2018 Yılı Brezilya Enerji Trilemma Dengesi.....	121
Şekil 5.27. 2018 Yılı Çin Enerji Trilemma Dengesi.....	122
Şekil 5.28. 2018 Yılı Endonezya Enerji Trilemma Dengesi.....	124
Şekil 5.29. 2018 Yılı Filipinler Enerji Trilemma Dengesi.	125
Şekil 5.30. 2018 Yılı Güney Afrika Enerji Trilemma Dengesi	126
Şekil 5.31. 2018 Yılı Hindistan Enerji Trilemma Dengesi.....	127
Şekil 5.32. 2018 Yılı Kolombiya Enerji Trilemma Dengesi	128
Şekil 5.33. 2018 Yılı Malezya Enerji Trilemma Dengesi.....	130
Şekil 5.34. 2018 Yılı Meksika Enerji Trilemma Dengesi.....	131
Şekil 5.35. 2018 Yılı Pakistan Enerji Trilemma Dengesi.....	132
Şekil 5.36. 2018 Yılı Peru Enerji Trilemma Dengesi.	134
Şekil 5.37. 2018 Yılı Şili Enerji Trilemma Dengesi.....	135
Şekil 5.38. 2018 Yılı Türkiye Enerji Trilemma Dengesi.....	137

KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BDT	: Bağımsız Devletler Topluluğu
BM	: Birleşmiş Milletler
BP	: British Petroleum (Beyond Petroleum)
BRICT	: BRICT Ülkeleri (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Türkiye)
ÇKE	: Çevresel Kuznets Eğrisi
ETKB	: T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GSMH	: Gayri Safi Milli Hâsıla
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
IMF	: Uluslararası Para Fonu
IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
OECD	: İktisadi İş Birliği ve Gelişme Teşkilatı
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
TÇSV	: Türkiye Çevre Sorunları Vakfı
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
UNFCCC	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
WB	: Dünya Bankası
WBG	: Dünya Bankası Grubu
WWF	: Dünya Doğayı Koruma Vakfı

1. GİRİŞ

Sanayileşme hareketlerinin hızlanması, teknolojik ilerlemeler ve hızlı nüfus artışı ile birlikte enerjiye olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Yapılan çalışmalarda enerjinin, ülkelerin kalkınmasında önemli bir rol oynadığı ve toplumların gelişmişlik düzeyinin en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edildiği görülmektedir. 20.yy.'ın sonlarına doğru sanayileşmenin hızlanmasıyla enerjiye olan ihtiyaç daha da artmış ve sanayileşmekte olan ülkeler bu ihtiyacı yenilenemeyen enerji kaynakları olan fosil yakıtlar ile gidermeye çalışmışlardır. Ancak, fosil yakıt kullanımı, insan sağlığını ve biyolojik çeşitliliği olumsuz etkileyen zararlı gazlar açığa çıkarmakta ve geleceği tehdit eden çevresel problemleri de beraberinde getirmektedir. Özellikle 1990'lardan itibaren çevresel problemlerin hızla artmasıyla birlikte ekonomi bilimi ve çevre ilişkisinin araştırma konusu haline geldiği görülmektedir.

Ekonomi bilimi ile çevre problemleri arasında karşılıklı bir ilişkiden söz edilmektedir. Ekonomik faaliyetlerdeki artışın çevresel bozulmalara neden olduğu, çevresel sorunların da sürdürülebilir ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilediği görülmektedir. Bu bağlamda, sürdürülebilir bir iktisadi büyüme için, çevresel kaynakların etkin kullanımı büyük önem arz etmektedir. Sürdürülebilir büyüme konusunda etkin bir role sahip olduğu vurgulanan çevre kavramı, günümüzde sıkça tartışılan bir konu olmuş ve araştırmacıların ilgi odağı haline gelmiştir. Yapılan ampirik çalışmalarda, ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasında kesin bir ilişkinin tespit edildiği görülmektedir.

Sanayileşmekte olan ülkelerde, gelir artışı ve yüksek oranda büyümenin sağlanması ekonomik hedeflerin başında gelmektedir. Bu hedefler doğrultusunda, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, sanayileşmenin yol açtığı çevresel bozulmalar ekonomik karar birimleri tarafından dikkate alınmamaktadır. Ekonomik büyüme, özellikle hava kirliliği ve çevresel bozulma yoluyla doğaya zarar vermekte, çevresel bozulma ise ekonomik gelişmenin maliyetini artırmakta ve toplumun yaşam kalitesini düşürmektedir. Düzenlenen anlaşmalar yoluyla küresel tedbirlere başvurulmakta ve enerji ihtiyacının fosil yakıtlar ile giderilmesi sonucu ortaya çıkan sera gazları salınımının düşürülmesi hedeflenmektedir. Bu durum, politika yapıcıların uyguladıkları enerji politikalarının, çevreye verilecek zararı en aza indirmeye yönelik olması gerektiği sonucunu doğurmaktadır. Bu anlamda ekonomik karar birimlerinin, enerji politikalarına yön verirken çevresel sürdürülebilirliği de göz önünde bulundurması gerekmektedir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle birlikte temiz çevre ve düşük karbon emisyonunu hedefleyen ekonomik faaliyetler daha da önem kazanmaktadır. Özellikle sera gazları salınımındaki artış, çevresel bozulmalara sebebiyet vererek, gelecekte;

- Tarım ve orman ürünlerinin azalması
- Su kaynaklarının azalmasıyla enerji darboğazının yaşanması
- Göç hareketlerinin artmasıyla ekonomik ve sosyal sorunların ortaya çıkması
- Turizm faaliyetlerinin sınırlanması

gibi çeşitli ekonomik sorunları beraberinde getirecektir. Bu bağlamda sanayileşmiş ülkeler, sera gazı içerisinde büyük payı olan karbondioksit emisyonunu kontrol edebilmek için çevresel anlaşmalar ve toplantılar düzenlemeye başlamışlardır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde imzalanan ve 11 Aralık 1997 tarihinde Japonya'nın Kyoto şehrinde kabul edilen Kyoto Protokolü, iklim değişikliği

ve bunun yol açtığı çevre sorunları ile mücadelede temel bir adım olarak kabul edilmiştir. Türkiye'nin 2009 yılında taraf olduğu Kyoto Protokolü, 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu protokolü imzalayan ülkeler, başta karbondioksit olmak üzere sera etkisine neden olan gazların emisyonunu azaltmayı taahhüt etmişlerdir. Sözleşmeyi imzalayan taraflar sera gazı emisyon düzeylerini, 2008-2012 dönemleri arasında 1990 yılındaki düzeyinden en az %5 oranında düşürme hususunda anlaşmaya varmışlardır.

İklim değişikliği ve çevresel problemlere önlem olarak düzenlenen anlaşmalardan biri de Aralık 2015'de kabul edilen ve dönüm noktası olarak nitelendirilen Paris İklim Anlaşması'dır. 195 ülke tarafından kabul edilen anlaşma, temiz enerjiye geçişte yol gösterici bir nitelik taşımaktadır. Anlaşma, uzun vadede küresel ısınmayı 1,5°C ile sınırlamayı amaçlamaktadır. Tüm ülkelerin karbondioksit emisyonu azaltımına gitmesi, bu bağlamda; gelişmiş ülkelerin daha fazla azaltım taahhüdü yapması ve gelişmekte olan ülkelerin mevcut kapasiteleri oranında azaltıma gitmesi beklentisi anlaşmanın temel hedefleri arasındadır. Mevcut olan tüm emisyonların %98'inden sorumlu 189 ülkenin, anlaşma çerçevesinde sunduğu ulusal iklim planları, iklim değişikliği ile mücadelede küresel ölçekli bir çaba olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla, alınan küresel önlemler ışığında, enerjinin çevresel sürdürülebilirliği, araştırmacıların ve politika yapımcıların ilgi odağı haline gelmekte, ülkelerin enerji politikalarını şekillendirmesinde önemli rol oynamaktadır.

İlk olarak 2013 Dünya Enerji Konseyi'nde adı geçen ve 2016 Dünya Enerji Konseyi'nde "Üçlü Enerji Açmazı" olarak da nitelendirilen Enerji Trilemması kavramı, son dönemde giderek önem kazanmaktadır. Dünya Enerji Trilemma 2016 (World Energy Trilemma Index 2016) Raporu'nda, "üçlü enerji açmazı"nı yani enerjide sürdürülebilirlik, güvenlik, enerjiye erişim dengesini sağlayabilmek ve 2020 sonrası için belirlenen hedeflere ulaşabilmek adına beş alana odaklanılması gerektiği önemle vurgulanmıştır. Yayınlanan raporda ülkelerin üzerinde durması gereken konular;

- Enerji tedariki
- Enerjiye erişim
- Alım gücü
- Enerji verimliliği
- Dekarbonizasyon

olarak belirtilmiştir.

Bahsedilen bu gelişmelerle birlikte iktisatçılar, Çevresel İktisat kapsamında çevre-ekonomi ilişkisini incelemeye başlamışlardır. Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki, Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi ile açıklanmaktadır. ÇKE, Kuznets (1955) tarafından geliştirilen ve gelir dağılımındaki adaletsizlik ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen Kuznets eğrisinden türetilmiştir. Bu hipoteze göre, ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında ters bir "U" ilişkisi vardır. Daha açık bir ifadeyle, ÇKE hipotezi, gelir düzeyi arttıkça çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak sera gazları emisyon düzeyinin de arttığını, fakat gelir düzeyinin belli bir eşik değere ulaşmasının ardından, emisyon düzeyinin azalmaya başladığını ifade etmektedir (Apergis ve Payne, 2010:650).

ÇKE hipotezine göre; ekonomik büyümenin ilk aşamalarında, sanayileşmekte olan ülkeler çevresel bozulmayı artıran kirli teknolojilere yer vermekte ve bunun çevreye verdiği zararı önemsememektedir. Ancak zamanla zenginleşen ülkeler, araştırma-geliştirme faaliyetlerine daha çok finansman sağlayabileceği için, ekonomik büyümenin yanında teknolojik gelişmelere de ayak uydurabilecek ve üretimde daha

temiz teknolojilere yer verecektir. Dolayısıyla, teknolojik gelişmelerle birlikte elde edilen yeni üretim teknikleri çevre kirliliğini azaltmaya ve yaşam kalitesini artırmaya başlayacaktır (Dinda, 2004: 435-436). Diğer bir ifadeyle, ekonomik büyüme arttıkça zamanla sanayi sektörü yerini hizmetler ve bilgi sektörüne bırakmakta ve bu geçiş ile birlikte çevresel problemlerde azalmalar meydana gelmektedir (Grosman ve Krueger: 1991:7).

Bu bilgiler ışığında, sera gazlarının ortaya çıkmasına sebep olan fosil yakıtlar, çevre kirliliğine yol açan üretim tekniklerinin kullanımına neden olmakta ve bu durum ekonomide sürdürülebilir büyüme-enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ön plana çıkarmaktadır. Özellikle enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin, iktisatçıların son dönemlerde önemle üzerinde durduğu bir konu haline geldiği görülmektedir. Ekonomik karar birimleri, 1990’lardan itibaren küresel ısınmanın ve dolayısıyla sera gazı emisyonunun dünya ekonomisi üzerindeki negatif etkilerini değerlendirmeye yönelik adımlar atmaktadırlar.

2013 yılında Dünya Enerji Konseyi’nde ilk kez kullanılan “Enerji Trilemması” (ya da “üçlü enerji açmazı”) kavramı, bu araştırmada detaylı bir şekilde incelenerek, kavramın önemli bir alt unsuru olan çevresel sürdürülebilirlik, yükselen ve gelişmiş ülke grupları açısından değerlendirilecektir. Bu çalışmanın temel amacı, Dünya Enerji Konseyi’nde, ülkelerin enerji konusundaki performansını değerlendirmek amacıyla ortaya atılan “Enerji Trilemması” nı tüm boyutlarıyla incelemek ve en önemli kriterlerinden biri olan çevresel sürdürülebilirlik kavramını, ÇKE hipotezi sınaması yardımı ile gelişmiş ve yükselen ekonomilerde değerlendirmektir. Her iki ülke grubunu değerlendirirken dinamik panel veri ve güncel ekonometrik yöntemlerden yararlanılarak, farklı ülke gruplarının, enerjide çevresel sürdürülebilirliği ne kadar sağlayabildiği sorusuna cevap bulunacaktır. Analizlerden elde edilecek sonuçlara göre, iki farklı ülke grubunda, ekonomik büyümenin artmasıyla birlikte çevre kirliliğinin azalma eğilimine girip girmediği hususunda bir sonuca varılacaktır. İki ülke grubu arasında, elde edilen bulgular ışığında bir karşılaştırma yapılacak; enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlamaya yönelik politika önerileri sunulacak ve ekonomi-enerji-çevre ilişkisinin tikanıklıkları giderilmeye çalışılacaktır.

İkinci bölümde; enerji-ekonomik büyüme ilişkisi, ekonomi-çevre ilişkisi, çevresel sürdürülebilirlik ve Çevresel Kuznets Eğrileri hipotezi üzerine daha önce yapılmış olan çalışmalara yer verilecek ve konuyla ilgili geniş bir literatür taraması sunulacaktır.

Üçüncü bölümde enerji kavramı ve kaynakları detaylı bir şekilde incelenecek, birincil ve ikincil enerji türleri hakkında bilgi verilecektir.

Dördüncü bölümde ise ekonomi, enerji ve çevre ilişkisi üzerinde durulacak, çevresel sorunların nedenleri ve çeşitleri incelenecektir. Bunun yanı sıra, çevre kirliliğine karşı alınan küresel önlemler kronolojik sıra ile ele alınarak geniş bir biçimde irdelenecektir.

Beşinci bölümde, literatürde ilk kez tartışılacak olan Enerji Trilemması kavramı ve bu kavramı oluşturan başlıca üç kriter üzerinde durulacaktır. Bununla birlikte gelişmiş ve yükselen ekonomilerin enerji trilemması incelenecek ve Çevresel Kuznets Eğrileri hipotezi teorik olarak ele alınacaktır.

Altıncı bölümde, güncel ekonometrik yöntemlerin kullanıldığı ampirik analize ve bulgulara yer verilecektir. Bu bağlamda, gelişmiş ekonomiler ve yükselen ekonomiler için ayrı ayrı ekonometrik analizler yapılacak ve bulgular tartışılacaktır.

Yedinci bölümde ise ulaşılan ampirik sonuçlar değerlendirilecek ve ülke grupları için enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlamaya yönelik politika önerilerinde bulunulacaktır.



2. KONUyla İLGİLİ ÖNCEKİ ARAŞTIRMALAR

Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen ilk çalışma olarak kabul edilen, Grossman ve Krueger'a (1991) ait olan çalışmada, 42 NAFTA ülkesinde ekonomik büyüme ile çevre kalitesi arasındaki ilişki yatay kesit analizi ile incelenmiştir. Bu çalışmada yapılan analizler sonucunda, çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasında ters "U" şeklinde bir ilişki olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Selden ve Song (1994), ÇKE hipotezini test ettikleri çalışmalarında, kükürt dioksit, azot oksitleri ve karbon monoksit gibi hava kirliliği göstergeleri ile kişi başı gelir değişkenlerini kullanmışlardır. Söz konusu çalışmada, 2 düşük gelirli, 6 orta gelirli ve 22 yüksek gelirli olmak üzere 30 ülke gelire göre sınıflandırılmış ve panel veri yönteminden yararlanılmıştır. 30 ülkenin ÇKE hipotezine uygunluğu 1973-1975, 1979-1981 ve 1982-1984 olmak üzere 3 dönem için test edilmiştir. Kullanılan tüm kirlilik göstergeleri ile kişi başına gelir düzeyi değişkeni arasında ters "U" ilişkisi saptanmıştır.

Grossman ve Krueger (1995), 1991 yılında yaptıkları çalışmalarını genişletmiş, su kalitesi ile gelir düzeyi arasındaki ilişkiyi analiz ederek literatüre katkıda bulunmuşlardır. Kirlilik göstergesi olarak 14 farklı değişkenin kullanıldığı çalışmada 5 değişken için ters "U", 6 değişken için "N" şeklinde ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Moomaw ve Unruh (1997) yaptıkları çalışmada, 1950-1973 ve 1974-1992 olmak üzere iki dönem için 16 Avrupa ülkesini ÇKE hipotezi kapsamında incelemişlerdir. CO₂ emisyonunun kirlilik göstergesi olarak kullanıldığı çalışmada ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonu arasında kübik bir ilişki ("N" şeklinde) tespit edilmiştir.

Panayotou (1997) çalışmasında, 1982-1994 dönemi verileri ile gelişmiş ve gelişmekte olan 30 ülkede ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını test etmiştir. Kirlilik göstergesi olarak karbondioksit emisyonunun kullanıldığı çalışmada, yapılan analiz sonucunda ÇKE hipotezini destekler nitelikte, ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonu arasında ters "U" ilişkisi olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Agras ve Chapman (1999) çalışmalarında, 1971- 1989 dönemi için gelişmekte olan ve sanayileşmiş 34 ülkeyi ÇKE hipotezi kapsamında incelemişlerdir. Panel veri yönteminin kullanıldığı çalışmada ÇKE ilişkisine ait bir bulguya rastlanmamıştır.

Karakaya ve Özçağ (2001) yaptıkları araştırmada, iklim değişikliğini ve bunun yol açtığı çevresel problemleri önlemek amacıyla iktisadi araçların nasıl kullanılması gerektiğini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, artan CO₂ emisyonlarına en etkili çözümün; tüm CO₂ emisyonlarına uygulanan bir karbon vergisi ve ticari emisyon izinlerinin tahsis olmaları üzere iki ekonomik araç türü olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Magnani (2001) çalışmasında, Çevresel Kuznets Eğrileri hipotezini, 1970-1990 döneminde alt-orta-üst gelirli ülke grupları için ayrı ayrı analiz etmiştir. Ekonomik büyümenin zamanla çevre kirliliğini azalttığı bulgusunu elde etmiş ve ÇKE hipotezini destekler nitelikte sonuçlara ulaşmıştır.

Hamilton ve Turton (2002) çalışmalarında, 1982-1997 dönemi için OECD ülkelerinde ekonomik büyüme, sera gazı ve enerji yoğunluğu ilişkisini incelemişlerdir. Analiz neticesinde, sera gazı emisyonlarını azaltma fırsatlarının Almanya, İngiltere ve Japonya'da daha sınırlı olduğu, ABD, Kanada, Hollanda ve Avustralya'da daha fazla fırsat olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Dijkgraaf ve Vollebergh (2005) çalışmalarında, 1960-1997 yıllık verilerini kullanarak OECD ülkelerinde karbondioksit emisyonu ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Panel veri yönteminin kullanıldığı çalışmada ÇKE hipotezine uygun bulgular elde edilmiştir.

Ang (2007) çalışmasında çevreyi kirletici emisyonlar ile enerji tüketimi ve çıktı arasındaki dinamik nedensel ilişkiyi Fransa’da 1960-2000 dönemi için incelemişlerdir. Çalışmada elde edilen bulgular, bu değişkenler arasında 1960-2000 dönemi için kuvvetli ve uzun vadeli bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Ayrıca uzun dönemde ÇKE ilişkisi destekler nitelikte bulgular elde edilmiştir.

Atıcı ve Kurt (2007) çalışmalarında, Türkiye’de 1968-2000 dönemi için karbondioksit emisyonu ekonomik büyüme ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi ÇKE hipotezi kapsamında incelemişlerdir. Yapılan çalışmada, ekonometrik yöntem olarak zaman serisi analizi ve en küçük kareler yönteminden yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, seçilen dönemde Türkiye’de ÇKE hipotezinin varlığını desteklemektedir.

Başar ve Temurlenk (2007) çalışmalarında, 1950-2000 döneminde ÇKE hipotezinin geçerliliğini Türkiye için test etmişlerdir. Ampirik analizde, ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerli olduğuna dair hiçbir bulguya rastlanmamış; gelir düzeyi ile kişi başına karbondioksit emisyonu arasında ters “N” biçiminde bir ilişki bulunmuştur.

Çukurçayır ve Sağır (2008) çalışmalarında, fosil kaynakların yerine kullanılabilir yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışmada, mevcut durum değerlendirilmiş ve fosil yakıtların kullanımının azaltılması gerektiği, insanların eski alışkanlıklarından vazgeçmesi gerektiği ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine yönelik ar-ge faaliyetlerine hükümetlerin destek olması gerektiği şeklinde politika önerileri sunulmuştur.

Akbostancı vd. (2009) çalışmalarında, 1968-2003 dönemi verileri ile Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını iki aşamada analiz etmişlerdir. İlk olarak, CO₂ emisyonu ile kişi başına gelir arasındaki ilişki, zaman serileri yöntemi ile analiz edilmiştir. İkinci aşama olarak gelir ile SO₂ ve 10 mikrondan küçük patikülleri gösteren PM₁₀ emisyonları arasındaki ilişki Türkiye’nin 58 ili bazında, 1992-2001 dönemi için panel veri yöntemi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, CO₂ emisyonu ile kişi başına gelir arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen diğer bir bulgu; SO₂ ve PM₁₀ emisyonları ile gelir arasında “N” şeklinde bir ilişki mevcut olduğudur.

Halıcıoğlu (2009) çalışmasında, 1960-2005 dönemi verileri ile Türkiye’de CO₂ emisyonu, enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi ve nedensellik analizleri yardımıyla test etmiştir. Analizlerde, bu değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu bulgusu elde edilmiştir. Ampirik sonuçlar, gelirin Türkiye’de enerji tüketimini ve dış ticareti izleyen karbon emisyonlarını açıklamada en önemli değişken olduğunu göstermektedir.

Apergis ve Payne (2010) çalışmalarında, Bağımsız Devletler Topluluğu’ndaki 11 ülkede 1992-2004 dönemi verilerini kullanarak karbondioksit emisyonu ile enerji tüketimi ve reel çıktı arasındaki nedensel ilişkiyi incelemişlerdir. Ampirik sonuçlar, Uzun dönemde enerji tüketiminin, CO₂ emisyonunu pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilediği göstermiştir. Ayrıca çalışmanın sonucunda, reel çıktının ÇKE hipotezinin öngördüğü şekilde ters “U” şeklini izlediği tespit edilmiştir. Ek olarak, uzun dönemde enerji tüketimi ile CO₂ emisyonu arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Fodha ve Zaghdoud (2010) çalışmalarında, Tunus’da 1961-2004 dönemi için ÇKE yaklaşımının geçerlili olup olmadığını test etmişlerdir. Yapılan çalışmada çevresel göstergeler olarak, karbondioksit ve kükürt dioksit emisyonları kullanılmıştır. Çevresel göstergelerin kişi başına değerleri ile kişi başına gelir değişkenleri arasında uzun

dönemli ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca kükürt dioksit emisyonları ile ekonomik büyüme değişkenleri arasında ters “U” ilişkisine rastlanmıştır.

He ve Richard (2010) çalışmalarında, Kanada’da 1948-2004 dönemi verilerini kullanarak ÇKE hipotezini kübik ilişki bağlamında test etmişlerdir. Yapılan analiz sonuçları, Kanada’da, seçilen dönemde ÇKE hipotezine ilişkin bir bulguya rastlanmadığını ortaya koymaktadır.

Öztürk ve Acaravcı (2010) çalışmalarında, Türkiye’de 1968-2005 dönemi verileri ile ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve istihdam oranı arasındaki ilişkileri ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testi yöntemi ile analiz etmişlerdir. Analizler sonucunda, kişi başına düşen karbon emisyonlarının gelir esnekliği, 0.606, kişi başına düşen enerji tüketiminin gelir esnekliği 1.375 olarak tahmin edilmiştir. Türkiye’de 1968–2005 dönemine ilişkin ampirik sonuçlar, değişkenlerde %5 anlamlılık düzeyinde uzun dönemli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ancak ÇKE hipotezini destekler nitelikte bulgular elde edilememiştir.

Arı ve Zeren (2011) çalışmalarında, ÇKE hipotezini, Akdeniz ülkeleri için 2000-2005 dönemi verilerini kullanarak test etmişlerdir. Statik panel veri yönteminin kullanıldığı çalışmada, karbondioksit düzeyi ile kişi başı gelir arasında “N” şeklinde (kübik) bir ilişki tespit edilmiştir.

Jaunky (2011) yaptığı çalışmada, 1980-2005 dönemi için, yüksek gelirli 36 ülkede ÇKE hipotezini panel veri analizi yöntemi ile incelemiştir. Bulgularda, Yunanistan, İngiltere, Portekiz, Umman ve Malta ülkelerinde ÇKE hipotezinin desteklendiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, seçilmiş 36 ülke için panel sonucunda, ekonomik büyümedeki %1’lik artışın çevre kirliliğini uzun dönemde %0,22 arttırdığı bulgusu elde edilmiştir.

Adom vd. (2012) yapmış oldukları çalışmada, Afrika ülkeleri; Gana, Senegal ve Fas için karbondioksit salınımı, ekonomik büyüme, sanayi yapısı ve teknik verimlilik arasındaki nedensellik ilişkisini kısa ve uzun dönem için incelemiştir. Analiz sonucunda, Fas’ta uzun dönem ilişkisinin tek yönlü olduğu, Gana ve Senegal’de ise çift yönlü olduğu bulgusu elde edilmiştir. Ek olarak, Fas ve Gana’da ekonomik büyümenin karbondioksit salınımını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ahmed ve Long (2012) çalışmalarında, Pakistan için yıllık verilerle; çeşitli kontrol değişkenleri kullanarak, 1971-2008 dönemi için Pakistan’da ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını araştırmışlardır. ARDL yönteminin uygulandığı çalışmada, ekonomik büyüme ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişki uzun dönemde ÇKE hipotezini desteklemekte, ancak kısa dönem ilişkisi ÇKE hipotezini desteklememektedir.

Shahbaz vd. (2012) çalışmalarında, 1971-2009 dönemi verileri ile Pakistan’da, karbondioksit emisyonu, kişi başına düşen gelir, enerji tüketimi ve dışa açıklık değişkenleri arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisini incelemiştir. Çalışmada, kısa ve uzun dönemde enerji tüketiminin CO₂ emisyonunu arttırdığı, ticari dışa açıklığın uzun dönemde CO₂ emisyonunu azalttığı ancak bu ilişkinin kısa dönemde istatistiksel olarak anlamsız olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca analiz sonuçlarında Pakistan’da seçilen dönemlerde ÇKE hipotezini destekler nitelikte bulgular elde edilmiştir.

Omay (2013) yaptığı çalışmada, 1980-2009 dönemi için Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını incelemiştir. Yaptığı ampirik çalışmanın sonucunda, ekonomik büyüme ile karbondioksit emisyonları arasında ters “N” şeklinde bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. İncelenen dönemde Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Öztürk ve Acaravci (2013), 1960-2007 döneminde Türkiye’de finansal gelişme, ticaret, ekonomik büyüme ve karbon emisyonları arasındaki nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Ampirik sonuçlarda, ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerli olduğu bulgusunu elde etmişlerdir.

Aytun (2014) çalışmasında, beş farklı gelir gurubuna ayrılmış 83 ülkeyi 1981-2010 dönemi için incelemiştir. ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığı incelenen bu çalışmada, Panel Fully Modified OLS yöntemi kullanılmış ve tahmin sonuçlarında ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte tüm ülkeler bazında, ekonomik büyüme ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkinin “N” şeklinde olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Erataş ve Uysal (2014), BRICT ülkelerini 1992-2010 dönemi kapsamında inceledikleri çalışmalarında, gelir düzeyi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. ÇKE yaklaşımının sınındığı araştırmada, dinamik panel veri yönteminden yararlanılmıştır. Analiz sonuçları, söz konusu ülkelerde seçilen dönemde ÇKE yaklaşımının geçerli olduğunu göstermiştir.

Kapusuzoğlu (2014) çalışmasında, dünya genelinde, OECD ülkelerinde, Avrupa ülkelerinde ve Türkiye’de Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) ve karbondioksit emisyonları arasındaki uzun dönem ve nedensellik ilişkisini incelemiştir. Kapusuzoğlu, 1960-2008 dönemini incelediği çalışmasında, gelecekte karbondioksit emisyonundaki değişim oranlarının, dünya genelinde yaklaşık %4, OECD ülkelerinde %0,5, Avrupa ülkelerinde %9 ve Türkiye’de %8’inin GSYH’deki değişikliklerden kaynaklandığı sonucuna ulaşmıştır.

Mainali vd. (2014) çalışmalarında, gelişmekte olan ülkelerde kırsaldaki hanehalkı için enerjide sürdürülebilirliğin durumunu ve ilerlemesini yeni bir gösterge olan enerji sürdürülebilirlik endeksi kullanarak değerlendirmek adına bir yöntem sunmuşlardır. Yapılan çalışmada, enerji sürdürülebilirlik endeksi 1990-2010 döneminde Çin, Hindistan, Güney Afrika, Sri-Lanka, Bangladeş ve Gana’ya uygulanmıştır. Analiz sonuçları, Güney Afrika’nın kırsal enerji sürdürülebilirlik endeksinin en yüksek olduğunu, bunu sırasıyla Çin, Sri Lanka, Hindistan, Bangladeş ve Gana’nın izlediğini ortaya koymuştur. Gana dışında tüm ülkelerin kırsal enerji sürdürülebilirliğinin, zaman içinde nispeten iyileşme gösterdiği bulgusu elde edilmiştir.

Heidari vd. (2015) çalışmalarında, 5 ASEAN ülkesi (Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland) için 1980-2008 dönemi verileri ile ÇKE hipotezi kapsamında, ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Analizlerinde PSTR (Panel Smooth Transition Regression) yönteminden yararlanmışlardır. Elde edilen bulgular, enerji tüketiminin CO₂ artışına yol açtığını ve seçilmiş ASEAN ülkelerinde ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu göstermiştir.

Işık vd. (2015) çalışmalarında, ülkeleri gelir sınıflandırmasına göre incelemişlerdir. Yapılan çalışmada, düşük gelirli 31, orta gelirli 79, yüksek gelirli 47 ülkede, 1980-2012 döneminde CO₂, N₂O ve CH₄ emisyonları ile kişi başına gelir, enerji tüketimi ve nüfus yoğunluğu değişkenleri arasındaki ilişki sınanmıştır. Analizler sonucunda, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği göstergeleri arasında “N” şeklinde ilişkinin olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Kasman ve Duman (2015) yapmış oldukları çalışmada, Avrupa Birliği üyesi ve AB’ye aday ülkelerde 1992-2010 dönemi için enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme, ticari açıklık ve kentleşme arasındaki nedensel ilişkiyi analiz etmişlerdir. Analize konu olan ülke grubunda çevre kirliliği ve gelir arasında ters “U” ilişkisine rastlanmıştır. Dolayısıyla elde edilen sonucun ÇKE hipotezi ile örtüştüğü vurgulanmıştır.

Liu (2015) çalışmasında, biyoyakıtın, enerji darboğazının üstesinden gelmeye, çevreyi iyileştirmeye ve iş fırsatı yaratmaya yardımcı olacağı üzerine teorik bir tartışma ortaya koymuştur. Biyoyakıtın bir yandan belirtilen problemleri çözeceğini öte yandan, enerji, çevre ve ekonomi alanlarına yeni zorluklar getireceğini belirtmiştir. Yapılan çalışmada, biyoyakıtın geliştirilmesinin sadece teknolojik desteğe değil, aynı zamanda hükümetlerin politika rehberliğine de ihtiyaç duyduğunun altı çizilmiştir. Sonuç olarak, biyoyakıtın uygun bir şekilde tanıtılması gerektiği, biyoyakıt ticaret kuralının müzakere edilmesi ve biyoyakıt sürdürülebilirlik standardının tartışılması hususunda katılımın önem kazandığı şeklinde politika önerileri sunulmuştur.

Narula ve Reddy (2015) çalışmalarında, çeşitli ülkeler için tutarlı sonuçlar sağlayıp sağlamadıklarını incelemek için üç farklı endeksi, yani “Enerji Sürdürülebilirlik Endeksi”, “Uluslararası Enerji Güvenliği Riski Endeksi” ve “Enerji Mimarisi Performans Endeksi” ni karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında, üç endeksin farklı ülke sıralamalarını tutarsız bir şekilde sağladığını ortaya koymuşlardır. Sonuç olarak, bireysel endekslerden ülke sıralaması doğru olsa da bir ülkenin performansının değerlendirilmesine dayanarak, belirli bir çalışmada elde edilen puanlama sisteminin doğru olamayacağı değerlendirmesinde bulunmuşlardır.

Özcan (2015), seçilmiş 4 yükselen piyasa ekonomisinde (Brezilya, Hindistan, Çin ve Türkiye) ÇKE hipotezini test ettiği çalışmasında, 1971-2008 dönemini incelemiştir. Çalışmasında ekonometrik yöntem olarak dinamik panel veri analizinden yararlanmıştır. Analizler sonucunda, uzun dönemde ekonomik büyüme ve enerji tüketiminden, karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu bulgusu elde edilmiştir. Ayrıca analizin panel sonuçları ÇKE hipotezini destekler niteliktedir.

Olabi (2016) çalışmasında, Dubai’de 2014’te düzenlenen SEEP2004 (The International Conference On Sustainable Energy & Environmental Protection) Konferansı’nda sunulan farklı kavramları ve sürdürülebilir enerji ve çevre ile ilgili son gelişmeleri tartışmıştır. Yapılan çalışmada, konferansta Enerji Trilemması kavramına karşı sunulan Enerji Quadrilemma kavramı üzerinde durulmuştur. %100 yenilenebilir enerjiyi desteklediği öne sürülen dört farklı alana (Maliyet, Çevre, Güvenlik ve İş Olanakları) vurgu yapılmıştır.

Özcan ve Gültekin (2016) çalışmalarında, 1960-2013 dönemi için OECD ülkelerinde, kişi başına CO₂ emisyonlarında nispi olarak stokastik yakınsama hipotezinin geçerliliğini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar, iki kırılma durumunda yakınsamanın olduğunu göstermiştir. Yapılan analizlerde, OECD ülkelerinin enerji kullanımı veya çevre koruma politikalarının, örnek ülkelerin kişi başına düşen emisyon değerleri üzerinde uzun dönemli bir etkisi olmadığı bulgusu elde edilmiştir.

Sinha (2016) çalışmasında, 2001-2013 dönemi için Hindistan’ın 139 ilinde kükürt dioksit, azot dioksit, enerji yoğunluğu ve ekonomik büyüme arasındaki üçlü ilişkiyi incelemiştir. Yapılan analizlerde, her iki çevre kirliliği göstergesi için ÇKE hipotezini destekler nitelikte sonuçlara ulaşılmıştır.

Zhao vd. (2016) çalışmalarında, 1971-2014 dönemi verileri ile Hindistan’da karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki kısa ve uzun dönemli analiz etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar, uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisinin var olduğunu ve Çevresel Kuznets Eğrisi’nin toplanmış ve ayrıştırılmış seviyelerde doğrulandığını göstermektedir.

Ergün ve Polat (2017) G7 ülkelerini inceledikleri çalışmalarında, 1980-2010 döneminde ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu ve elektrik tüketimi arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Panel veri yönteminden yararlandıkları analizlerinde,

karbondioksit emisyonu, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu bulgusunu elde etmişlerdir. Yapılan tahminlerde, söz konusu ülkelerde, karbondioksit emisyonu ile ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü, elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



3. ENERJİ KAVRAMI VE KAYNAKLARI

3.1. Enerji Kavramı

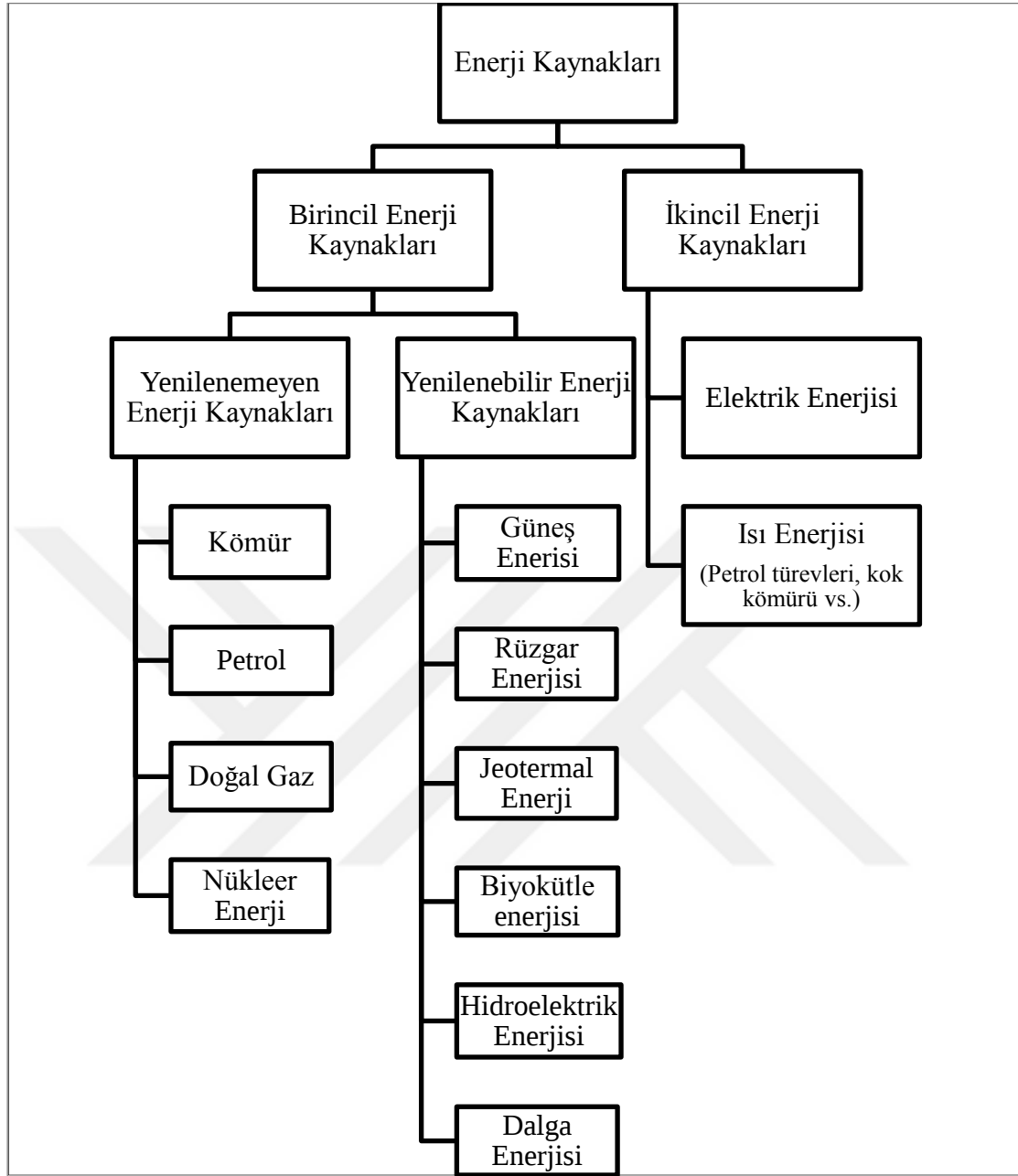
İnsanoğlunun kendi fiziksel aktiviteleri başta olmak üzere, yapacağı her eylemde enerjiye ihtiyacı vardır. Enerji terimi etimolojik olarak yunan kökenli olup “iç” anlamına gelen “en” ve “iş” anlamına gelen “ergon” kelimelerinden türemiştir. Buradan hareketle enerji, içeride meydana gelen bir “iç iş” olarak düşünülebilir. Enerji terimi daha sonraları sosyal bir niteliğe bürünmesi ile birlikte iş üretme becerisi, dinamizm, kuvvet, kudret, etkinlik ile eş anlamlı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Birçok kaynakta farklı tanımları bulunan enerjiyi “iş yapabilme kapasitesi” olarak da tanımlamak mümkündür (Khan, 2006: 1; Karluk, 1997: 230; Brown, 2002: 5). Enerji güç birimi olarak; volt, kilowatt saat, joule, kalori, TEP, BTU gibi teknik birimlerle ifade edilmektedir.

Enerji, insanlık tarihi boyunca en önemli ve vazgeçilmez ihtiyaçlardan birisi olmuştur. Günümüzde kişi başına düşen enerji tüketimi, ülkelerin gelişmişlik düzeyinin bir kriteri olarak kullanılmaktadır. Dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artmaya devam ettiği ve gelişen teknoloji düşünüldüğünde ihtiyaçlar ve isteklerin de artacağı ve bu bağlamda enerjiye olan ihtiyacın da giderek artacağı açıktır. Buna karşın, küreselleşme hareketleri ile birlikte tüm dünya, enerji kaynaklarının tükenme tehlikesi ile karşı karşıya kalmakta ve bu noktada enerjinin sürdürülebilirliği önem kazanmaktadır (Arı, 2007: 24).

İş yapabilme kabiliyeti olarak tanımlanan enerji, ekonominin temel girdilerinden biridir. Enerji, ülkelerin ekonomik ve sosyal gelişiminde, toplumsal refahın sağlanmasında büyük paya sahiptir (Çalışkan, 2009: 299). Sürdürülebilir kalkınma için ucuz, yeterli, kaliteli ve güvenilir enerji kaynaklarına sahip olmak gerekmektedir (Coşkun, 1982: 95).

3.2. Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları, farklı yöntem ve teknikler kullanılarak enerji elde edilen kaynaklardır. Bu kaynaklardan elde edilen enerji, temelde ekonomik olmak üzere farklı ihtiyaç alanlarında kullanılmaktadır. Isı kaynağı olarak, mekanik güç kaynağı olarak, aydınlatma ve ısıtma için veya doğrudan doğruya, sanayide hammadde olarak tüketilmektedir (Doğanay ve Coşkun, 2017: 2). Enerji kaynakları, sanayide, ısınmada ve teknolojik gelişmelerin her aşamasında kullanılan vazgeçilmez bir girdi olma niteliği taşımaktadır.



Şekil 3.1. Enerji Kaynakları (Şekil, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (<http://www.enerji.gov.tr>) verilerinden yararlanılarak tarafımızca düzenlenmiştir.)

Şekil 3.1.'de şematik olarak enerji kaynakları yer almaktadır. Enerji kaynakları dönüştürülebilirliklerine göre birincil ve ikincil enerji kaynağı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. International Energy Agency (IEA) raporlarına göre;

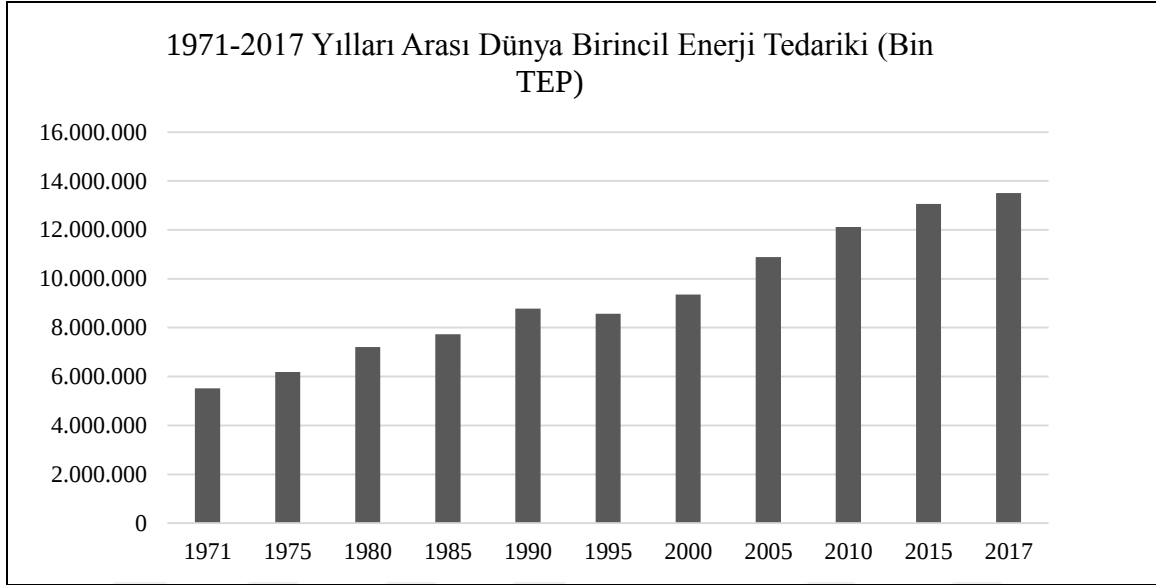
- Birincil enerji kaynakları, doğadan esas nitelikleri değiştirilmeden doğrudan elde edilen kaynakları kapsar.
- İkincil enerji kaynakları ise doğal enerji (birincil enerji) kaynaklarının dönüştürülmesinden elde edilir.

Birincil enerji kaynakları, yenilenemeyen (tükenir) ve yenilenebilir (tükenmez) enerji kaynakları olarak ikili bir sınıflandırmaya tabi tutulmaktadır. İkincil enerji kaynakları ise elektrik ve ısı enerjisi olarak iki ana enerji çeşidinden oluşmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde birincil ve ikincil enerji kaynakları üzerine odaklanılarak bu

kaynakların neler olduğu ve hangi alanlarda kullanıldığđ tüm ayrıntılarıyla incelenmektedir.

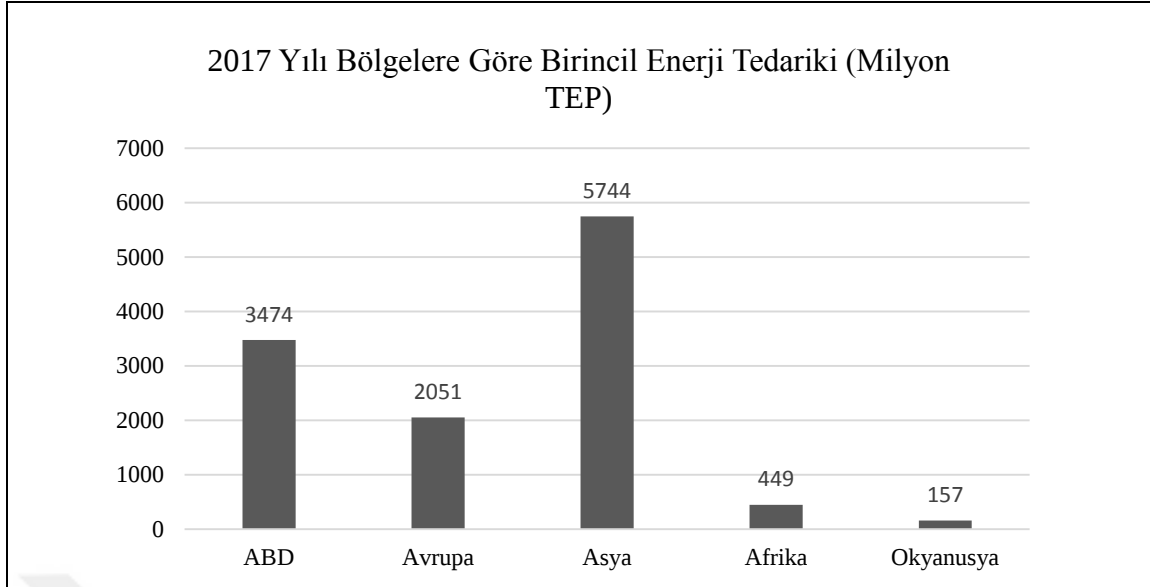
3.2.1. Birincil Enerji Kaynakları

Birincil enerji kaynakları, doğal kaynaklardan enerji sağlayan bileşenlerdir. Overgaard (2008), birincil enerjinin en belirgin özelliğinin, bu enerji türünün kaynağından elde edilmesi, fiziksel ve kimyasal herhangi bir değişime uğramaması olduğunu ifade etmektedir.



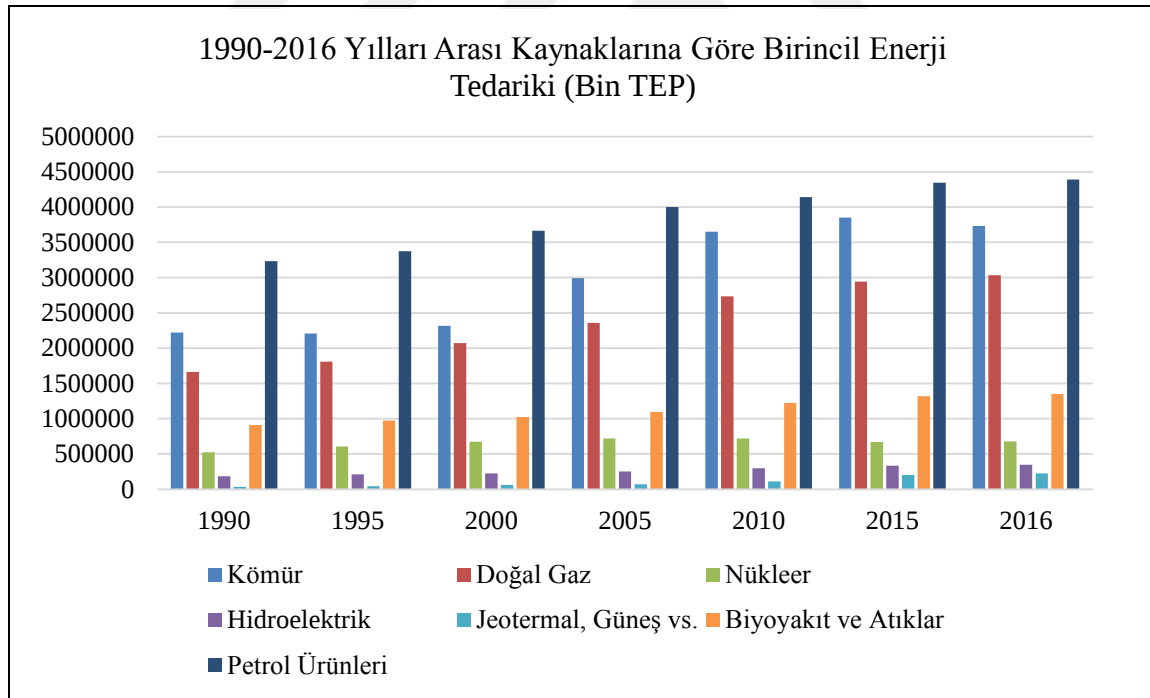
Şekil 3.2. 1971-2017 Yılları Arası Dünya Birincil Enerji Tedariki (IEA, 20.12.2018, www.iea.org; BP, 10.08.2019, www.bp.com)

Şekil 3.2. 'de dünya toplam birincil enerji arzının 1971-2017 yılları arasındaki seyri yer almaktadır. Küreselleşme hareketlerinin ve sanayileşmenin hızlanmasıyla birlikte 1971 yılında 5,5 milyar tep olan birincil enerji arzının, 2017 yılında yaklaşık 14 milyar tep olduğu görülmektedir.



Şekil 3.3. 2017 Yılı Bölgelere Göre Birincil Enerji Tedariki (IEA, 20.12.2018, www.iea.org, BP, 10.08.2019, www.bp.com)

Şekil 3.3.'te bölgelere göre birincil enerji tedarikinin 2017 yılı değerleri yer almaktadır. Buna göre; 2016 yılında ABD'de yaklaşık 3,5 milyar tep, Avrupa'da 2,1 milyar tep ve Asya'da 5,7 milyar tep birincil enerji tedariki gerçekleşmiştir.



Şekil 3.4. 1990-2016 Yılları Arası Kaynaklarına Göre Birincil Enerji Tedariki (Bin TEP) (IEA, 20.12.2018, www.iea.org)

Şekil 3.4.'te 1990-2016 yılları arasında enerji kaynaklarına göre toplam birincil enerji tedariki değerleri yer almaktadır. 5'er yıllık periyotlarla oluşturulan şekilde yer alan her yılda enerji ihtiyacının en çok petrol ürünleri ile karşılandığı görülmektedir. Petrolden sonra en çok kullanılan ikinci enerji kaynağının kömür olduğu, kömürden sonra ise doğal gaz ve biyoyakıtlar olduğu anlaşılmaktadır.

Birincil enerji kaynakları, yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere olarak iki alt başlıkta incelenmektedir (Erdoğan, 2014: 42-43).

3.2.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen enerji kaynakları kömür, doğal gaz, petrol ve nükleer enerji olmakla birlikte nükleer enerji üretmenin ana kaynağı uranyum ve toryumdur. Bu enerji kaynakları dünyada sınırlı olması ve yeniden oluşumunun uzun yıllar alması sebebiyle yenilenemeyen enerji kaynakları olarak adlandırılmaktadır (Arı, 2007: 27). Yenilenemeyen enerji kaynakları, kısa sürede enerji sağlaması, ucuz ve yüksek verimli olması gibi özelliklerinden dolayı avantaj sağlasa da, dezavantajlı olduğu durumlar da söz konusudur. Bu dezavantajlar:

- Sınırlı rezervlere sahip olmak
- İthalata bağımlılık yaratmak
- Fiyat değişkenliği nedeniyle riskleri açığa çıkarmak
- İnsan sağlığını ve çevreyi olumsuz yönde etkilemek

olarak sıralanabilir (Aksöz, 2014: 8).

3.2.1.1.(1). Kömür

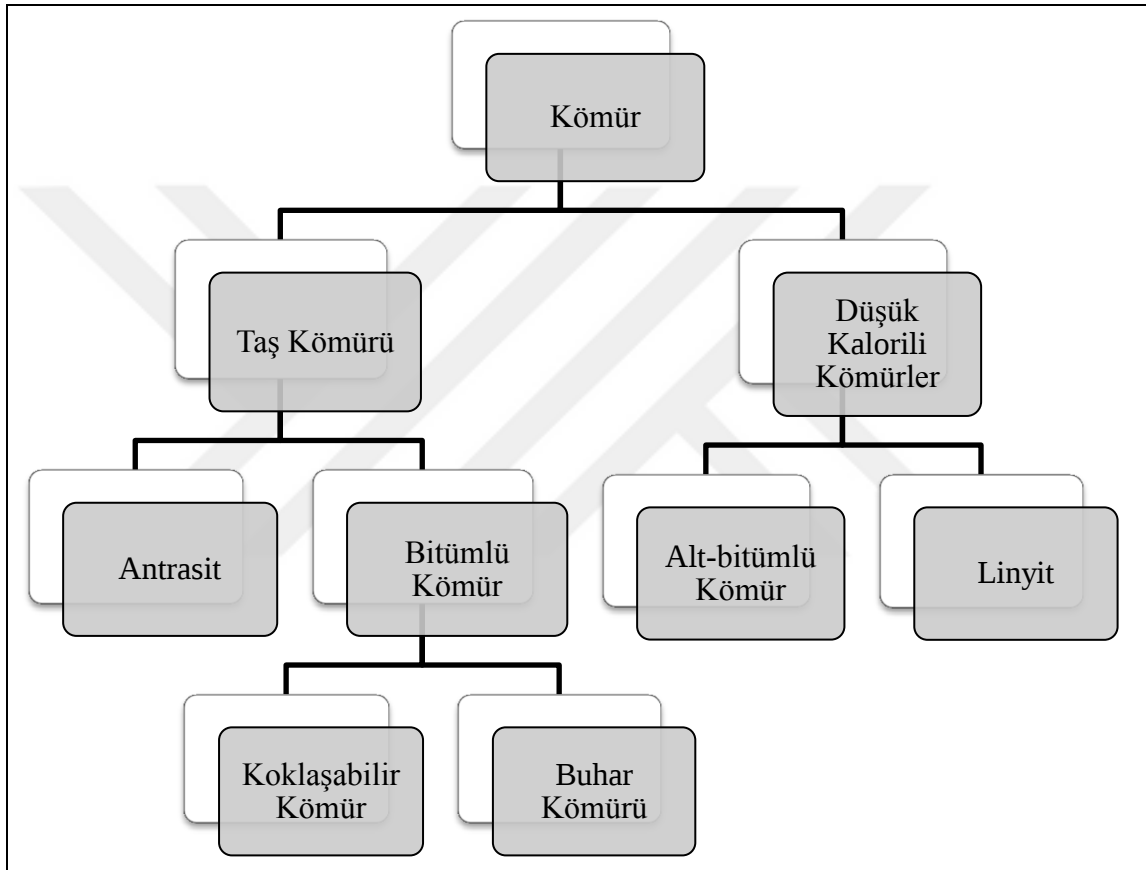
En eski ve yeryüzünde en fazla bulunan fosil yakıt türü olan kömürün jeolojik olarak dünyada 400 milyon yıldan daha fazla süredir var olduğu bilinmektedir (Merritt, 1986: 1). Uygun ortam ve şartlar altında bitkisel kalıntıların gerek kimyasal gerekse fiziksel etkiler sonucunda zamanla değişim göstermesi ile meydana gelmektedir. (Thomas, 2002: 3). En eski yakıt türü olarak kömür ve kömür yataklarının oluşmasını sağlayan faktörler oldukça fazladır. Bu faktörler sadece kimyasal ve biyolojik faktörler olmayıp bunların yanında iklim, konum (deviz seviyesine göre) ve bulunduğu yerel jeolojik ortam da bu yatakların oluşum ve yapısını etkilemektedir (Warwick, 2005: 3). Kömür, içerisinde birbirinden farklı oranlarda organik ve inorganik bileşenler bulundurmaktadır. Yapı, doku, bileşenler ve kökenleri bakımından tamamen birbirinin aynısı olan iki kömür oluşumunun varlığı neredeyse mümkün gözükmemektedir.

Kömür içerdiği organik ve inorganik bileşenler açısından incelendiğinde; karbon, hidrojen, oksijen, kükürt ve nitrojenden meydana gelmektedir. Bu organik bileşenler arasında ise kömür içerisinde en fazla bulunan karbon, az miktarda bulunan ise kükürt ve nitrojendir. Kömürün yapısında bulunan inorganik maddeler incelendiğinde ise farklı oranlarda kül oluşturan bileşenlerden meydana geldiği görülmektedir (Miller, 2005: 1).

Bitkisel kalıntıların kömüre dönüştüğü süreç kömürleşme olarak adlandırılmaktadır. Bu sürecin ortaya çıkardığı maddeler ise; çürüyen bitkiler, turba, linyit, bitümlü kömürler, semi antrasit, antrasit ve meta antrasit olarak sınıflandırılmaktadır (Miller, 2005: 2). Kömürleşme süreci ve oluşan kömür özellikleri arasında sıkı bir ilişki olduğu bilinmektedir. Kömürün, bitkisel kalıntılardan kömüre dönüştüğü süreçte hangi sınıfta yer alacağını belirleyen dışsal ve içinde bulundurduğu organik maddelerin kendi özellikleri tarafından belirlenen içsel özellikler olmak üzere iki tür özelliği bulunmaktadır. Kömürün içsel özellikleri, kömür türünü (petrografik bileşimini) ve rankını (kömürleşme derecesini) meydana getirmektedir (Krevelen, 1993: 2).

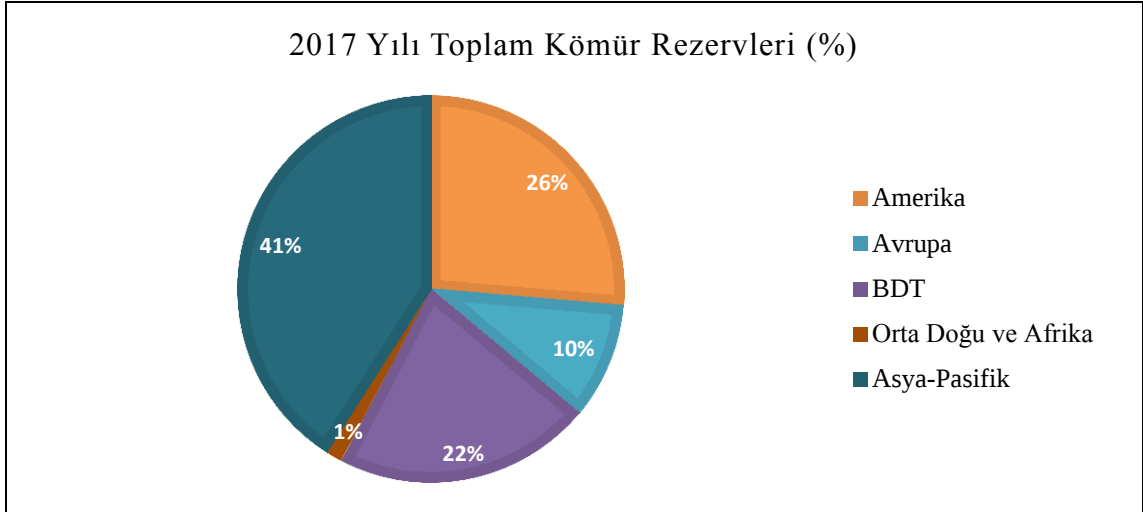
İçerdikleri nem, kül, karbon miktarı, kükürt ve mineral madde açısından kömürler çeşitlilik gösterirler. Kömür çeşitlerinden linyit, ısı değeri düşük, barındırdığı

kül ve nem miktarı fazla olduğu için genellikle termik santrallerde yakıt olarak kullanılmaktadır. Buna rağmen yerkabuğunda bolca bulunduğu için sıklıkla kullanılan bir enerji hammaddesidir. Bileşiminde bol miktarda kükürt bulunmakla beraber %60-70 oranında da karbon bulundurmaktadır. Taşkömürü ise yüksek kalorili kömürler grubundadır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 20.12.2018, www.enerji.gov.tr). Bileşiminde %80-90 oranında karbon bulunmakta ve kok kömürünün elde edilmesinde kullanılmaktadır. Antrasit ise en kıymetli kömür çeşididir. Doğada çok az miktarda bulunmakla birlikte dünya kömür rezervlerinin ancak %1'ini oluşturmaktadır.



Şekil 3.5. Kömür Tipleri (Şekil, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (<http://www.enerji.gov.tr>) verilerinden yararlanılarak tarafımızca düzenlenmiştir.)

Şekil 3.5.'te kömür çeşitleri ayrıntılı olarak verilmektedir. Taş kömürü çeşitlerinden olan antrasit; ısıtma ve sanayi sektöründe, bitümlü kömürlerden koklaşabilir kömür; demir-çelik endüstrisinde, buhar kömürü; elektrik üretimi ve yaygın olarak çimento fabrikalarında kullanılmaktadır. Düşük kalorili kömürler de daha çok elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır (ETKB, 20.12.2018, www.enerji.gov.tr).



Şekil 3.6. 2017 Yılı Toplam Kömür Rezervlerinin Bölgelere Göre Dağılımı (%) (BP, 20.12.2018, www.bp.com)

Şekil 3.6.'da 2017 yılında dünyada bilinen toplam kömür rezervleri oranlarına yer verilmiştir. Toplam kömür rezervlerinin yaklaşık %41'i Asya-Pasifik bölgesinde yer almaktadır. Bu bölgedeki rezervlerin büyük bir kısmı Avustralya, Çin ve Hindistan'da bulunmaktadır. Toplam rezervlerin yaklaşık %26'sı Amerika kıtasında, %22'si ise Bağımsız Devletler Topluluğu'nda yer almaktadır.

Fosil yakıtlar içerisinde kömür çok büyük potansiyele sahip olmakla birlikte dünyada 50'den fazla ülkede üretilmektedir. Rezerv dağılımlarına bakıldığında, fosil yakıtlar içerisinde kömürün payı %68 olarak belirlenmiştir (Vogel, 1999: 17). Petrol rezervlerinin ömrü 45 yıl, doğal gazın 65 yıl, kömürün ise 240 yıl olduğu bilinmekte ve bu da kömürün önemini ortaya koymaktadır.

Tablo 3.1.'de 2017 yılında dünya kömür üretiminde öne çıkan ülkeler yer almaktadır. Tablodan görüldüğü üzere; Çin, 1.747 milyon tep ile dünya kömür üretiminin yaklaşık %46'sını oluşturmaktadır. ABD, 2017 yılında 371 milyon tep kömür üretimiyle ikinci sırada yer almaktadır. Onu 297 milyon tep ile Avustralya ve 294 milyon tep kömür üretimi ile Hindistan izlemektedir. 2017 yılı itibarıyla toplam kömür üretiminin 3769 milyon tep olduğu görülmektedir.

Tablo 3.1. 2017 Yılı İtibarıyla Kömür Üretimi (Milyon TEP) (BP, 20.12.2018, www.bp.com)

Ülkeler	Kömür Üretimi (Milyon TEP)	Pay (%)
Çin	1.747	46.4
ABD	371	9.9
Avustralya	297	7.9
Hindistan	294	7.8
Endonezya	272	7.2
Rusya	206	5.5
Güney Afrika	143	3.8
Polonya	50	1.3
Kazakistan	48	1.3
Almanya	40	1
Türkiye	21	0.6
Diğer Ülkeler	280	7.3
Toplam	3769	100

Tablo 3.2.'de kömür tüketiminde öne çıkan ülkelerin 2017 yılı kömür tüketim değerleri yer almaktadır. Çin, 1.893 milyon tep ile dünya kömür tüketiminin neredeyse yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Hindistan, 2017 yılında 424 milyon tep kömür tüketimiyle ikinci sırada yer alırken, ABD, 332 milyon tep toplam kömür tüketimi ile üçüncü sırada yer almaktadır. Çin ve Hindistan ile birlikte Rusya, Güney Kore, Güney Afrika, Endonezya ve Türkiye toplam kömür tüketimi sıralamasında dikkat çeken ülkelerdir. Tablo 3.2.'den yükselen piyasa ekonomilerinin, fosil enerji kaynaklarından olan kömürü yoğun şekilde kullandıkları anlaşılmaktadır.

Tablo 3.2. 2017 Yılı İtibariyle Kömür Tüketimi (Milyon TEP) (BP, 20.12.2018, www.bp.com)

Ülkeler	Kömür Tüketimi (Milyon TEP)	Pay (%)
Çin	1.893	50.7
Hindistan	424	11.4
ABD	332	8.9
Japonya	121	3.2
Rusya	92	2.5
Güney Kore	86	2.3
Güney Afrika	82	2.2
Almanya	71	1.9
Endonezya	57	1.5
Polonya	49	1.3
Türkiye	45	1.2
Diğer Ülkeler	480	12.9
Toplam	3732	100

3.2.1.1.(2). Petrol

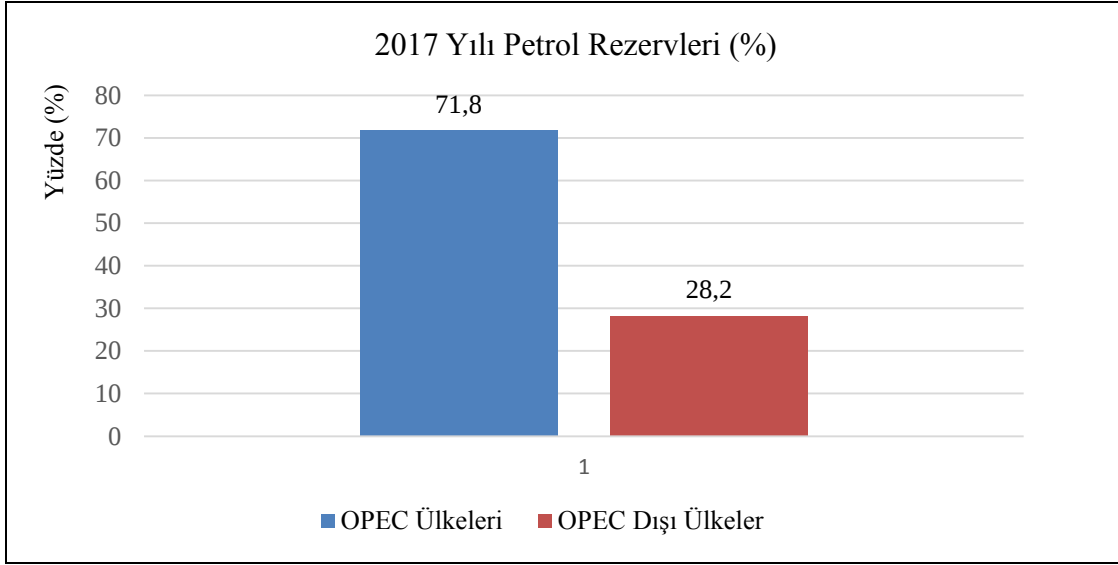
Petrol; taşımacılık, elektrik üretimi, kimya, ilaç ve plastik sanayii gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Oluşumu uzun yıllar süren petrol, yenilenemeyen (fosil) enerji kaynakları içerisinde yer almaktadır. Dünyanın en önemli birincil enerji kaynaklarından biri olan petrol, değişik oranlardaki katı, sıvı ve gaz hidrokarbonların karışımından oluşmaktadır. Petrol kelimesi etimolojik olarak incelendiğinde “rock” ve “oleum” sözcüklerinden türetildiği görülmektedir. Bu sözcükler ise Latince kaya (rock) ve yağ (oleum) anlamlarında gelmektedir. Buradan hareketle petrolü kayada bulunan yağ olarak tanımlamak mümkündür. Yaygın kullanım açısından bakıldığında ise petrol kavramının çeşitli hidrokarbonları (gaz ve likit gibi) belirtmek için kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca rafine edilmiş ürünler ile arasındaki farkı belirtmek için de sıvı halde bulunan petrole ham petrol, gaz durumunda bulunan petrole ise doğalgaz denilmektedir (Giuliano, 1989: 27). Ham petrol, rafinerilerde damıtılma yoluyla günlük hayatta kullanılan pek çok ara madde ve akaryakıt ürünlerine dönüştürülmektedir. Bu bağlamda, ham petrol ve rafine edilmiş ürünleri ayırt etmek/karşılaştırmak önem arz etmektedir. Tablo 3.3'de ham petrol ve rafine edilmiş ürünler yer almaktadır. Ham petrolün kullanım alanı oldukça sınırlıdır ancak petrol işlendikten sonra elde edilen ürünlerin kullanım alanı artmaktadır. İkincil petrol ürünleri; katran, parafin, gaz yağı, fuel oil, mazot, benzin, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), jet yakıtı olarak sıralanabilmektedir.

Tablo 3.3. Birincil ve İkincil Petrolün Karşılaştırılması (OECD, International Energy Agency, Eurostat, 2004: 74).

Birincil Petrol Ürünleri	Ham Petrol	
	Doğal Gaz Sıvıları	
	Diğer Hidrokarbonlar	
İkincil Ürünler Rafineri Girdisi	Katkı Maddeleri / Karıştırma Bileşenleri	
	Rafineri Hammaddeleri	
İkincil Petrol Ürünleri	Rafineri Gazı	Ulaştırma Motorini
	Etan	Isıtma Mazotu ve Diğer Mazotlar
	Sıvılaştırılmış Petrol Gazları	Artık Yakıt: Düşük Sülfür İçerikli
	Nafta	Res. Fuel: Yüksek Sülfür İçerikli
	Uçak Benzini	White Spint + SBP
	Benzin Tipi Jet Yakıtı	Katı Yağlar
	Kurşunsuz Benzin	Bitum
	Kurşunlu Benzin	Parafin
	Gaz Yağı Tipi Jet Yakıtı	Petrol Koku
	Diğer Gaz Yağları	Diğer Ürünler

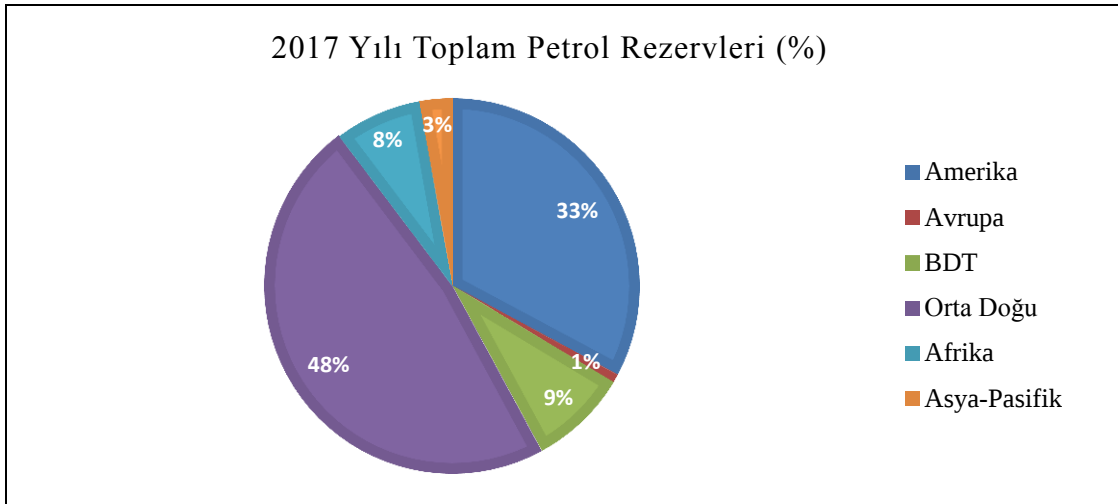
Petrolün rengi koyu sarı, yeşil, haki, kahverengi, koyu kahverengi veya siyah olabilmektedir. Petrolün rengi aynı zamanda kalitesini göstermektedir. Petrolün kalite ölçümünde “gravite” kullanılır. Uluslararası anlaşmalara göre Amerikan Petrol Enstitüsü (API) tarafından çıkarılan gravite tanımı, petrolün kalite ölçümünde genel kabul görmüş bir tanımlamadır. Petrolün gravitesi büyüdükçe yoğunluk azalmakta ve petrolün kalitesi yükselmektedir. Hafif (yüksek graviteli) petrol açık kahverengi, sarı veya yeşil renkli; ağır (düşük graviteli) petrol ise koyu kahverengi veya siyah renkli olmaktadır. Yüksek graviteli petrolün rafinajından jet yakıtı, benzin, gaz yağı ve motorin gibi hafif ürünler elde edilirken, düşük graviteli petrolden asfalt gibi ağır ürünler elde edilmektedir (Türkiye Petrolleri, 21.12.2018, www.tpao.gov.tr).

Birinci Dünya Savaşından sonra petrol giderek önem kazanmıştır. Motorlu taşıt kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte petrole olan ihtiyaç hızla artmıştır. Petrolün tespiti, çıkarılması ve üretilmesi yüksek teknoloji ve yüksek miktarlarda sermaye ile mümkün olabileceğinden zaman içerisinde “Seven Sisters” (British Petroleum, Shell, Texaco American, Gulf, Chevron, Mobil, Exxon) adı verilen şirketler petrol piyasasını ellerine geçirmiştir. Orta Doğu ise, sahip olduğu petrol rezervlerini İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra keşfetmiş ve bu dönemden sonra üretimde ciddi artışlar meydana gelmiştir. Orta Doğu’nun petrol rezervleri uzun bir süre Batılı şirketlerin hakimiyetinde kalmıştır. Bu durum karşısında 1960 yılında Irak, İran, Suudi Arabistan, Venezüella ve Kuveyt ülkeleri tarafından Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (Organisation of Petroleum Exploration Countries- OPEC) kurulmuştur (Koçak, 2012: 11-12).



Şekil 3.7. 2017 Yılı Toplam Petrol Rezervlerinin OPEC Ülkeleri ile OPEC Dışı Ülkeler Arasında Dağılımı (%) (BP, 20.12.2018, www.bp.com)

Şekil 3.7’de OPEC ve OPEC dışı ülkelerin 2017 yılı petrol rezervleri yer almaktadır. 2017 yılı sonu itibariyle dünyadaki toplam petrol rezervlerinin %71,8’i OPEC ülkelerinde bulunmaktadır. OPEC’in ana amacı, “bireysel ve toplu olarak üye ülkelerin çıkarlarının en iyi şekilde korunması için petrol politikalarının birleştirilmesi ve koordine edilmesi” olarak belirlenmiştir (OPEC Statute, 2001: 1). OPEC’in başarılar sağlaması ile birlikte 1961-1975 yılları arasında sırasıyla Katar, Libya, Endonezya, Abudabi, Birleşik Arap Emirlikleri, Cezayir, Nijerya, Ekvador ve Gabon da örgüte katılmıştır. Ancak Ekvator 1992 yılında üyelikten çekilmiştir (Koçak, 2012: 11-12).



Şekil 3.8. 2017 Yılı Toplam Petrol Rezervlerinin Bölgelere Göre Dağılımı (%) (BP, 20.12.2018, www.bp.com).

Şekil 3.8.’de 2017 yılında bilinen toplam petrol rezervlerinin bölgelere göre dağılımı yer almaktadır. Dünya’daki toplam petrol rezervlerinin neredeyse yarısı Orta Doğu’da yer almaktadır. Toplam rezervlerin %33’ü Amerika kıtasında, %8’i Bağımsız Devletler Topluluğu’nda ve %7’si Afrika kıtasında bulunmaktadır. Ayrıca Dünya’da

2017 yılı sonu itibariyle toplam petrol rezervi 1.696,6 milyar varil (239,3 milyar ton) dir (BP, 20.12.2018, www.bp.com).

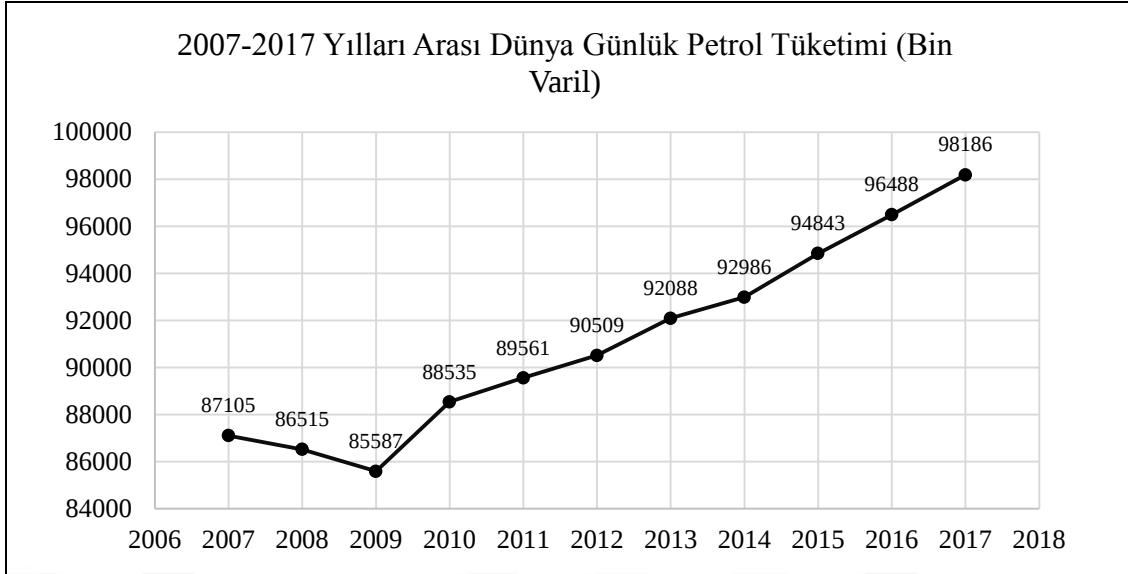
Enerjinin, sürdürülebilir kalkınmanın ve ekonomik büyümenin önemli bir girdisi olduğu düşünüldüğünde; iktisadi kalkınmayı sağlayabilmek için gereken sanayileşme, kişi başına gelir düzeyinin artırılması gibi ekonomik hedeflere ulaşmada petrolün günümüzde yadsınamaz bir rolü olduğu görülmektedir. Tablo 3.4.'de 2017 yılı itibariyle petrol üretiminde öne çıkan ülkelere yer verilmektedir.

Tablo 3.4.'ten de görüldüğü üzere; ABD, Suudi Arabistan ve Rusya dünya petrol üretiminde ilk üç sırada yer almaktadır. 2017 yılında en çok petrol üreten ülkeler incelendiğinde, Orta Doğu ülkelerinin önemli bir rolü olduğu görülmektedir. Bu bağlamda; Suudi Arabistan 562, İran 234, Irak 221, Birleşik Arap Emirlikleri 176 ve Kuveyt 146 milyon ton petrol üretimi ile en çok petrol üreten ilk 10 ülke içerisinde yer almaktadır.

Tablo 3.4. 2017 Yılı İtibariyle Petrol Üretimi (Milyon Ton) (BP, 20.12.2018, www.bp.com)

<i>Ülkeler</i>	<i>Petrol Üretimi (Milyon Ton)</i>	<i>Pay (%)</i>
ABD	571	13
Suudi Arabistan	562	12.8
Rusya	554	12.6
Kanada	236	5.4
İran	234	5.3
Irak	221	5
Çin	191	4.4
Birleşik Arap Emirlikleri	176	4
Kuveyt	146	3.3
Brezilya	143	3.3
Diğer Ülkeler	1353	30.9
Toplam	4387	100

Fosil enerji kaynakları içerisinde en verimli kaynak olan petrolün, diğer enerji kaynaklarına göre çok geniş kullanım alanı vardır. Elektrik üretiminden ısıtma sistemlerine, ulaşım araçlarından kimya, plastik, çelik, cam ve seramik gibi farklı sanayi dallarına kadar birçok alanda hammadde olarak kullanılmaktadır. Sahip olduğu bu özellikler sebebiyle petrol, dünya ekonomileri açısından stratejik bir öneme sahiptir. Önemli bir fosil yakıt olan petrolün tüketimi gün geçtikçe artmaktadır.



Şekil 3.9. 2007-2017 Yılları Arası Dünya Günlük Petrol Tüketimi (Bin Varil) (BP, 20.12.2018, www.bp.com).

Şekil 3.9.'da son 11 yılda dünya günlük petrol tüketiminin seyrine yer verilmektedir. 2007 yılında yaklaşık 87 milyon varil olan günlük petrol tüketiminin, 2017 yılında 98 milyon varil olduğu görülmektedir. Artan sanayileşme, teknolojik yenilikler, ülkelerin refah seviyesi yükseldikçe kullanılan araç sayısının artması gibi birçok faktör petrol tüketimini arttırmaktadır.

Tablo 3.5.'te petrol tüketiminin 2017 yılı değerleri ülke bazında incelenmektedir. 2017 yılında dünya petrol tüketiminin %19,8'i, 913 milyon ton eşdeğer petrol ile ABD'ye; %13,2'si ise 608 milyon tep ile Çin'e aittir. Ülkelerin petrol tüketiminde aldığı paylar incelendiğinde, Hindistan %4,8; Japonya %4,1; Suudi Arabistan %3,7 ve Rusya'nın %3,3 ile dünya petrol tüketiminde ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir. Ülkelerin sıralaması dikkate alındığında, en fazla petrol tüketen ülkeler listesinde yükselen piyasa ekonomilerinin yoğunlukta olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 3.5. 2017 Yılı İtibariyle Petrol Tüketimi (Milyon TEP) (BP, 21.12.2018, www.bp.com)

Ülkeler	Petrol Tüketimi (Milyon TEP)	Pay (%)
ABD	913	19.8
Çin	608	13.2
Hindistan	222	4.8
Japonya	188	4.1
Suudi Arabistan	174	3.7
Rusya	153	3.3
Brezilya	136	2.9
Güney Kore	129	2.8
Almanya	120	2.6
Kanada	109	2.3
Diğer Ülkeler	1870	40.5
Toplam	4622	100

Yenilenemeyen enerji kaynakları içerisinde pek çok üstünlüğü ve avantajları olan petrol yakıldığı zaman birçok kimyasal atık bırakan, her yöndeki kullanımı ile

çevreye büyük zararlar veren bir enerji kaynağıdır. Petrol ürünlerinin yanmasıyla çeşitli şekillerde atmosfere karışan zararlı gazlar ozon tabakasının incelmesini ve dolayısıyla da keskin iklim değişikliklerini beraberinde getirmektedir. Petrolün yanması, kirliliğin en önemli göstergelerinden olan sera gazının içeriğindeki karbondioksitin toplam miktarının %42'sine sebep olmaktadır. Diğer yandan, yanma sırasında çevre kirliliğine sebep olan kükürt oksitler, azot oksitler ve karbon monoksit gazları da açığa çıkmaktadır (Uğurlu, 2006: 130-132).

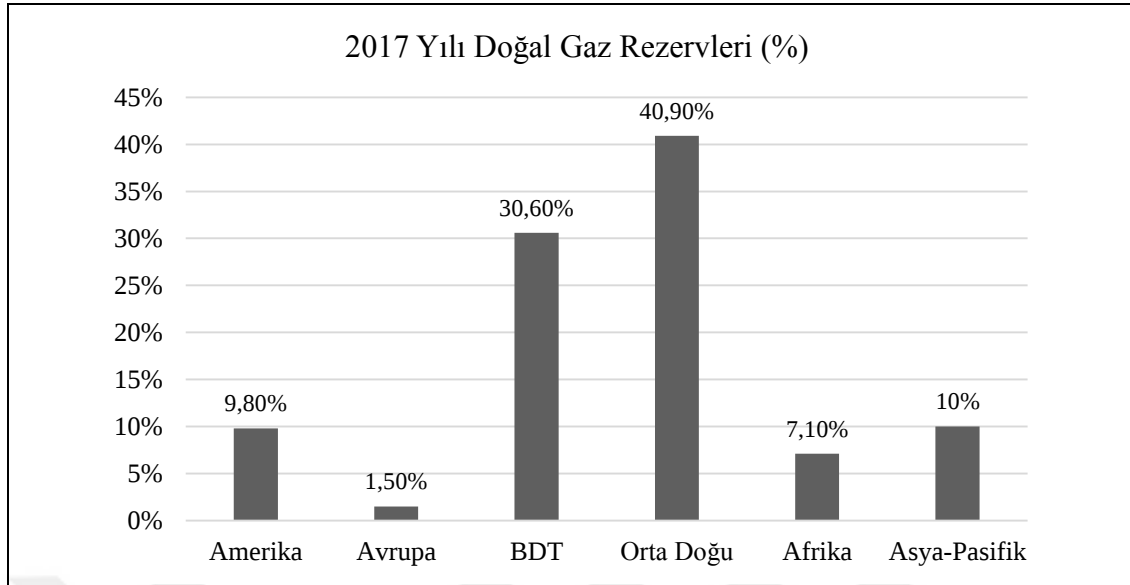
3.2.1.1.(3). Doğal Gaz

Hayvansal ve bitkisel kalınların milyonlarca yıl boyunca çürümesi ile meydana gelen doğal gaz, metan, etan, propan ve bütan gibi çeşitli hidrokarbon gazlarının karışımından meydana gelmektedir. Bu kalıntıların toprak ve çamur tarafından zamanla kaplanması sonucu kayaya dönüşmektedir. Bu dönüşüm ile söz konusu kalıntılar yeni şekillenen kaya tortusu içerisinde hapsolmaktadır. Kaya tortusu içerisinde sıkışan bu kalıntılar daha sonra fiziksel ve kimyasal değişimler geçirerek, kalıntıların doğası ve yerel jeolojik şartlara da bağlı olarak kömür, petrol veya doğal gaz dönüşür (Speight, 2007:3). Metan içeriği fazla olan gazların karışımından meydana gelen doğalgaz, renksiz, kokusuz ve havadan daha hafif bir özelliğe sahiptir (Fredericks, 2007: 18). Kaynağından çıkarıldığı haliyle herhangi bir işleminden geçirilmeden kullanılabilen doğal gaz, boru hatları ile veya sıvılaştırılarak tankerlerle taşınabilmektedir. Ayrıca kullanımı sonucunda oluşan karbondioksit emisyonunun çok düşük olmasından dolayı da en temiz fosil yakıt kaynağı olarak bilinmektedir (Verfondern, 2008: 140). Tablo 3.6'da doğal gazın bileşenleri yer almaktadır. %70-90 düzeylerinde metan gazı içeren doğal gazın, %5-15 düzeylerinde etan gazı içerdiği ve çok düşük seviyelerde karbondioksit gazı içerdiği görülmektedir.

Tablo 3.6. Doğal Gazın Bileşenleri (Tablo tarafımızca düzenlenmiştir.)

<i>Bileşen</i>	<i>Yüzde (%)</i>
Metan (CH ₄)	70-90
Etan (C ₂ H ₆)	5-15
Propan (C ₃ H ₈) ve Bütan (C ₄ H ₁₀)	5'ten düşük
CO ₂ , N ₂ vb.	Çok Düşük Düzeylerde

Yanması bakımından doğal gazın verimi kömürden daha yüksek, fuel oil'e de eşdeğer sayılmaktadır. Fosil enerji kaynakları içerisinde fiyatı nispeten daha ucuzdur. Petrole göre üretilmesi daha kolay olan doğal gaz, rafine işlemine gerek kalmadan kaynağından çıkarıldığı haliyle kullanılabilir. Taşınması boru hatları yardımıyla kolay bir şekilde gerçekleşmektedir. Doğal gaz, petrol ve kömürde olduğu gibi depolanmak zorunda değildir. Bu sebeplerden dolayı maliyet azalmakta ve doğal gaz diğer fosil enerji kaynaklarına göre daha ucuz enerji kaynağı olma özelliğini taşımaktadır (Biçici, 2008: 10).



Şekil 3.10. 2017 Yılı Toplam Doğal Gaz Rezervlerinin Bölgelere Göre Dağılımı (%) (BP, 20.12.2018, www.bp.com).

Şekil 3.10.'da 2017 yılı sonunda bilinen toplam doğal gaz rezervlerinin bölgelere göre dağılımı yer almaktadır. Dünya doğal gaz rezervlerinin büyük bir kısmının Orta Doğu ve Bağımsız Devletler Topluluğu'nda bulunduğu ve bu oranların sırasıyla yaklaşık %41 ve %30 olduğu görülmektedir. Amerika kıtasında toplam doğal gaz rezervlerinin %9,8'i; Asya-Pasifik bölgesinde %10'u ve Afrika kıtasında ise toplam rezervlerin %7'si bulunmaktadır. Veriler incelendiğinde, Avrupa kıtasının doğal gaz rezervleri bakımından fakir bir bölge olduğu dikkat çekmektedir.

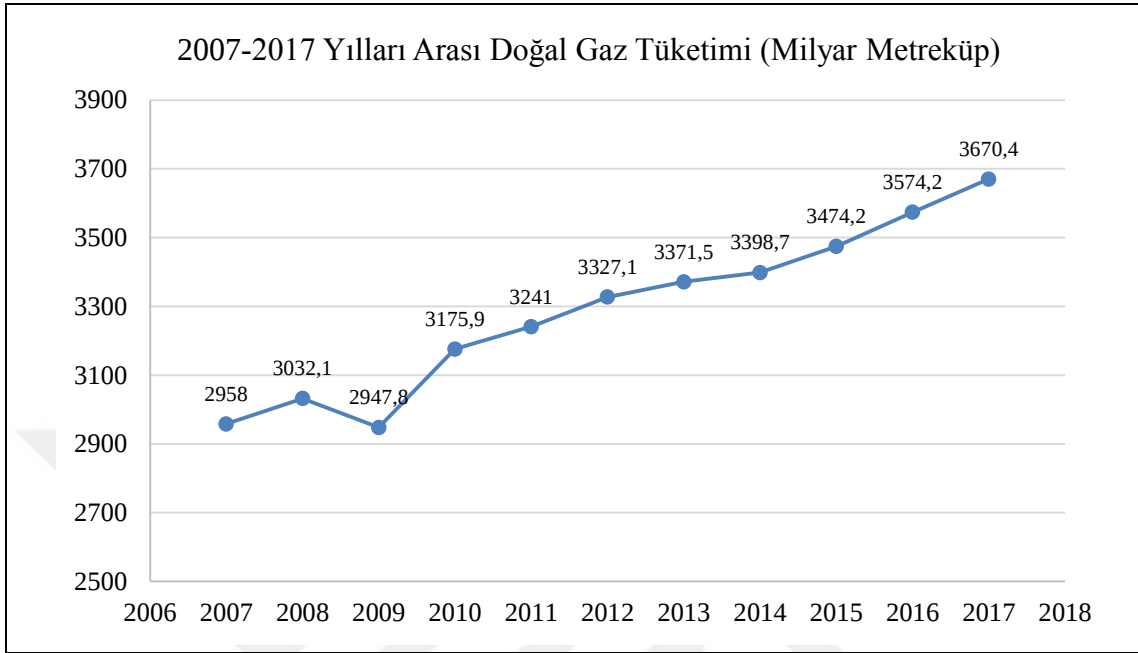
Tablo 3.7.'de 2017 yılında doğal gaz üretiminde öne çıkan ülkeler yer almaktadır. Tabloda yer alan bilgiler ışığında, 2017 yılında toplam doğal gaz üretiminde, ABD ve Rusya'nın sırasıyla %20 ve %17'lik pay ile ilk iki sırada yer aldığı görülmektedir. Rusya'yı, dünya doğal gaz üretiminin %6'sını oluşturan İran izlemektedir. Katar ve Kanada %4,8; Çin %4,1 ve Norveç %3,3'lük pay ile en fazla doğal gaz üretimi yapan 10 ülke arasında yerini almaktadır.

Tablo 3.7. 2017 Yılı İtibariyle Doğal Gaz Üretimi (Milyon TEP) (BP, 21.12.2018, www.bp.com)

Ülkeler	Doğal Gaz Üretimi (Milyon TEP)	Pay (%)
ABD	632	20
Rusya	547	17.3
İran	193	6.1
Kanada	151.6	4.8
Katar	151.1	4.8
Çin	128	4.1
Norveç	106	3.3
Avustralya	98	3.1
Suudi Arabistan	96	3.0
Cezayir	79	2.5
Diğer Ülkeler	983.3	40.5
Toplam	3165	31

Boru hattı taşımacılığının 1920'li yıllarda yoğun bir şekilde uygulanmaya başlamasıyla doğal gaz kullanımı hızla artmıştır. 1970'lerde yaşanan petrol krizinden

sonra doğal gaz önemli bir enerji kaynağı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle artan petrol fiyatları ve petrol bağımlılığının getirdiği problemler doğal gazın alternatif bir enerji kaynağı olması sonucunu doğurmuştur (Uğurlu, 2006: 141).



Şekil 3.11. 2007-2017 Yılları Arası Dünya Doğal Gaz Tüketimi (Metreküp) (BP, 20.12.2018, www.bp.com).

Şekil 3.11.'de 2007-2017 yılları arasında toplam doğal gaz tüketimi değerleri yer almaktadır. 2007 yılında 2.958 milyar metreküp olan toplam doğal gaz tüketiminin 2017 yılı itibariyle 3.670 milyar metreküpe ulaştığı görülmektedir. Genel anlamda, daha pahalı bir enerji kaynağı olan petrole alternatif olarak kullanılan doğal gazın tüketiminin yıllar içerisinde artan bir seyir izlediği görülmektedir. İçerdiği düşük karbon miktarı nedeniyle doğal gaz, yenilenemeyen enerji kaynakları içerisinde en temiz fosil enerji kaynağı olma özelliğine sahiptir.

3.2.1.1.(4). Nükleer Enerji

Maddelerin atom çekirdeklerinin parçalanması sonucu elde edilen nükleer enerjinin ortaya çıkması diğer enerji türlerine kıyasla daha uzun zaman aldığı görülmektedir. Başka bir deyişle, en sık kullanılan fosil yakıtların ortaya çıkması, yanma işleminin kimyasal sonucu iken, nükleer enerjinin elde edilmesi bunlardan farklı olarak kimyasal tepkimelerin sonucudur (Yalkı, 2014: 10). Nükleer enerjinin ortaya çıkmasında iki farklı yol izlenmektedir. Bunlar uranyum ve plütonyum gibi büyük atomların parçalanması ve hidrojen, trityum gibi küçük atomların birleşmesi şeklinde olmaktadır (Topbaş vd., 1998: 289).

Tüm maddeler atomlardan meydana gelmekte, bu atomların her biri ise elektron bulutu ile çevrelenmiş çekirdeklerden oluşmaktadır. Söz konusu bu çekirdekler, protonlar ve nötronlar gibi iki farklı tür tanecikten meydana gelmektedir. Bir örnekle açıklamak gerekirse; içerisinde 92 adet proton ve 143 adet nötron bulunduran Uranyum 235 (U-235) atomunun çekirdeğindeki bu 235 tanecik bir arada tutulmakta ve bu tanecikleri bir arada tutan bağ enerjisinin bir bölümün ortaya çıkması nükleer enerjinin oluşmasını sağlamaktadır (Özemre vd., 2000: 11). Bu çekirdeklerin etkileşimleri

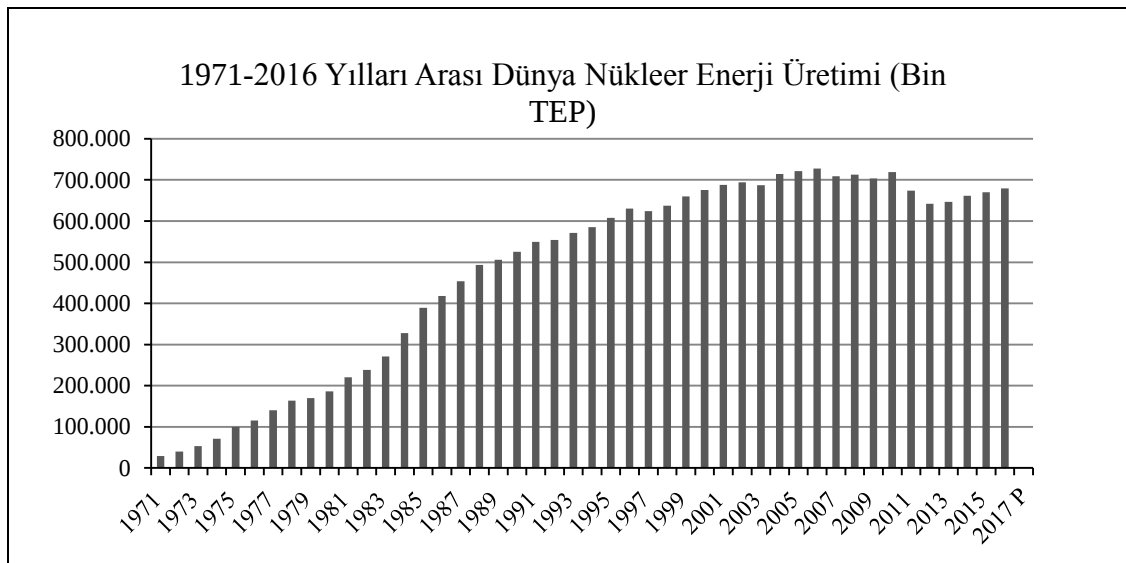
sonucunda yani atomların parçalanma ve birleşmesi sonucunda elementler tamamen değişime uğradıkları için atomların ağırlığı ve elektrik yükleri de değişmektedir (Erden, 1990: 109).

Nükleer santrallerde serbest kalan büyük miktarlardaki enerjiyi atom çekirdekleri meydana getirmektedir. Nükleer füzyon sonucunda, atom çekirdeğinin parçalanması ile birlikte iki izotop oluşmaktadır. Bununla birlikte 2 veya 3 nötron serbest kalmakta ve bu bölünme ile birlikte çok güçlü bir enerji meydana gelmektedir (Storvick ve Suppes 2007: 249-251). Normal bir füzyon olayının başlatılması için tek nötron yeterli olurken, açığa çıkan nötronlarının sayısının birden fazla olması füzyon oranının artmasına neden olmaktadır. Artan bu füzyon oranı denetim altına alınamadığı takdirde kontrol edilemeyecek bir enerji ortaya çıkacağından fazla olan nötronlar nükleer tepkimeler ile absorbe edilmekte ya da yeni bir füzyon olayını başlatmada kullanılmaktadır.

İlk kontrollü reaksiyon Chicago Üniversitesinde 2 Aralık 1942 tarihinde Enrico Fermi tarafından gerçekleştirilmiştir (Everret vd., 2012: 396-397). Nükleer enerjinin açığa çıkarıldığı bu füzyon ya da atomun parçalanma süreci ilk önce askeri faaliyetlerde sonraları bomba yapımında kullanılmıştır. Nükleer enerjinin, 1950'lerden itibaren elektrik üretme amacıyla kullanılmaya başladığı görülmektedir (Yarman, 2009: 59).

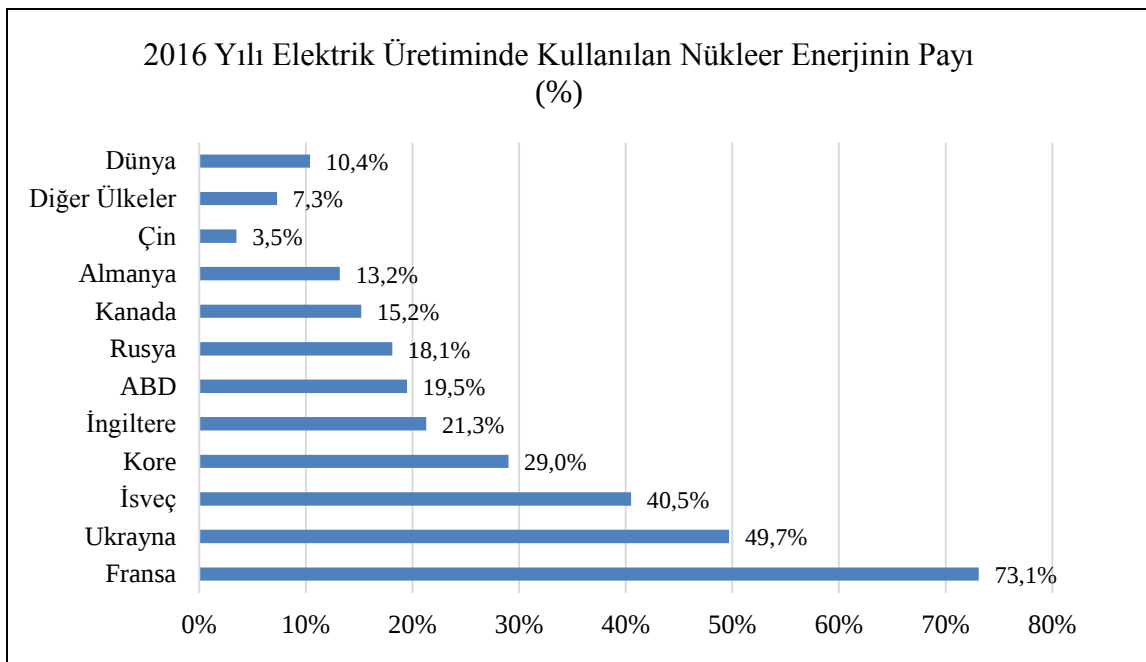
Tıpkı fosil yakıtlar gibi nükleer santrallerde kullanılan yakıtların da bir sonu vardır. Bu nedenle üretim sürecinde nükleer yakıtların içerisinde ortaya çıkan yanmamış plütonyum sıyrılarak (reprocessing) elde tutulmalı ve bu plütonyum bir başka reaktörde yakıt olarak kullanılarak değerlendirilmelidir. Söz konusu bu süreç hızlı üretken reaktör adı verilen reaktörler aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Fakat bu reaktörlerin ileri teknoloji ürünü olması ve kompleks bir yapıya sahip olmasından dolayı kullanımı yaygın olarak gerçekleştirilememektedir (Yarman, 2011: 42-44).

Nükleer enerji üretiminde ortaya çıkan en ciddi problem ise üretim sonucunda oluşan atıkların imha konusudur. Nükleer yakıtların radyoaktif bir yapıya dönüşmelerinden dolayı, radyoaktivitelerinin düşürülmesi gerekmektedir. Bu nedenle radyasyon geçirmez özelliğinden ötürü sudan faydalanılmakta ve uzunca bir süre reaktörlerin yanında bulunan su kuyularında bekletilmektedir (Bodansky, 2004: 85).



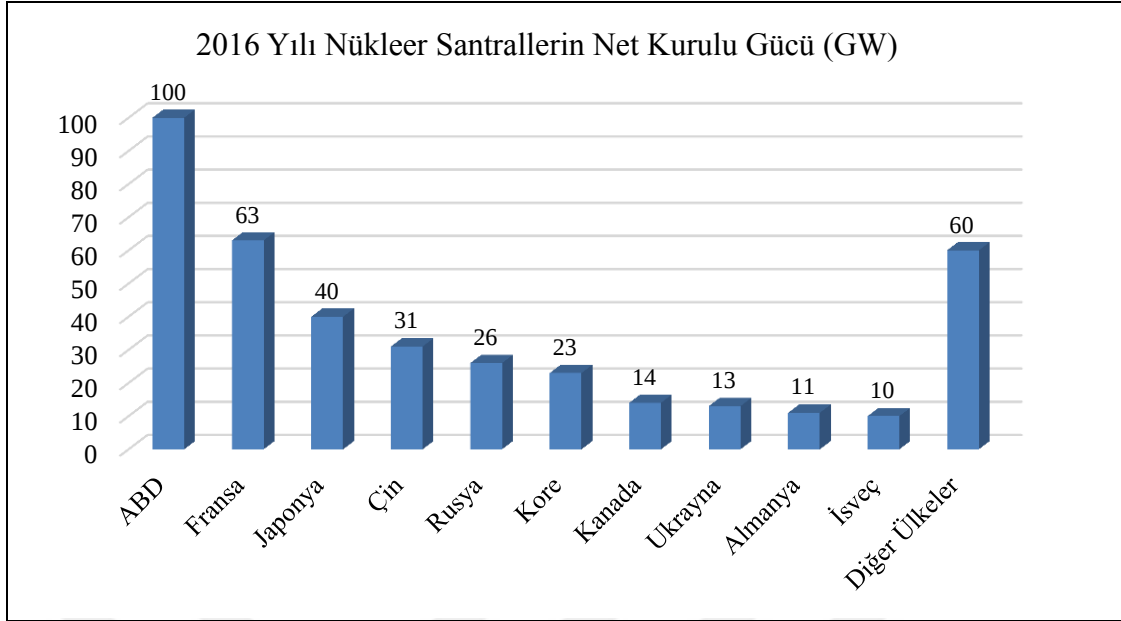
Şekil 3.12. 1971-2016 Yılları Arası Dünya Nükleer Enerji Üretimi (Bin TEP) (IEA, 20.12.2018, www.iea.org)

Şekil 3.12.'de toplam nükleer enerji üretiminin 1971-2016 yılı arasındaki gelişimi yer almaktadır. Dünya genelinde nükleer enerji üretiminin, yaşanan petrol krizinin ardından yaygınlaştığı ve 1980'lerden itibaren hızla arttığı görülmektedir. 1979 yılında ABD'de yaşanan Three Mile Island (TMI) ve 1986 yılında Sovyet Rusya'da (bugün Ukrayna sınırları içinde) yaşanan Çernobil nükleer kazalarının etkisiyle nükleer santrallerin kurulmasında bir yavaşlama görülse de santraller dünya genelinde kurulmaya devam etmektedir (ETKB, 20.12.2018, www.enerji.gov.tr). Asya ülkeleri nükleer santrallerde en yüksek dinamizme sahiptir. Elektrik enerjisi ihtiyacını nükleer enerjiden sağlayan ülkelere bir de Japonya'dır (Yıldırım ve Örnek, 2007: 34). Japonya'da 2011 yılında yaşanan Fukushima nükleer kazasının ardından ülkedeki bütün nükleer tesislerin faaliyeti durdurulmuştur. Bu durumun etkisiyle 2011 yılından itibaren nükleer enerjinin üretiminde yaşanan düşüş Şekil 3.11.'de görülebilmektedir.



Şekil 3.13. 2016 Yılı Elektrik Üretiminde Kullanılan Nükleer Enerjinin Payı (%) (IEA, 20.12.2018, www.iea.org)

Şekil 3.13.'de 2016 yılında ülkelerin yerli elektrik üretiminde kullanılan nükleer enerjinin payı yer almaktadır. Fransa'da, yurt içi elektrik üretiminde kullanılan birincil enerji türlerinden nükleer enerjinin payı %73,1'dir. Bu oran Fransa'da en yüksek iken onu %49,7'lik pay ile Ukrayna, %40,5'lik pay ile İsveç izlemektedir. Kore'de de elektrik üretiminde kullanılan enerji türlerinin %29'unun nükleer enerjiden oluştuğu görülmektedir. Çin'in nükleer enerji kullanımı %3,5 ile sınırlı kalırken, dünyada toplam elektrik üretiminde kullanılan nükleer enerjinin payının %10 olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 3.14. 2016 Yılı Nükleer Santrallerin Net Kurulu Gücü (GW) (IEA, 22.12.2018, www.iea.org)

Şekil 3.14.'te nükleer santrallerinin net kurulu gücünün en yüksek olduğu ilk 10 ülke yer almaktadır. 2016 yılı verilerine göre; nükleer santrallerinin kurulu gücü en yüksek olan ülke yaklaşık 100 gw (gigawatt) ile ABD'dir. Fransa'nın yaklaşık 63 gw; Japonya'nın 40 gw; Çin'in 31 gw; Rusya ve Kore'nin sırasıyla 26 ve 23 gw kurulu güce sahip olduğu görülmektedir. ABD ve Fransa'da yer alan nükleer santrallerin kurulu gücünün, söz konusu 10 ülkenin dışında kalan tüm ülkelerin sahip olduğu kurulu güçlerinden daha yüksek olması dikkat çekmektedir.

3.2.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Kaynakların kıt, bu kaynaklara olan talebin sonsuz olduğu ve bu kaynakların da hızlı bir şekilde tüketildiği günümüzde, yenilemeyen enerji kaynaklarının tekrar oluşması çok uzun yıllar sürmektedir. Bazı doğal kaynakların ömrünün oldukça kısa olması ve tekrar oluşumlarının yüzlerce yılı bulması alternatif yenilenebilir enerji kaynakları arayışını da beraberinde getirmektedir (Güneli vd., 2005: 19).

"Doğanın kendi döngüsü içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynağı" olarak tanımlanabilen 'Yenilenebilir Enerji Kaynakları' (Kum, 2009: 209), doğal seleksiyonda zaman içerisinde kendini yenileme niteliğine sahip olması sebebiyle 'Tükenmeyen Enerji Kaynakları' olarak da anılmaktadır. Söz konusu kaynaklar fosil enerji kaynaklarının aksine, kendi kendini yenilemesi sebebiyle tükenmeyecek olsa da, bu kaynakların kullanımı ile doğanın kendini tekrar yenilemesi için geçen süre arasındaki hız ve dengenin korunması önem arz etmektedir (Maczulak, 2010: 8). Dolayısıyla, güneş ya da rüzgâr gibi doğal süreçlerle elde edilen yenilenebilir enerji; tüketilme hızından daha hızlı bir şekilde tekrar üretilmesi ya da tekrar yerine gelmesi olarak tanımlanabilir (IEA, 2010).

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisinin yeri oldukça önemlidir. Çünkü yenilenebilir enerji kaynaklarının başlangıç noktası ve büyüklüklerinin temeli güneş ışınlarına dayanmaktadır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji çeşitleri; güneş enerjisini doğrudan kullanan, dolaylı olarak kullanan ve güneş

enerjisine bağlı olmayan yenilenebilir enerji kaynakları olarak sınıflandırılmaktadır (Alexander and Boyle, 2004: 11-14).

Güneş enerjisini doğrudan kullanan yenilenebilir enerji kaynakları (Alexander and Boyle, 2004: 11-12): Çeşitli teknolojilerin kullanılmasıyla güneş ışınları, doğrudan enerjiye çevrilebilmektedir. Güneş ışınlarının, güneş kolektörleri tarafından emilmesiyle, güneş enerjisi sıcak su elde etme veya ısıtma amaçlı kullanılabilir. Bunun yanı sıra “pasif güneş sistemleri” özellikli tasarımlar ile sıcak su ve ısıtma ihtiyacının yanında, aydınlatma ihtiyaçlarının karşılanmasında da güneş enerjisinin katkısı artırılabilir.

Güneş enerjisinden, elektrik enerjisi üretmek amacı ile fayda sağlama süreci “termal güneş enerjisi” olarak isimlendirilmektedir. Bu süreçte yüksek sıcaklıkta ısı sağlaması için güneş enerjisi ayna veya mercekler yardımıyla konsantre edilerek elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Binaların cephelerine ya da çatılarına monte edilen fotovoltaiik modüller aracılığı ile güneş ışınları, doğrudan elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir.

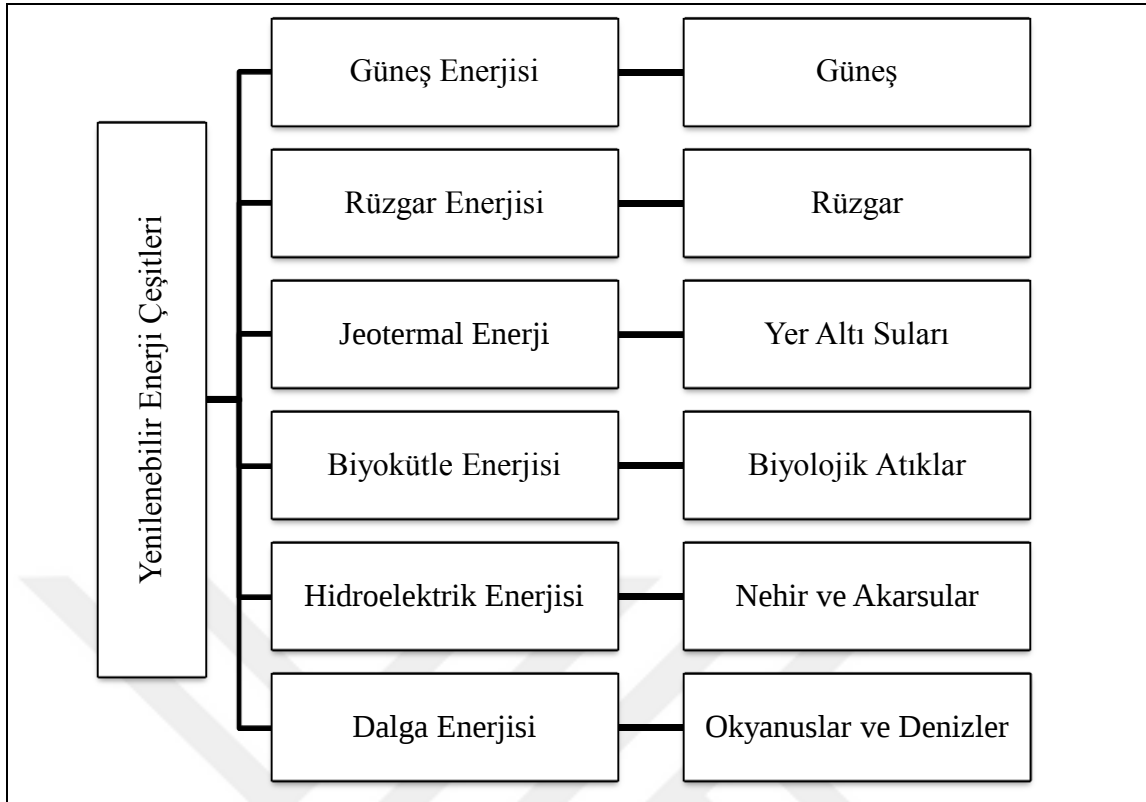
Güneş enerjisini dolaylı kullanan yenilenebilir enerji kaynakları (Alexander and Boyle, 2004: 12-13): Güneş ışınlarının yeryüzüne ulaşan büyük bir kısmı, ısınma sonucunda havaya su buharı katılmasına yol açan büyük su ktlelerince emilmektedir. Okyanus ya da deniz gibi büyük su ktlelerince emilen su buharı yoğunlaşarak yağmur haline gelmekte ve okyanus ya da denizlere nazaran daha küçük su kütlelerini (nehir ya da ırmakları) beslemektedir. Bu durumdan faydalanılarak akış kuvveti uygun nehirlerle ya da ırmaklara türbin veya baraj yapılması sonucunda hidro gç ile enerji üretilebilmektedir. Böylelikle diğer enerji formları yolu ile dolaylı yollardan güneş ışınları enerjiye dönüştürülebilmektedir.

Tropikal bölgelere daha dik açıyla, yüksek enlemlere daha eğik açıyla düşen güneş ışınlarının geliş açısından kaynaklı bu farklılık tropik bölgelerin, kutup bölgelerine nazaran daha fazla ısınmasına sebep olmakta ve bu durum kutuplara doğru büyük bir ısı akışını beraberinde getirmektedir. Rüzgâr türbinleri vasıtasıyla bu akım enerjiye çevrilebilmektedir. Büyük su kütleleri üzerinde esen rüzgarların oluşturduğu dalgalardan da çeşitli cihazlar yardımıyla enerji üretmek mümkündür.

Bitkilerdeki fotosentez sürecinde güneş ışınlarının, daha karmaşık moleküllerin temelini oluşturmak için su ve atmosferik karbondioksiti karbonhidrata dönüştürmesi ve bu şekilde biyoenerjinin oluştması da güneş enerjisini dolaylı kullanımına örnek teşkil etmektedir.

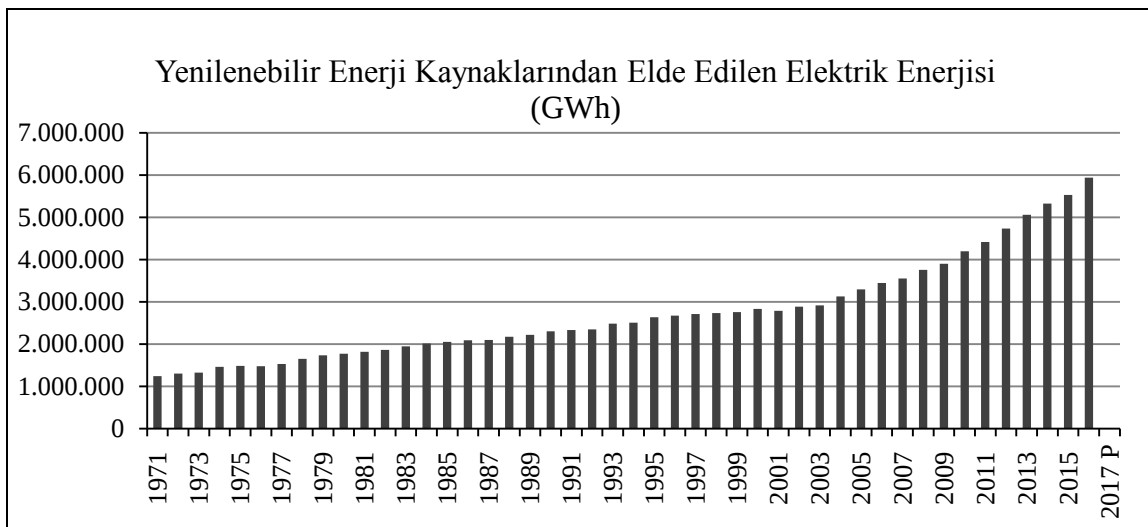
Güneş enerjisine bağlı olmayan yenilenebilir enerji kaynakları (Alexander and Boyle, 2004: 13): Güneş enerjisine bağlı olmayan yenilenebilir enerji kaynakları genellikle dalga enerjisi ile karıştırılmaktadır ancak temel bir farklılık söz konusudur. Güneş enerjisine bağlı olmayan yenilenebilir enerji kaynakları özünde deniz seviyesinde meydana gelen gel-gitlerden enerji elde etmek için su kütlesinde meydana gelen yükselme ve alçalma farkından yararlanmaktadır.

Yeryüzünün bazı yerlerinde sıcak kayaların yzeyeye çok yakın olması, yer altı su kaynaklarının ısınmasına sebep olmakta ve böylelikle elde edilen buhar ya da sıcak su, ısı amaçlı kullanımının yanı sıra elektrik üretimi amacı ile de kullanım alanı bulabilmektedir. Dolayısıyla yeryüzünün kendi ısı kaynağı olan jeotermal enerji de güneş enerjisine bağlı olmayan yenilenebilir enerji türlerindendir.



Şekil 3.15. Yenilenebilir Enerji Çeşitleri ve Enerjinin Kaynağı (Şekil, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (<http://www.enerji.gov.tr>) verilerinden yararlanılarak tarafımızca düzenlenmiştir.)

Şekil 3.15.'te yenilenebilir enerji çeşitleri ve enerjilerin kaynakları yer almaktadır. Güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle, hidroelektrik ve dalga enerjisinin oluşturduğu yenilenebilir enerji çeşitleri; güneş, rüzgâr, yer altı suları, biyolojik atıklar, okyanus ve denizler gibi tükenmeyen ya da hızla kendini yenileyen kaynaklardan elde edilebilmektedir.



Şekil 3.16. 1971-2016 Yılları Arası Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elde Edilen Elektrik Enerjisi (GWh) (IEA, 22.12.2018, www.iea.org)

Şekil 3.16.'da dünyada 1971-2016 yılları arasında yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik enerjisi değęerlerinin seyri yer almaktadır. Tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan ve ciddi çevresel problemler yaratan fosil enerji kaynaklarına alternatif olarak kullanılabilen yenilenebilir enerji kaynaklarının, 2000'li yılların başından itibaren hızlı bir artış eğilimine girdiğı görülmektedir. 1971 yılında dünyada toplam 1.200.000 gwh civarında olan yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretiminin, 2016 yılında yaklaşık 6.000.000 gwh seviyesine ulaştığı anlaşılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları 2016 yılında küresel elektrik üretimine ikinci en büyük katkıyı sağlamak ve kömürden sonra (%39,2) dünya elektrik üretiminin %23,8'ini oluşturmaktadır (IEA, 10.08.2019, www.iea.org).

3.2.1.2.(1). Güneş Enerjisi

Güneşte bulunan hidrojenin helyum gazına dönüşmesi ile füzyon sürecinde açığa çıkan ışıma enerjisine güneş enerjisi denilmekte ve yayılan bu enerjinin iki milyarda biri yeryüzüne ulaşmaktadır. Dünyada bir yılda kullanılan enerjinin yaklaşık 15 bin katına denk olan güneş enerjisi, dünyaya yaklaşık 150 milyon km uzaklıktan gelmektedir. Atmosfer dışındaki güneş enerjisi ışıınım değeri ise yaklaşık 1.370W/m^2 'dir. Dünyanın kendine has geoit şeklinden dolayı, söz konusu güneş enerjisinin yeryüzündeki dağılımı büyük farklılıklar göstermektedir. Dünyaya gelen güneş enerjisi ortalama $0-1.100\text{ W/m}^2$ civarındadır (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2009: 1-2).

Güneş ışıınımlarının %50'si atmosferi geçerek dünya yüzeyine ulaşmakta ve bu ışıınımların yaklaşık %30'u dünya atmosferinden geriye yansıtılmaktadır. Atmosfer ve bulutlar tarafından tutulan güneş ışıınımları ise %20 civarındadır. Yeryüzündeki yaşama ortamı dünyaya ulaşan bu enerjinin, dünyanın ısınıını yükseltmesi ile sağlanmakta ve güneş ışıınımları, değışik faktörler vasıtasıyla diğęer enerji kaynaklarının oluşmasında da etkili olmaktadır (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2009: 1-2).

Dünyadaki termal güneş sistemleri ile ilgili ilk patenti 1891 yılında bir metal üreticisi olan Clarence M. Kemp almıştır. Söz konusu termal güneş sistemleri, suyun ısınması için oldukça basit bir depolama sisteminden ibarettir. 1909 yılında ise William J. Bailey, "optimal sistem" kavramını ortaya atmıştır. Bu kavram güneş ısı kolektörlerinin su depolama silindirlerinden ayrılması anlamına gelmektedir. İkinci dünya savaşına kadar geçen sürede, bazı bölgelerde kendisine yer bulan güneş ısıtma sistemleri daha sonrasında fosil yakıtlarda meydana gelen rekabetten etkilenmiş ve gördüğü ilgiyi kaybetmiştir. Her ne kadar bir takım sistemsel sorunlar yaşansa da 1970'li yıllardaki petrol krizleri ile birlikte güneş ısıtma sistemleri kaybettiğı ilgiye tekrar kavuşmuş ve kullanımı günümüze kadar gelmiştir. Sistemdeki sorunlar, günümüzdeki termal güneş sistemlerinin yapısını karmaşık kılmaktadır. Dolayısıyla geçmişte kullanılan termal güneş sistemlerinin yapısının daha basit olduğunu söylemek mümkündür (Quaschnig, 2010: 116-117).

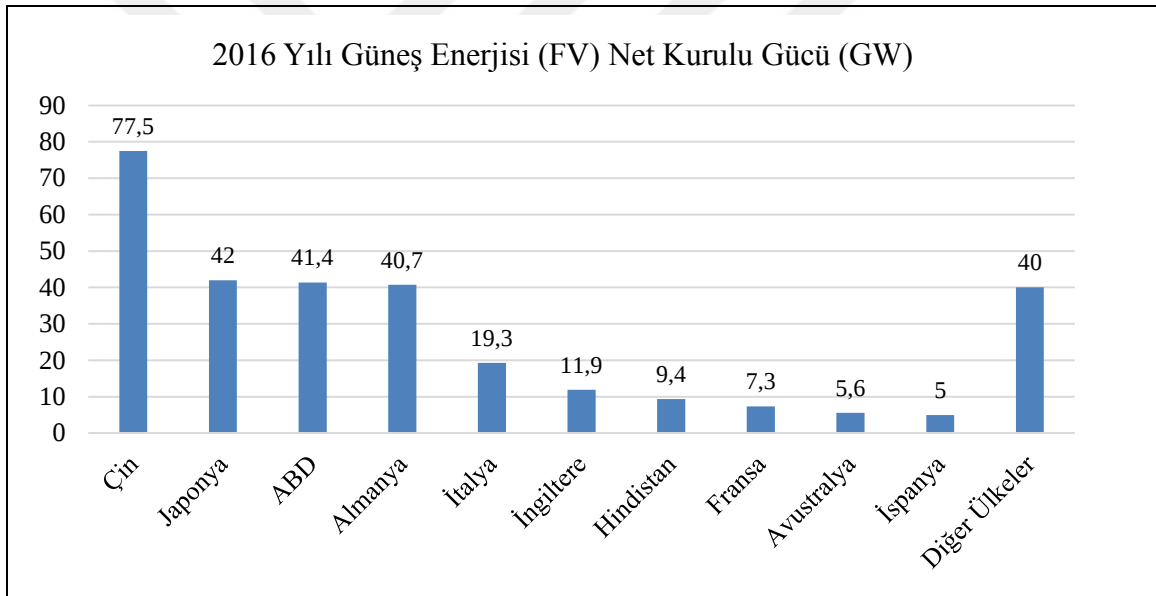
Güneş enerjisinden faydalanmak için kullanılan sistemlerin başında konsantre termal sistemi ve fotovoltaiik güneş enerjisi sistemi gelmektedir (Angelis-Dimakis vd., 2011: 1184).

Konsantre güneş termal sistemleri, güneş ışığını geniş bir alandan mercekler ya da aynalar vasıtası ile çok daha küçük bir alana odaklayarak güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Bunun yanı sıra, bu sistemlerde üretilen ısı, ısı ve buhar sağlamak için birleşik üretim amacıyla da kullanılabilir. Konsantre ışın üretmek için üç ana yöntem bulunmaktadır. Bunlar; güneş çanağı, güneş enerjisi kulesi ve parabolik çanaktır. Bu yöntemlerden her biri yüksek ısı ve verimlilik üretme

potansiyeline sahiptir. Fakat bu yöntemler güneşten ışık alımı ve bu ışığın odaklanması açısından birbirinden ayrılmaktadır. Konsantre güneş termal sistemlerinin kullanımı, belirgin bulut örtüsünün bulunduğu bölgelerde sınırlıdır ve söz konusu sistemler direk yalıtım gerektirmektedir. Günümüzde ise güneş enerjisini verimli bir şekilde dönüştürmeye yardımcı olan yeni nesil yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin modüler teknolojiye, gelişmiş malzemelere ve yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı üretme kapasiteleri vardır (Omer, 2011: 79).

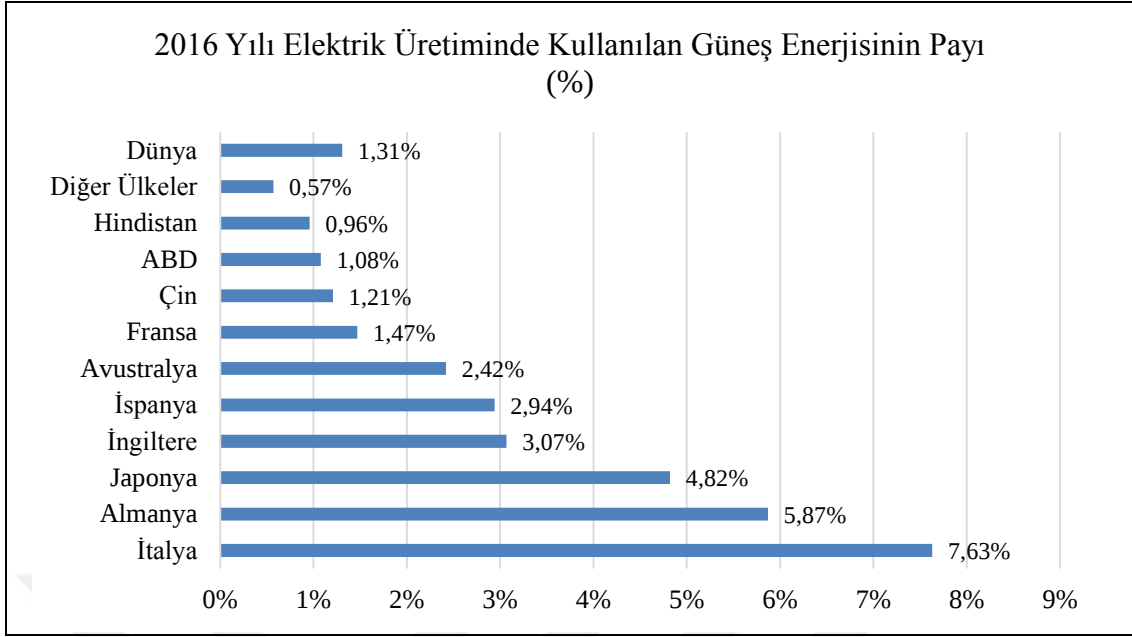
Bu bağlamda, güneş pillerinin birbirlerine hermetik olarak kapatılması ile bir fotovoltaiik modül oluşturulmaktadır. Söz konusu bu modüller de depolama pili gibi diğer bileşenlerle entegre olarak güneş fotovoltaiik sistemlerini oluşturmaktadır. Bu sayede oluşturulan güneş fotovoltaiik teknoloji, yarı iletken bir cihaz olan güneş pilleri vasıtası ile güneş ışınlarının doğrudan elektriğe dönüşümüne yardımcı olmaktadır (Ravi vd., 2009: 2718).

Günümüzde aynalar ve mercekler yardımıyla suyun ısıtılması ve sonrasında geleneksel türbinlerin çalıştırılmasına olanak sağlayan yoğunlaştırılmış güneş enerjisi giderek önem kazanmaktadır. Endüstriyel ölçekte çalışan bu tür güç santrallerinin ilk örnekleri ABD ve İspanya'da bulunmaktadır (Önal ve Yarbay, 2010: 85).



Şekil 3.17. 2016 Yılı Güneş Enerjisi (FV) Net Kurulu Gücü (GW) (IEA, 22.12.2018, www.iea.org)

Şekil 3.17.'de 2016 yılında güneş enerjisi fotovoltaiik sistemde net kurulu gücü en yüksek olan ilk 10 ülkeye yer verilmektedir. Güneş enerjisi sistemlerinde 77,5 gigawatt (gw) ile Çin ilk sırada yer almaktadır. Onu 42 gw ile Japonya, 41,4 gw ile ABD ve 40,7 gw ile Almanya izlemektedir. Türkiye'nin güneşli gün sayısının fazlalığından kaynaklanan ciddi bir güneş enerjisi potansiyeli olmasına karşın, bu enerji türünden gerektiği kadar yararlanılmadığı görülmektedir.



Şekil 3.18. 2016 Yılı Elektrik Üretiminde Kullanılan Güneş Enerjisinin Payı (%) (IEA, 22.12.2018, www.iea.org)

Şekil 3.18.'de 2016 yılında güneş enerjisini elektrik üretmede en yoğun kullanan ülkeler yer almaktadır. Dünya geneli incelendiğinde, toplam elektrik üretiminin %1,31'inin güneş enerjisinden elde edildiği görülmektedir. Elektrik enerjisi üretmede yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisini en fazla kullanan ülke %7,63 'lük oran ile İtalya'dır. Almanya'nın ise elektrik üretirken kullandığı enerji kaynaklarından güneş enerjisi kullanım oranı %5,87'dir. Onu %4,82 ile Japonya, %3,07 ile İngiltere, %2,94 ile İspanya izlemektedir. Dünya ülkelerinde güneş enerjisi kurulu gücü en yüksek olan Çin'in, elektrik üretiminde %1,21 oranında güneş enerjisi kullanımı dikkat çekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin yaklaşık %6'sı güneş enerjisinden elde edilmektedir (IEA, 10.08.2019, www.iea.org).

3.2.1.2.(2). Rüzgâr Enerjisi

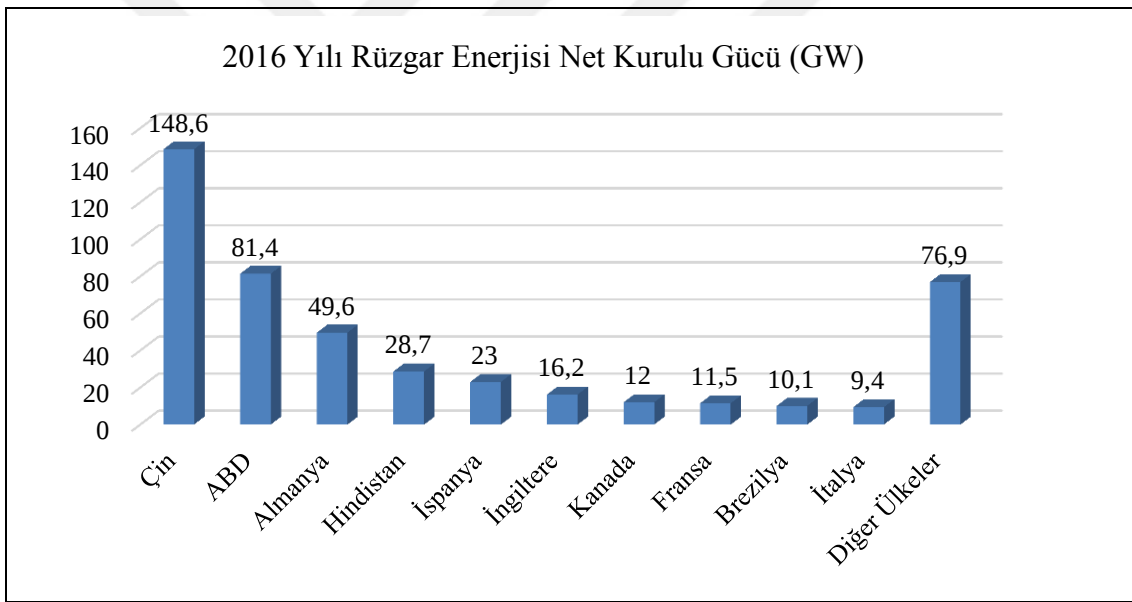
Güneş enerjisinin çevrime uğramış hali olarak tanımlanabilen rüzgâr gücü, radyasyonunun yeryüzünü farklı ısıtmasıyla ortaya çıkmaktadır. Yer yüzünün güneş radyasyonu tarafından farklı ısıtılması, havada sıcaklık, nem ve basınç farkı oluşturmakta, bu basınç da havanın farklı hareketine neden olmaktadır. Rüzgârın meydana gelmesi çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu faktörler genel anlamda; dünyanın dönmesi, dünya yüzeyindeki girinti-çıkıntılar, dağlar, vadiler, okyanuslar ve güneş ışınlarıdır. Söz konusu faktörlere bağlı olarak dünyaya ulaşan güneş enerjisinin %2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir (ETKB, 2018a).

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde tarihi en eski olan rüzgâr enerjisidir. Rüzgâr enerjisi ilk olarak yel değirmenleri aracılığı ile kullanılmıştır. Antik çağlarda İran, Irak, Hindistan ve Çin'de rüzgâr değirmeninin kullanıldığı bilinmektedir. Babil Kralı Hamurabi'nin ise M.Ö. 17. yy'da Mezopotamya ovasını sulamak için güneş enerjisinden faydalandığı bilinmektedir (Gourières, 1982). Rüzgâr değirmenleri aracılığı ile kullanılan rüzgâr enerjisi, suyun pompalanması ve buğdayların öğütülmesi işlerinde kullanılmıştır. Modern anlamda elektrik enerjisi üretmek amacı ile rüzgâr türbinlerinin

kullanılması ise 19. yüzyıla rastlamaktadır. “Rüzgârın kinetik enerjisini mekanik enerjiye ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren sistemlere rüzgâr türbini denmektedir” (IEA, 2012).

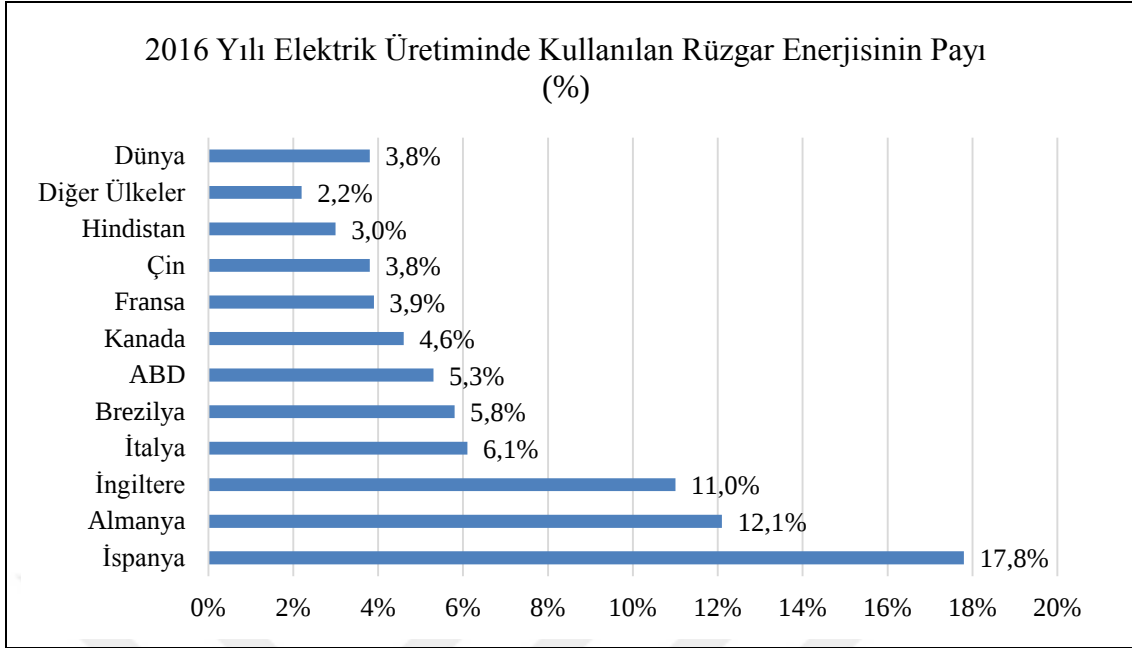
1940-1950’li yıllar arasında üç kanatlı türbininin geliştirilmesi ve rüzgâr türbinlerinde alternatif akım (AC) yerine doğru akımın (DC) geliştirilmesi, rüzgâr enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesine ciddi katkılar sağlamıştır (Yao vd., 2011: 4-5).

Yergin (2014:190), diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi bedava olan rüzgâr enerjisini de “doğa ananın hediyesi” olarak ifade etmektedir. 1990’lı yıllarda hızlı bir gelişme gösteren alternatif enerji kaynaklarının içerisinde en hızlı gelişen rüzgâr enerjisi olmuştur. Günümüzde toplam dünya elektrik üretiminin %3’ünü rüzgâr enerjisi oluşturmaktadır. Bu nedenle rüzgâr enerjisi, kullanıldığı ülkeler açısından enerji ihtiyaçlarını karşılamada oldukça önemli bir yere sahiptir (Erdener vd., 2013: 68; BP, 2015). 2016 yılı itibari ile dünya üzerindeki toplam rüzgâr enerji kapasitesine bakıldığında bunun 467 GW olduğu görülmektedir. Ayrıca 2016 yılında Çin, ABD, Almanya, Hindistan ve Brezilya rüzgâr enerjisinde kapasite artırımı konusunda öne çıkan ülkeler konumundadır (REN21, 2017).



Şekil 3.19. 2016 Yılı Rüzgâr Enerjisi Net Kurulu Gücü (GW) (IEA, 22.12.2018, www.iea.org)

Şekil 3.19.’da 2016 yılında rüzgâr enerjisi net kurulu gücü en yüksek olan 10 ülke yer almaktadır. Çin, rüzgâr enerjisinde 148,6 gw net kurulu güç ile dünya genelinde ilk sırada yer almaktadır. ABD 81,4 gw, Almanya 49,6 gw, Hindistan 28,7 gw ve İspanya 23 gw’lık net kurulu güç ile rüzgâr enerjisi konusunda öne çıkan ülkelerdendir.



Şekil 3.20. 2016 Yılı Elektrik Üretiminde Kullanılan Rüzgâr Enerjisinin Payı (IEA, 22.12.2018, www.iea.org)

Şekil 3.20.'de 2016 yılında rüzgâr enerjisini elektrik üretmede en fazla kullanan ülkeler yer almaktadır. İspanya, yurt içi elektrik üretiminde %17,8 oranında rüzgâr enerjisinden yararlanmakta ve bu oranla İspanya'nın rüzgâr enerjisinden en fazla yararlanan ülke konumunda olduğu görülmektedir. Almanya ise ülke içi elektrik üretiminin yaklaşık %12'sini rüzgâr enerjisinden karşılamaktadır. İngiltere'nin yurt içi elektrik tüketiminin %11'ini; İtalya'nın ise yaklaşık %6'sını rüzgar enerjisinden karşıladığı görülmektedir. Veriler genel olarak incelendiğinde, dünyada toplam üretilen elektrik enerjisinin yalnızca %3,8'inin rüzgar enerjisinden elde edildiği anlaşılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin yaklaşık %17'si rüzgar enerjisinden elde edilmektedir (IEA, 10.08.2019, www.iea.org).

3.2.1.2.(3). Jeotermal Enerji

Jeotermal kelimesi “yerkürenin ısısı” anlamına gelmektedir. Jeotermal enerji ise, “yerin derinliklerinden yüzeye doğru iletilen ısıнын kullanılması” şeklinde tanımlanabilmektedir (Şahinci, 1991: 2).

Jeotermal kaynaklar; kaynağın bulunduğu derinliğe, ısıya, kayanın kimyasına ve yer altı sularının miktarına göre bölgeden bölgeye çeşitlilik göstermektedir (Gupta ve Roy, 2007: 11). Jeotermal kaynaklar genellikle maddenin kendi yapısında bulundurduğu iç enerjisine başka bir deyişle, entalpisine göre sınıflandırılmaktadır. Su ve buhar dereceleri 180-2000°C'den yüksek ise yüksek entalpi (high enthalpy), 100-1800°C arasında ise orta entalpi (medium enthalpy) ve buhar derecesi 1000°C'den düşük ise düşük entalpi (low enthalpy) olarak ifade edilmektedir (Brown ve Garnish, 2004: 3452).

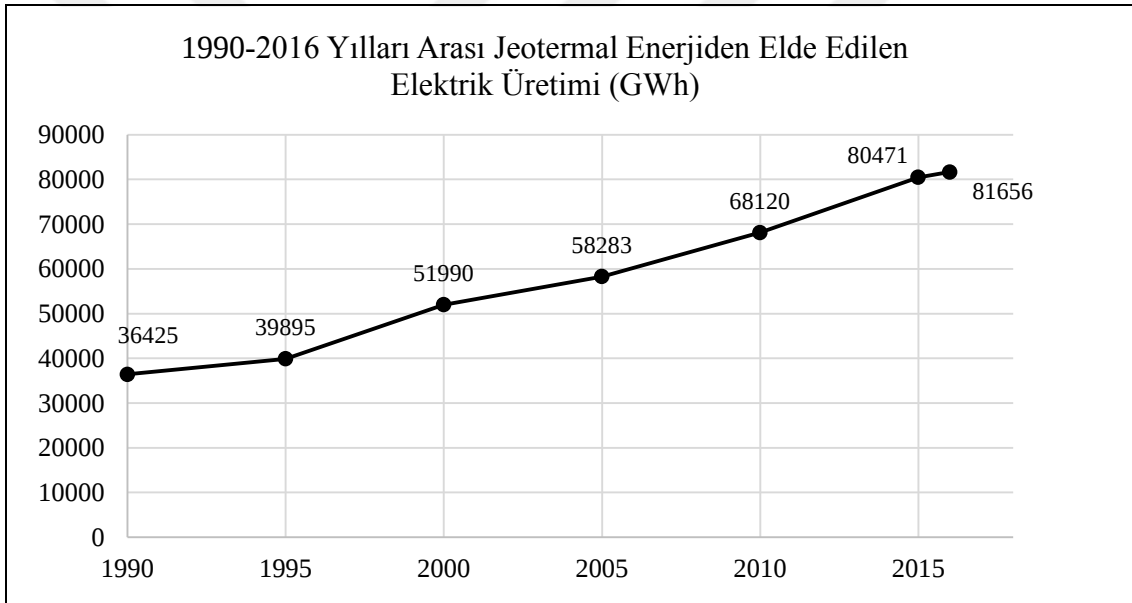
Jeotermal teknolojilerinde, yerkürenin altında bulunan kayalardaki ve yeraltında sıkışmış halde bulunan buhar ve sıvılardaki enerji kullanılmaktadır. Bu kaynaklar öncelikli olarak ısı sağlamak veya elektrik üretmek amacıyla kullanılmaktadır (Brown vd., 2011: 21).

Doğrudan ısı kullanımı; jeotermal enerji kullanımının en eski, çok yönlü ve ayrıca en yaygın biçimidir. Mahal ve bölgesel ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme

sistemleri, tarım uygulamaları, su ürünleri uygulamaları, kâğıt üretimi, yiyecek üretimi ve bazı endüstriyel uygulamalarda en iyi bilinen kullanım biçimleridir. Ayrıca ısı kullanımı amacı ile yaygın olarak ısı pompalarından yararlanılmaktadır (Dickens ve Fanelli, 2005: 16; Glassley, 2010: 6). Jeotermal buharından ilk elektrik üretimi ise 1904 yılında İtalya’da Larderello’da gerçekleştirilmiştir (Gupta ve Roy, 2007: 11).

Elektrik üretimi, hazne sıcaklığı 2000°C ve daha fazla olan jeotermal akışında gerçekleştirilmekte iken günümüzde kullanılan teknoloji, 1500°C’ye kadar düşük hazne çıkışı akışında da elektrik üretimini mümkün kılmaktadır. Son yıllarda geliştirilen ikili (binary) çevrim sistemi ile buharlaşma noktaları düşük gazlar (freon, izobütan vb.) kullanarak 70°C<T<80°C arasındaki sıcaklıktaki suların da elektrik üretimi gerçekleştirilebilmektedir (ETKB, 2013).

Jeotermal enerji, fosil enerji kaynaklarının tüketimi ve bunların kullanımı sonucu oluşan sera etkisi ve asit yağmurları gibi çevresel sorunları önlenmede önemli bir enerji kaynağıdır. Jeotermal enerji çevresel açıdan diğer enerji çeşitleriyle kıyaslandığında doğal üstünlüğe sahiptir (Külekçi, 2009: 89).



Şekil 3.21. 1990-2016 Yılları Arası Jeotermal Enerjiden Elde Edilen Elektrik Üretimi (GWh) (IEA, 22.12.2018, www.iea.org)

Şekil 3.21.’de 1990-2016 yılları arasında dünya genelinde jeotermal enerjiden elde edilen elektrik tüketimi yer almaktadır. 1990 yılında yaklaşık 36.000 gwh olan jeotermal enerji kaynaklı elektrik üretiminin 2016 yılında 82.000 gwh düzeyine ulaştığı görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde jeotermal enerjiden yeterince yararlanılmamaktadır. Bu enerji kaynağı, çevresel ve ekonomik avantajları göz önünde bulundurulduğunda fosil enerji kaynaklarına önemli bir alternatif olabilecek potansiyele sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin yaklaşık %2’si jeotermal enerjiden elde edilmektedir (IEA, 10.08.2019, www.iea.org).

3.2.1.2.(4). Biyokütle Enerjisi

Biyoenerjinin asıl kaynağını kalıntılar (bütün çeşitleri) oluşturmaktadır. Kalıntılar, yeterince faydalanılamayan büyük potansiyel enerji kaynaklarıdır. Kullanım

açısından, küçümsenemeyecek ve göz ardı edilemeyecek olan fırsatları temsil etmektedir (Rosillo-Calle, 2007: 6).

Biyooenerji yakıtları katı, sıvı ve gaz şeklinde sınıflandırılmaktadır. Sıvı ve gaz formunda olan yakıtlar, ana ham maddenin fiziksel, kimyasal ya da biyolojik olarak dönüşümü sonucunda elde edilmektedir (Jenkins vd., 2011: 23).

Biyokütle, yosun dahil olmak üzere bitki ve ağaçlardan kaynaklanan tüm organik maddeler için ve temelde güneş enerjisini toplama-depolama amacıyla kullanılan bir terimdir. Biyokütle enerjisi ise biyokütlenin ısı, elektrik ve sıvı yakıt gibi yararlı enerji formlarına dönüştürülmesini ifade etmektedir. Enerji kaynağı olarak biyokütle, karada yetiştirilen özel enerji bitkileri şeklinde direk olarak veya gıda, ahşap, kâğıt ürünleri gibi diğ r ürünlerin işlenmesi sırasında oluşan kalıntılardan da oluşabilmektedir (Seveda vd., 2011: 324-325). Başka bir ifade ile biyokütle; enerjiye çevrilebilen besin ürünleri, besin atıkları, odun atıkları ve yan ürünleri, hayvan gübresi gibi organik maddelerden oluşmaktadır (Schnepf, 2011: 5).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemli özelliğı çevreye zararlı olmayan kaynaklar olmasına karşın yenilenebilir enerjinin bir türü olan biyokütlenin yakıtla dönüştürülmesi esnasında atmosfere kirletici maddeler yaydığı görüşü tartışılmaktadır. Ancak biyokütle kaynakları bitki olarak yetiş(tiril)dikleri süreçte atmosferden almış oldukları gazları, enerji kaynağı olarak kullandıklarında atmosfere geri bıraktıkları için havaya fazladan kirletici bırakmamaktadırlar. Söz konusu kirleticilerin açığa çıkmasında zaman açısından farklılık bulunmaktadır. Biyokütlenin yarattığı kirliliğın büyük bir kısmı bitki ve hayvan kalıntılarında meydana gelmektedir. Ancak fosil yakıtların enerji kaynağı olarak kullanılması sırasında açığa çıkan kirleticiler ise milyonlarca yıl önceki oluşumdan kaynaklandığı için evre kirliliğine yol açmaktadır (Akova, 2006: 65). Yanan klasik biyokütlenin çevresel etkileri kömür ile karşılaştırıldığında zararı daha az ancak doğal gaz ile karşılaştırıldığında zararı daha fazla olmaktadır (Pimentel, 2008: 4).

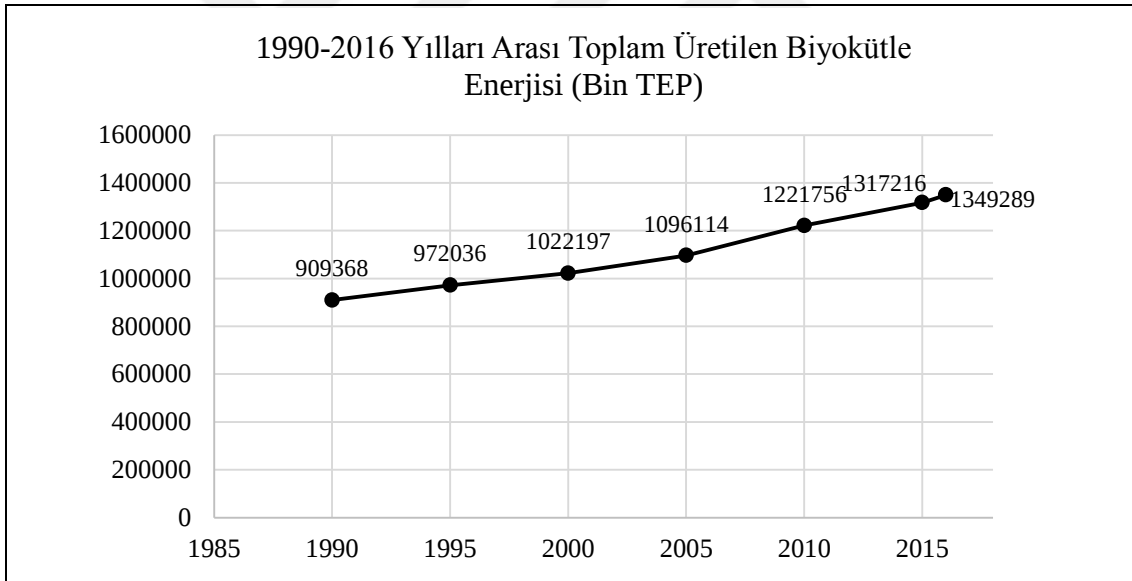
Biyolojik gereçlerden üretilen tüm yakıtlar, ısı amacıyla yakılmış veya alkol olarak işlenmiş olsalar da her iki dönüşüm sonucunda biyoyakıt olarak nitelendirilmektedirler. Bununla birlikte, bu kelime daha çok biyokütleden elde edilen sıvı yakıtları ifade etmek için kullanılmaktadır. Biyoyakıt türleri etanol, biyodizel, metanol, bütanol ve yeniden formüle edilmiş yakıtlar olmakla birlikte etanol ve biyodizel, biyoyakıtların temelini oluşurmaktadır (Schnepf, 2011: 5-6).

Biyogaz, organik maddelerin bozunması veya ayrışması gibi süreçler sonucunda ortaya çıkan gazları ifade etmek için kullanılan genel bir terimdir. Madde bozunduğu zaman metan (CH₄) gazı ortaya çıkmaktadır (Omer, 2010: 422).

Gaz halindeki yakıtlar başka bir deyişle biyogazlar, anaerobik çürüme, piroliz, gazlaştırma ve çeşitli yakıt sentez ara yolları da kullanılarak, biyokütleden retilabilmektedirler. Biyolojik dönüşüm ile biyokütleden anaerobik çürüme sonucunda ortaya çıkan biyogaz, başlıca metan (CH₄) ve karbondioksit (CO₂) gazlarından oluşmakla birlikte az miktarda hidrojen sülfid (H₂S), amonyak ve diğ r bazı bileşenleri de içermektedir. Metan yoğunluğu genellikle maddenin ve reaktörün yapısına bağlı olarak 40% ile 70% arasında değişiklik göstermektedir (Jenkins vd., 2011: 17). Biyogaz oluşumu çöp sahaları ve atık su arıtma tesisleri gibi alanlarda da gerçekleşebilmektedir. p sahaları ve atık su tesisleri çürüyen atıklardan biyogaz yayarlar. Bugüne kadar atık sanayi, yayılan bu gazları çevreye olan etkileri dolayısıyla kontrol altına alma üzerine odaklanmıştır. Ancak günümüzde söz konusu kaynakların gücünün ön plana çıkmasıyla birlikte elektrik üretimi için kurulan gaz trbınlerinde yakıt olarak kullanılmaktadır (Omer, 2010: 423).

Biyoenjeri kaynakları içerisinde yaygın olarak bilinen ve ilk biyoenjeri kaynağı olarak kullanılan yakıt türü odundur. Yetiştirilmesi seneler süren ağaçların kesilmesine dayanan odunun yakıt olarak kullanımı, ormanların azalması bakımından çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Günümüzde bu durumun önüne geçmek için sadece enerji üretmek amacıyla, enerji ormanları ve enerji bitkileri alanlarının oluşturulması söz konusudur. Dolayısıyla, biyoenjeriyi klasik ve modern olarak ikiye ayırmak mümkündür. Ağaç kesimi ile elde edilen odun ve hayvan atıklarından oluşan tezeğin yakılması ile ortaya çıkan enerjiler klasik biyoenjeri sınıfına girerken, sadece enerji üretmek amacıyla yapılandırılan enerji ormanları, enerji bitkileri ve ağaç endüstrinin atıkları sonucu ortaya çıkarılan biyodizel, etanol gibi yakıtlar modern biyoenjeri kaynakları arasında yer almaktadır (Dinçer ve Aslan, 2008: 85).

Biyokütlenin hemen her yerde yetiştirilebilmesi, üretim ve dönüşüm teknolojilerinin iyi bilinmesi, her ölçekte enerji üretimi için elverişli olması, depolanabilir olması, sera etkisi oluşturmayarak atmosferdeki CO₂ dengesinin sağlanmasına yardımcı olması, asit yağmurlarına yol açmaması, düşük ışık şiddetlerinin yeterli olması ve 5-350 derece arasında geniş aralığa sahip sıcaklık gerektirmesi, biyoenjerinin olumlu yönleri arasında sayılabilir. Biyoenjerinin olumsuz yönleri ise; düşük dönüşüm verimine sahip olması, tarım alanları için rekabet oluşturması ve su içeriğinin fazla olması şeklinde özetlenebilir (Dinçer ve Aslan, 2008: 85).



Şekil 3.22. 1990-2016 Yılları Arası Toplam Üretilen Biyokütle Enerjisi (Bin TEP) (IEA, 22.12.2018, www.iea.org)

Şekil 3.22.'de dünya genelinde biyokütleden elde edilen enerjinin 1990-2016 yılları arasındaki seyri yer almaktadır. 1990 yılında biyokütle kaynaklı enerji üretimi yaklaşık 909 milyon tep iken 2016 yılında bu değerin yaklaşık 1.3 milyar tep olduğu görülmektedir.

3.2.1.2.(5). Hidroelektrik Enerjisi

Su akışının asıl kaynağı, yeryüzündeki okyanusların ısınması ve bu ısınma sonucunda oluşan buharlaşma ve buharlaşma sonucu atmosferde nem bulutlarının oluşumu yol açan güneştir. Doğal bir seleksiyon sonucu oluşan bu nem bulutlarının

yeryüzüne yağmur veya kar şeklinde geri dönüşümü ise dere ve nehirleri besleyerek su seviyelerinin artışına etki etmektedir. Su seviyesinin artışıyla akış hızının güçlenmesi dere ve nehirlerde, su çarkları ya da türbin gibi araçların kullanılmasıyla enerji üretimini mümkün kılar. Su gücü, yüzyıllardır önemli bir enerji kaynağıdır (Everret vd., 2012: 607).

Tarih boyunca ilk başlarda günlük ihtiyaçlarını karşılamak amacı su kapları yaparak su biriktirmeye başlayan insanoğlu daha sonraları ise özellikle su kaynaklarının az olduğu bölgelerde suyu biriktirmek için çeşitli yapılar oluşturmuşlardır (Erdener vd., 2013: 87). Çok eski tarihlerden beri su gücünden faydalanılmasına rağmen, bu güçle elektrik üretilmesi 19. yüzyılın sonlarında başlamıştır (Dinçer ve Aslan, 2008: 8).

Hidrolik enerji veya hidro-enerjiyi en genel anlamı ile sudan üretilen enerji olarak tanımlamak mümkündür. Bu bağlamda Hidrolik enerji suyun içerisinde taşıdığı potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi yolu elektrik enerjisinin üretimidir. Akan ya da yüksek düşen suyun enerjisi hidroelektrik santrallerinde elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en fazla öneme sahip olan hidrolik enerji, en ucuz yenilenebilir enerji olduğundan dolayı dünyada yaygın bir şekilde tercih edilmektedir (Sevim, 2013: 205; Bennett, 2007: 273).

Hidrolik enerjinin üretildiği hidroelektrik santralleri büyük ve küçük olarak iki grupta sınıflandırılmaktadır. Söz konusu bu santrallerin işletim ömrünün uzun olmasının yanı sıra sera gazı da yayılmamaktadır. Ayrıca elektrik üretim sırasında bir girdiye ihtiyaç duymadığı gibi üretim sonrasında herhangi bir atık madde oluşturmamaktadır. Hidroelektrik santrallerin işletimi sistemi kolaydır. Ayrıca bakım gideri düşük ve verimliliği yüksek olan HES'lerin hammadde bağımlılığını ortadan kaldırması bir başka avantaj oluşturmaktadır (Erdener vd., 2013). Dahası enerji depolaması özelliğinden dolayı da hidrolik enerji öteki yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla daha avantajlı olmaktadır.

Hidrolik enerjinin tüm bu olumlu yönlerinin yanında olumsuz etkileri de mevcuttur. Özellikle toprak alanların sular altında kalması ve sellerin yaşanması bu olumsuzlukların başında gelmektedir. Bu olumsuz etkiler, bitki örtüsü, canlı türleri ve tarım alanlarına zarar verdiğinden dolayı hem doğal yaşam alanları hem de insanoğlunun kendisi için bir tehdit meydana getirmektedir (Bennett, 2007: 273). Bunların yanı sıra, doğal kaynaklar, kültürel miras ve doğal güzellikler açısından oluşturduğu tehdit de turizme olumsuz yansımalarından dolayı ülke ekonomisine de zarar verebilmektedir. Daha genel bir ifade özetleyecek olursak ekolojik dengeye vereceği zarardan dolayı iklim değişikliklerine neden olabilir. İklim değişikliği hidrolik enerji arzını etkilemektedir. Bu etkiler olumlu olacağı gibi olumsuz da olabilmektedir. Söz konusu bu etkiler göz önüne alındığında hidrolik enerji kaynakların uzun vadede güvenli olduğu varsayılmaz.

2016 yılı itibari ile hidrolik enerji kapasitesi dünya genelinde 1,096 GW'dur. Bu kapasite 2016 dünyada üretilen yenilenebilir enerji kaynaklarının hemen hemen %50'sini oluşturmaktadır (REN21, 2017). Ayrıca hidrolik enerji toplam elektrik üretiminde de ciddi bir paya sahiptir. 2015 yılı itibari ile dünya elektrik üretiminin %16,3 ü hidrolik enerji tarafından karşılanmaktadır (IEA, 2017: 21).

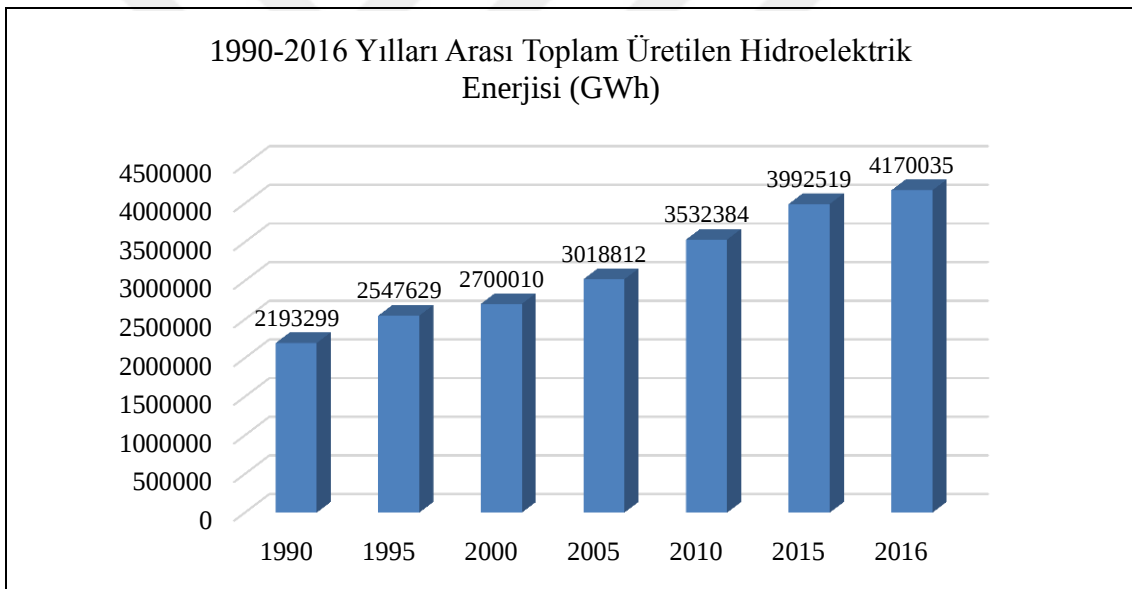
Dünya hidrolik enerji kapasitesine sahip ülkeler bazında bir inceleme yapıldığında, 2016 yılı sonu itibari ile ilk beş sırayı Çin, Brezilya, ABD, Kanada ve Rusya'nın aldığı görülmektedir. 2016 yılında hidrolik enerji kapasite artırımı açısından bakıldığında ise 8.9 GW'lık bir artırımlar Çin birinci, 5.3 GW'lık bir artırım ile Brezilya ikinci sırada yer almaktadır. Kapasite artırımındaki ilk beş ülkeye bakıldığında Ekvator,

Etiyopya ve Vietnam'ın kapasite artırımında ilk beş ülke arasında yer aldığı görülmektedir (REN21, 2017).

Kanada toplam elektrik üretiminin %60'ını hidrolik enerjiden karşılamaktadır. Bu oranı artıran ise Kanada'nın eyaletleri olan Britanya Kolumbiyası ve Quebec'tir. Zira toplam elektrik üretiminin Britanya Kolumbiyası'nda % 90', Quebec'de ise % 96'sı hidro enerjiden karşılanmaktadır (Philips ve Meyer, 2016)

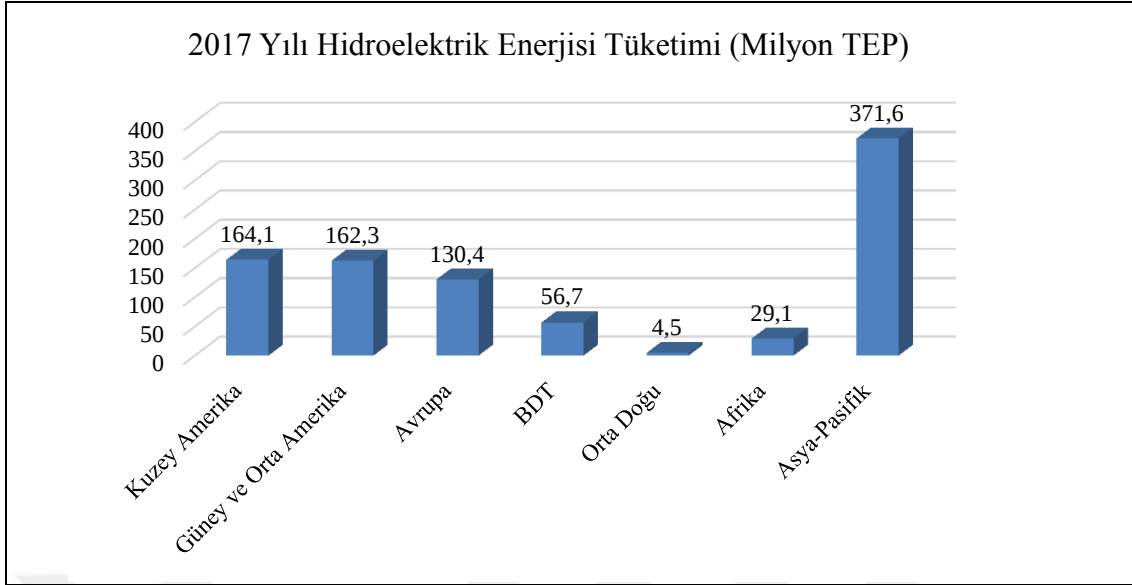
Hidroelektrik ile iklim değişikliği arasındaki ilişki üzerine oluşturulan bir bilgisayar modellemesinin, bir grup Avrupalı araştırmacı tarafından incelenmesi sonucunda yüzyıl ortalarında çoğu bölgenin kullanım kapasitelerinde azalma meydana geleceği ve ciddi olumsuzluklarla karşılaşılacağı ifade edilmiştir (Philips ve Meyer, 2016).

Bu bağlamda dünyada birçok ülke hidrolik enerji üretimi konusunda farklı politikalar uygulamaktadır. Birtakım ülkeler bu üretimi destekleyici politikalara devam ederken, bazı ülkeler hidrolik enerji üretimi konusundaki politikalarını değiştirerek bu üretimi azaltmaktadır. Bunun nedeni olarak gelişen teknoloji ile birlikte diğer yenilenebilir enerji kaynaklarındaki üretim maliyetlerin düşmesi ve hidrolik enerji üretiminin yaydığı olumsuz dışsallıklar gösterilebilir.



Şekil 3.23. 1990-2016 Yılları Arası Toplam Üretilen Hidroelektrik Enerjisi Üretimi (GWh) (IEA, 22.12.2018, www.iea.org)

Şekil 3.23.'de 1990-2016 yılları arasında dünyada toplam üretilen hidroelektrik enerjisinin seyri yer almaktadır. İlerleyen teknoloji ve nüfus artışı gibi etkenlerden dolayı artan enerji ihtiyacına paralel olarak hidroelektrik enerjisi üretiminin de hızla artış gösterdiği görülmektedir. Yukarıdaki şekilden, 1990 yılında toplam üretilen hidroelektrik enerjisinin 2016 yılında neredeyse iki katına çıktığı anlaşılmaktadır.



Şekil 3.24. 2017 Yılı Bölgelere Göre Hidroelektrik Enerjisi Tüketimi (Milyon TEP) (BP, 22.12.2018, www.bp.com).

Şekil 3.24.'te 2017 yılında bölgelere göre hidroelektrik enerjisi tüketim değerleri yer almaktadır. 2017 yılında en yüksek hidroelektrik tüketimi yaklaşık 372 milyon tep ile Asya-Pasifik bölgesine aittir. Söz konusu bölgede hidroelektrik tüketiminin yaklaşık 262 milyon tep 'ini Çin oluşturmaktadır. Kuzey Amerika'nın 164 milyon tep olan hidroelektrik enerjisi tüketiminin yaklaşık 90 milyon tep 'i Kanada'ya aittir. Güney ve Orta Amerika'da toplamda yaklaşık 162 milyon tep olan hidroelektrik tüketiminin büyük bir kısmını ise yaklaşık 84 milyon tep ile Brezilya oluşturmaktadır. Avrupa'da 32 milyon tep ile en yüksek hidroelektrik enerjisi tüketen ülke Norveç olurken; Bağımsız Devletler Topluluğu'nda 41 milyon tep ile en yüksek tüketim Rusya'ya aittir (BP, 20.12.2018, www.bp.com).

3.2.1.2.(6). Dalga Enerjisi

Dalga enerjisi kapsamında dalga ve gel-git enerjilerini incelemek mümkündür. Dalga ve gel-git enerjileri, hidro enerji gibi sudan elde edilen bir enerji türü olmakla birlikte, her bir enerji türü farklı şekillerde elde edilmektedir. Hidro enerji kısmında da belirtildiği üzere, güneşin nehirleri ve diğer akan su kaynaklarını meydana getiren iklim döngüsü sonucunda söz konusu kaynaklara kurulan hidroelektrik santraller vasıtasıyla enerji üretilmesidir. Buna karşılık gel-git enerjisi, ayın çekim kuvveti ile denizlerde oluşan etkileşim sonucu ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla direk güneşe bağlı olmayan bir enerji türüdür (Elliott, 2004: 197).

Dalgalar, deniz ve okyanusların üzerinde rüzgârın esmesine bağlı olarak ortaya çıkmakta, rüzgarların oluşumu da yer yüzündeki farklı ısınma sonucu ortaya çıktığından dolayı olarak güneşe bağlı olmaktadır. Bu şekilde bir sınıflandırma yapıldığı takdirde gel-git enerjisinin kaynağı aya dayanmaktadır (Elliott, 2004: 198).

Rüzgârın, deniz veya okyanus yüzeyi ile sürtünmesi sonucunda sudaki bağımsız su partikülleri harekete geçmekte ve bu şekilde rüzgâr, yüzeye yakın su katmanlarını hızlandırmaktadır. Hava akımındaki dalgalanmalar, su yüzeyinin farklı bölgeleri arasında basınç farkı olmasına neden olmaktadır. Bu farklılıkları eşitlemek için yüzey yükselip alçalmakta ve dolayısıyla bu oluşan dalgalı yüzeydeki basınç farkı artarak daha yüksek ve yarı periyodik dalgalar oluşmaktadır. Dalga yüksekliği ve periyodu, dalga

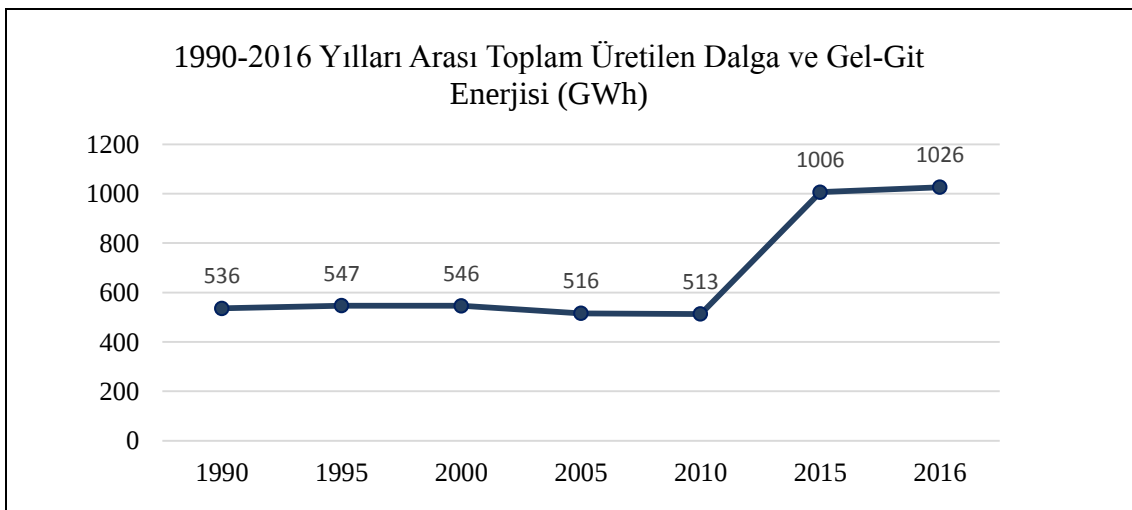
enerjisinin elde edilmesindeki temel etkenler oldukları için direk olarak üretilecek enerjinin miktarını belirlemektedir. Dalga enerjisinin üstün yanı, her dalga seviyesinde üretimin gerçekleştirilebilmesidir (Tezcan Ün, 2013). Ancak dalga enerjisinden sadece düşük su seviyesine sahip kıyı bölgelerinde yararlanılabildiği için kullanım alanı sınırlı kalmaktadır (Quaschnig, 2010: 202).

Dalga enerjisi teknolojisi ile enerji elde etmek için kıyı şeridi, kıyıya yakın ve kıyıdan uzak bölgelerde olmak üzere üç teknik söz konusudur. Kıyı şeridi teknolojileri basit olup, bu sistemde derin su bağlantılarına veya uzun su altı kablolarına gerek duyulmamaktadır. Kıyıda sabitlenmiş olarak ya da gömülü şekilde bulunmaları dolayısıyla kurulumu ve bakımı diğer tekniklere kıyasla daha kolaydır. Kıyıya yakın teknolojiler 10-25 metre su derinliklerinde faaliyet gösterirken, kıyıdan uzak teknolojiler ise 40 metreden daha derin sularda kullanılmaktadır. Kıyı şeridi teknolojilerinin aksine bu teknolojilerde uzun su altı kabloları kullanılmaktadır. Kıyı şeridi teknolojilerinde kullanılan dalga seviyesinin zayıf olmasından dolayı elde edilen enerji daha az olmaktadır (Tezcan Ün, 2013).

Nehir ağzlarının üzerindeki uygun alana inşa edilen gel-git barajları, su geçitleri bulunan türbinleri kullanarak gel-gitlerin yükseliş ve düşüşünden enerji elde etmek amacıyla tasarlanmıştır. Su seviyesindeki farklılıklara bağlı olarak oluşan potansiyel enerji, türbin boyunca hızlı hareket ederek kinetik enerjiye dönüştürülmekte, diğer ara işlemlerden sonra ise en son aşama olarak elektrik üretmek amacıyla jeneratöre aktarılmaktadır. Bu şekilde elektrik enerjisi elde edilmektedir (Elliott, 2004: 203).

Dalga enerjisinin sağladığı birtakım avantajlar söz konusudur:

- Birincil enerji kaynaklarından olan bu enerji türüne herhangi bir bedel ödenmesine gerek yoktur.
- Sınırsız, maliyeti düşük ve çevre dostu bir enerji türüdür.
- Dalyan görevi görerek denizlerdeki balık neslinin çoğalmasına yardım eder, ekolojik dengeye katkı sağlar.
- Deniz üzerinde kurulduğu için, tarım arazilerini yok etmez.
- İleri teknoloji gerektirmez.
- Enerji kesintisi yaşanması söz konusu değildir.



Şekil 3.25. 1990-2016 Yılları Arası Toplam Üretilen Dalga ve Gel-Git Enerjisi (GWh) (IEA, 22.12.2018, www.iea.org)

Şekil 3.25.'te 1990-2016 yılları arasında dünyada üretilen toplam dalga ve gel-git enerjisi değerleri yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde elektrik üretiminde en az miktarda kullanılan enerji kaynağı dalga enerjisidir. Şekilden görüldüğü üzere 1990 yılında dalga ve gel-git enerjisinden elde edilen elektrik üretimi 536 gwh dir. 2010 yılında bu değer 513 gwh olmakla birlikte 2015 yılında dalga ve gel-git enerjisinden elde edilen elektrik üretimi yaklaşık iki katına çıkmakta ve 1006 gwh olmaktadır. 2016 yılında ise dalga enerjisinden yaklaşık 1026 gwh elektrik üretimi gerçekleştiği görülmektedir. 2016 yılı itibariyle; Güney Kore yaklaşık 255 mw, Fransa 220,2 mw, Kanada 20 mw, İngiltere 13 mw ve İspanya 5mw'lık dalga enerjisi kurulunu gücüne sahiptir (IRENA, www.irena.org , 27.08.2019).

3.2.2. İkincil Enerji Kaynakları

İkincil enerji kaynakları son halleriyle doğada bulunmayan ancak birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesiyle elde edilen kaynaklardır. Başlıca ikincil enerji kaynakları ısı ve elektrik enerjisi olmak üzere iki ana başlıkta toplanmaktadır. (Koçak, 2012: 24).

3.2.2.1. Elektrik Enerjisi

Eski Yunanlılar, kehribarın bir kürk parçasına sürtülmesi sonucunda çok hafif cisimleri çekme özelliği kazandığını gözlemlemişlerdir. Elektriği ilk olarak inceleyen bilim adamı William Gilbert, 16. yüzyılın sonlarında, statik elektrikle manyetizma arasındaki ilişki üzerinde araştırmalar yapmış ve elektrik yüklerinin eksi-artı olarak belirlenip adlandırılmasını gerçekleştirmiştir. Elektriğin sanayideki ve günlük hayattaki yerini alması süreci 19. yüzyılın ikinci yarısına denk gelmektedir. A. Edison'ın 1881'de ilk elektrik üretim merkeziyle dağıtım şebekesini New York'ta kurması, elektrik enerjisinin evlerde ve sanayide yaygın olarak kullanılmasının başlangıcı olmuştur.

Elektrik; petrol, kömür, doğal gaz ve nükleer enerji gibi kaynaklardan veya su, rüzgâr, güneş gibi yenilebilir enerji kaynaklarından yararlanmak suretiyle üretilen ikincil bir enerji kaynağıdır. "Maddenin elektron, pozitron, proton vb. parçacıklarının hareketleriyle ortaya çıkan enerji türü" olarak tanımlanabilen elektrik enerjisi, sanayileşmenin etkisi, ilerleyen teknoloji, nüfus artışı gibi faktörlerle birlikte ülkelerin enerji politikalarının şekillenmesinde önemli bir rol oynar hale gelmiştir.

Elektrik enerjisinin çok çeşitli kullanım alanları mevcuttur. Elektrik; aydınlatma, ısıtma, ulaştırma amacıyla kullanılmaktadır. Sanayide ise elektrik enerjisinden yoğun olarak yararlanılmaktadır. Haberleşme cihazları ve birçok elektronik aletin çalışması için elektrik enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu anlamda elektrik, hem diğer malların üretilmesi için kullanılan bir ara mal ve hem de nihai mal niteliğindedir (Akçollu, 2003: 3).

Elektrik, sanayide kullanılan en önemli enerji girdisi olarak ekonomik büyümenin önemli bir unsurudur. Elektrik üretiminde enerji kaynaklarının neredeyse tümünün kullanılabilmesi elektriğin bugünkü yaygın kullanımına neden olan başlıca faktördür (Ersoy, 2010:47). Günümüzde elektrik tüketimi, gelişmişlik düzeyinin ve refah seviyesinin bir göstergesi haline gelmiştir. Dünya'da elektrik tüketimi, fosil yakıtların tüketimine göre çok daha kararlı bir şekilde gelişmektedir. Elektriğin bu özelliğini sağlayan üç ana neden vardır (Tezekici, 2005: 127):

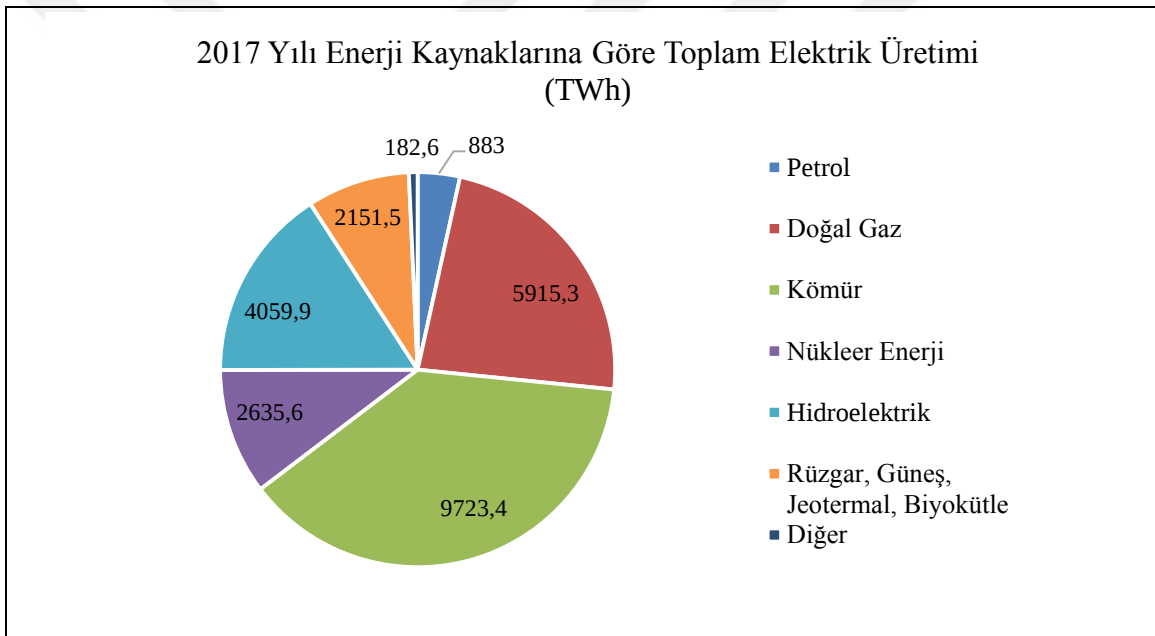
İlk olarak, elektrik enerjisinin üretimi çok farklı kaynaklardan sağlanabilmektedir. Su, kömür, petrol ve atomdan elektrik üretildiği gibi, kentlerin

atıklarından da yararlanılabilmektedir. Bu özellik her ülkeye, gelişim veya yerli kaynaklarının seviyesi ne olursa olsun, en ucuz veya en güvenli enerjiyi seçme imkânı vermektedir.

Elektriğin öne çıkan ikinci özelliği de; pratik bir enerji türü olmasıdır. Elektriğin bir elektron akımı olarak ayarlama kolaylıkları, elektrik enerjisi ile daha mükemmel ve daha hatasız ürünlerin iletilmesini sağlamaktadır. Elektrik, günlük hayatın kalitesini istenilen uzaklıklara istenilen güçte iletebilmekte, çok fazla tüketiciye bölünerek ulaştırılabilmektedir.

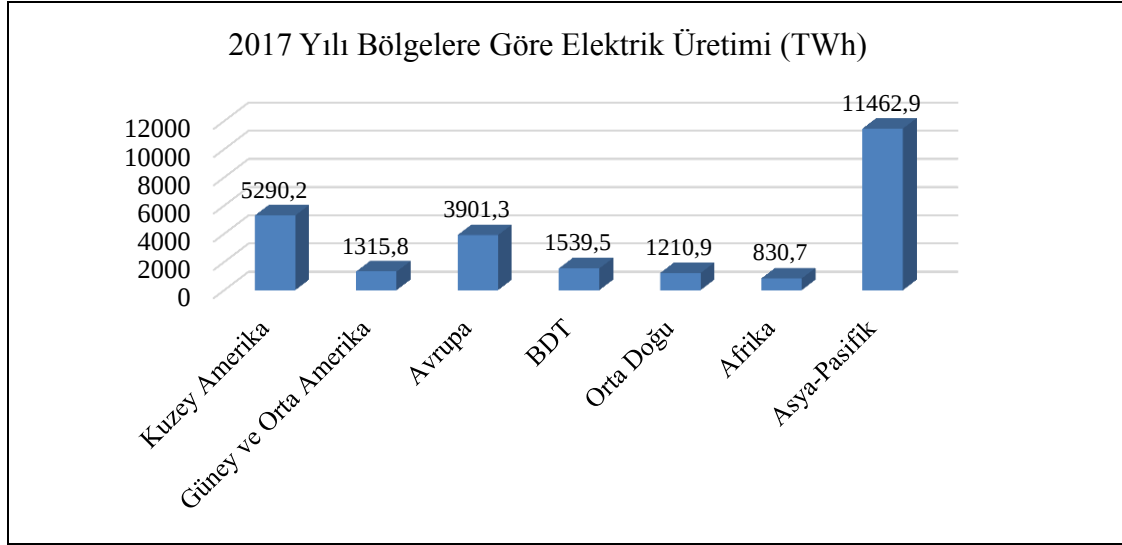
Elektriğin diğer önemli bir özelliği temiz bir enerji olmasıdır. Fabrikada, büroda veya evde elektrik tüketicisi kirlenme ile karşılaşmamaktadır (Tezekici, 2005: 127).

Elektrik üretiminde geleneksel olarak kullanılan fosil yakıtlar gibi birincil enerji kaynakları günümüzde yerini yenilenebilir ve nükleer enerji kaynaklarına bırakmaktadırlar. Elektrik enerjisi üretimi pek çok kaynaktan sağlanabildiği gibi, günümüzde elektrik enerji pek çok enerji formunu ikame edebilecek durumdadır (Ersoy, 2010:47).



Şekil 3.26. 2017 Yılı Enerji Kaynaklarına Göre Toplam Elektrik Üretimi (TWh) (BP, 22.12.2018, www.bp.com).

Şekil 3.26.'da 2017 yılında enerji kaynaklarına göre dünyada üretilen toplam elektrik üretim değerleri verilmektedir. 2017 yılında elektrik üretiminde en fazla fosil enerji kaynaklarından kömürün kullanıldığı görülmektedir. Kömür kullanılarak elde edilen elektrik üretimi yaklaşık 9723 terawatt-saat (twh)tır. Elektrik üretiminde kömürden sonra en fazla doğal gazın kullanıldığı görülmektedir. 2017 yılı verilerine göre doğal gaz kullanılarak elde edilen elektrik üretimi yaklaşık 5915 twh dir. Kömür ve doğal gazdan sonra elektrik üretiminde en fazla sırasıyla hidroelektrik (yaklaşık 4059 twh) ve nükleer enerji (yaklaşık 2636 twh) kullanıldığı anlaşılmaktadır. British Petroleum (BP) istatistiklerine göre; 2017 yılında dünyada üretilen elektrik enerjisi 25551,3 twh civarındadır.



Şekil 3.27. 2017 Yılı Bölgelere Göre Elektrik Üretimi (TWh) (BP, 22.12.2018, www.bp.com).

2017 yılında bölgelere göre elektrik üretim değerleri Şekil 3.27’de yer almaktadır. British Petroleum (BP) istatistiklerine göre; en yüksek elektrik üretimi 11462,9 twh ile Asya-Pasifik bölgesine aittir. Bölgenin elektrik üretimin büyük kısmını Çin ve Japonya gerçekleştirmektedir. Şekilden görüldüğü üzere Asya-Pasifik bölgesinden sonra en fazla elektrik üretimi sırasıyla Kuzey Amerika ve Avrupa’ya aittir. Kuzey Amerika bölgesinde en fazla elektrik üretimi ABD’de; Avrupa’da ise Almanya ve Fransa’da gerçekleşmektedir (BP, 22.12.2018, www.bp.com).

3.2.2.2. Isı Enerjisi

İkincil enerji kaynaklarından bir diğeri olan ısı enerjisi; kömür, doğal gaz, petrol, elektrik enerjisi gibi enerji kaynaklarından elde edilen bir enerji çeşididir. “Belirli bir sıcaklık sistemi içerisinde, sıcaklığı yüksek olan bir sistemden, sıcaklığı düşük olan bir sisteme sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerji” olarak tanımlanabilmektedir (24.12.2018, www.enerji.gen.tr). Isı enerjisi bir maddeyi oluşturan atom veya moleküllerin, kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamıdır ve atomik veya moleküler titreşimler sonucu oluşur. Isı enerjisinin temel kullanım alanı ısınma amaçlıdır.

4. EKONOMİ, ENERJİ, ÇEVRE İLİŞKİSİ VE KÜRESEL ÖNLEMLER

4.1. Ekonomi, Enerji, Çevre İlişkisi

Ekonomi, enerji ve çevre arasındaki ilişki, ekonometrik yöntemler kullanılarak ortaya konulabilen önemli bir araştırma konusunu oluşturmaktadır. Söz konusu üç kavram arasındaki ilişkiyi ortaya koymak adına yapılan akademik çalışmalar, genellikle konuyu ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği bağlamında ele almaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sanayileşme hareketlerine ve teknolojik gelişmelere paralel olarak, politika yapıcıların ekonomi politikalarına yön vermesi bakımından ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin ortaya konması son derece önem arz etmektedir.

Çalışmanın bu bölümünde söz konusu değişkenlerden bahsedilerek aralarındaki ilişkiye yönelik temel bilgilere yer verilmektedir.

4.1.1. Ekonomik Büyüme

Ekonomik büyüme, birçok iktisatçı tarafından ele alınmakta ve hakkında birçok tanımlama yapılmaktadır. En genel hali ile ekonomik büyüme “emek, sermaye ve doğal kaynaklar gibi üretim faktörlerinde bir yıldan ertesi yıla doğru daha yüksek gelir sağlayacak biçimdeki kişi başına düşen artışlar” olarak tanımlanmaktadır (Ülgener, 1991: 409). Bu tanımlamadan da anlaşılacağı üzere ekonomik büyüme kişi başına düşen üretim veya gelirin süreklilik arz edecek şekilde reel artışı anlamına gelmektedir. Bu bağlamda ekonomik büyümenin sağlanabilmesi için yatırımların artması gerekmektedir. Yatırımların artması ise ancak tasarrufların artması ile mümkün hale gelmektedir. Diğer koşulların sabit olduğu durumlarda tasarruflar ne kadar yüksek olursa, tasarrufların yatırıma dönüşmesi ile birlikte büyüme oranı da o kadar fazla olacaktır (Dinler, 2003:538).

Ekonomik büyüme iki şekilde ortaya çıkabilmektedir: Eksik istihdam durumunda bulunan bir ekonomide, kaynakların daha etkin kullanılmasıyla ve/veya mevcut en iyi teknolojiden yararlanmaya başlanılarak, üretilen mal ve hizmetlerin fiziksel değerinin artırılması; tam istihdam durumunda ise bir ekonominin yeni faktör gelirlerinin ekonomiye eklenmesiyle ve teknolojinin geliştirilmesi ile de orta ve uzun vadeli büyüme meydana gelmektedir.

Ekonomik büyüme, fert başına gelirdeki artışlar anlamına gelmektedir. Söz konusu bu gelir değişimleri uzun vadede gözlemlenebilmektedir. Bunun nedeni ise bir ülke ekonomisinde ortaya çıkan üretim gücünün genişlemesinin ve artış göstermesinin uzun vadede gerçekleşmesidir.

Başka bir ifadeye göre ekonomik büyüme; emek ve sermaye gibi faktörlerin arzındaki artışların veya üretimde kullanılan faktörlerdeki birim başına düşen hasıla oranındaki artışın potansiyel milli gelirden yarattığı artışlar olarak kabul edilmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere büyüme arz yönlü olarak belirlenmektedir. Başka bir ifade ile açıklamak gerekirse, bir ülkenin üretim olanakları eğrisinin dışa kaymasına ve uzun dönemdeki toplam arz eğrisinin sağa kaymasına neden olan faktörler, büyüme kuramlarının konusunu oluşturmaktadır (Kibritçioglu, 1998: 208).

Kişi başına üretim ve gelirden meydana gelen artış Sanayi Devriminden sonra hızlanmıştır. Bunun nedeni de şüphesiz teknolojik gelişmeler ve yatırım artışlarıdır. Ekonomik büyümede söz konusu artışların kalıcı olması büyük önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra gözden kaçırılmaması gereken bir diğer konu da, ekonomik artışların

ölçülebilmesinde ekonomilerin uzun vadeli bir değerlendirmeye tabi tutulması gerektiğidir (Pamuk, 2007: 10). Ekonomik büyümenin ölçülmesinde kullanılan pek çok kriter bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; yatırımlar, teknolojik gelişmeler, fiziki ve beşeri sermaye düzeyleri, etkin nüfusta meydana gelen değişimlerdir. Bunların arasında ise en önemli kriter milli gelirdir (Acar, 2002: 11).

Bir ülkenin ekonomik büyümesinin reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıladaki (GSYH) artışa bağlı olarak ölçüldüğü ifade edilmektedir (Parasız, 1997: 4). Bir ekonomide o ülke vatandaşlarının belirli bir dönem içerisinde ürettikleri nihai ve mal hizmetlerin toplam değeri Gayri safi milli hâsıla olarak ifade edilmektedir. GSMH hesaplamalarında üretimin nerede yapıldığı dikkate alınmamaktadır. Çünkü nerede yapıldığından ziyade kimin yaptığı konusu önemlidir. Fakat, bir ekonomide belirli bir dönemde yurtiçinde üretilen nihai mal ve hizmetlerin toplamı olarak ifade edilen Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYİH)'ın hesaplanmasında ise üretimin yapıldığı yer önemli hale gelmektedir (Bocutoğlu, 2015: 34-35).

Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla'da meydana gelen artışın baz alınan yıla bölünerek 100 ile çarpılması ile ekonomik büyüme oranı elde edilmektedir. Söz konusu oranı formüle edecek olursak (Kaynak, 2009: 35- 38);

$$g = \frac{GSYH_t - GSYH_{t-1}}{GSYH_{t-1}} \times 100$$

GSYİH t ; içinde bulunulan yılın gayrisafi yurt içi hasılası.

GSYİH t-1 ; bir önceki yılın gayrisafi yurt içi hasılası.

Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla'nın hesaplanması ile belirli bir dönemde meydana gelen ekonomik faaliyetlerin dolar cinsinden diğerinin tek bir sayı ile gösterilmesi amaçlanmaktadır. Bu iki farklı şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bunlardan birincisi, Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla'yı toplam gelir olarak kabul etmek, ikincisi ise Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla'yı ekonomide üretilen mal ve hizmetlere yapılan harcamaların toplamı kabul etmektir. Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla'nın hem toplam geliri hem de toplam harcamaları ölçebilmesi, söz konusu bu iki miktarın da eşit olmalarından kaynaklanmaktadır (Mankiw, 2009:20).

4.1.2. Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi

Ülkelerin kalkınması için enerji son derece önem arz etmektedir. Çünkü toplumsal kalkınma seviyelerinin artışı, enerjiye olan ihtiyacın da artmasına neden olmaktadır. Bu ilişkinin doğal bir sonucu olarak da enerji üretimi artışı ortaya çıkmaktadır. İhtiyaçlar doğrultusunda enerji arzının kıt olması nedeniyle alternatif enerji sektörleri oluşturulmaya çalışılmakta, enerji çeşitliliğine yönelik adımlar atılmakta ve teknolojik gelişmelerle birlikte alternatif enerji kaynakları kullanılmaktadır.

Ekonomik büyüme ülkenin üretim kapasitesinde basit bir artış anlamına gelmemektedir. Ekonomik büyümede sürdürülebilirliği yakalamak ve ekonomik kalkınmayı sağlayabilmek için üretim yöntemlerinin, ticari kalıpların, ekonomik kaynakların tahsis yöntemlerinin, çalışma koşullarının değişmesi gerekmektedir. Bu da ekonomik yapıda temel bir dönüşüm anlamına gelmektedir. Ekonomik kalkınma sürecinde kaynaklar; sektörler ve bölgeler arasında yeniden dağılmakta ve bu kaynak hareketliliği, ürün kompozisyonu ve teknolojik gelişmeler üzerinde yarattığı etkiler aracılığı ile yapısal dönüşümü ve üretimde verimlilik artışını uyarmaktadır. Dolayısıyla enerji arz koşullarında meydana gelecek değişiklikler kaynak hareketliliğini etkileyecek

ve enerji sektörünün ekonomik büyüme üzerindeki rolü ön plana çıkacaktır (Bilginoğlu, 1989: 82).

Enerji ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi iki yönlü ortaya çıkmaktadır (Bilginoğlu, 1989: 81). Milli gelirin büyüme hızındaki bir artış enerji tüketiminde (talebinde) bir artışı beraberinde getirmektedir. Milli gelirin artışında ise enerji önemli bir yere sahiptir. Geleneksel ekonomik yaklaşımda enerji, toplumun ihtiyaçlarını karşılayan mal ve hizmeti sağlamada gereksinim duyulan temel girdilerden biri olarak kabul edilmektedir. Enerjinin fiziksel kıtlığı diğer üretim faktörleri gibi tüketim ve ara malları üretiminde darboğaz yaratarak ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkileyecektir (Bilginoğlu, 1989: 82).

Enerji kıtlığı yanında enerji fiyat artışları da ekonominin üretim kapasitesini daraltmaktadır. Üretim kapasitesindeki daralma, enerjinin diğer üretim faktörleriyle ikame edilebilirliği yönünü de etkilemektedir. Bu etki, enerjinin özellikle sermaye faktörü ile olan tamamlayıcılık ilişkisinden kaynaklanmaktadır (Bilginoğlu, 1989: 82).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler açısından teknolojik gelişmelere paralel olarak, enerji çok daha önemli ve dikkat çekici bir konu haline gelmiştir. Bu bağlamda, literatür incelendiğinde ekonomik büyüme ve enerji arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda ulaşılan ortak sonuç; enerji ile ekonomik büyüme arasında kuvvetli bir ilişki bulunduğuudur. Örneğin; bu konuda yapılan çalışmaların öncüsü olarak Kraft ve Kraft (1978)'in ABD verileri ile yaptığı çalışma gösterilmektedir. 1947-1974 yılları arasını inceleyen söz konusu çalışmada GSMH ve enerji tüketimi verileri kullanılmış ve ekonomik büyümeden enerji tüketimine tek yönlü nedensellik bulgusuna ulaşılmıştır. Bir diğer önemli çalışma da; Stern (1993)'in, işgücü, sermaye, enerji, GSYİH gibi değişkenleri kullanarak ABD'nin 1947-1990 dönemini ele aldığı çalışmasıdır. Enerjinin ekonomik büyümede sınırlayıcı bir faktör olduğu kabul etmiştir. Ayrıca Stern çalışmasında, bu değişkenler arasında bir ikame ilişkisinin olduğuna yönelik bulgular elde etmiştir. Daha sonraki çalışmasında ise Stern (2000) 1948 – 1994 yılları arası dönemi ele almış ve ilk çalışmasında destekleyecek sonuçlara ulaşmıştır. Çalışma sonucunda enerji tüketiminden GSYİH' ye doğru bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır. Oh ve Lee (2004), 1970-1999 dönemlerini kapsayan çalışmalarında enerji tüketimi, GSYH, emek ve sermaye değişkenlerine yer vermişlerdir. Çalışma sonucunda enerji ile GSYİH arasında uzun vadeli iki yönlü bir nedensel ilişki olduğunu ve enerjiden GSYİH'ye doğru giden kısa vadede tek yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir. Türkiye'de elektrik tüketimi ile reel GSYİH arasındaki nedensel ilişkiyi ortaya koymaya çalışan Altınay ve Karagöl (2005), 1950-2000 arası dönemi ele almış, Dolado-Lutkepohl ve Granger Nedensellik Testi olmak üzere iki farklı metodoloji yardımı ile nedensellik ilişkisini test etmişlerdir. Çalışma sonucunda elektrik tüketiminden gelire doğru tek yönlü bir ilişki bulunduğuuna yönelik kanıtlar elde etmişlerdir. Kar ve Kınık (2008: 334)'a göre ekonomik büyüme, enerji talebine neden olarak sektörü etkilerken, enerjiden kaynaklı yaşanan sorunlar da ekonomik büyümeyi negatif olarak etkilemektedir.

4.1.3. Ekonomik Büyüme, Enerji ve Çevre İlişkisi

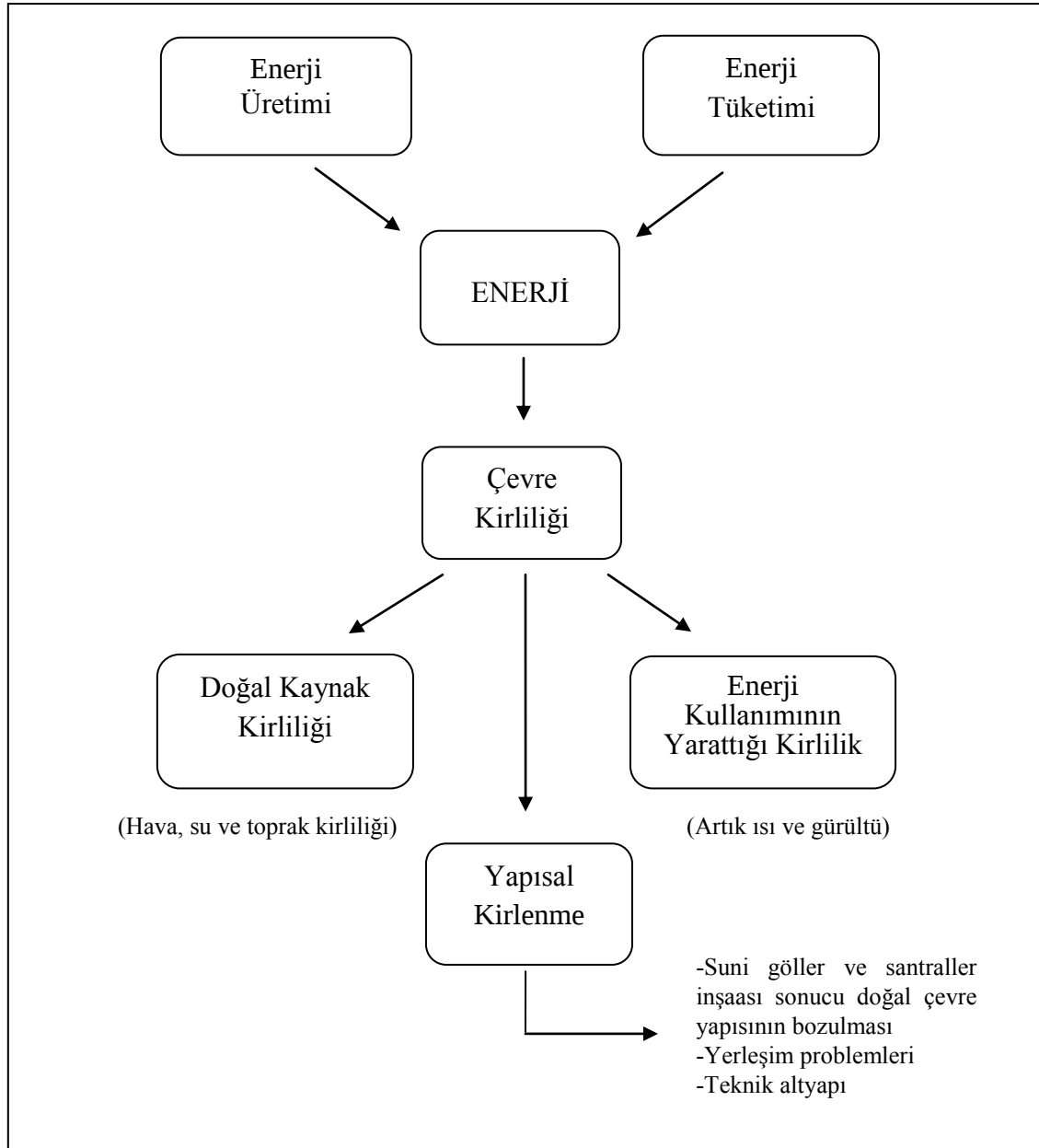
Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomik/siyasal/sosyal politikalarına yol haritası çizmesi bakımından ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile çevre kirliliği arasındaki ilişkinin ortaya konması son derece önemli bir faktördür.

Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ilişkisi özellikle 21. yüzyılda ulaşım hatlarına yakınlık, enerji kaynaklarının hakimiyeti ve enerji politikalarında söz sahibi

olmak açısında büyük bir rekabet ortamı sunmaktadır. Bu nedenle de enerji konusu, dünya ekonomi ve politikalarına yön verebilme kabiliyeti bakımından da göz ardı edilmesi mümkün olmayan bir stratejik bir konu haline gelmiştir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde ekonomik büyüme ile artan enerji tüketiminin karşılanması ve buna ek olarak enerji arz dengesinin korunması da bir diğer önemli husustur. Dolayısıyla gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler enerji kaynaklarını en iyi şekilde kullanmanın yollarını aramakta ve alternatif enerji kaynaklarının kullanılması için politikalar geliştirmektedirler.

Enerji ve çevre arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Artan enerji kullanımı ile birlikte enerji dönüşümünün açığa çıkardığı atık düzeyi de ciddi oranda artmaktadır. Enerji üretim ve tüketim sonucu ortaya çıkan sera gazları, farklı partiküller ve ısı gibi kirletici atıklar ciddi çevresel sorunları beraberinde getirmektedir (Bilginoğlu, 1989: 83).

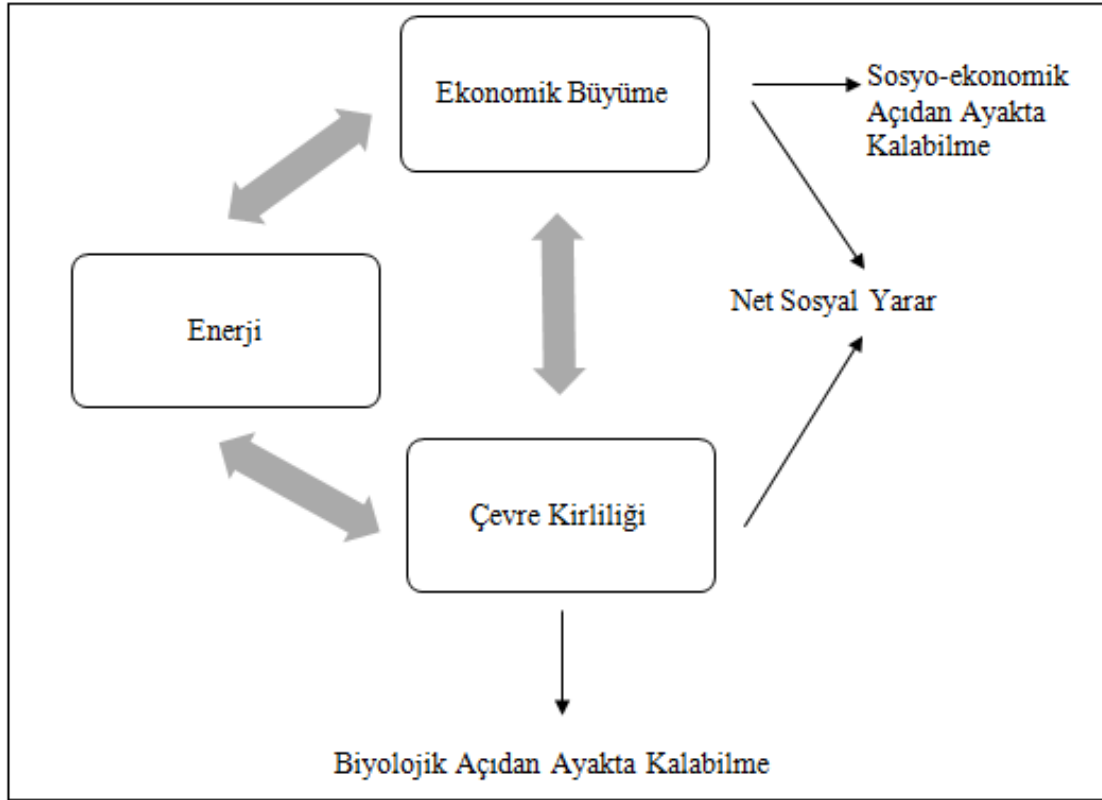




Şekil 4.1. Enerjinin Çevreyi Kirletici Etkileri (Bilginoğlu, 1989: 84).

Enerji sisteminin çevreyi kirletici etkileri Şekil 4.1.'de yer almaktadır. Enerjinin üretimi ve tüketimi aşamalarında hava su ve toprak kirliliği söz konusu olmakta; enerji kullanımı sonrasında artık ısı ve gürültü açığa çıkmakta, suni göller ve santrallerin inşaatı, teknik altyapının oluşturulması sonucu doğal çevre yapısı bozulmakta ve yerleşim problemleri ortaya çıkmaktadır (Bilginoğlu, 1989: 83-84).

Ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişki küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin de etkisiyle son dönemde ülkelerin gündeminde yer almaktadır. Bu bağlamda ekonomik büyüme, çevre üzerinde; doğal dengenin bozulması ve kaynakların azalması gibi etkiler yaratırken, çevre kirlenmesinin de ekonomi üzerinde; kirliliğin azaltılması açısından yapılan yatırımlar, sağlık harcamalarında artış, iklim değişikliği nedeni ile sıcaktan korunmak ve ısınmak için kullanılan enerji maliyetinde artış, gıda üretiminde bozulmalar ve fiyat artışı gibi etkileri bulunmaktadır.



Şekil 4.2. Ekonomik Büyüme-Enerji-Çevre İlişkisi (Soneblum, 1978: 23; Bilginoğlu, 1989: 82).

Şekil 4.2.'de ekonomik büyüme, enerji ve çevre ilişkisi yer almaktadır. Ekonomik büyüme ile birlikte enerji tüketiminin artması ve artan enerji talebini karşılamaya yönelik faaliyetlerde gerek kullanılan enerji üretim yöntemleri gerekse kullanılan enerji kaynakları, açığa çıkardığı atıklar sebebiyle çevresel sorunlara neden olmaktadır. Çevresel problemler, biyolojik anlamda hayatta kalabilmeyi etkilerken; ekonomik büyüme, sosyo-ekonomik anlamda hayatı idame ettirebilme açısından önemlidir. Dolayısıyla, ekonomik büyümenin sağlanması ve temiz çevresel şartlar ile toplumların net sosyal yarar elde edeceği ifade edilebilmektedir. Bu bağlamda, enerjiye ikili bir rol atfetmek mümkün olabilmektedir. Enerji dönüşümü bir yandan çevresel bozulmalar yoluyla biyolojik yaşama tehdit unsuru oluştururken, diğer yandan ekonomik büyüme yoluyla toplumların sosyo-ekonomik geleceğini garanti altına almaktadır (Bilginoğlu, 1989:83).

4.2. Çevre ve Çevre Kirliliği

4.2.1. Çevre Kavramı

Yaşamları boyunca insanların ve diğer canlıların, fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel bakımdan karşılıklı etkileşimde bulunarak, ilişkilerini sürdürdükleri ortam “çevre” olarak tanımlanmaktadır (Yalçın, 2010: 225). Benzer bir tanımlamaya göre ise fiziksel, kimyasal, biyolojik, sosyo-ekonomik, kültürel kaynakların ve değerlerin oluşturduğu kompleks sistem “çevre” olarak adlandırılmaktadır. Söz konusu çevre tanımlamaları aynı zamanda, iktisadi üretim

faktörlerinden biri olan doğal kaynakları da kapsamaktadır (Toros vd., 1997: 38). Bu bakımdan insan ve çevre ilişkisinin, çok yönlü, çeşitli ve komplike faaliyetlerden oluşan bir bütünlük oluşturduğunu söylemek mümkündür.

Kavramı ayrıntılı olarak tanımlayan Dinçer'e göre (1996: 24) ise çevre; anında ya da belirli bir süre zarfında, insan ve diğer canlı varlıklar ile bu varlıkların faaliyetleri üzerinde, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal etkenlerin, dolaylı ya da dolaysız etkilerinin belirli bir zamandaki toplamıdır. Dar bir anlatımla çevre; canlı yaşamı üzerinde etkili faktörlerin tümü, bütünü (Türk, 1998: 3) olarak tanımlanabilir. Söz konusu özet çevre tanımlamasından da anlaşılacağı üzere etkileşimde bulunan canlı-cansız tüm faktörler, çevrenin elemanları olarak kabul edilmektedir. Mikroorganizmalar, bitki örtüsü, hayvan topluluğu ve insanlar çevrenin canlı öğelerini oluştururken, çevrenin cansız öğelerini ise hava, su, iklim ve yerkürenin yapısı oluşturmaktadır. Birbiriyle sürekli bir etkileşimde bulunan canlı-cansız bu öğelerin tamamı çevreyi oluşturmaktadır (Tıraş, 2014: 64).

Öğeleri canlı ve cansız olarak incelenen çevreyi, niteliğine göre fiziksel ve toplumsal çevre olarak ele almakta mümkündür. İçinde yaşadığımız, varlığımızı, özelliğimizi ve niteliğimizi fiziksel olarak algıladığımız ortam, fiziksel çevre olarak tanımlanmaktadır. Fiziksel çevre, doğal ve yapay çevre olarak ikiye ayrılmaktadır. Dağ, nehir, göl, deniz, gibi oluşumunda insan etkisi bulunmayan çevre "Doğal Çevre"dir. Kasaba, şehir, baraj gibi insanın kendi amaçları doğrultusunda değiştirdiği çevre ise "Yapay Çevre"dir. İnsan etkisiyle oluşturulmuş yapay çevre, yapıldığı dönem ve toplumun değerlerini, bilgi ve teknolojik anlamdaki gelişmişlik düzeyini yansıtmaktadır. İnsan etkisinin bulunmadığı toplumsal çevre ise, insanların toplumsal, siyasal ve ekonomik ilişkilerinin tümünü içinde barındırmaktadır. Bu bağlamda, niteliksel olarak birbirinden ayrılan toplumsal ve fiziksel çevre, özünde birbirini tamamlamaktadır.

Dar bir perspektifle bakıldığında, sadece yaşamın idame ettirildiği ya da sürdürüldüğü geniş bir alan olan çevre, geniş açıyla bakıldığında aslında milyonlarca canlının yaşadığı devasa bir ekosistemdir. Bu dev ekosistem, canlı yaşamının sürdürülebilirliği için gerekli olan biyolojik ve fiziksel ihtiyaçların karşılandığı iktisadi çevreyi kapsamalarının yanında, dünden bugüne aktarılması gereken tarihsel ve kültürel değerleri de içinde barındırmaktadır (Yücel, 2003: 107). Yaşamının her evresinde çevresiyle doğrudan ve uyumlu bir etkileşim içinde bulunarak yıllarca hayatını devam ettiren insanoğlu, çevresinde bulunan doğal kaynakları kullanarak, bu kaynaklardan fayda sağlamış ancak çevreyi hiç önemsememiştir. Öneminin anlaşılmasıyla, üzerinde çokça tartışılan ve araştırılan çevre konusu özellikle 1980'lerden sonra, insan merkezilikten, doğa merkezliliğe doğru bir kayma yaşamıştır. Günümüzde ise ekolojik düşüncenin iyice gelişmesi ve yerleşmesiyle birlikte, çevre ve çevrecilik bilincinin yeni bir yapıya kavuştuğunu söylemek mümkün hale gelmiştir (Tıraş, 2012: 65).

4.2.2. Çevre Kirliliğinin Nedenleri

İhtiyaçların karşılanması maksadıyla gerçekleştirilen tüm üretim ve tüketim faaliyetleri çevre kirliliğinin en temel sebeplerini oluşturmaktadır. Ekonomi biliminin "doğal kaynakların tükenmezliği" ve "doğal çevreye egemen olma" fikrinden yola çıkarak çevrenin kendi kendine ortaya çıkan ya da oluşan kirliliği absorbe edebileceği düşünülse de günümüzde çevresel tahribat söz konusudur. Faydalanılan doğal kaynakların ekonomik bakımdan fiyatının "sıfır" olarak ve bu kaynakların serbest mal olarak kabul edilmesi, üretim sürecinde bu kaynaklar için herhangi bir karşılık ya da

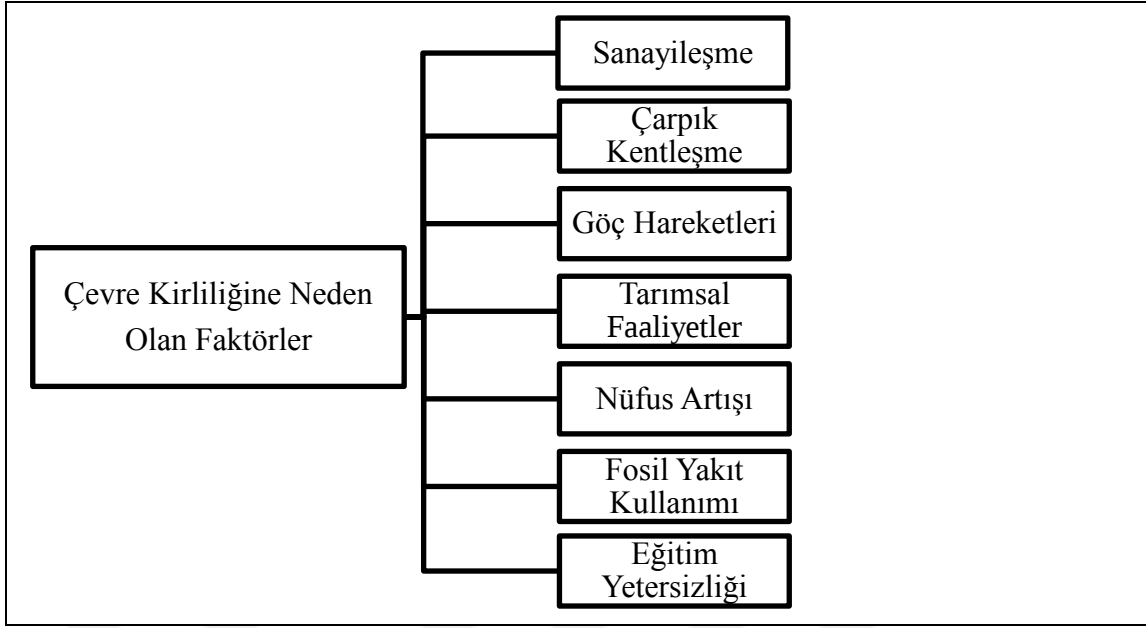
bedel ödenmeden kullanılması, çevrenin ekolojik dengesinin bozulmasına sebep olmuştur (Uçar, 1991: 40).

İnsan ihtiyaçlarının karşılanması adına, kıt kaynakların kullanılması yoluyla gerçekleştirilen ekonomik faaliyetler sonucunda, doğal kaynaklar tahrip olarak bozulmuş ve azalmış, bu durum ise kaynaklar ile ihtiyaçlar arasındaki dengesizliği arttırmıştır. İnsan refahını artırmanın temel amaç olduğu ekonomi için de, belli bir seviyede kaliteli çevre gerekmektedir. Refah göstergesi adına sadece mal ve hizmet üretimini yeterli sayan Adam Smith ve dönemin yaşayan toplumunda, ne kadar fazla mal üretilirse, o kadar çok mutlu olunacağı inancı mevcuttur. Ancak günümüzde refah ve mutluluk artışının, sadece nicel olarak değil, nitel olarak da yani kaliteli bir çevre ile tamamlandığı görüşü savunulmaktadır (Dura, 1991: 71).

Çevre ve ekonomi arasındaki etkileşim bir kısır döngü şeklinde gerçekleşmektedir. Ekonomi; çevreyi, kaynakların azalması ve kirlenmesi bakımından etkilemektedir. Çevrenin kirlenmesi ise ekonomiyi çeşitli açılardan etkilemektedir. Bu etkilerden biri, kirliliğin ortadan kaldırılması ya da engellenmesi amacıyla yapılan çevreye yönelik harcamaların, ekonomik büyüme üzerindeki yanıtıcılığıdır. Söz konusu harcamalar, ekonomik büyüme bakımından bir artış sağlasa da, aslında kaynakların azalması ve kirliliğinden dolayı bir refah azalışını da beraberinde getirmektedir. Maddi kaynakların, çevresel bozulma ve kirliliği düzeltme amacıyla kullanılması, söz konusu maddi kaynakların daha başka amaçlarla, daha verimli alanlarda kullanılmasının önünde engel teşkil ederek böyle bir olasılığı da ortadan kaldırmaktadır. İnsanların doğayı tahrip eden faaliyetleri, ekonomik büyümenin amaç, çevre sorunlarının sonuç olması düzleminde, çevre sorunları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmıştır. Çevre bilincinin gelişmesi ve artmasıyla beraber amaç ve sonuç değişime uğramıştır. Çevreyi korumak amaç haline gelirken, ekonomik büyümenin yavaşlaması ise sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır (Sencar, 2007: 27).

Dünyada hızla artan doğal kaynak ihtiyacın karşılanması ve sanayi devrimiyle başlayan makineleşme sürecinde, doğal dengenin bozuluyor oluşu ve çevre kirliliği görmezden gelinmiştir. İnsan ihtiyacı olan mal ve hizmetlerin üretilmesi ve bu üretim sonucu belli bir refah seviyesine ulaşılması ekonomik büyüme olarak tanımlanmaktadır. Belli bir refah seviyesine ulaşarak ekonomik büyümesini sağlamış toplumlar, sanayileşmenin çevreyi olumsuz etkilediğini ve ekolojik dengeyi bozduğunu fark etmişlerdir. Çevre kirliliğinin üstesinden gelmeye çalışan sanayi toplumları bu sorunun çözümüne odaklı çalışmalara başlamışlardır. Bir yandan doğal hayatın devamlılığı ve ekolojik dengenin korunması ile ilgili çalışmalarını sürdüren sanayi toplumu diğer taraftan, çevre kirliliğinin azaltılması, çevreye bırakılan atıkların temizlenmesi için teknolojik yeniliklere yönelmişlerdir. Sanayi toplumlarının, çevre kirliliğini azaltmak adına yaptığı harcamalar, ekonomi alanına büyük bir külfet yüklemiştir.

Teorik olarak ekonomik büyüme ve çevre kirliliği ilişkisi; Kuznets (1955)'in geliştirdiği ekonomik büyüme ile beraber artan refah seviyesi ile gelir dağılımı arasındaki ilişkisini gösteren Kuznets Eğrisi 'nin çevreye uyarlanmış hali olan Çevresel Kuznets Eğrisi ile açıklanmaktadır.



Şekil 4.3. Çevre Kirliliğine Neden Olan Faktörler (Şekil tarafımızca düzenlenmiştir.)

Çevre kirliliğine neden olan başlıca etkenler Şekil 4.3.'te yer almaktadır. Sanayileşme, çarpık kentleşme, göç hareketleri, tarımsal faaliyetler, nüfus artışı, fosil yakıt kullanımı ve eğitim yetersizliği çevreyi tahrip eden etkenlerin başında gelmekte ve bu etkenlere alt başlıklarda ayrıntılı olarak yer verilmektedir.

4.2.2.1. Sanayileşme

17. yy. sonu itibarıyla çevre kirliliği tehlikeli boyutlara ulaşmaya başlamıştır. Bunda sanayi devriminin büyük etkisi vardır. Sanayi devrimi, sınai ve teknolojik gelişmelerle insanlığa önemli faydalar sağlamakta fakat çevresel olarak gelecek kuşaklar için olumsuz sonuçlar doğurmaktadır.

Sanayi ve sanayi ürünlerinin, medeniyetin doğal kaynak tabanı üzerinde önemli bir etkisi vardır ve bu etki bütün hammadde aramaları, çıkarılması, onlardan ürünler elde edilmesi, enerji tüketimi, atık çıkarılması, tüketiciler tarafından ürünlerin kullanılması veya atılması süresince devam etmektedir. Bu etkiler olumlu olabilmekle birlikte; bir kaynağın kalitesini iyileştirip kullanımını genişletebilir. Buna karşılık olumsuz da olabilir; süreçten veya üründen kaynaklanan kirlilik, kaynakların tükenmesi veya bozulması sonucunu doğurabilir (TÇSV, 1987: 259). Nitekim günümüz sanayileşmesine baktığımızda bu iki durumun da mevcut olduğu söylenebilir fakat sanayileşme sonucunda oluşan ve çevrenin kendini yenileyebilme kapasitesinin üzerinde olan kirlenmenin önüne geçilmesi önemini gün geçtikçe artırmaktadır.

Sanayi faaliyetlerinin olumsuz çevresel etkileri başlangıçta hava, su ve toprak kirliliğinin yerel sorunları olarak görülmüştür. İkinci Dünya Savaşı'nı izleyen sınai kalkınma ve yayılma, çevre bilinci olmaksızın gerçekleşmiş, beraberinde hızlı bir kirlilik artışını getirmiştir. Bu kirlilik Los Angeles'ın kara sisi, Erie Göl'nün yok olması, Meuse, Elbe ve Ren gibi büyük nehirlerin artan kirliliği, Minamata'da cıvadan kaynaklanan kimyasal zehirlenme gibi olaylarla simgelenmiştir. Aynı sorun gelişmekte olan ülkelerin birçoğunda sınai büyüme, kentleşme ve otomobil sayısı arttıkça kendini göstermektedir (TÇSV, 1987: 260).

Sanayileşme, ekosistemdeki doğal enerji akımını ve madde döngülerini bozarak, doğal biyolojik süreç içerisinde ayrılmayan ve yeniden değerlendirilemeyen atıkların çoğalması yoluyla, çevresel problemlere neden olmaktadır. Kirlilik, sanayinin üretim aşamasında ortaya çıktığı gibi, ürünlerinin tüketilmesi aşamasında da ortaya çıkmaktadır. Birçok ülkede görülen çevre kirliliği temelde enerji üretimi, kimya sanayiindeki faaliyetler ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmaktadır (Ertürk, 2009: 145).

Diğer taraftan da giderek endüstrileşen bilim, tabiatın sınırlarını keşfetme sürecinden sonra, tabiata hâkim olmaya ve onu dönüştürmeye başlamıştır. Bu süreçte sanayileşme ideolojisinin tamamlayıcıları olan merkezi devletler ve sanayi kapitalizmi de insanın tabiata egemenliğinin ve tabiatı sömürüsünün devamını sağlamıştır (Görmez, 2007: 13).

İnsanlığın gelişim sürecinde sanayileşme, öncelikle tarım yapılan toprakların hızla yok olmasına sebep olmuştur. Daha sonra sanayi ürünlerinin atıkları ve fabrika atıkları büyük bir su kirliliği ortaya çıkarmış ve su ürünlerinin yok olması ile karşı karşıya kalınmış, büyük şehirlerde hava kirliliği başta olmak üzere pek çok sorun ortaya çıkmıştır. Sanayileşme bağlantılı birçok sorun insanlığı tehdit etmeye başlamıştır (Görmez, 2007: 15).

Sanayileşmenin sebep olduğu kirlilikte yer seçimi de önemli bir etkidir. Sanayi tesisleri için yer seçiminin yanlış yapılması kirliliği artıracak gibi sosyo-ekonomik gelişimin önemli yapı taşlarından olan turizm, tarım vb. sektörlerin kaynaklarının israf edilmesine de sebep olacaktır. Sanayileşmenin çekici gücü olarak nüfusun bu alanlarda yoğunlaşması, çevre kirliliğinin artmasında dolaylı bir yol olarak ortaya çıkmaktadır.

Çevre sorunlarının oluşumunda sanayileşmenin bir sonucu olarak karşı karşıya kalınan diğer bir unsur mal ve hizmet üretim biçimlerinin değişmesidir. Mevcut iktisadi süreçte bireyin tercihleri zorla değiştirilmekte, hızlı büyüme amacıyla tüketim toplumu yaratılmaktadır. Üretici için kısa vadede kar, kaynakların tükenmesinden, doğal hayatın tahribinden, çevrenin kirlenmesinden daha önemli hale gelmiştir (Görmez, 2007: 14).

Gelişmekte olan ülkelerde ise, kalkınmayı hızlandırmak amacıyla çevreyi dikkate alan ve uzun vadeli yatırımlar yerine kısa vadeli ve çevreyi dikkate almayan politikalar tercih edilmektedir. Sanayileşme politikalarının yanı sıra gelişmekte olan ülkelerin içinde bulundukları özel koşullar, sanayileşmeden kaynaklanan kirlenmeyi daha da artırmaktadır (Ertürk, 2009: 18).

Aslında olması gereken büyüme, doğayı sürdürülebilir bir hızda kullanabilen bir büyümedir. Böyle bir büyümenin gerekliliği özellikle gelişmekte olan ülke ekonomileri için daha önemli bir hal almaktadır. Şöyle ki, bu ülkelerin önce sanayileşip, zararı daha sonra giderecek kaynakları mevcut görünmemektedir. Esasen teknolojik gelişmenin hızı göz önüne alındığında, buna zaman ayırmaları da zor görünmektedir (TÇSV, 1987: 266).

4.2.2.2. Çarpık Kentleşme

Sanayinin gelişimine bağlı, nüfusun yoğunluğunun kentlerde toplanması ve bu yoğunluğun, kentleri alansal olarak genişletme süreci “kentleşme” olarak tanımlanmaktadır. Kentleşme süreci, toprağın kullanım şeklini kendisiyle birlikte dönüştürmektedir. Diğer bir ifadeyle; boş ya da terk edilmiş topraklara doğru yayılan kentler, burada birincil kaynak konumunda olan toprağın israf edilmesine ve verimsiz kullanılmasına, alt yapı yatırım maliyetlerinin yükselmesine ve ulaşım ihtiyacının fazlalaşmasına, bunlara bağlı enerji tüketimi ve hava kirliliğinin artmasına sebep

olmaktadır. Göç hareketleri ve hızlı nüfus artışı, kentlerdeki arazi talebinin artışı da beraberinde getirmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde her yıl yaklaşık 476.000 hektar ekilebilir tarım arazisi, yerleşim alanına dönüştürülerek, kentleşme faaliyetleri için şehir kullanımına sunulmaktadır (Özdemir ve Özekicioğlu, 2006: 17-30).

Mevcut ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilmesi ve yaşayan nüfusunun gereksinimlerinin karşılanabilmesi adına kentlerde, daha kompleks ve çeşitli kaynaklara ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Su, çeşitli mineraller, odun-kömür gibi yakacak maddeler, demir-alüminyum gibi inşaat malzemeleri ve plastik sentetik materyaller gibi malzemeler bu ihtiyaçlardan en önemlileridir. İhtiyaç duyulan bu malzemelerin doğadan elde edilmesi yani çıkartılması işlemi, çevreyi tahrip ettiği gibi toprağın niteliğini de değiştirmekte, dolayısı ile bitki ve hayvanların yaşadığı doğal ekosistemin bozulmasına da yol açabilmektedir. Kentleşme başlı başına, enerji talebini arttırıcı ana faktörler arasında yer almaktadır.

Kentleşme ile birlikte insanların tüketim düzeyleri de gün geçtikçe artmaktadır. Kentlerdeki yüksek tüketim düzeyi, atık artışı da beraberinde getirmektedir. Artan atıklar, hava, toprak ve suyu kirleterek, bölgede bulunan bitki örtüsü ve diğer canlılara zarar verir niteliktedir (Bartone, 1995: 30-31). Söz konusu atıkları bir bölgede toplayarak, ekosistemin bu atıkları kendi içinde yok etme ve kendine dönüştürme kabiliyetini azaltan kentleşme hareketi, doğal bitki örtüsünün yok olmasına, hava-su akımının yavaşlamasına, toprağın filtre kapasitesinin azalmasına ve sera etkisi sonucu ekolojik sistemin asimile etme kapasitesinin azalmasına neden olmaktadır.

4.2.2.3. Göç Hareketleri

Her toplumda doğa ve çevre bilincini arttırma gayesine sahip, bu amaç uğruna çalışan çok sayıda aktif çevre ve doğayı koruma kuruluşları bulunmaktadır. Söz konusu kuruluşların çoğu, çevre ve doğa kirliliğini önleyici faaliyetler üzerine çalışmaktadır. Bu bağlamda, diğer bir faaliyet alanını ise göçlerden kaynaklanan fiziki sorunların tespit edilmesi oluşturmaktadır. Genellikle ülke içi ve ülke dışı göçlerle gelen insanlar, öncelikli olarak iş bulabilecekleri sanayi alanlarının bulunduğu metropollere yönelmektedirler. İkincil olarak ise su kaynaklarının bulunduğu ve tarım yapılabilecek alanlar tercih edilmektedir. Nüfus yoğunluğunun metropollerde yığılması sonucunda ortaya çıkacak sorunların azaltılması adına, metropollere daha fazla yatırım yapılacaktır, bu da kırsal kesim yatırımlarının azalmasına sebep olacaktır. Bunlar göç kaynaklı fiziki sorunların başında gelmektedir (Bardakçı Tosun, 2016: 681).

Göç alan şehirlerde düzensiz gecekondulaşma, plansız yapılaşma ve çarpık kentleşme görülmektedir. Çarpık kentleşme sonucu alt yapı hizmetlerinde de aksamalar hatta bazı yerlerde alt yapısızlık sorunları ortaya çıkmaktadır. Alt yapı yetersizliği, nüfusun olması gerekenden fazla oluşuyla birleşince doğal afetler kaçınılmaz olabilmektedir. Bu duruma örnek olarak şehirlerdeki alt yapı sorunları ya da yetersizlikleri sebebiyle yoğun yağışlarda su baskınlarının, heyelan veya çökme gibi doğal afetlerin yaşanması verilebilir. Yaşanan bu afetler maddi ve manevi kayıpları da beraberinde getirmektedir. Şehirlerde nüfusun sürekli artması işsiz sayısının çoğalmasına sebep olur ki işsiz kişiler geçinemedikleri için suç odak merkezi haline gelebilmektedir. Bu durum şehir güvenliğinin aksamasını ve kargaşayı beraberinde getirmiştir. İş bulma amacıyla göç edenler genelde erkek nüfus olduğundan kadın-erkek sayısı arasındaki denge de bozulmaktadır. Hızlı nüfus artışı trafik sorunu, sağlık ve eğitim hizmetlerinin yetersizliği gibi birçok aksaklığı beraberinde getirmektedir.

Çevre kirliliği genel olarak; hava, su, toprak, gürültü ve görüntü kirliliği olarak sınıflandırılmaktadır. Göç sonucu gelen nüfusun tüketim alışkanlıkları ve yerel kültürlerini devam ettirmeleri, bu kirliliklerin oluşmasına ve derinleşmesine sebebiyet vermektedir.

4.2.2.4. Tarımsal Faaliyetler

Canlıların temel besin maddelerinin üretimi bakımından toprak, canlılar için eşi bulunmaz bir doğal kaynaktır. Teknolojik gelişmeler, yaşam standartların yükselmesi ve nüfus artışı gibi nedenlerden dolayı topraktan olanaklar ölçüsünde çeşitli ve daha çok ürün almak için, toprağa olan tarımsal baskılar gittikçe artmış ve artmaya devam etmektedir. Bu nedenle de toprağın yapısında ve özelliklerinde bazı bozulmalar ve değişimler meydana gelmiştir. Bu sonucu doğuran tarımsal aktivitelerin başlıcaları gübreleme, sulama, hayvansal ve bitkisel zararlılarla mücadele için kimyasal maddeler kullanılmasıdır. Bunun dışında hayvan besiciliği büyük işletmeler haline dönüşmüş, hayvansal ve bitkisel ürünlerden bazılarını işleyen tarım endüstrisi büyük bir hızla gelişmiştir. Bütün bu aktiviteler sonucunda bazı zararlı maddeler meydana gelmiş, bunlar da toprağın yapı ve işlevlerinde istenmeyen bozukluklar meydana getirmiştir (Karaçal, 2008).

Tarımsal faaliyet, çevresel maliyetler yaratabilmektedir. Örneğin bir üreticinin kullanıldığı kimyasallar, yakındaki bir nehre deşarj ediliyorsa, nehirdeki balık popülasyonunun bundan olumsuz etkilenmesi çevresel bir maliyet yaratacaktır. Aynı şekilde, bir gölden rekreasyon amaçlı fayda sağlayan bir kişi, kirli nehir sularının karıştığı gölde ekosistemin bozulmasıyla önceden gerçekleştirdiği rekreasyon faaliyetlerini gerçekleştiremeyecektir. Böylesi bir durumda da bir sosyal maliyet oluşturmaktadır (Sönmez vd., 2012).

Sonuç olarak tarımın insan hayatı açısından vazgeçilmezliğinin yanı sıra insanın yaşadığı çevreye karşı birtakım zararları da olabilmektedir. Bu zararlar genel olarak, endüstriyel tarım ve yöntemleri, yanlış- fazla gübreleme, pestisitlerin yol açtığı kirlilik ve tahribatlar, yanlış sulama şeklinde sıralanabilir.

4.2.2.5. Nüfus Artışı

Dünya nüfusu her yıl yaklaşık 76 milyon artış göstermektedir. Artan nüfus ile birlikte insanların üretim ve tüketimi de artarak, çevreye verilen zararın boyutu büyümektedir (Başol vd., 2007: 157). 1900 yılında % 0,65 olan dünya nüfus artış hızı 1970'te % 2.09'a yükselmiştir. Son yıllarda ise % 1.70 civarındadır (Han ve Kaya, 2008). 1950'den beri dünya nüfusu 2 katından fazla artarken, enerji talebi 6 kat artmıştır. Söz konusu artışlar; dünyamızdaki mevcut imkânların, çok sayıda insan tarafından paylaşılması gerçeğini açıkça göstermektedir. Çağımızın yeni Malthusçuları da 20. yüzyılda küresel bir açlık tehlikesinden söz etmişler ve Paul Ehrlich, "Nüfus Bombası" adlı yapıtında, "dünyayı tehdit eden bütün kötülüklerin başında nüfusun yattığını ve doğayı kirletenin ve bozanların insanlar olduğunu" savunmuştur (Keleş vd., 2009: 288). Kontrol edici önlemler ile dünya nüfus artışı yavaşlatılmaya çalışılsa da bu önlemler insanoğlunun artan refahı ve aşırı tüketimi nedeniyle çevreye verdiği zararları önlemede yeterli olamamaktadır.

Çevre sorunlarının en önemli nedeni nüfus artışı olarak görülmektedir. Çünkü nüfus artışının çevreye hiçbir olumlu etkisi yok, buna karşılık olumsuz etkisi çoktur (Bozkurt, 2013:11). Asya kıtası merkezli dünya nüfusunun sürekli artış trendi

izlemesine karşılık olarak doğal kaynaklarda bir artış olmamış, sınırları belli olan bu kaynaklar giderek azalmıştır. İnsanoğlu teknolojik ve bilimsel gelişmelere paralel olarak yeni doğal kaynaklar bulsa ve üretse de, bu durum dünyadaki nüfus artışının doğal kaynaklar üzerinde oluşturduğu baskıyı azaltmaya yetmemiştir. Bunların yanında dünya nüfus artışının % 90 oranında az gelişmiş ülke ve bölgelerde olması da doğal kaynakların üzerinde olan baskıyı artırıcı bir rol oynamıştır. Tüm bunlardan hareketle dünya nüfusuyla dünyanın doğal kaynak kapasitesi arasındaki açık giderek artmış, bu süreçle beraber günümüzde çok ciddi rakamlara ulaşan dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamak üzere kullanılan doğal kaynaklar yetersiz kalmaya başlamış, tüketilen kaynaklar sonucu ortaya çıkan atıklar ise, kaynak yetersizliği dışında başka çevre sorunlarının oluşmasına da sebep olmuştur (Görmez, 2015:6-7).

Fakat burada belirtmek gerekir ki, dünya nüfusunun çoğunluk olarak az gelişmiş ülkelerde yaşaması, çevre sorunlarının tek yaratıcısının yine bu az gelişmiş ülkeler olduğunu ifade etmez. Çünkü çevre sorunlarına neden olay tek şey, sadece nüfusun sayısal olarak artışı değil, bunun yanında alışılmış üretim ve tüketim kalıplarının niteliğidir. Bu noktada, günümüzde gelişmiş ülkeler az gelişmiş ülkelere göre daha fazla üretip, daha fazla tüketen ülkeler konumundadır (Bozkurt, 2013:11).

4.2.2.6. Fosil Yakıt Kullanımı

Kömür, doğal gaz ve petrol fosil yakıtlar olarak tanımlanmaktadır. Kısa sürede enerji sağlaması, ucuz ve yüksek verimli olması gibi özelliklerinden dolayı fosil yakıtlar avantaj sağlasa da, üretimi, dağıtımı ve tüketimi düşünüldüğünde dezavantajlı olduğu durumlar da mevcuttur. Bu dezavantajlar; sınırlı rezervlere sahip olmak, ithalata bağımlılık yaratmak, fiyat değişkenliği nedeniyle riskleri açığa çıkarmak, insan sağlığını ve çevreyi olumsuz yönde etkilemek olarak sıralanabilir (Aksöz, 2014: 8; NRC, 2010: 22).

Fosil yakıtlardan kömür ve petrolün çıkarılması çevre üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Ancak biyodizel üretimi ve biyokütle kullanımı, ham biyokütlenin üretimde büyük ölçüde girdi olarak kullanılmasının da çevresel etkileri olabilmektedir. Rüzgar ve güneş enerjisi gibi çoğu yenilenebilir enerji kaynağı ise geleneksel anlamda çıkarma faaliyetlerini içermemektedir (IPCC, 2010).

Kömür enerji kaynakları içinde en önemli kaynak olarak kabul edilmektedir. Sera gazı emisyonlarının temel kaynağının kömür madenciliği ve elektrik üretim amacıyla kömür yakılması olduğu ifade edilmektedir (IPCC, 2010). Elektrik üretiminde kullanılan diğer fosil yakıtların yanması da sera gazı ve diğer emisyonlar gibi çevresel etkilere sebep olmaktadır. Petrol ürünleri hem üretime esnasında hem de son kullanım sırasında sera gazı yaymaktadır. Ancak Petrol ürünlerinin son kullanım safhasında yaydıkları sera gazı, oransal olarak üretim esnasında yayılan sera gazından daha fazladır (CAPP, 2010). Gelişmiş ülkelerin birçoğunda küçük ölçekli, düşük verimli ve ilkel yöntemlerle elde edilen kömür üretimi yaygındır. Bu üretim sürecinde metan, karbonmonoksit ve havayı etkileyen diğer kirleticilerin emisyonu söz konusu olmaktadır (Matheson ve Giroux, 2010: 26).

Fosil yakıtların dağıtımı da çevre açısından olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bir örnekle açıklamak gerekirse en eski fosil yakıt olarak bilinen kömürün taşınmasında kullanılan ağır tonajlı araçların, demiryolu ve boru hatlarının su ve hava kalitesi üzerinde ciddi etkileri olmaktadır. Ağır tonajlı araçların saldırdığı zehirli gazlar havayı kirletmektedir. Taşıma amacı ile kurulan boru hatlarının yapım sürecinin de çevre açısından ciddi sonuçları mevcuttur (Clean Air Task Force, 2001). Petrol ve doğalgaz

gibi fosil yakıtların taşınmasında kullanılan malzemelerin yerleştirilmesi bir yandan ekosistemi etkilerken; diğer taraftan da toprak ve su kaynaklarına zarar vermektedir (Consumer Energy Report, 2010).

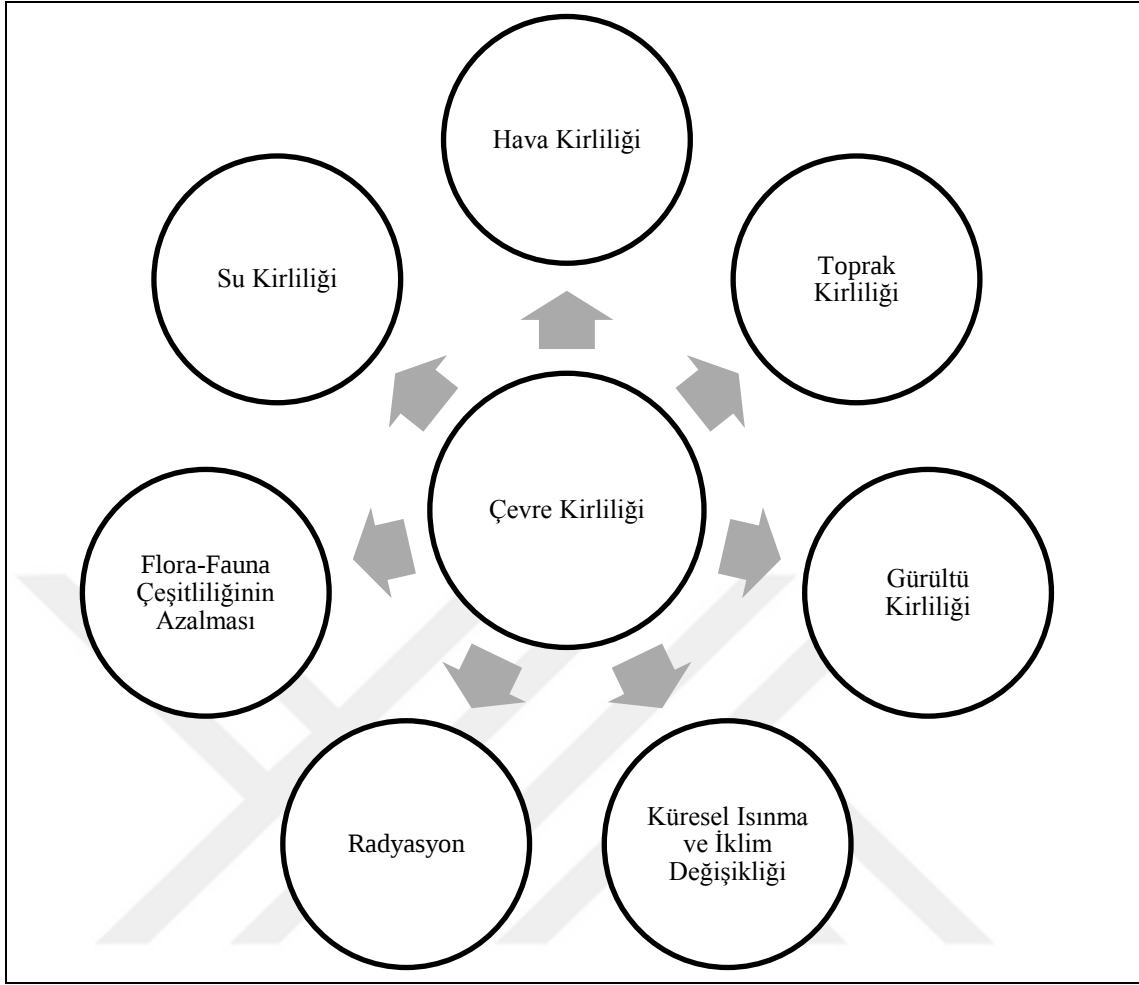
4.2.2.7. Eğitim Yetersizliği

Dünya üzerindeki ülkeler; sera etkisi, ozon tabakasının zarar görmesi, çevre kirliliği ve küresel ısınma gibi önemli problemler başta olmak üzere birçok çevre sorunu ile mücadele etmektedirler. İnsanlar ve insanların bitmek bilmeyen talepleri ise bu problemlerin mimarıdır. Çevre sorunlarını minimuma indirmek, kısmen ya da tamamen engellenmenin en somut yolu ise eğitimden geçmektedir. Dünya ülkeleri bu sorunları çözümleyebilmek amacıyla toplantılar, sempozyumlar ve konferanslar düzenleyerek; yapılması gerekenleri ve insanları eğitmenin önemini vurgulamaktadırlar. Uluslararası düzeyde çevreye yönelik dönüm noktası olarak kabul edilen konferanslardan ilki 1972’de toplanan “Stockholm Konferansı” ve 1977’de toplanan “Tiflis Konferansı”dır. Tiflis Konferansı’nda özellikle çevre sorunlarında etkili olunabilmesi için eğitimin gerekliliği konusuna vurgu yapılmıştır (Blair, 2008: 47; Eulefeld, 1979: 115; Loubser ve Ferreira, 1992: 260; Tarasova, 1994: 66; Ünal ve Dımışk, 1999: 145).

Hemen hemen aynı çevre sorunlarıyla uğraşan dünya ülkeleri, bu sorunların üstesinden gelmek amacıyla maksimum çaba sarf etmektedirler (Taylor vd., 2009: 32). İnsanın, çevre sorunlarının temeli olduğunu fark eden birçok dünya ülkesi, çevre sorunlarının üstesinden gelmek için insanları eğitmenin önemli olduğunu vurgulamışlardır. İnsanları çevre ile ilgili bilinçlendirmenin ve eğitimle ilgili her türlü programın, çevre sorunlarını önleyeceği ve çözeceği inancı benimsenmiştir. Eğitimle birlikte çevre sorumluluğu artan insan, bulunduğu çevreye karşı da olumlu tutum ve davranışlar sergileyecektir. Çevre eğitimi veren ülkelerin öncelikli amacı, doğal sistem ve süreçler ile insanlar arasındaki etkileşimi güçlendirerek geliştirmektir. Bireysel veya sosyal gruplarda çevre duyarlılığın artırılması da bir diğer amaçtır (Köse, 2010: 200; Knapp, 2000: 35). Çevre eğitimi ile var olan çevre sorunlarının azalacağına inanılmaktadır.

4.2.3. Çevre Kirliliği Çeşitleri

Çevre kirliliği çeşitleri altı ana başlıkta toplanabilmektedir: Hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği, flora-fauna çeşitliliğinin (biyolojik çeşitliliğin) azalması, gürültü kirliliği ve radyasyon olmak üzere alt başlıklarda incelenmektedir.



Şekil 4.4. Çevre Kirliliği Çeşitleri (Şekil tarafımızca düzenlenmiştir.)

4.2.3.1. Hava Kirliliği

Özellikle kentsel alanlarda hava kirliliği, insanların ve diğer canlı organizmaların sağlığı, yaşamı ve faaliyetleri üzerinde zararlı bir etkisi olduğu için halk sağlığı sorununu teşkil etmektedir. Her türlü canlı için son derece zararlı etkilere sahip olan hava kirliliği genel olarak toz, kül, is, duman, sis, buhar, gaz v.s. gibi, atmosferde bulunan tüm kirleticilerin varlığı olarak tanımlanabilir. Hava kirliliği, Dünya Sağlık Örgütü tarafından da “atmosferde toz, duman, gaz, koku, su buharı şeklinde bulunabilecek kirleticilerin, insanlar ve diğer canlılar ile eşyalara zarar verebilecek miktarlarda yükselmesi” olarak tanımlanmaktadır (Çepel, 2008: 24).

Atmosfer, büyük hacmi ile ortama verilen gaz, sıvı veya katı parçacıkların temizlendiği ve bunların kısa veya uzun mesafelere iletilmesini gerçekleştiren çevresel unsurdur (Özdilek, 2004: 78). Atmosferin bu özelliği sebebi ile hava kirliliği, bölgesel bir sorun olarak kalmamış ve daha geniş coğrafyaları etkilemiştir. Yani bir ülkede kirlenen havanın başka ülkelerin hava kalitesini olumsuz yönde etkileyebileceği söylenebilir.

Havada meydana gelen kirlenmelerin büyük bir kısmı doğal süreç içerisinde kendiliğinden giderilebilmekte; havaya karışan katı ve sıvı tanecikler zamanla yerçekimi etkisiyle aşağı doğru süzülerek havadan ayrılmaktadırlar. Gaz formunda havaya karışan maddelerin büyük bir kısmı ise, oksijen, ışık, v.b. etkenlerle zaman

içerisinde parçalanarak kaybolmaktadır. Kısaca hava belirli ölçülerde kendini temizleyebilme özelliğine sahiptir. Ancak havadaki kirlenmenin gerek insan sağlığına, gerekse doğaya zarar verecek hale gelmesi, ortamdaki kirleticilerin havanın kendini temizleme kapasitesini aşacak düzeyde artış göstermesi sonucunda olmaktadır (Ertürk, 2009: 128). Nitekim havanın zarar verecek düzeyde kirlenmesine yol açan kirleticiler, belirli bir kaynaktan havaya bırakılan birincil kirleticiler ve havadaki kimyasal reaksiyonlardan oluşan ikincil kirleticiler olarak ikiye ayrılabilir.

Hava kirliliğini yaratan unsurlar, doğal ve yapay kaynaklardan havaya karışabilmektedir. Hava kirliliğinin etkileri açısından, belirli bir yoğunluğun üzerine çıkarak tehlike yaratan yapay kirleticiler unsurlar doğal unsurlardan daha tehlikeli ve önemli olmaktadır (Ertürk, 2009: 128). Bu noktada hava kirliliğinin daha düşük düzeylere indirilebilmesi için uygulanacak olan önlemlerin, yapay kirleticilerin azaltılması veya yapay kirleticiler kaynaklarının etkisinin düşürülmesi üzerine yoğunlaşması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

İnsan sağlığına ve iklime büyük olumsuz etkileri olan hava kirlenmesinin genel olarak, kentleşme, gübre sanayi, demir-çelik sanayi, çimento sanayi, petro-kimya sanayi ve enerji üretimi gibi yapay hava kirlilik kaynaklarından ortaya çıktığı görülmektedir.

Hava kirliliğinin artması toprak ve suyun da kirliliğinin artmasına sebep olabilmektedir (Uslu, 1995: 22). Sisli ve dumanlı bir havada yere düşen yağmur suları büyük ölçüde sağlığını yitirmekte ve bu durumdan akarsular, göller ve denizlerle birlikte toprak da etkilenmektedir. Bu noktada asit yağmurlarının etkisi büyüktür. Asit yağmurları, fosil yakıt atıklarının doğal su döngüsüne karışmasıyla oluşmaktadır. Kömür ve petrol gibi fosil yakıtların kullanılması sonucu atmosferde kükürt asitleri, nitrik asit ve azot içeren gazlar birikmekte ve bu gazlar havadaki su buharıyla birleşince bir kimyasal tepkime meydana gelmektedir (Uslu, 1995: 22). Tepkimeler sonucu oluşan asitler yağmurla birlikte yeryüzüne düşerek bitkilere, sulara ve toprağa önemli ölçüde zarar vermektedir. Günümüzde çoğunluğu İskandinavya, ABD ve Kanada'da olmak üzere 18.000 civarında göl asitlenmiş halde bulunmaktadır (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2003: 158).

Sanayi ve üretim merkezlerinin gittikçe büyümesi, yoğun trafik, nüfus artışı ve bu sebeple hızla büyüyen şehirlerde oluşan hava kirliliği insan ve diğer canlıların yaşam koşullarını, yoğunluk ve etkileme süresine göre, önemli ölçüde tehdit etmektedir. Özellikle yerleşim yerlerindeki kirli hava, insanlarda solunum yolu hastalıklarının artmasına sebep olmaktadır. Birçok kan hastalığının hava kirliliği ile doğrudan bir ilişkisi olduğu söylenebilir. Örneğin; karbonmonoksit kandaki hemoglobin ile birleşerek, hemoglobinin normal fonksiyonu olan oksijeni taşıma görevini yapamayacak şekilde hemoglobin miktarını ve dokular tarafından kullanılabilir oksijen miktarını azaltmaktadır (Soydan, 1978: 59).

4.2.3.2. Su Kirliliği

Bütün canlıların yaşayıp gelişebilmesi için gerekli olan suyun kullanabilecek ve içilebilecek miktarı gittikçe azalmaktadır. Bu olgu üzerinde suların kirlenmesi dolaylı bir biçimde rol oynamaktadır. Ancak yeryüzündeki suların gittikçe kirlenmesi en az diğer sebeplerin ekolojik sonuçları kadar önemlidir (Çepel, 2008: 29).

Su kirliliği, suyun doğal yapısını bozan ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olan herhangi bir fiziksel, kimyasal veya biyolojik değişim sonucu oluşmaktadır (Özdilek, 2004: 84). Su kirliliğini, “insanlardan kaynaklanan etkilerin sonucunda kullanımı kısıtlayan ya da tamamen engelleyen ve ekolojik dengeyi tamamen bozan

nitelik değişimi” şeklinde tanımlamak mümkündür (Çepel, 2008: 29). Diğer bir ifadeyle su kirliliği, suyun yararlı kullanımını etkileyecek miktarlarda kimyasal, fiziksel ya da biyolojik maddelerin katılmasıyla kalitesinin bozulması olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere su kirliliğinin tanımının, suyun kullanım amacına göre yapılması, en uygun olanı olarak görülmektedir. Kullanma amacına göre su kirliliği, suyun doğal yapısının, kullanma amacının dışına çıkacak biçimde bozulmasıdır. Örneğin, içme suyu amacı ile kullanılamayacak durumda olan bir su, sulama amacı ile kullanılabilir kadar kirli olmayabilir (Keleş ve Hamamcı, 1998: 106).

Su kirliliğinin sebepleri arasında doğal kaynaklar olabileceği gibi yapay kaynaklarda mevcuttur. Doğal kaynakların sebep olduğu su kirlenmesi, erozyon nedeniyle toprak ve toprağın getirdiği kirleticiler ile gayzerlerin neden olduğu termal kirleticiler gibi çeşitli faktörler nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Ertürk, 2009:133). Akarsulara ve denizlere boşaltılan kent kanalizasyonları, endüstriyel atıklar, bunlardan özellikle petrol ve civa, tarımsal ilaçlar (DDT) ve asit yağmurları gibi yapay kirleticilerin de suların kirlenmesinde önemli yeri olduğu bilinmektedir (Uslu, 1995: 24).

Aslında, tarihsel süreç içerisinde insanlar, özellikle yerleşim yerlerine yakın sulara, kanalizasyonlarını ve diğer atıklarını boşaltmışlar buna rağmen çok önemli çevre sorunlarıyla karşılaşmamışlardır. Fakat nüfus artışları ve göçler sebebiyle kentlerin sayı ve nüfus yoğunluğu sürekli artış göstermiş ve sanayileşmenin de etkisiyle bu atıkların hem niteliği hem de niceliği değişmiştir (Keleş ve Hamamcı, 1998: 113). Günümüzde hem atıkların miktarı suların kendi kendini temizleyebilme kapasitesinin çok üstündedir hem de sulara bırakılan maddeler nitelikleri itibari ile doğada çözünmeyen türdendir (Uslu, 1995: 24).

Su, birçok canlının yaşam ortamı olmasının yanında birçoğunun da yaşamını sürdürebilmesi için gerekli temel maddelerden birisi olma niteliğine sahiptir. Bundan ötürü, suda meydana gelecek bir anormallik insan başta olmak üzere tüm canlıların sağlıklarını, yaşam koşullarını ve hayatlarını etkilemektedir. Kirlilik seviyesine göre sağlık bozuklukları hatta ölümler görülebilmekte, insan sağlığına zararlı sulardaki kirletici maddeler, kolera, tifo, dizanteri gibi bulaşıcı ve salgın hastalıklara, kitle halinde zehirlenmelere sebep olabilmektedir.

4.2.3.3. Toprak Kirliliği

Toprağın ekonomik ve toplumsal işlevleri, insan açısından toprağın önemini arttırmıştır. Toprak, bir üretim faktörü olarak üretim ve sanayi için göz ardı edilemez bir değere sahiptir. Bunlara ek olarak toprağın mekânsal yerleşime olanak vermesi, yerleşim sorunlarının temel ögesi olmasını beraberinde getirmiştir (Keleş ve Hamamcı, 1998: 117). Gün geçtikçe artan insan ihtiyaçları toprağa olan müdahaleyi artırmış, bu müdahale de toprağın biyolojik öğeleri ile birlikte kirlenmesi olgusunu yaratmıştır.

Toprak, ilişkili olduğu su ve hava sistemlerinin içerdiği kirletici unsurlar için son depolama noktasıdır. Bu sebeple asit yağmurları ve su kirliliği, toprak kirliliğine sebep olan önemli kirlilik nedenlerindendir. Toprak, kirli hava ve suyun taşımakta olduğu unsurlar tarafından kirlendiği gibi, üretim ve tüketim süreçlerinde ortaya çıkan katı ve sıvı atıklar, tarımsal faaliyetlere bağlı olarak gübreleme, ilaçlama; sulamaya bağlı olarak tuzlanma, sanayi ve kentleşme amaçlı toprağın tahsisi ve orman arazilerinin işgali gibi sebeplerden ötürü de kirlenmektedir (Başol vd., 2007: 158).

Daha geniş bir perspektiften bakıldığında erozyon da toprak kirlenmesi olarak sayılabilir. Orman alanlarının, yakacak odun, kereste veya tarım arazisi elde etmek

amacıyla tahrip edilmesi ve bu tahribatı takiben rüzgâr ve yağışların etkisinin artmasıyla söz konusu topraklar erozyona maruz kalmaktadır (Karaman, 1998: 15). Erozyon neticesinde ise tüm ekilebilir arazi miktarında azalma gözlenmektedir. Nitekim Meadows (1990) çalışmalarında, dünya üzerinde en fazla 3,2 milyar hektar toprak bulunduğunu, bunun yarısına yakını olan zengin ve kullanışlı bölümünün ekilmekte olduğunu, kalan yarısına erişmek ve gıda üretebilecek duruma getirmek için önemli miktarda (ekonomik bakımdan olanaksız olabilecek kadar) yatırım yapılması gerektiğinden bahsetmiştir (Meadows vd., 1990: 47 - 49). Bu mevcut durum ise nüfus artış hızının artmasıyla birlikte, önümüzdeki yıllarda kıtlık tehlikesinin söz konusu olduğu gerçeğini gözler önüne sermektedir.

Çevre sağlığı açısından toprak kirliliğinin en önemli etkisi, toprakta bulunan kirleticilerin bitkilere geçerek bu bitkilerin ya doğrudan ya da söz konusu bitkilerle beslenen hayvanların tüketilmesi sonucu dolaylı yoldan, insan bünyesine geçmesi olarak gösterilebilir (Jamali, 2007: 28).

4.2.3.4. Flora- Fauna Çeşitliliğinin Azalması

Belirli bir ülke, bölge ya da yöreye ait olan bitki örtüsü flora, yabani hayvan toplulukları da fauna olarak ifade edilmektedir. Bu anlamda flora ve fauna mikroorganizmalarla birlikte çevrenin, insan dışında yer alan canlı öğelerini oluşturmaktadır (Keleş ve Hamamcı, 1998: 12). Biyolojik zenginlik ve biyolojik çeşitlilik olarak da ifade edilmektedir.

Biyolojik çeşitlilik; yeryüzünde bulunan virüs ve bakteri gibi en küçük canlı mikroorganizmadan, en büyük bitki ve hayvanlara kadar tüm canlıları içine alan çok geniş çaplı bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir başka ifadeyle, biyolojik çeşitlilik; yeryüzündeki karasal, denizel ve sucül ekosistemler içinde bulunan tüm bitki, hayvan ve mikroorganizmaları ifade etmektedir (Ulukent, 2010:19; Hayırsever Topçu, 2012:58).

Geçmişten günümüze biyolojik çeşitliliğin beş büyük yok oluşa maruz kaldığı düşünülmektedir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir (Barlas, 2013:198-199):

- İlk yok oluşun, günümüzden yaklaşık 440-450 milyon yıl önce meydana geldiği ve tüm canlıların %27 'si, cinslerin de %54 'ünün yok olduğu düşünülmektedir.
- İkinci yok oluşun, 360-375 Milyon yıl önce iklimsel olarak ani ve şiddetli soğumalar nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir.
- Üçüncü yok oluşun, 250 Milyon yıl önce gerçekleştiği düşünülen ve “Büyük Tükeniş” olarak adlandırılan doğa olayı kapsamında denizel türlerin %90' dan, karasal türlerin ise %70' den fazlasının yok oluşuyla birlikte ortaya çıktığı düşünülmektedir.
- Dördüncü yok oluşun, 205 Milyon yıl önce gerçekleşen büyük çaplı volkanik patlamaların, büyük göktaşı yağışlarının ve iklimsel değişimlerin denizel canlıların yarısını yok etmesi sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir.
- Beşinci yok oluşun ise, 65 Milyon yıl önce gerçekleştiği düşünülen göktaşı çarpmalarının ve çok sayıda, büyük çaplı yıldız patlamalarının ortaya çıkardığı gamma ışınlarının birçok canlı türünü yok ederek ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Günümüzde biyolojik çeşitlilik konusunda sayılan bu beş doğa kaynaklı yok oluştan farklı olarak insan kaynaklı altıncı bir yok oluşa doğru gidildiği düşünülmektedir. Geçmişten günümüze belki de en büyük çaplı yok oluş olarak görülen altıncı yok oluşun insan kaynaklı birçok nedeni vardır. Bunlar; dünya nüfusunun giderek artması ve buna bağlı olarak ihtiyaçların artması, kentleşme sonucu canlıların yaşam alanlarının daralması, teknolojinin bazı bitki ve hayvan türlerini yok etmesi, nükleer ve biyolojik silahlar, tarım, orman ve balıkçılık faaliyetlerinin doğanın kendini yenileme kapasitesinin üzerinde gerçekleşmesi, çevresel kirlilik, küresel ısınma, ozon tabasının delinmesi, su kaynaklarından sürdürülebilir sınırların üstünde su çekilmesi, nehir yataklarının yapay yollarla değiştirilmesi, aşırı, mevsimsiz ve kontrolsüz avlanma gibi nedenlerdir (Barlas, 2013:204-207; Durman ve Önder, 2015:146).

World Wide Fund for Nature (WWF- Dünya Doğayı Koruma Vakfı), biyolojik çeşitlilik ve ekosistemlerin durumunu gözler önüne sermek ve doğal ortamlarda oluşmuş tahribatlar sonucu dünyanın karşı karşıya kalabileceği riskleri insanlığa anlatmak için iki yılda bir “Yaşayan Gezegen Raporu” yayınlamaktadır (World Wide Fund for Nature, 2014:5). WWF 2016 Yaşayan Gezegen Raporu’ na göre, omurgalı canlıların popülasyonlarındaki değişimleri inceleyen Yaşayan Gezegen İndeksi, 1970’ ten 2012 yılına % 58 oranında düşmüştür. Bu durum, omurgalı canlı sayısının 42 yıl içerisinde neredeyse % 60 oranında azaldığını göstermektedir. Bu çerçevede, 1970-2012 arası Yaşayan Gezegen İndeksi, karasal türlerde % 38, denizel türlerde % 36 ve tatlı sucul türlerde ise % 81 oranında bir düşüşe uğramıştır (World Wide Fund for Nature, 2016:6-7).

Yeryüzündeki biyolojik çeşitliliğin azalması, azalışa konu olan canlıların bulunduğu ekosistemlerin zarar görmesine neden olmakta, bu zarar da insanoğluna doğrudan yansımaktadır. Çünkü insanoğlu, söz konusu ekosistemlere kesintisiz bir şekilde bağlı olmakla birlikte, bu ekosistemler insanoğluna birçok hizmet (fayda) sağlamaktadır (World Wide Fund for Nature, 2016:12). Bu hizmetler şunlardır (World Wide Fund for Nature, 2016:13):

- Ekosistemlerin tedarikçi özelliği vardır. Bu bağlamda insanoğluna yiyecek, hammadde, ilaç kaynakları ve tatlı su tedarik ederler,
- Ekosistemlerin düzenleyici özelliği vardır. Bu bağlamda hava kalitesinin, iklimin ve su kaynaklarının düzenlenmesini, erozyonun, hastalık ve haşerelerin kontrolünü, suyun temizlenmesini, tozlaşmayı ve sert iklim olaylarının yumuşatılmasını sağlarlar,
- Ekosistemlerin destek özelliği vardır. Bu bağlamda besin döngüsünü, fotosentez olaylarını ve toprağın oluşumunu desteklerler,
- Ekosistemlerin kültürel özelliği vardır. Bu bağlamda estetik, manevi ve dini değerler yeryüzündeki ekosistemlerde bulunur, dinlenme ve ekoturizm faaliyetlerine ev sahipliği yaparak insanın akıl ve beden sağlığına olumlu yönde etki ederler.

Aslında yeryüzündeki ekosistemlerin kendi kendini sürdürür bir özelliği olmakla birlikte, insan faktörü ekosistemlerin kendini sürdürmesine engel olan en büyük etken olmuştur. Ekosistemlerin insan baskısı ile kendi kendini sürdürememesi, insanlığa sağladığı hizmetler göz önünde bulundurulduğunda birçok olumsuzluğu beraberinde getirecektir. Bu bağlamda örneğin gıda, toprak ve su güvenliğinin büyüyeceği, ürün fiyatlarının yükseleceği, ekosistemlerin daha sağlıklı olduğu bölgelere göçler

gerçekleşeceği, uluslararası rekabetin artacağı ve hatta çatışma ve savaşlar çıkacağı düşünülmektedir (World Wide Fund for Nature, 2016:12).

Biyolojik çeşitlilik kaybı başlığı altında incelenecek bir başka konu da orman kaybı olup, orman mirası hızla kaybedilmektedir. Google Earth mühendislerince uydudan izleme yöntemiyle yapılan bir çalışmaya göre dünya orman haritası çıkarılmış olup, yaklaşık olarak 650.000 adet uydu görüntüsünün meydana getirdiği dünya orman haritasında ormanlık alan kaybıyla ilgili önemli tespitlerde bulunulmuştur. Söz konusu haritaya göre 2000-2012 yılları arasında dünya genelinde 2.3 Milyon km² 'lik bir ormanlık alan kaybedilmiş olup, sadece 800 bin km² 'lik ormanlık alan ağaçlandırma yöntemiyle geri kazanılmıştır (Hansen vd., 2013:850).

Hava kirliliğini önlemesi nedeniyle ormanların insan da dâhil olmak üzere tüm canlılar için önemi büyüktür. Bu anlamda ormanlar, fotosentez olaylarını desteklerler, erozyonu önlerler ve yağışlarla gelen suyu depolarlar. Tüm bunlarla birlikte ormanlardan elde edilen ürünler üretim sürecinde önemli bir girdi niteliğindedir (Boztaş, 2006:29).

4.2.3.5. Gürültü Kirliliği

Gürültü kirliliği sorunu tamamen insanların yaşam biçimlerinin değişmesi ve teknolojiye gelen gelişmelerden ortaya çıkmış ve bu sonuç insanlarda fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıkların oluşmasına neden olmuştur. Bu sorun çevre sorunuyla beraber artık sağlık sorunu haline de gelmiştir. İnsanlarda duyma olayının gerçekleşmesi için belli bir ses frekansı vardır. Bu frekans çok yükseklerle çıktığı anda insan kulağına zarar verebilecek kadar tehlikeli bir hal almaktadır.

Gürültü kirliliği, gürültü düzeyine bağlı olarak insanları, diğer canlıları ve çevre sağlığını olumsuz olarak etkilemektedir. Gürültüye karşı en yaygın ve en iyi belgelenen birincil tepki onun yarattığı sinir bozucu ruh halidir ki bu durum kişinin gereksiz yere zarar gördüğü inancıyla bağlantılı olarak içinde biraz korku ve hafif öfke içerebilir. Bu türden bir asabiyet hali verilen tepkilerin üzerinde en çok çalışılan olagelmesine rağmen gürültünün kızgınlık, korku, ajitasyon, çaresizlik, gerginlik, stres ve öfke gibi birçok duygusal tepkiyi tetiklediği de gözlemlenmiştir. (Stansfeld ve Clark, 2011: 683-684) Gürültü; insanların iletişim, çeşitli tehditler ya da avın tespiti veya yön bulma gibi algısal yeterliliklere zarar verebilir. Bu tür gürültü kaynaklı uyarıların kronik olma ihtimali yüksektir ve bunların spektral içeriği (frekans gibi) biyolojik olarak benzeşen seslerle karışabilmektedir. Ses yoğunluğundaki artışlar, tehdit olarak algılanması veya biyolojik sesleri baskılayıcı olması bir yana, bu tür etkilerin şiddetini daha da artırmaktadır (Francis vd., 2013: 306).

Her insanın sesleri duyabilme frekansı farklı özelliklerde olduğu için sesin şiddetini belirtmek için bir ölçüt kullanılmaktadır. Sesin şiddetini ölçmede kullanılan birim desibeldir. ISO'nun normal saydığı gürültü düzeyi 58 desibeldir. Bununla birlikte insan sağlığına zarar verebilecek miktarın 90 desibel üzeri olduğu belirtilmektedir. Bu 90 desibellik sınırın aşılması ve 140 desibel olması halinde çok ciddi beyin tahribatının yaşanmasına neden olduğu söylenmektedir. Yapılan araştırmalara göre gürültü kirliliğinin insanların ruh sağlığına çok önemli olumsuz etkiler oluşturduğu ileri sürülmektedir (Torunoğlu, 2015: 163).

Gürültü kirliliği insanlarda bazı fiziksel hastalıkların ortaya çıkmasına da sebep olmaktadır. Bu hastalıklar; geçici işitme kaybı ya da kalıcı işitme kayıpları, metabolizma ve solunumda bazı farklılıkların ortaya çıkması, sinirlilik, tedirginlik, yorgunluk ve genel manada performans düşüklüğüne neden olmaktadır. Ayrıca gürültü

kirliliğine neden olan başlıca olaylar; motorlu taşıt araçları, sanayi sektöründe çalışan işletmelerden meydana gelen sesler, eğlence merkezlerinde oluşan müzik sesleri, iş makineleri sesleri, insan kalabalıkları gibi örnekler verilebilir (Torunoğlu, 2014: 163).

Gürültü insan dışındaki canlılar için de önemli olabilmektedir. Örneğin, sular altında yapay ses seviyelerindeki artışın balıklar üzerinde hem tek başına hem de popülasyonlar açısından olumsuz getirileri olabilmektedir. Her ne kadar tipik olarak suda sonar, kazık çakma ve patlamalar gibi etkinlikler çoğunlukla dikkat çekse de, balıklar üzerinde daha büyük etkinin daha düşük yoğunluklu ve uzun süreli seslerden gelebileceğini ve potansiyel olarak bu durumun bütün ekosistemleri etkileyebileceğini tartışmak oldukça makul olacaktır (Slabbekoorn, 2010: 424). Rheindt (2003) çalışmasında otoyolların kuş popülasyonlarına etkileri üzerine yaptığı araştırmada otoyollardaki trafikten gelen sesin ötücü kuş sesleri üzerindeki maskeleyici etkilerinin bu civardaki kuş popülasyonunu baskıladığına yönelik bulgulara ulaşmıştır (Rheindt, 2003: 305).

Francis (2012) yapmış olduğu çalışmada yüksek gürültü seviyelerinin bitkiler üzerine dolaylı etkilerinin olabileceğinden bahsetmektedirler. Söz konusu çalışmaya göre yüksek gürültü seviyelerinin bazı bitki türlerinin tozlaşmasına ve tohumdan çıkmasına yardımcı olan hayvan türlerinin yayılımını etkilemesi dolaylı olarak o bitkilerin yaşam döngüsü de etkileyebilir.

Yaşadığımız koşullarda, çevrede meydana gelen kirlilik, insanların da etki etmesiyle çok farklı boyutlara ulaştığı herkesçe bilinmektedir. Bu yapılan etkiler su, hava, toprak kirliliklerin dışında insan nüfusunun ve teknolojinin artmasıyla yeni kirlilik çeşitleri meydana getirmiştir. Metropol kentlerde (büyükşehirlerde) özellikle yoğun insan kalabalığı, trafik, sanayi ve inşaat çalışmaları sonucunda gürültü kirliliğinin oluşması kaçınılmazdır.

4.2.3.6. Radyasyon

Radyoaktif kirliliği kısaca açıklamak gerekirse; nükleer santrallerin oluşturduğu radyoaktif kirlilik, hastanelerde kullanılan manyetik rezonans görüntüleme (MR) ve tomografi gibi tıbbi cihazlar, nükleer (radyoaktif) kirlilik diye tabir ettiğimiz çevre kirliliğine yol açmaktadır. Ayrıca, elektriğin günlük hayattaki yeri tartışılmaz bir boyuttadır. Özellikle son yıllarda teknolojinin artmasına bağlı olarak oluşan cep telefonu bağımlılığı, cep telefonlarına sinyaller gönderen baz istasyonlarının halkın yaşam alanlarının içine kurulmuş olması sebebiyle son zamanlarda oldukça sık gündeme gelen radyoaktif kirlilik, doğa ve insan hayatı, üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Diğer taraftan, teknolojik gelişmelerin olumlu olduğu yanları kadar zararları da gözden kaçacak nitelikte değildir. Bu zararların kaynağı genellikle açığa çıkan bazı elektromanyetik dalgalar olduğu bilinmektedir. Örneğin; dünyanın merkezinde ve insan vücudunda yer alan uzuvların yapısında, bazı manyetik yerler olduğu ileri sürülmektedir (Sunay, 2000: 67).

Elektromanyetik bölgeler uzayda çeşitli ışımlar meydana getirir. Meydana gelen bu ışımlar neticesinde, insan gözüyle fark edilmeyen ışınlar, elektromanyetik spektrumda oluşan dalgaın boyuna göre gösterilmektedir. Bu ışınlardan radyoaktif dalgalar, radyo ve televizyonda bulunan yayın alıcılarda, mutfaklardan eksilmeyen mikro dalga fırınlarda kullanılmakta; kızılötesi diye tabir edilen ışınlar ise hedefin belirlenmesine yönelik ve gece görüşünün sağlanabilmesi için güvenlik tedbirleri amaçlı kullanılmaktadır. Ultraviyole ışınları en sık yazın maruz kalındığı görülmektedir. Röntgen cihazlarıyla açığa çıkan ışınları x ışınları denmekte olup, bu ışınlarda yoğun

radioaktif kirlilik oluşturmaktadır. Özellikle hamilelerin ve çocukların etkilenmemesi hastanelerde ve diğer sağlık kuruluşlarında birçok önlem alınmaktadır. Diğer yandan kimyasal tedavi cihazlarıyla meydana gelen ışınlar çekirdek tepkimeleri oluşturarak gama ışınları yaymakta, bu ışınlar aracılığıyla kanserli hücreler yok edilmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda, günlük hayatta teknolojiye bağlı olarak insanoğlunun radyasyona ne kadar maruz kaldığı ortaya çıkmaktadır (Dolu ve Ürek, 2015: 170).

Radyoaktif kirlilik sonucunda birçok hastalık ortaya çıkmaktadır. En bilinen hastalıklar; konsantrasyon bozukluğunun yaşanması, kulaklarda meydana gelen çınlama, ani baş dönmelerinin yaşanması, ani kalp krizi gibi hastalıkların ortaya çıkması, deri yüzeyinde döküntülerin oluşması, depresyon yaşanması, bel ağrıların oluşması, kanda meydana gelen dolaşım bozuklukları, ellerde veya vücutta titreme, mide bulantısı gibi rahatsızlık, solunum yetmezliği, aşırı terleme, kanser gibi ciddi hastalıklar, olayları algılama güçlüklerin yaşanması, beyinde meydana gelen sorunlar, kulaklarda iltihaplanma ya da bozuklukların ortaya çıkması gibi değişik hastalık türleridir. Elektromanyetik alana maruz kalanlar ile kalmayanlar arasındaki fark, laboratuvar çalışmaları neticesinde kesin netlik kazanmamıştır (Maes vd., 2000: 591).

4.2.3.7. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği

Küresel ısınma geniş biçimde, tüm canlıların yaşamını sürdürdüğü ekosistemlerin dengesini bozan ve tehdit unsuru oluşturan, flora-fauna çeşitliliğinin yok olmasına neden olan, insanın yaşam kalitesini etkileyen, yüksek sıcaklık, yangın, kuraklık gibi diğer meteorolojik afetlerin artmasına sebep olan bir oluşum olarak tanımlanmaktadır (Özmen, 2009: 42).

Küresel ısınma kavramı bir ifadeye göre; sera gazlarının Sanayi Devrimi'nden itibaren zamanla havada birikmesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Özmen, 2009: 43). Dolayısıyla küresel ısınma, insanların faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan sera gazlarının atmosferdeki oranlarının hızla artması sonucu meydana gelmektedir. Sanayileşme hareketlerinin hızlanması ve ilerleyen teknoloji ile birlikte insan faaliyetleri hızla artmış ve tüm bunlar atmosferde sera etkisi yapan gazlarında yaşam kalitesini etkileyecek ölçüde artışlara sebep olmuştur. Özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren atmosferdeki sera gazları emisyonunun hızla artmasıyla küresel ısınmanın neden olduğu ve ekolojik sistemin dengesini bozan doğa felaketleri görülmeye başlamıştır (Öztürk, 2002: 48).

Küresel ısınmaya neden olan başlıca faktörler şu şekilde sıralanabilir (Özmen, 2009: 43):

- Dünyada nüfus yoğunluğunun aşırı bir şekilde artması
- Yoğun göç ve kentleşme hareketleri
- Yaşam standartlarının yükselmesi
- Endüstri Devrimi'nden günümüze kadar yoğunlaşan sanayi üretimindeki artışların sonuçları olarak yaklaşık son 150 yıldır gittikçe artan ve aşırı miktarda tüketilen petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtları ve arazi örtüsündeki değişimler nedeniyle, büyük miktarda zararlı gaz ve parçacıkların atmosfere salınması küresel ısınmaya neden olan en önemli etkenlerdir.

İnsanın ölçsüz aktiviteleri ile birlikte doğa tahrip olmakta ve bunun sonucunda hava, toprak ve su gibi doğal kaynakların bileşimi ciddi oranda bozulmaktadır. Hızla

artan sanayi ve yerleşim bölgelerindeki sera gazları salınımı ile birlikte çevre ve atmosfer zarar görmekte, havanın ısınma eğilimi giderek artmaktadır. İnsan ve iklim karşılıklı olarak bir etkileşim içindedir. Ölçüsüz insan faaliyetleri çevreye verdiği zarar yoluyla iklimi etkilemekte; iklim değişikliği sonucu ortaya çıkan doğa felaketleri ile de insanın yaşam kalitesi düşmektedir. Bahsedilen bu bilgiler ışığında, insan eliyle ortaya çıkan iklim değişikliğini azaltmak amacıyla Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi yürürlüğe konulmuştur (Özmen, 2009: 43-44).

Son yıllarda küresel iklim değişikliğinden dolayı hava ve iklim parametrelerinde gözlenen değişimler, diğer bir ifadeyle küresel iklim değişikliğinin belirtileri şu şekilde sıralanabilir (Özmen, 2009: 43-44):

- Buharlaşma ve yağmur miktarının artması
- Yağmurun daha çok sağanak şeklinde yağması
- Tundraların erimesi (Kuzey Kutbu Bozkırı)
- Mercanlarda beyazlaşma görülmesi
- Buzulların olağan dışı erimesi.
- Buzulların erimesi bağlı olarak deniz suyu seviyesinin yükselmesi.
- Orman yangınlarının artması.
- Fırtına ve sel gibi doğa felaketlerinin artması

• Sera Etkisi ve Sera Gazları

Güneş ışınları çeşitli gazlardan oluşan atmosferi geçerek yeryüzünü ısıtmaktadır. Atmosferdeki CO₂ (karbondioksit), CH₄ (metan), N₂O (azot protoksit) O₃ (ozon), CFC (kloroflorokarbon) gibi gazlar güneşten yeryüzüne gelen ısının bir kısmını tutarak yeryüzünün belirli sıcaklık derecesinde kalmasını sağlamaktadır (CO₂ havada en çok ısı tutma özelliği olan gazdır). Atmosferin bu ısınma ve ısıyı tutma özelliği “sera etkisi” olarak adlandırılmaktadır. Son yıllarda atmosferdeki karbondioksit miktarı hava kirlenmesine bağlı olarak hızla artmaktadır. Metan, ozon ve kloroflorokarbon gibi sera gazları da çeşitli toplumsal ve ekonomik faaliyetlerle atmosfere katılmaktadır. Atmosferde ısı tutma özelliği olan bu gazların miktarındaki artış, havanın ısısının artmasına neden olmaktadır. Sera gazları salınımı bu şekilde küresel ısınmaya ve küresel ısınma sonucunda buzulların erimesi ve okyanusların su seviyesinin yükselmesi gibi ciddi iklim değişimlerine neden olmaktadır (Özmen, 2009: 42).

Sera gazlarının atmosferdeki salınımının son zamanlarda ciddi oranda arttığı görülmektedir. Dünyada 19. yüzyılın ortalarından günümüze kadar geçen sürede küresel ortalama hava sıcaklığı 0.3 - 0.6 °C artmıştır. Araştırmalara göre gelecek 40 yıl içindeki her 10 yılda 0.1 °C den daha fazla miktarda küresel ısınmanın devam edeceği tahmin edilmektedir. Bu ısınmanın olası etkileri:

- Ortalama sıcaklık değerindeki artış; buna bağlı olarak yağışların azalması, kuraklığa ve çölleşmeye neden olması
- Yer üstü ve yer altı sularının değişimi, toprak yapısında bozulmalar
- Büyük okyanus akıntılarının yapısında meydana gelecek değişimler
- Sıcak hava dalgalarından birçok canlı ve bitki türlerinin yaşamsal süreçlerinin etkilenmesi ve yok olması,
- Küresel ısınmaya dayalı olarak Kuzey Yarım Küre’deki bitki türlerinin yaşamlarını devam ettirebilmek için yılda 1 km. kuzeye doğru yayılmalarının gerektiği çeşitli modelleme çalışmalarına dayalı olarak

hesaplanmıştır. Ancak bitki türlerinin bu hızlı yayılışa uyum sağlayabilmesi, sorun olarak tartışılmaktadır

- Dünya ekonomisini ve sosyoekonomik yapısını olumsuz etkilemesi ve küresel ekonomik kayıpların oluşması şeklinde sıralanabilir (Özmen, 2009: 43).

Sera gazları içinde asıl belirleyici olan gaz karbondioksittir. Karbondioksit atmosfere yansıyan kızılötesi ışınları tutmakta ve atmosferin sıcaklık dengesinin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalarda, atmosferdeki 750 milyar tonluk karbondioksit stokuna her yıl insan faaliyetleri sebebiyle 3 milyar ton, okyanuslar tarafından ise 4 milyar ton karbondioksit eklendiği görülmektedir. Bu miktar her geçen yıl artarak devam etmektedir (Karakaya ve Özçağ, 2004: 6).

Tablo 4.1.'de sera gazı çeşitlerine ve salınım kaynaklarına yer verilmektedir. Tablodan da görüldüğü üzere; sera gazları içerisinde karbondioksit yaklaşık %50 ile en büyük paya sahiptir. Bu oran günümüzde hızla artmaktadır. Karbondioksit gazı daha çok fosil yakıt kullanımı ve tropik ormanların yok edilmesi sonucu açığa çıkmaktadır. Sera gazlarının yaklaşık %22'sini kloroflorokarbon gazı oluşturmaktadır. Bu gazın açığa çıkmasına; sprej kutularındaki aerosoller, buzdolaplarındaki soğutucu maddeler ve elektronik sanayiinde kullanılan temizleme maddeleri neden olmaktadır. Metan gazı ise sera gazlarının yaklaşık %14'ünü oluşturmakta olup; daha çok pirinç tarlalarında, çöp toplama alanlarında, kömür madenlerinde ve biyomasın yakılması sonucu ortaya çıkmaktadır.

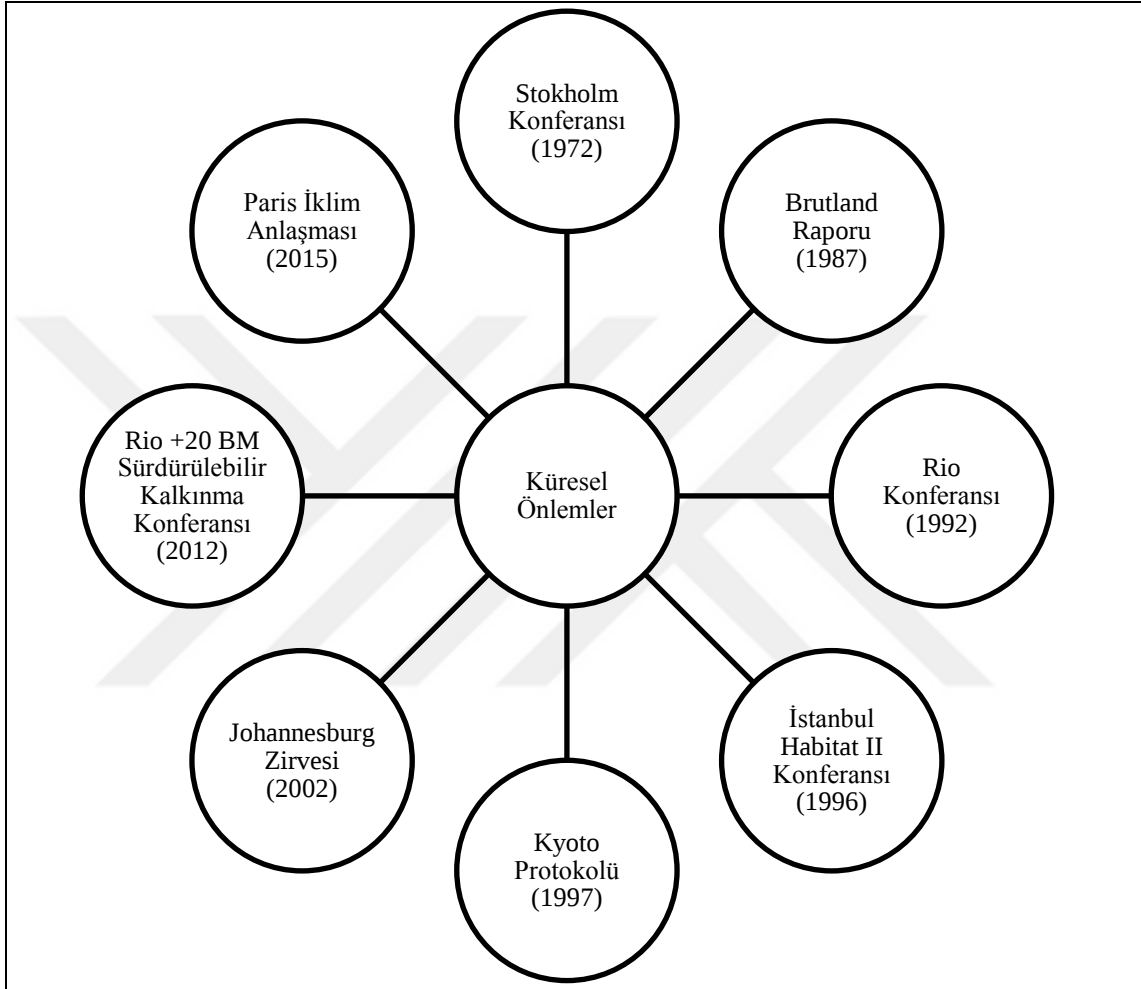
Tablo 4.1. Sera Gazı Çeşitleri ve Salınım Kaynakları (Aksay vd., 2005: 32)

<i>Sera Gazı Çeşitleri</i>	<i>Katkı (%)</i>	<i>Salınım Kaynakları</i>
CO ₂	50	-Fosil yakıt (kömür, petrol doğal gaz) kullanımı -Tropik ormanların yok edilmesi
CFC	22	-Sprej kutularındaki aerosoller -Buzdolaplarındaki soğutucu maddeler -Elektronik sanayiinde kullanılan temizleme maddeleri - Köpük üretimi
CH ₄	14	-Pirinç tarlaları -İnek mideleri -Biyomasın yakılması -Çöp toplama alanları -Kömür madenleri
Ozon	7	-Trafik -Termik santrallerdeki yanma olayları -Tropik ormanların yok edilmesi
N ₂ O	4	-Tarımda suni gübre kullanımı

Küresel ısınma, iklim değişikliği ve buna bağlı olarak ortaya çıkan doğa felaketlerinin asıl nedeni sera gazları salınımının sosyal ve ekonomik sebeplerle insan faaliyetleri sonucu gereğinden fazla atmosferde birikmesidir. Toplumun sebep olduğu bu artışın en temel nedeni kömür, petrol ve doğal gaz gibi yenilenme özelliği olmayan (yenilenmesi yüzyıllar süren) fosil yakıtların fazla kullanılması ve alternatif enerji kaynaklarından yararlanılmamasıdır.

4.3. Küresel Önlemler

Çevre sorunları, küresel ısınma ve iklim değişikliğine karşı dünya genelinde alınan önlemler alt başlıklarda incelenmektedir.



Şekil 4.5. Çevre Sorunlarına Yönelik Alınan Küresel Önlemler (Şekil tarafımızca düzenlenmiştir.)

Çevre sorunlarına yönelik alınan küresel önlemler Şekil 4.5.’te yer almaktadır. Bunlardan başlıcaları; Stokholm Konferansı (1972), Bruntland Raporu (1987), Rio Konferansı (1992), İstanbul Habitat II Konferansı (1996), Kyoto Protokolü (1997), Johannesburg Zirvesi (2002), Rio +20 BM Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (2012) ve Paris İklim Anlaşması (2015)’ dir.

4.3.1. Stokholm Konferansı (1972)

1972 yılında bir grup bilim adamı, eğitimci, ekonomist, sosyolog, sanayici, ulusal ve uluslararası çalışandan oluşan Roma Kulübü isimli strateji geliştirme merkezi tarafından “Büyümenin Sınırları (The Limits to Growth)” isimli bir rapor

yayımlanmıştır. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü’den Meadows ve ekibinin yürütmüş olduğu bu çalışmada; nüfus, gıda güvenliği, üretim, çevre kirliliği ve yenilenebilir olmayan doğal kaynakların tüketiminin birbirleriyle olan bağlantıları araştırılmıştır. Araştırmanın zaman ölçeği 1900 yılından 2100 yılına kadar olacak şekilde belirlenmiştir. Bu rapora göre önümüzdeki 100 yıl içerisinde, söz konusu olan bu beş etkenin doğal büyümenin önüne geçtiği takdirde dünya taşıma kapasitesinin çok üstüne çıkacak ve ciddi tehditlerle karşı karşıya kalacaktır (Aksu, 2011: 12).

“Büyümenin Sınırları”, dünyada çevre sorunlarının gündeme taşınmasında kilit bir rol oynamıştır. Raporun dünya kamuoyunda uyandırdığı yankıyla beraber çevre konusu BM’ nin de ilgi alanına girmiştir. BM’ nin 1972 yılında İsveç’ in başkenti Stockholm’ de düzenlediği konferans çevre konusunun uluslararası platforma taşınmasına olanak sağlamıştır (Turan, 2014:59-60).

Konferans, bünyesinde Türkiye’nin de dâhil olduğu dünyanın farklı kalkınma düzeyine ve siyasi görüşüne sahip 113 ülkesini barındırması açısından oldukça önemli bir yere sahiptir (Okumuş, 2013:9). Konferansta ana fikir olarak insan çevresinin korunup, geliştirilmesi ve çevre sorunlarının iyileştirilmesi için küresel anlamda bir ortaklığa ihtiyaç duyulduğu vurgulanmıştır (Güçlü, 2007:68). Bir başka önemli nokta olarak, konferansa katılan 113 ülke zengin ve fakir olmak üzere iki grupta toplanmıştır. Fakir ülkeler zengin ülkeleri, aşırı sanayileşme eğilimleri yüzünden çevresel kirliliğe sebep oldukları yönünde suçlamış, zengin ülkeler fakir ülkeleri ise geri kalmışlıklarından dolayı çevreyi kirlettikleri yönünde suçlamışlardır (Okumuş, 2013:9).

Konferans sonucunda 1972 tarihinde “BM İnsan Çevresi Bildirgesi (Stockholm Bildirgesi (Deklarasyonu))”, “UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)” ve 1975 tarihinde de “Akdeniz Eylem Planı” oluşturulmuştur (Görmez, 2015:60-62; <http://www.mfa.gov.tr>, 2016). Bildiri, ülkelerce çevrenin taşıma kapasitesinin dikkate alınması gerektiğini, çevrenin her şeyden önce bir miras niteliği taşıdığını ve gelecek kuşaklara bırakılacağını ayrıca ekonomik, sosyal ve çevresel sistemin birbirinden ayrı düşünülemeyeceğini vurgulaması açısından fazlasıyla önem arz etmektedir. Diğer bir gelişme olan UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı), çevre sorunlarının küresel bir bakış açısı ve ortaklıkla değerlendirileceği bir platform olması açısından yerinde bir gelişme olmuştur (Turan, 2014:60). Son olarak Akdeniz Eylem Planı ise, Akdeniz’ e kıyıdaş olan 16 ülkenin Akdeniz’ i korumak amacıyla izleyecekleri ortak bir yol çizmesi ve Akdeniz’ de oluşan çevre kaynaklı baskıyı azaltmayı hedeflemesi açısından büyük önem taşımaktadır (Güçlü, 2007:70-71).

4.3.2. Brundtland Raporu (1987)

Dünyada çevre koruma anlayışının gelişiminde önemli rol oynayan uluslararası çalışmalardan biri de Brundtland Raporu (Ortak Geleceğimiz Raporu)’ dur. Rapor, 1983 yılında kurulan Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu (WCED-World Commission on Environment and Development) ve Norveç’ in ilk kadın başbakanı Gro Harlem Brundtland’ ın başkanlığını yaptığı ekip tarafından hazırlanmış ve 1987 yılında da yayınlanmıştır (Okumuş, 2013:10). Brundtland’ ın başkanlığını üstlendiği ekipte İtalya, Almanya, Çin, Kanada, Japonya, Zimbabwe ve Arabistan gibi birçok ülkenin yetkilisi yer almaktadır (Güçlü, 2007:72).

Brundtland Raporu, sürdürülebilir kalkınma kavramının resmi şekilde ortaya çıktığı ilk gelişmedir. Sürdürülebilir kalkınmanın ilk defa tanımlandığı raporda, dünya ülkelerinde sosyo-ekonomik ve çevresel yönden kuşaklararası ve kuşak içi adaletin sağlanması gerektiğine vurgu yapılmıştır. Ayrıca rapora göre toplumların ekonomik

yönden kalkınmasının, doğal kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanımıyla gerçekleştirilebileceğinden bahsedilmiştir. Bu bağlamda raporda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin sürdürülebilir kalkınmayı temel hedef haline getirmesi gerektiğinin altı da ivedilikle çizilmiştir (Okumuş, 2013:10).

Sürdürülebilir kalkınmayla beraber raporda yoksulluğun önlenmesi için küresel bir ortaklığa başvurulması, nüfus kontrolünün sağlanması ve çevreye duyarlı teknolojilerin yaratılması gibi konuların da üzerinde durulmuştur (Turan, 2014:61). Bir başka nokta olarak raporda, dünyada 20. Yüzyılın başından sonuna kadar sosyal, ekonomik ve çevresel yönden ortaya çıkan değişikliklerden de bahsedilmiştir. Buna göre, insan kaynaklı faaliyetlerin yeryüzündeki ekosistemleri önemli derecede değişikliklere ve baskıya uğrattığı belirtilmiştir (Okumuş, 2013:11).

4.3.3. Rio Konferansı (1992)

Rio Zirvesi/konferansı, Stockholm Konferansından 20 yıl sonra 3-14 Haziran 1992 tarihinde Rio de Janeiro'da 178 devletin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çevre koşulları bakımından dünyanın nereden nereye geldiğini değerlendirmek amacı ile gerçekleştirilen zirvede, sürdürülebilir kalkınma konusu da uluslararası politikalar açısından değerlendirilen konuların başında gelmiştir (Chichilnisky, 1997: 467).

Rio Konferansı ile birlikte Sürdürülebilir Kalkınma kavramının kapsamı genişlemiş, insanın bu kavramın merkezinde olduğu ve insanın doğa ile uyumlu, sağlıklı ve verimli bir şekilde yaşama hakkının olduğu belirtilmiştir (BM, 1992: 5). Konferansta kabul edilen Gündem 21'de sürdürülebilirlik kavramının kapsamı; ormanların gelişimi, dağların geliştirilmesi, tarım ve kırsal kalkınmanın desteklenmesi, insanların yerleşimi gibi kavram ve konuları da içine dahil edilerek genişlemiştir. Bu bağlamda da sürdürülebilir bir kalkınmaya ulaşmanın yolunun ise çevre, ekonomi, kentleşme ve yönetim gibi konularda/alanlarda yapılması gereken faaliyetlerden geçtiği vurgulanmıştır (Bozlağan, 2005: 1020; Güven, 2006: 20).

Konferans sonunda Biyoçeşitlilik Sözleşmesi, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi olarak adlandırılan üç önemli sözleşme ortaya konulmuştur (Paris Agreement, 2016: 5-6).

Biyoçeşitlilik Sözleşmesi: Bu sözleşme ile biyolojik çeşitliliğin korunması amaçlanmış ve devletler düzeyinde biyoçeşitliliğin korunması konusu iklim değişikliği konusu ile birlikte ele alınmıştır.

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi: Bu sözleşme doğanın tüm insanlık için ortak bir miras olduğu yaklaşımına sahiptir. Sözleşme kapsamında devletler düzeyinde bu ortak mirasın korunması için gerekli eylemler üzerinde durulmuştur. Gelişmiş ülkeler tarafından doğal kaynakların büyük çoğunlunun tüketilmesi nedeni ile iklim krizi ve sera gazı emisyonu gibi konular bütün milletler ve hükümetler açısından bir tehdit unsuru olarak gündeme oturmuştur.

Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi "United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD): Biyoçeşitlilik ve Çölleşme ve iklim değişikliği konularının kesişim noktasında bulunan konulardan bir tanesi de gıda olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, devletler arasındaki gelişmişlik farklılıklarından dolayı üretilen gıda maddelerinin bu ülkeler arasında adil dağıtılmadığı için yaşanan sorunların önüne geçilmesi ve tarımın geleceğinin tehdit altında kalmaması için gerekli önlemler alınmaktadır.

4.3.4. İstanbul Habitat II Konferansı (1996)

İstanbul’da 1996 yılında Birleşmiş Milletler tarafından düzenlenen “İnsan Yerleşimleri Konferansı-Habitat II (The United Nations Conference on Human Settlements Habitat II)” ayrı bir öneme sahiptir. Habitat Gündemi’nde yer alan, kapsamının Rio Konferansı’nda (1992) genişletildiği “Sürdürülebilir Kalkınma” kavramı ile insan yerleşimleri arasındaki ilişkinin detaylı bir şekilde ele alınması Habitat II konferansını önemini arttıran etkenlerdendir. Rio Konferansı’nda sürdürülebilir kalkınma kavramının, multidisipliner ilişkileri üzerinde durulmuş ve bu kavramın, birçok çalışma alanı ile ilişkilendirilebileceği ifade edilmiştir. Bu bağlamda, sürdürülebilir kalkınma kavramının insan yerleşimleri ile ilişkisi Habitat II’de ele alınmaya çalışılmıştır. Ayrıca Habitat II konferansında kabul edilen Bildirgesi ve Habitat II gündemi içerisinde de bu mesele üzerine odaklanılmıştır.

Sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi, Habitat Gündeminin dördüncü maddesinde; demokratik, insan haklarına saygılı, şeffaf, katılımcı ve halka hesap verebilen yönetimler ve sivil toplumun etkin katılımı gibi faktörlere bağlanmıştır. Söz konusu gündemde, sürdürülebilir kalkınmanın insan yerleşimlerinin gelişimi için bir zorunluluk olduğuna vurgu yapılmıştır. Bu bağlamda çevre koruma, toplumsal kalkınma ve ekonomik büyümenin gerektirdiği ölçüde sürdürülebilir kalkınmaya yönelik gerekli adımların atılması gerektiği belirtilmiştir. Şöyle ki, sürdürülebilir kalkınma ilkeleri sayesinde, yerleşim yerlerinin planlanması, geliştirilmesi ve iyileştirilmesi hedeflenmiştir (BM, 2016).

Habitat II gündeminin sürdürülebilir kalkınma ile ilgili bölümünde yerleşim yerleri ve sürdürülebilir kalkınma arasında birbirini etkileyici ve destekleyici bir ilişki olduğuna vurgu yapılarak, insan yerleşim yerlerinin geliştirilmesinde temel role sahip olan sürdürülebilir kalkınmanın planlanarak geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Şencan, 1996: 30)

Ayrıca Habitat II gündeminin oluşturulması sürecinde yerel yönetimler, hükümet dışı organizasyonlar, sivil toplum kuruluşları, akademisyenler ve sendikalar gibi aktörler aktif katılarak etkin rol oynadıkları belirtilmektedir. Söz konusu bu aktörlerin BM karar alma mekanizmaları yerine geçmeye başlaması da Habitat II Konferansı, Rio Konferansı da içerisinde olmak üzere diğer konferanslardan farklı ve üstün kılmalıdır (Talu, 1996: 238).

4.3.5. Kyoto Protokolü (1997)

Daha önce 1992 yılında gerçekleştirilen Rio Zirvesi’nde kabul edilmiş olan “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği ve Çerçeve Sözleşmesi” ile devletlerin sera gazı emisyonlarında azaltıma gitmeleri kararlaştırılmıştır. Fakat sera gazı emisyonlarında herhangi bir azalma görülmemesi üzerine 1997 yılında Japonya’nın Kyoto kentinde Birleşmiş Milletler tarafından yapılan 3. Taraflar Konferansı’nda ‘Kyoto Protokolü’ imzalanmıştır. Protokolün 1. ekinde yer alan ülkeler¹ sera gazı emisyonlarını 2008-2012 arasında 1990 yılı sera gazı seviyesinin en az %5 aşağısına indirmeyi taahhüt

¹ Ek-1 Ülkeleri: Almanya, ABD, AB, Avustralya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, İngiltere, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Lüksemburg, Kanada, Norveç, Portekiz, Yeni Zelanda, Yunanistan, Türkiye, Monaco, Lichtenstein, Beyaz Rusya, Bulgaristan, Estonya, Letonya, Litvanya, Macaristan, Polonya, Romanya, Rusya Federasyonu, Ukrayna, Çek Cumhuriyeti, Slovenya, Slovakya, Hırvatistan

etmişlerdir. Kyoto Protokolü'nün yürürlüğe girmesi için 1990 yılı CO₂ salınımının % 55' ine denk gelen ülkelerinin onaylaması şartı getirilmiştir. Rusya'nın katılımıyla 16 Şubat 2005'te protokol yürürlüğe girmiştir.

Kyoto protokolünde OECD üye ülkeleri ve iklim değişikliği sorunun ortaya çıkmasında tarihsel süreç içerisinde sorumlulukları olan devletler gelişmişlik düzeyleri baz alınarak iki farklı listede gruplandırılmıştır. Protokolün gereği olarak Ek-I ve Ek-II² olarak adlandırılan bu listelerde; protokolün 2. ekinde bulunan ülkelerinin emisyon azaltım eylemlerinde bulunan gelişmekte olan ülkelere finansal açıdan destek sağlamaları, bu ülkelerin gelişmelerine destek vermeleri teknolojik transferi gibi konularda yükümlülükler üstlenmektedirler (BM, 1992). Bu bağlamda Kyoto Protokolüne göre (Çetin, 2013: 81);

- Atmosfere salınan sera gazı miktarı 1990 yılına göre %5 aşağıya çekilecek,
- Endüstriden, motorlu taşıtlardan, ısıtmadan kaynaklanan sera gazı miktarını azaltmaya yönelik mevzuat yeniden düzenlenecek,
- Daha az enerji ile ısınma, daha az enerji tüketen araçlarla uzun yol alma, daha az enerji tüketen teknoloji sistemlerini endüstriye yerleştirme sağlanacak, ulaşımda, çöp depolamada çevrecilik temel ilke olacak,
- Atmosfere bırakılan metan ve karbondioksit oranının düşürülmesi için alternatif enerji kaynaklarına yönelinecek,
- Fosil yakıtlar yerine, örneğin biyodizel yakıt kullanımı teşvik edilecek,
- Çimento, demir-çelik ve kireç fabrikaları gibi yüksek enerji tüketen işletmelerde yakıt kullanımı ve atık işlemleri yeniden düzenlenecek,
- Termik santrallerde daha az karbon çıkartan sistemler ve yeni teknolojiler devreye sokulacak,
- Güneş enerjisinin önü açılacak, nükleer enerjide karbon sıfır olduğu için dünyada bu enerji ön plana çıkarılacak,
- Fazla yakıt tüketen ve fazla karbon üreten daha fazla vergi alınacaktır.

Sera gazı salınımında enerji sektörünün payı büyüktür. Karbondioksit salınımını azaltmak için fosil yakıtlar yerine alternatif enerji kaynakları olarak güneş enerjisi, biyodizel ve nükleer enerji öne çıkarılmıştır. Nükleer enerjide karbon salınımının olmadığı belirtilerek, nükleer enerji önerilmektedir. Ancak nükleer enerjide karbondioksit salınımı sıfır değildir. Nükleer reaktör yapımı, uranyumun çıkarılması ve işlenmesi sırasında ortaya çıkan karbondioksit ve nükleer enerjiden kaynaklanan atıklar önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır. Alternatif enerji kaynağı olarak önerilen nükleer enerji, 2030 yılı dünya enerji raporlarına göre geleceğin enerji kaynağı olarak gösterilmemektedir (TOBB, 2007: 61)

Kyoto Protokolünün belirlediği iki önemli eklerden biri insan faaliyetlerinin neden olduğu karbondioksit eşdeğer sera gazları ve sektörler, diğeri ise tarafların sayısallaştırılmış salım sınırlandırma ya da azaltım taahhüdüdür. Emisyon azaltmanın maliyetinin fazla olması nedeniyle ve taraf ülkelerin protokoldeki 3.maddede yer alan taahhütleri yerine getirebilmeleri için emisyon ticareti, ortak uygulama, temiz kalkınma gibi ekonomi mekanizmaları oluşturulmuştur (Şahin, 2006: 91)

² Ek-2 Ülkeleri: ABD, Avusturya, Danimarka, Hollanda, İsveç, İzlanda, Lüksemburg, Yeni Zelanda, Almanya, Belçika, Finlandiya, İspanya, İsviçre, Japonya, Norveç, Yunanistan, Avustralya, İngiltere, Fransa, İrlanda, İtalya Kanada, Portekiz

AB emisyon azaltım hedeflerini %8, Japonya ise %6 olarak belirledi. Çin, Hindistan, Brezilya gibi sera gazı emisyonu yüksek olan ülkelerin ise emisyon azaltım yükümlülüğü yoktur. Kyoto Protokolünün birinci dönemi olan 2008-2012 arasında, Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) değerlendirmelerine göre, gelişmiş ülkeler 1990'daki emisyon hedeflerinin altına inerken, emisyon sınırlaması olmayan ülkeler gelişmiş ülkelerin emisyonlarını aşarak 1990 düzeyinin % 12 üzerine çıktı. Bu durumun nedeni gelişmiş ülkelerin petrol ve kömüre olan talebinin azalması, gelişmekte olan ülkelerin ise kömüre olan talebinin artması gösterilmektedir (Barlas, 2013: 132).

Protokolün birinci döneminin bitmesinin ardından 26 Kasım-7 Aralık 2012'de 18.Taraflar Konferansı Katar'ın başkenti Doha'da yapıldı. Kyoto Protokolü 31 Aralık 2020'ye kadar uzatıldı. Peru'nun Lima kentinde yapılan konferansta sözleşmenin 2015 yılında kabul edilmesi kararlaştırıldı. Konferansta Kyoto Protokolünün geleceği, kalkınmakta olan ülkeler için sözleşmenin bağlayıcılığı, 2010'da Meksika'nın Cancun kentinde yapılan konferansta kurulan Yeşil İklim Fonu'nun devamı gibi konular görüşülmüştür.

Kyoto Protokolü'nün 8 yıl daha uzatılması kararı, Avrupa Komisyonu'nun İklim Eylemi'nden sorumlu üyesi Connie Hedegaard'ın daha sonra belirttiği gibi, "mükemmel olmayan ancak doğru yolda atılmış önemli bir adım" olarak nitelendirildi (Kıvılcım, 2013: 3). ABD, sera gazı indirme hedefine karşı çıkarak, Çin ve Hindistan'ın protokolü imzalamaması nedeniyle ekonomisinin olumsuz etkileneceğini belirterek Kyoto Protokolünü imzalamadı. Kalkınmakta olan ülkelere emisyon sınırı konmaması ve bu ülkelerin büyümelerini artırırken sera gazı emisyonlarını da artırması önemli bir sorun oluşturmaktadır. Atmosferi kirleten ülkeler arasında ABD'den sonra ikinci sırada Çin ve beşinci sırada Hindistan gelmektedir (Nişancıoğlu, www.bbc.com.tr, 2005). 1990 yılından itibaren emisyonlarını % 114,9 oranında artıran Türkiye 2012 yılına kadar emisyon azaltım taahhüdünde bulunmamıştır. AB, 2020 yılına kadar 100 milyar \$ finansal destek sağlayacağını söyleyerek emisyon azaltım hedefini de % 20 olarak belirledi. Sera gazı emisyonlarında en büyük paya sahip iki ülke olan ABD ve Çin sera gazı azaltımı konusunda anlaştı. ABD 2025 yılına kadar, 2005 yılı emisyon seviyesinin % 26-28 altına inmeyi planladığını belirtti. Çin ise 2030 yılını sınır olarak kabul ettiğini açıklayarak salınımını azaltma taahhüdünde bulunmasa da artırmayacağını açıklamıştır (DW, 2016).

4.3.6. Johannesburg Zirvesi (2002)

Rio Konferansından 10 yıl sonra Birleşmiş Milletler tarafından 26 Ağustos-4 Eylül 2002 tarihleri arasında Johannesburg'da 104 devlet başkanının katıldığı "Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi" gerçekleştirilmiştir. Söz konusu zirvenin temel amacı bu zirvenin uluslararası gündemine kabul edilmesi, yoksullukla mücadele ve çevre koruma konuları üzerinde durularak Rio Konferansı'nda kabul edilen Gündem 21'in uygulanmasının değerlendirilmesi, yaşanan sorunların çözümünü ve hangi konular üzerinde yoğunlaşılması gerektiği konularını ele almak olmuştur.

Çok sayıda sivil toplum kuruluşunun da katıldığı zirvede iki önemli karar alınmıştır. Bu kararlardan birisi Uygulama Planı (Ulusal ve uluslararası ölçekte eylem önerileri sunan), diğeri ise "Johannesburg Sürdürülebilir Kalkınma Bildirgesi" (Hükümetlerin başkanları tarafından onaylanan) olmuştur (Emrealp, 2005: 24). Uygulama Planının özünde Gündem 21 ve sürdürülebilir kalkınma yaklaşımının uygulama kapsamının genişletilmesi vardır. Siyasi Bildiri ise sürdürülebilir kalkınmanın

uygulanarak dünya liderleri tarafından eşit haklara sahip bir nüfus oluşturulması için ortak taahhütlere varılmıştır

Johannesburg Bildirgesi'nde, insani değerlerin herkes için bir ihtiyaç olduğu gerçeğinin bilincinde olan, insancıl, eşitlikçi ve duyarlı bir küresel toplumu kurma konusundaki kararlılık belirtilerek, sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik ve sosyal kalkınma, çevre korumadan oluşan kollarının birbiriyle bağlantılı olarak geliştirilmesi ortak sorumluluk olarak kabul edilmiştir. Johannesburg Uygulama Planında yoksullukla mücadele, tüketim ve üretim kalıplarının değiştirilmesi, küreselleşme, doğal kaynakların korunması ve yönetilmesi, sağlık, küçük ada devletleri ve Afrika için sürdürülebilir kalkınma konularında hedefler belirtilmiştir. Sürdürülebilir ekonomik büyüme ve yoksulluğun azalması için güçlü demokratik kurumlar ve gelişmiş altyapının gerekli olduğu vurgulanmıştır. Uygulama Planında yer alan hedeflerden bazıları (Ağca, 2002):

- Dünyada günlük geliri 1\$'dan daha az olan ve açlık çeken insan sayısının ve temiz içme suyu imkanlarından mahrum insan sayısının 2015 yılına kadar yarı yarıya azaltılması
- Kadınların, erkeklerle eşit konumda, her düzeydeki karar süreçlerine tam katılımlarının sağlanması, kadınları hedef alan her tür ayrımcılık ve şiddetin önlenmesi,
- Herkese temel sağlık hizmetleri sağlanması ve çevre sağlığıyla ilgili tehlikelerin azaltılması, çocukların özel gereksinimlerinin, yoksulluk, sağlık ve çevre arasındaki ilişkilerin dikkate alınması
- Sürdürülebilir nitelikteki tüketim ve üretime geçişin gerçekleşmesi amacıyla 10 yıllık bir program çerçevesinin özendirilmesi ve yaygınlaştırılması,
- Sürdürülebilir nitelikteki tüketim ve üretime geçişin gerçekleşmesi amacıyla 10 yıllık bir program çerçevesinin özendirilmesi ve yaygınlaştırılması,
- Temiz içme suyunu sağlamak, sanitasyon altyapısını ve hizmetlerini sağlamak üzere uluslararası ve yerel kaynakların harekete geçirilmesi, sürdürülebilir su kullanımını yaygınlaştırmak ve su kıtlığı gibi konularda tedbirlerin alınması,
- Sağlıkla ilgili tehlikeleri azaltmak ve ekosistemleri korumak üzere su kirliliğini önleyici girişimlerinin yoğunlaştırılması,
- Gelişmekte olan ülkeler ve geçiş sürecindeki ülkelerin hava kirliliğinin etkilerini ölçme, azaltma kapasitelerinin güçlendirilmesi ve mali destek sağlanması, ozon tabakasını incelten maddeler yerine çevre duyarlı alternatiflere yönelimin sağlanması,
- Sürdürülebilir kalkınma için kurumsal çerçevenin yerel ve uluslararası alanda güçlendirilmesine yönelik önlemlerin Gündem 21 temelinde alınması, sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarının dengeli biçimde bütünleştirilmesi, uluslararası düzeyde iyi yönetişimin, sürdürülebilir kalkınma hedefine ulaşılması için önem taşıması,
- Uluslararası finans kuruluşları, DTÖ, GEF dahil olmak üzere Birleşmiş Milletler örgütünün içindeki ve dışındaki kuruluşların iş birliğine yönelmesine özel önem verilmesi

Dikkat çekici olan önemli bir sonucu ise sorunların çözümünde gerek ulusal gerekse uluslararası geniş katılımın sağlanması ve iş birliğinin gerekli olduğu hususudur. Üretim ve tüketim yöntemini değiştirmek, yoksulluğu ortadan kaldırmak, doğal kaynakların temkinli yönetimi konusunda ortak taahhütlerde bulunmak için, sürdürülebilir kalkınmanın üçayağı (sosyal, ekonomik ve çevresel) belirtilerek kişisel gelişim, beraberlik ve sosyal adalet gibi yönere dikkat edilmiştir (Budak, 2004: 424-5).

Dünyada gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkeler arasındaki dengesizliğin yükselmesi, küresel refah, güvenlik ve istikrar için büyük bir tehlike yaratığına göre gelişmekte olan ülkeler; dünya pazarlarının hızla bütünleşmesinden, yatırımların ve sermaye hareketliliğinin artmasından, bir yandan gelişmek için bazı fırsatlar yaratırken diğer yandan birtakım sorunlar yarattığı vurgulanmıştır (Keleş ve Hamamcı, 2005: 17).

1992 yılında yapılan Rio Zirve'sinden on yıl sonra yapılan bu toplantı sürdürülebilir kalkınmanın ilerleyişini değerlendirmede bir fırsat olarak görülmüştür. Ancak toplantı birçok sivil toplum kuruluşu tarafından başarısızlık olarak yorumlandı. Rio Zirvesi sonrasında sivil toplum örgütlerinin iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, Gündem 21 eylem planının uygulanması gibi konularda yüksek beklentilerinin karşılığını bulamaması, daha önceki toplantılarda alınan kararların tekrarlanması hayal kırıklığına neden oldu (French, 2002: 232). Konuların geniş bir şekilde ele alınması ve sorunların kökenine inilmemesi toplantının eleştirilen bir yönü olmuştur. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki ekonomik farkın azalmasına yönelik somut önerilerin sunulmadığı ve Rio'dan Johannesburg'a kadar olan sürede yoksulluğun azalmadığı belirtilmiştir (Sezer, 2007: 773). Çevre koruma konusunda etkili bir sonuca ulaşılmaması ve daha çok sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik boyutu üzerinde durulduğu gözlemlenmiştir.

4.3.7. Rio +20 BM Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (2012)

1992 Yeryüzü Zirvesi'nden 20 yıl sonra, yine Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde 20-22 Haziran 2012 tarihinde Birleşmiş Milletler tarafından Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı yapıldı. Zirvenin öncesinde 10 gün süren hazırlık toplantılarına aktivistler, iş adamları ve siyasi liderler katıldı. Toplantı bakanlar, hükümet ve devlet başkanlarının katılımıyla gerçekleşti. ABD Başkanı Barack Obama, İngiliz Başbakanı David Cameron ve Almanya Başbakanı Angela Merkel konferansa katılmadı ve bu ülkeler bakanlık düzeyinde temsil edildi (Özkan, 2016: 44).

Toplantının devam ettiği tarihler içerisinde 50.000 aktivist ve çevrecinin katılımıyla Rio'da yürüyüş düzenlendi. Eylemciler taslak metnini eleştirerek hükümetlerin çok uluslu şirketleri korumaya çalıştığını, hâlâ kapitalist bir anlayışla orta yol aranmasını protesto ettiler. Konferanstan bir süre önce, Greenpeace Gençlik Ekibi, İstanbul'da gerçekleştirdikleri eylemle, Türkiye'den katılacak olan R.T. Erdoğan ve diğer temsilcilerden 'hükümet Rio'ya samba yapmaya gitmediğini göstermeli' diyerek sürdürülebilirlik için yenilenebilir enerjide taahhütte bulunulmasını ve somut adımlar atılmasını istedi (Greenpeace, 2012).

Rio+20 Konferansının, yoksulluğu ortadan kaldırmak ve çevresel tahribatı sona erdirmek için geleceğe kurulan bir köprü özelliği taşıdığı ifade edilmiştir. Konferansın sonunda "The Future We Want" (İstedğimiz Gelecek) sonuç belgesi kabul edilmiştir. Kabul edilen iki önemli konu; sürdürülebilir kalkınma için yoksulluğun azaltılması ve yeşil ekonomiye geçiş, sürdürülebilir kalkınma için kurumsal çerçevedir. Kurumsal çerçeve, sürdürülebilir kalkınmanın uygulanması için hükümetler arası düzenlemelerin yapılmasını, kurumların şeffaf ve etkin olmasını, küresel düzeyde yaşanacak zorluklara

çözüm için iyi bir yönetim anlayışını kapsamaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın çevresel, ekonomik ve sosyal boyutunun güçlendirilmesi amaçlanmaktadır (Özkan, 2016: 45).

Konferans sonunda imzalanan belge bazı çevreci ve sivil toplum kuruluşları tarafından zayıf bulunarak eleştirilmiştir. Doğal Hayatı Koruma Derneği'nden (WWF) Lasse Gustavsson; *"Bu büyük bir hayal kırıklığı. Anlaşmada kullanılan dil çok zayıf. Konferanstan çıkacak sonuçlar insanlığın ve yeryüzünün ihtiyaçlarının yanına bile yaklaşamaz"* demiştir. Greenpeace'in Uluslararası Politik Direktörü Daniel Mittler ise, *"Bize sunulan eylemsizlik ve tahribat odaklı bir vizyon. Anlaşmada insanlar ve yeryüzü için kesinlikle hiçbir şey yer almıyor"* şeklinde açıklama yapmıştır (Aljazeera Türk, 2012).

Sürdürülebilir kalkınma ve yoksulluğun ortadan kaldırılması bağlamında yeşil ekonomi, sürdürülebilir kalkınmanın kurumsal çerçevesi ve uygulama yöntemleri ana başlıklarında değerlendirmeler yapılmıştır (BM, 2012). Sürdürülebilir kalkınmanın devamı ve yoksulluğun ortadan kaldırılması için yeşil ekonomi en önemli araçlardan biri olarak görülmektedir. Bazı bölgelerde yoksulluğun azaltılması konusunda ilerlemeler görülürken, başta Afrika olmak üzere azgelişmiş ülkelerde yoksulluğun hâlâ en önemli sorun olduğu kabul edilmiş ve bu bölgeler için küresel düzeyde işbirliği gerektiği vurgulanmıştır

Sürdürülebilir tarımın, gıda güvenliğinin ve beslenmenin gelecek nesiller için de önemli olduğu belirtilmiştir. Enerjinin üretimde önemli bir faktör olması nedeniyle sürdürülebilir kalkınma içindeki rolünün büyük olduğu belirtilmiştir. Yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, erişilebilirlik ve temiz enerji teknolojilerine dikkat çekilmiştir. Hükümetler arası düzenlemelerin ulusal ve yerel düzeyde güçlendirilmesi, kuzey-güney ülkelerinde, teknik ve bilimsel konularda iş birliği yapılması vurgulanmıştır (Özkan, 2016: 46).

Konferans sonucunda önerilen yeşil ekonomi, insan refahını artıran, sosyal eşitliği sağlayan aynı zamanda çevresel riskleri ve ekolojik kırıkları azaltan, enerjide verimliliği artıracak, karbon emisyonlarını ve kirliliği azaltacak yatırımları içeren bir ekonomik model olarak tanımlanmıştır. Ancak yeşil ekonomi, doğayı korumaya değil şirketlere geniş alanlar sağlayan önümüzdeki yirmi yılın baskın paradigması olarak ortaya çıkan bir kavram olmuştur. Yeni üretim tüketim kalıpları yaratarak krizden çıkmayı hedefleyen sermaye için yeşil ekonomi, bir sonraki sistemik krize kadar ayakta kalmaya çalışacakları bir alan haline gelmektedir.

Yeşil ekonomi sivil toplum kuruluşları tarafından da eleştirilen bir konu olmuştur. Asya Pasifik Yerli Genç Ağı kuruluşundan Maricel Macalanda alınan kararlarda yerli halkların haklarının yeterince korunmadığını ifade etmiştir. Yeşil ekonominin insanlara hizmet etmediğini, temelinde insanın değil ekonominin olduğunu, devletlerin ve şirketlerin kâr elde edeceğini belirtilmiştir. Minnesota merkezli Yerel Çevre Ağından Tom Goldtoht ise yeşil ekonomiyi doğanın özelleştirilmesi olarak nitelendirmiştir (DW, 2012).

4.3.8. Paris İklim Anlaşması (2015)

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) 21'nci taraflar konferansında (COP21) sözleşmeye taraf olan ülkeler 2015 yılında 196 katılımcı eşliğinde yapılan anlaşmada sera gazlarını azaltmaya yönelik mutabakat sağlanmıştır. Küresel sıcaklıklardaki artışın bu yüzyıl sonunda sanayileşme öncesi dönemdeki artıştan en fazla 2 ve mümkünse de 1,5 derece artışla sınırlı kalması

istenmekte ve buna yönelik çalışma yapılmasına karar verilmiştir. Gelişmiş ülkeler tarafından gelişmekte olan ülkelere çevreye daha az zarar veren üretim teknolojileri gibi alanlarda destek olunması konusunda anlaşma sağlanmıştır. Bu anlaşmanın ülkelere bağlayıcı olması açısından dünyadaki sera gazlarını emisyonlarının %55'ini oluşturan en az 55 ülke 21 Nisan 2017 tarihi son olmak üzere anlaşmayı imzalaması planlanmıştır. Bu konuyla ilgili olarak da 2016 yılına gelindiğinde Türkiye'nin de içinde olduğu 204 ülkenin katılımı ile anlaşma sağlanmıştır (WBG, 2016).

Küresel sıcaklıklardaki artışın bu şekilde sürdüğü takdirde dünyanın yaşanmaz bir yer olacağını kavramış gibi gözüken ülkeler anlaşmayı kabul etmiştir. Mutabakat sağlanan ülkeler, taahhüt etmiş oldukları maddeleri içeren INDC olarak kısaltılan (Intended Nationally Determined Contribution) ve genel olarak ülkelerin sera gazlarının yayılmasını azaltan tedbirleri içeren metinleri kapsayan ulusal katkı beyanlarını sunmuşlardır.

Anlaşmada Türkiye ile ilgili olarak, her geçen yıl artan nüfusuna paralel olarak ihtiyaçların da arttığından bahsedilmiş ve ihtiyaçların karşılanması için kullanılan enerji ihtiyacının da giderek artan bir eğilim gösterdiği belirtilmiştir. Küresel ısınmanın ciddi sorun olduğu günümüzde enerjiyi doğaya zarar vermeden elde etmek önemli hale gelmektedir. Bununla ilgili olarak 2010 ve 2011 yıllarında sera gazlarının kontrolünü ve uyum politikaları içeren İklim Değişikliği Ulusal Strateji ve Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planını benimseyen Türkiye, 2015 yılında da UNFCCC COP21 anlaşmasına taraf olmuştur. UNFCCC COP21 anlaşmasına göre;

- Türkiye küresel ısınma ve hava kirliliğine neden olan sera gazları emisyonlarını %21 azaltma hedefini yakalamak için 2030 yılına kadar rüzgâr enerjisinde santrallerin 16 GW, güneş enerjisinde ise 10 GW kapasiteye ulaştırılması,
- Nükleer enerji üretiminin gerçekleşmesi,
- İletim ve dağıtım sırasında gerçekleşen kayıplarda %15 oranında azaltıma gidilmesi,
- Sanayi sektöründe emisyon azaltımı ve enerji verimliliğine ilişkin çalışmalar yapılması,
- Kara yolları kullanımı azaltılması ve egzoz emisyonunun düşürülmesi,
- Kara yolları alternatif olarak deniz ve demir yolu ulaşımının arttırılması,
- Denizyolları için ÖTV'de istisna uygulanması,
- Alternatif yakıtların geliştirilmesi ve eski araçların trafikten çekilmesi şeklinde hedefler belirlemiştir (INDC, 2015).

5. SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ KAPSAMINDA ENERJİ TRİLEMMASI ve ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ

5.1. Sürdürülebilir Enerji

Sürdürülebilir enerji, gelecek nesillerin, ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri için gerekli olan kaynakları tüketmeden, bugünün ihtiyaçlarını karşılayabilen enerji biçimini ifade eder. Başka bir ifadeyle; günümüzün enerji ihtiyaçlarının, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetlerine zarar vermeden karşılanması olarak tanımlanabilmektedir. Enerjide sürdürülebilirliğin sağlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve enerjinin daha etkin kullanılması ile mümkün olabilecektir (Ediger, 2009:18).

Sürdürülebilir enerji,

- Tüm enerji kaynaklarının verimli şekilde temiz teknolojilerle üretilmesi
- Yeterli miktarda temiz enerjinin uygun fiyatlarda temin edilmesi
- Fosil yakıtların mümkün olduğunca azaltılarak yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması
- Enerjiye erişimin sağlanmasını

ifade eden ve bunu ekonomik büyüme ile bütünleştiren bir kavramdır. Sürdürülebilir enerji kavramına çevresel boyutunun yanı sıra, enerjinin arz güvenliği, ekonomik verimliliği, politik ve teknolojik yönleri de dahil edilmektedir.

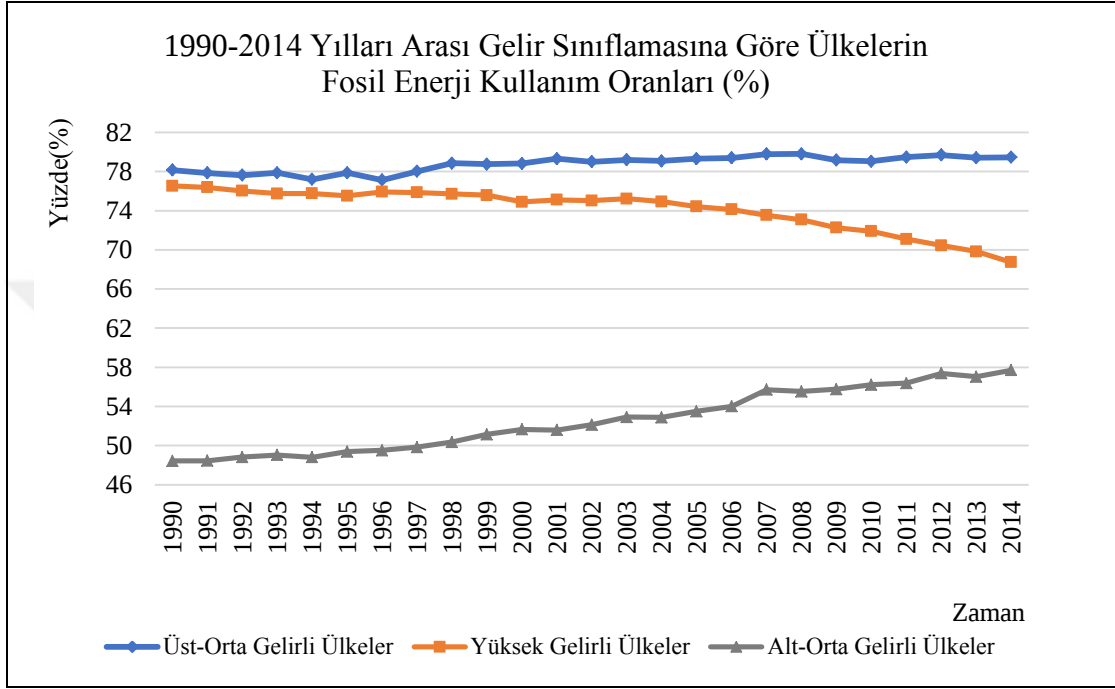
Hızlı nüfus artışı ile birlikte artan enerji ihtiyacının nasıl karşılanacağı sorusu giderek önem kazanmaktadır. Enerji ihtiyacı karşılanırken, kullanılan kaynakların çevrede bıraktıkları etkinin de iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. 1990’lardan bu yana tüm dünya ülkelerinin ekonomik büyümeyi gerçekleştirirken, çevresel sorunların göz önünde bulundurulması gerektiğine dair çeşitli toplantılar düzenlenmektedir. Bu toplantılarda, biyolojik çeşitliliği yok eden, küresel ısınmanın etkilerini hızlandıran ve daha birçok çevre problemini beraberinde getiren, özellikle sanayileşme sürecinde yoğun şekilde açığa çıkan karbon salınımının en aza indirilmesi hususunda çeşitli önlemler alınmaktadır. Çevre boyutunun yanı sıra, giderek artan enerji talebi daha çok, yenilenme özelliği olmayan fosil yakıtlardan karşılandığından bu kaynakların maliyeti giderek artmakta, enerji darboğazı gündeme gelmekte ve enerjide dışa bağımlılık da ciddi bir sorun teşkil etmektedir. Bu anlamda, enerji güvenliği, uygun maliyetli enerjiye erişim ve çevresel sürdürülebilirlik önem kazanmaktadır. Bu üç kavramın birlikte sağlanabilmesi ile enerjinin sürdürülebilirliği mümkün olabilecektir.

Sera gazlarının özellikle de karbondioksit gazı emisyonunun sebep olduğu küresel iklim değişiklikleri sürdürülebilir enerjinin kilit noktası haline gelmiştir. Dolayısıyla enerji politikalarında sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için enerji üretiminin/kullanımının etkinliğinin artırılması, fosil enerji kaynakları kullanımının azaltılması ve yenilenebilir enerji kullanımının artırılması gerekmektedir. (İşeri ve Özen, 2012: 164).

Küresel enerji politikalarının sürdürülebilirliğinin sağlanması, küresel çevre politikaları ile mümkün olabilecektir (Uğurlu, 2006: 30). Sürdürülebilir bir enerji için öncelikle enerji kullanımının yarattığı çevre problemlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu anlamda, enerjinin sürdürülebilirliğini etkileyen en önemli faktörün fosil yakıt kullanımı olduğu görülmektedir. Ülkelerin yoğun olarak kullandığı fosil

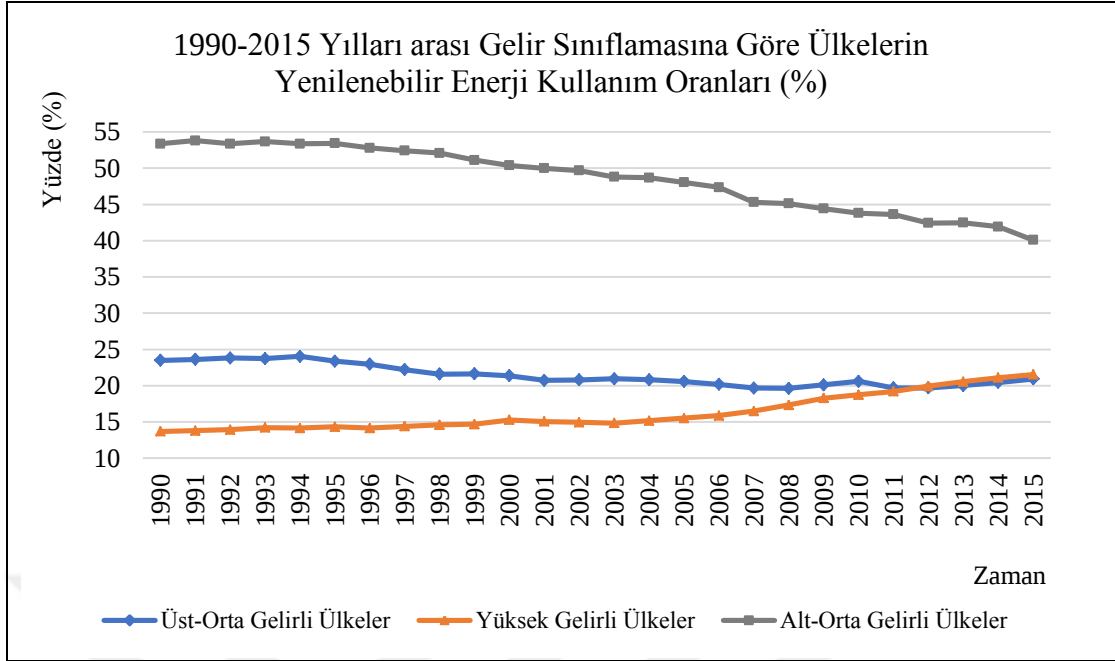
yakıt, birçok ülkede enerji ithalatı ile elde edilmekte ve son yıllarda fosil yakıtlara olan ihtiyaca paralel olarak söz konusu ülkelerin enerjide dışa bağımlılığı da artmaktadır. Bu durum, özellikle gelişmekte olan ülkelerin enerji politikalarının sürdürülebilirliği olumsuz yönde etkilemektedir (Ediger vd., 2006: 3836).

Yüksek gelirli, üst-orta gelirli ve alt-orta gelirli ülke gruplarının, fosil enerji ve yenilenebilir enerji kullanım oranlarına ilişkin veriler derlenmiştir. Oluşturulan şekillerde Dünya Bankası veri tabanından yararlanılmıştır.



Şekil 5.1. 1990-2014 Yılları Arası Gelir Sınıflamasına Göre Ülkelerin Fosil Enerji Kullanımı (Şekil, Dünya Bankası (<https://databank.worldbank.org>) verilerinden yararlanılarak tarafımızca düzenlenmiştir.)

Şekil 5.1.'de 1990-2014 yılları arasında yüksek, üst-orta ve alt-orta gelirli ülkelerin fosil enerji kullanım oranları yer almaktadır. Fosil enerji kullanım oranları, toplam enerji kullanımı içerisindeki payları ifade etmektedir. 25 yıllık süreç incelendiğinde, yüksek gelirli ülkelerde, fosil yakıt kullanımının giderek azalan bir seyir izlediği görülmektedir. Söz konusu ülkelerde, 1990 yılında toplam enerji tüketiminin yaklaşık %76'sı fosil enerji kaynaklarından karşılanırken, 2014 yılında bu oranın %68 seviyesine düştüğü görülmektedir. Üst-orta gelirli ülkelerde ise 1990 yılında %78 civarında seyreden fosil enerji kullanımı 2014'te %79'a yükselmiştir. Diğer yandan, alt-orta gelirli ülkelerde bu oranın 1990-2014 döneminde artış gösterdiği ve %48'den %57'ye yükseldiği görülmektedir. Söz konusu verilerden hareketle, gelişmekte olan ülkelerde, sanayileşme sürecinin hızlandığı 1990-2014 döneminde fosil enerji kullanımında arttığı söylenebilmektedir.



Şekil 5.2. 1990-2015 Yılları Arası Gelir Sınıflamasına Göre Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Kullanımı (Şekil, Dünya Bankası (<https://databank.worldbank.org>) verilerinden yararlanılarak tarafımızca düzenlenmiştir.)

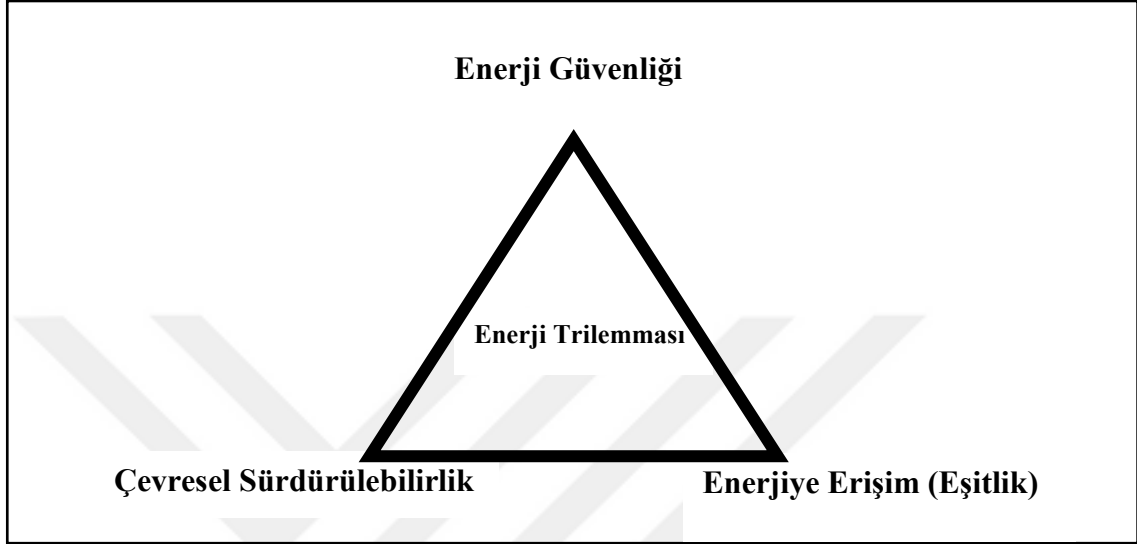
Şekil 5.2.'de 1990-2015 yılları arasında yüksek, üst-orta ve alt-orta gelirli ülkelerin yenilenebilir enerji kullanım oranları yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kullanım oranları, toplam enerji kullanımı içerisindeki payları ifade etmektedir. Yüksek gelirli ülkeler incelendiğinde, yenilenebilir enerji kullanımı 1990 yılında %13 civarında iken; 2015 yılında bu oranın %21 dolaylarına yükseldiği görülmektedir. Dolayısıyla söz konusu dönemlerde, fosil enerjinin yerine yenilenebilir enerji kullanıldığı ve sürdürülebilir enerjinin sağlanması hususunda olumlu gelişmelerin yaşandığı ifade edilebilmektedir. Diğer yandan, üst-orta gelirli ülkelerde, 1990 yılında %23 olan yenilenebilir enerji kullanım oranının, 2015 yılında %20'ye düştüğü anlaşılmaktadır. Benzer şekilde alt-orta gelirli ülkelerde, 1990-2015 döneminde bu oranın %53'ten %40'a düştüğü görülmektedir. Söz konusu dönemde, gelişmekte olan ülkelerde sanayileşmenin etkisiyle yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının azaldığı ve fosil enerji kaynaklarına yönelim gerçekleştiği ifade edilebilir.

5.2. Enerji Trilemması Kavramı ve Bileşenleri

Trilemma (üçlü açmaz ya da paradoksal üçleme) var olan üç hedefin hepsine birden tam verimle ulaşmanın mümkün olmadığını ifade etmektedir. Başka bir ifadeyle; trilemmada yer alan hedeflerden birine ulaşmaya çalışırken diğer hedeflerden birini veya her ikisini gerçekleştirilmede kayıplar ortaya çıkmaktadır. Diğer bir deyişle; trilemmada yer alan üç hedefi aynı anda sağlayabilmek mümkün olmamaktadır. Bu bağlamda, enerji alanında da bir üçlü açmaz söz konusudur. Enerji trilemmasını oluşturan bileşenler;

- Enerjide güvenlik,
- Çevresel sürdürülebilirlik
- Enerji erişimi

Olmakla birlikte, bu üç hedefin hepsinin birden sağlanabilmesi sorunlar arz etmektedir. Bu anlamda, enerji trilemması deyimi ile enerji politikaları için her birinin kendine özgü faydaları olan üç politika hedefinden hepsine birden aynı anda ulaşılamayacağı ifade edilmektedir. Bu nedenle bu üçleme; “enerji trilemması” veya “paradoksal enerji üçlemesi” ya da “üçlü enerji açmazı” olarak ifade edilmektedir (Tuğrul, 2017: 6).



Şekil 5.3. Enerji Trilemması (World Energy Trilemma Index 2015, www.worldenergy.com)

Şekil 5.3.’te enerji trilemmasını oluşturan alt unsurlar yer almaktadır. Her yıl, Marsh & McLennan Şirketleri Global Risk Merkezi ile birlikte Dünya Enerji Konseyi ve uluslararası yönetim danışmanlık şirketi olan Oliver Wyman ile ortaklaşa hazırlanan Dünya Enerji Trilemma Endeksi, 125 ülkenin enerji sistemlerinin karşılaştırmalı bir sıralamasını sunmaktadır. Endeks, bir ülkenin üç trilemma unsurunu dengeleme yeteneğinin bir değerlendirmesini ortaya koymaktadır (World Energy Trilemma Index, 2017: 5). Oluşturulan indekse göre, her ülkeye her bir bileşen için A ile D arasında bir denge notu verilmektedir.

5.3. Enerji Trilemması Bileşenleri

Dünya Enerji Konseyi’nin enerji sürdürülebilirliği tanımı üç ana bileşene dayanmaktadır:

- Enerji güvenliği
- Enerjiye erişim
- Çevresel sürdürülebilirlik

Bu üç hedefin birlikte dengelenmesi bir trilemma teşkil etmekte ve bu üçleme “enerji trilemması” olarak ifade edilmektedir. Dünya Enerji Konseyi’nin ifadesine göre; enerji trilemmasında dengenin sağlanması ülkelerin refah ve rekabet edebilirliğinin temelini oluşturmaktadır (World Energy Trilemma Index, 2017: 5).

Kaynak verimliliğinin artırılması ve enerji talebi artışının iyi yönetimi, Enerji Trilemması dengesinin sağlanmasında kilit rol oynamaktadır (World Energy Trilemma

Index, 2017: 5). Bu bağlamda; enerji erişimini, çevresel sürdürülebilirliği ve ekonomik büyümeyi desteklemek için daha düşük karbon içeren enerji formları kullanılması gerekmekte ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı zorunlu hale gelmektedir. 2016 yılında dünyadaki toplam elektrik üretiminin %24' ü yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanırken 2017 yılında bu oran %25 seviyesinde gerçekleşmiştir (BP, 22.12.2018, www.bp.com).

Dünya Enerji Konseyi tarafından hazırlanan trilemma endeksi birden çok veri kümesi tarafından desteklenmekte ve 4 boyutta 13 kategorideki temel göstergelere dayanmaktadır. Tablo 5.1.'de, temel göstergeler ve ağırlıkları yer almaktadır. Enerji trilemmasının ana bileşenlerinden olan enerji güvenliği, trilemma endeksinin oluşturulmasında %30 ağırlığa sahip olmakla birlikte arz güvenliği ve esneklik kategorilerine ayrılmaktadır. Her iki kriterin %15'er ağırlığa sahip olduğu görülmektedir. Trilemmanın ana bileşenlerinden bir diğeri olan enerji temininin (enerjiye erişimin), endeksin oluşturulmasında %30 ağırlığa sahip olduğu anlaşılmaktadır. Enerji temini; %10'ar ağırlığa sahip olan erişim, kalite ve ekonomik temin olmak üzere 3 kategoriye ayrılmaktadır. Trilemmanın son ana bileşeni olan çevresel sürdürülebilirlik, trilemma endeksinin oluşturulmasında yine %30 ağırlığa sahip olmakla birlikte 3 kategoride incelenmektedir. Bu kategorilerin, endekste %10'ar ağırlığa sahip olan enerji verimliliği, sera gazı emisyonu ve karbondioksit emisyonu olduğu anlaşılmaktadır. Söz konusu ülkenin mevcut durumunun da %10 ağırlıkla olmak üzere ve çeşitli alt kriterlerle birlikte enerji trilemması endeksinin oluşturulmasında hesaba katıldığı görülmektedir. Oluşturulan indekse göre her ülkeye her bir bileşen için A ile D arasında bir denge notu verilmektedir.

Tablo 5.1. Enerji Trilemması Bileşenleri ve Göstergelerinin Ağırlık Değerleri (World Energy Trilemma Index, 2017: 139).

<i>Bileşen</i>	<i>Ağırlık (%)</i>	<i>Gösterge Kategorisi</i>	<i>Ağırlık (%)</i>	<i>Gösterge</i>	<i>Ağırlık (%)</i>
Enerji Güvenliği	30	* Arz Güvenliği	15	Birincil Enerji Arz Çeşitliliği	5
				GSYİH Büyümesine Bağlı Enerji Tüketimi	5
				İthalat Bağımlılığı	5
	30	* Esneklik	15	Elektrik Üretim Çeşitliliği	5
				Enerji Depolaması	5
				Hazır Bulunma (İnsan Faktörü)	5
Enerji Temini (Enerjiye Erişim)	30	* Erişim	10	Elektriğe Erişim	5
				Mutfakta Temiz Enerjiye Erişim	5
		* Kalite	10	Elektrik Arzının Kalitesi	5
				Kentsel ve Kırsal Alanlarda Arz Kalitesi	5
		* Ekonomik Temin	10	Elektrik Fiyatı	3.3
				Benzin ve Dizel Fiyatları	3.3

				Doğal Gaz Fiyatları	3.3
Çevresel Sürdürülebilirlik	30	* Enerji Verimliliği	10	Nihai Enerji Yoğunluğu	5
				Elektrik Üretimi ve İletim-Dağıtım Verimliliği	5
		* Sera Gazı Emisyonu	10	Sera Gazı Emisyonu Eğilimi	5
				Ormanlık Alanlardaki Değişim	5
		* CO ₂ Emisyonu	10	CO ₂ Yoğunluğu	3.3
				Kişi Başına CO ₂ Emisyonu	3.3
				Elektrik Üretiminden Açığa Çıkan CO ₂	3.3
Ülkenin Mevcut Durumu	10	* Tutarlı politikalar	2	Makroekonomik Ortam	0,5
				Hükümetin Etkinliği	0.5
				Politik İstikrar	0.5
				Yolsuzluk Algısı	0.5
		* Çevre Mevzuatı	2	Politika Şeffaflığı	0.7
				Hukuk Kuralı	0.7
				Düzenleyici Kalite	0.7
		* ARGE ve İnovasyon	2	Fikri Hakların Korunması	0.5
				Doğrudan Yabancı Sermaye ve Teknoloji Transferi	0.5
				İnovasyon Kapasitesi	0.5
				Patent Sayısı	0.5
		* Yatırım Yapılabilirlik	2	Doğrudan Yabancı Sermaye Girişi	1
				İş Yapma Kolaylığı	1
		* Coğrafi Uygunluk	2	Atık Su Arıtma	1
				Hava Kirliliği	1

5.3.1. Enerji Güvenliği

Enerji güvenliği kavramı, makroekonomik gelişmelerle birlikte zamanla genişletilerek enerji arz güvenliği ile eş anlamlı kullanılmaya başlanmıştır. Dolayısıyla enerji güvenliği, enerji kaynağının mevcudiyeti, ulaşılabilirliği, ekonomik olması ve kabul edilebilirliği gibi dört faktörü kapsayan bir kavram olarak ifade edilmektedir. Bu dört temel unsurun varlığı, enerji arz güvenliğini sağlamaktadır (Erdal ve Karakaya 2012: 111). Ülkelerin ekonomik büyüme ve kalkınmalarını, ulusal güvenliklerini etkilemesi nedeniyle enerji arz güvenliği, önemli bir unsur haline gelmiştir. Bu

bağlamda; ülkelerin kesintisiz, güvenilir, ucuz, temiz ve çeşitli kaynaklardan enerji elde edebilmesi gerekmektedir.

Enerji güvenliği, enerji altyapısına yönelik saldırılar, yatırım eksikliklerinden kaynaklanan kesintiler, doğal afetlerin sebep olacağı engeller, ambargolar ve iç savaşlar gibi birçok etkenle birlikte değerlendirilmesi gereken bir kavramdır (Pamir, 2007:14). Dolayısıyla söz konusu kavram; hem mevcut enerji kaynaklarına erişimde ortaya çıkabilecek ani sıkıntıları, hem de talebin artması sonucu enerji kaynaklarının yetersiz kalması halinde ortaya çıkabilecek durumları kapsamaktadır (Çalışkan, 2009: 306).

Enerji arz güvenliği kavramı, 1970’lerde ortaya çıkan petrol krizinin neden olduğu petrol fiyat artışları ve bunlara bağlı olarak enerji arzındaki düşüş karşısında ortaya konmuştur. Enerji arz güvenliği, daha ziyade Batılı devletlerin ithal ettikleri petrole kesintisiz ve makul fiyattan erişimi açısından değerlendirilmiştir. Doğal gaz, alternatif bir enerji kaynağı olarak önem kazanmaya başlayınca bu değerlendirmeye dahil olmuştur. (Alhajji, 2007:1).

AB Komisyonunca hazırlanan “Enerji Arz Güvenliği İçin Bir Avrupa Stratejisine Doğru” başlıklı Yeşil Kitap’ta enerji arz güvenliği; “Toplumsal tümünün iyiliği ve iyi işleyen bir ekonomi için sürdürülebilir gelişme hedefi çerçevesinde bütün tüketiciler için her fiyatta enerji ürünleri pazarına kesintisiz fiziki erişim sağlamak olarak” tanımlanmaktadır (European Commission, 2000:9). Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tanımlamasına göre enerji arz güvenliği kavramı, istikrarlı doğal gaz ve petrol arzını ifade ederken (CİEP, 2004:36); Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomi Komisyonu tanımlamasına göre ise, “bir devletin sosyal ve ekonomik gelişmesini sınırlandırılmaması için, enerji tasarrufuna da gereken önem verilerek yeterli miktarda ve uygunlukta enerji arzına ulaşabilirlik” olarak ifade edilmektedir (CEE, 2008:2).

Yerel Enerji kaynaklı üretimi arttıracak ve tüketimi azaltacak şekilde enerji verimliliğinin geliştirilmesi, enerjinin devamlılığının sağlanması, güvenilir olması ve ücretlendirilebilir olması enerji güvenliği bakımından önem taşımaktadır. Enerji güvenliği ekonomik, toplumsal, siyasi ve jeopolitik risklerin yönetilebilmesi açısından önemli bir unsurdur. Bu anlamda, enerji güvenliği stratejileri, küresel ve yerel makroekonomik gelişmeler, verimlilik, AR-GE, inovasyon, yatırım, tasarruf, beklenti yönetimi, çevre ve jeopolitik görünüm gibi parametreler önem kazanmaktadır (Özev, 2017: 35).

Enerji arz güvenliği ile ilgili birtakım riskler mevcuttur. Riskleri, zaman ve etki alanına göre sınıflandırma bütün enerji güvenliği yaklaşımlarında kabul görmektedir. Kısa dönemde, enerji ithalatçısı devletler beklemedikleri bir enerji arzı kesintisi durumu ile karşılaşabilir. Sıra dışı iklim olayları, enerji sektöründeki grevler, sabotajlar ve kazalar kısa dönemli arz kesintilerine neden olabilir. Orta ve uzun vadede ise, enerji az güvenliği tehdit eden olaylar enerji ihracatçısı devletlerde uzun süren siyasi, sosyal ve ekonomik istikrarsızlık veya üretim kapasitesi, sevkiyat ve depolama ile ilgili gereken yatırımların yapılmaması sonucunda enerji kaynaklarına ulaşamamaktır (Chevalier, 2005:2-3). Enerji güvenliğini etkileyen faktörleri şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Artan enerji talebi
- Petrol ve doğal gaza olan bağımlılığın artması
- Enerji kaynaklarının sağlandığı ülkelerdeki siyasi ve ekonomik istikrarsızlıklar
- Alternatif bölgeler üzerindeki çıkar çatışmaları

- Ticaret yollarındaki güvenlik problemleri
- Çevresel konulardan oluşan baskılar
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının yetersizliği
- Finansman güçlükleri
- Yeni teknolojilerin hayata geçirilmesinin uzun süre gerektirmesi

Uzun ve orta vadede enerji arz güvenliğini sağlamak için uluslararası ve bölgesel şartlara bağlı olarak, oluşturulacak politikalarda farklı boyutlar öne söz konusu olabilmektedir. Bu politikalardan başlıcaları; enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, enerji ithalatının azaltılması, enerji sevkiyatını iyileştirmek, enerji tasarrufu, ana ihracatçı enerji devletlerde yatırımları artırmak, enerji ihracatçısı devletlerle diyalog oluşturmak gibi siyasi girişimlerdir (CEPMLP, 2006:12-13).

5.3.2. Enerjiye Erişim (Enerjide Eşitlik)

Enerjide paradoksal üçlemenin en önemli kriterlerinden biri de fiziki erişilebilirlik ve makul fiyatlardır. Bu iki unsur ayrılmaz biçimde birbirine bağlıdır.

Enerjinin depolanması, enerji altyapı ve şebekelerinin iyileştirilmesi, kapasitesinin artırılması, dağıtım ağının farklılaştırılması, enerjinin kesintiye uğramaması, mal ve hizmet üretiminin sürekliliği gibi faktörler ekonomik kayıpların en aza indirilmesi bakımından önem teşkil etmektedir. Bu bağlamda, enerji erişimi; başka bir ifadeyle enerjinin ulaşılabilir olması ya da enerjide eşitlik enerji politikaları için büyük önem arz etmektedir.

Enerji kaynaklarının fiziki erişilebilirliği belirli bir eşğin altına düştüğünde enerji arzı bozulmakta, enerji arzındaki bozulma ise fiyatlarda artışa veya fiyat kararsızlıklarına yol açmaktadır (Costantini ve Gracceva, 2004:2). Enerjide erişilebilirliğin sağlanması için gereken uygun fiyatın, enerji ihracatçısı ülkelerin yatırımlarının geri dönüşümünü sağlayacak kadar yüksek, tüketici devletlerdeki ekonomik büyümeyi teşvik edecek kadar düşük olması gerekmektedir. Bu noktada dikkat edilmesi gereken husus; düşük enerji fiyatlarının da yüksek enerji fiyatları kadar tehlikeli olabileceğidir (Alhajji, 2007:1). Örneğin, 1980'lerin ortasından itibaren enerji arzının artması, uzun dönemli talep seviyesinin düşük seviyede seyretmesi, petrol fiyatlarında düşüşe neden olmuş ve ithalatçı devletlerde talebi sınırlayacak teşvikleri azaltmıştır. Bu gelişmelerle birlikte, tüketici devletler için riskli bir durum oluşturan ithal enerji bağımlılığının giderek arttığı görülmüştür (Emerson, 2008:3).

Enerjinin ulaşılabilir olması, bir yandan rezerv veya mevcut kaynağın, enerjinin üretimi ve tüketimi arasındaki mesafe ya da uzaklığı ifade ederken diğer yandan enerji tedarikinin kesintiye uğramamasını ifade etmektedir. Günlük hayatın işleyişi için gereken enerjinin kesintiye uğraması, her türlü mal ve hizmet üretimini engelleyen bir durumdur. Bu anlamda, enerji kesintisine maruz kalmamak, enerji erişimini verimli bir şekilde sağlayabilmek için birtakım önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu önlemler şu şekilde sıralanabilir (Jansen vd., 2004:5; Elkind, 2010:119; Erdal ve Karakaya, 2012: 112-113):

- Enerji kaynağının farklılaştırılması,
- Arzın üretim, iletim ve dağıtım ağının farklılaştırılması,
- Arz şebekesinin, boru hattı ve dağıtım altyapısıyla kapasitesinin artırılması,
- Enerji altyapısına ek yük getirecek enerji talebinin azaltılması,

- Acil enerji kesintilerinde kullanılmak üzere enerji depolanması,
- Bozulmuş enerji şebeke veya altyapılarının onarılması/iyileştirilmesi,
- Enerji piyasasında, anlık bilgi paylaşımı ile arz ve talep dengesi oluşturulması

Enerji kaynağının ekonomik olması, enerji erişimini kolaylaştıran önemli bir unsurdur. Enerji kaynağının ekonomik olması, enerji kaynağı rezervinin yatırım ve üretim maliyetini karşılayacak derecede kârlı olmasını; tüketici açısından enerji fiyatlarının, tüketicinin gelirine göre makul fiyatlarda olmasını ifade etmektedir (IEA, 2011).

Enerji erişimi ya da enerjide eşitlik, tüketici ülkeler açısından enerji arzının kesintisiz, yeterli, makul fiyatlarla olmasını ifade etmektedir. Arz ve talep dengesine dayalı piyasanın belirlediği fiyat, genel olarak maliyet bazlı olduğundan her iki tarafa (satıcı veya alıcı lehine) doğru da yön değiştirebilir. Enerji güvenliğinin arz yönüyle, daha da önemlisi tüketici ülkelerin iç piyasa tedariki ile karşılaştırıldığında, büyük çaplı bir kesinti, uzun vadeli bir güvenlik problemi olan petrol kriziyle eşdeğerdedir. Enerji fiyatlarının krizler ve spekülasyon nedenlerle dalgalanması, ülkelerin ekonomik kayıplara, sosyal zararlara, hatta siyasî istikrarsızlığa maruz kalmasına neden olabilmektedir. (Erdal ve Karakaya, 2012: 112-113).

Sürdürülebilir büyüme ve sürdürülebilir enerji ile doğrudan ilişkilendirilen enerji erişimi, bir yandan da ülkelerin sağlık hizmeti sunumunu iyileştirmekte, ölüm oranlarını düşürmekte ve yaşam süresini arttırmaktadır. Artan elektrik erişimi aynı zamanda toplu taşıma ağını elektrikleştirme fırsatı da sunmaktadır. Bu da büyük şehirlerde karbon salınımı ve kirliliğin azalması ile sonuçlanacaktır.

5.3.3. Enerjide Çevresel Sürdürülebilirlik ve Çevresel Kuznets Eğrisi

Enerjide çevresel sürdürülebilirlik, enerjide paradoksal üçlemenin son ayağını oluşturmaktadır. Enerjinin çevresel boyutu, sürdürülebilir enerji açısından büyük önem arz etmektedir. Literatürde enerjinin çevresel sürdürülebilirliğinin, Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi ile sınındığı görülmektedir.

5.3.3.1. Enerjide Çevresel Sürdürülebilirlik

Enerji trilemmasının son bileşeni, temiz enerji kullanımını ifade eden ve sürdürülebilir enerjinin sağlanmasında temel unsur olan enerjide çevresel sürdürülebilirlik kavramıdır. 1973 yılında yaşanan petrol kriziyle birlikte giderek artan petrol, doğal gaz fiyatları, enerji çeşitliliğinin önemini ortaya koyarak bütün dünyada yenilenebilir enerjiye doğru bir yönelimi beraberinde getirmiştir. Özellikle fosil yakıt kaynaklı enerji kullanımının dünya genelinde sera etkisi yaratan gazların salınımını artırması ve küresel ısınmaya sebep olması gibi nedenlerden dolayı temiz enerjinin önemi giderek artmıştır. Üretim aşamasında atmosfere sera gazı emisyonu vermeyen yenilenebilir kaynaklı enerjiler “temiz enerji” olarak nitelendirilmektedir. Yaşanan petrol krizi ile birlikte çevre bilincinin artması, temiz enerji kaynaklarının destek görmesini sağlamıştır.

21. yüzyılda güvenli enerji tedariki dünyanın karşılaştığı en büyük sorunlardan birini oluşturmaktadır. Günümüzde ülkelerin enerji üretimi ve kullanımı sürdürülebilir görünmemektedir. Sürdürülebilir olmayan enerji üretimi ve kullanımının en önemli sonucu insan kaynaklı çevreye verilen zararlardır. Bu olumsuz etki iklim değişikliği

olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji tüketiminin 1990-2008 yılları arasında %40 arttığı dünyada enerji kullanımının %80'i fosil kaynaklıdır. Fosil enerji kaynaklarının bu kadar yüksek oranlı tüketiminin tüm dünyaya olumsuz etkileri söz konusudur. Dolayısıyla ülkelerin fosil yakıt kullanımları hem enerjide dışa bağımlılığı beraberinde getirmekte hem de atmosfere yayılan sera gazı miktarında artışa neden olarak enerjinin sürdürülebilirliğine engel olmaktadır (WWF, 2011: 2; Çağlar ve Mert 2017: 21-22).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı tüm insanlığın geleceğini güvence altına almak için yaşamsal bir öneme sahiptir. Karbondioksit gazının atmosferde yoğun olarak birikmesi, küresel ısınmaya yol açmaktadır. Meydana gelen sıcaklık artışı, dünya ikliminin değişmesine, kutuplardaki buzulların erimesine, deniz seviyelerinin yükselmesine ve neticede birçok verimli tarım topraklarının sular altında kalmasına neden olacaktır. Küresel ısı artışını önlemenin ilk koşulu, fosil yakıt kullanımını azaltarak, enerji altyapısını yenilenebilir enerjileri kullanmaya uygun duruma getirmektir (Keleş ve Hamamcı, 2002: 105; Çukurçayır ve Sağır, 2008: 258)

Enerjinin etkin ve verimli bir şekilde kullanımı, çevre açısından barışık ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve iklim değişimi konusunda bir takım politika hedefleri belirlemek konusunda yapılan ilk uluslararası düzenleme; 1990 yılında kabul edilen Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu Bölgesinde Sürekli ve Dengeli Kalkınmaya İlişkin Bergen Bakanlar Bildirgesi'dir. Belge, enerji kaynaklarının kullanımı ve iklim değişikliği gibi konularda bir takım politik hedefler kapsamının yanında, "ihtiyatlı olmak" ilkesi ile "iklim değişimiyle mücadelede devletlerin ortak ancak farklılaştırılmış sorumlulukları" bulunduğu konusunda ilkelerin kabul edildiği ilk uluslararası düzenlemedir. Bildirge ile üye devletler, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji üretim, iletim ve tüketiminde çevresel açıdan uygun teknolojilerin kullanılması konularını kapsayan "Enerji Etkinliği 2000" programını başlatmayı kabul etmişlerdir (Algan, 2001:267).

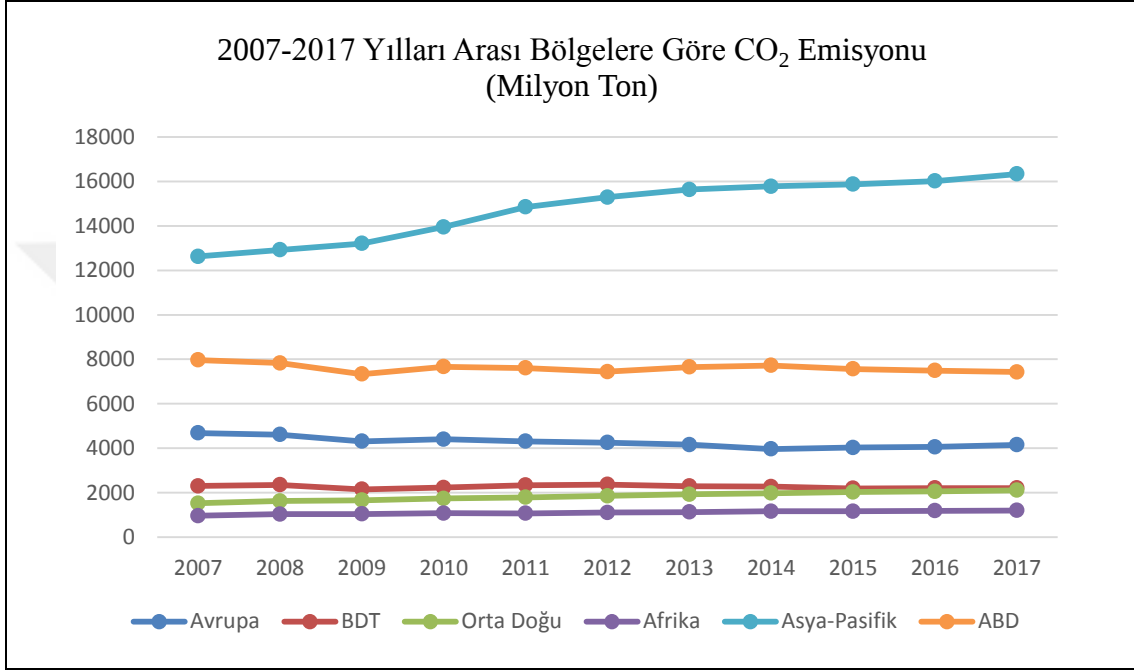
Enerji verimliliği; enerji tüketiminde önemli indirimleri yaparak, enerjiyi daha idareli ve etkin kullanarak, karbon emisyonlarını azaltmak verimli teknolojilerle emisyon miktarındaki bu etkiyi hızlandırmaktır. Örneğin, karbon emisyonlarından sorumlu olan soğutucuların miktarı 2010 yılında, nüfus artışına paralel olarak artacaktır. Buna rağmen, yeni teknolojiler yardımıyla soğutucular, daha az enerji kullanıp, karbon emisyon miktarını azaltacaklardır (U.S. Department of Energy, 1999:5; Çukurçayır ve Sağır, 2008: 272)

Küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle birlikte temiz çevre ve düşük karbon emisyonunu hedefleyen ekonomik faaliyetler daha da önem kazanmaktadır. Özellikle sera gazları salınımındaki artış, çevresel bozulmalara sebebiyet vererek, gelecekte;

- Tarım ve orman ürünlerinin azalması
- Su kaynaklarının azalmasıyla enerji darboğazının yaşanması
- Göç hareketlerinin artmasıyla ekonomik ve sosyal sorunların ortaya çıkması
- Turizm faaliyetlerinin sınırlandırılması

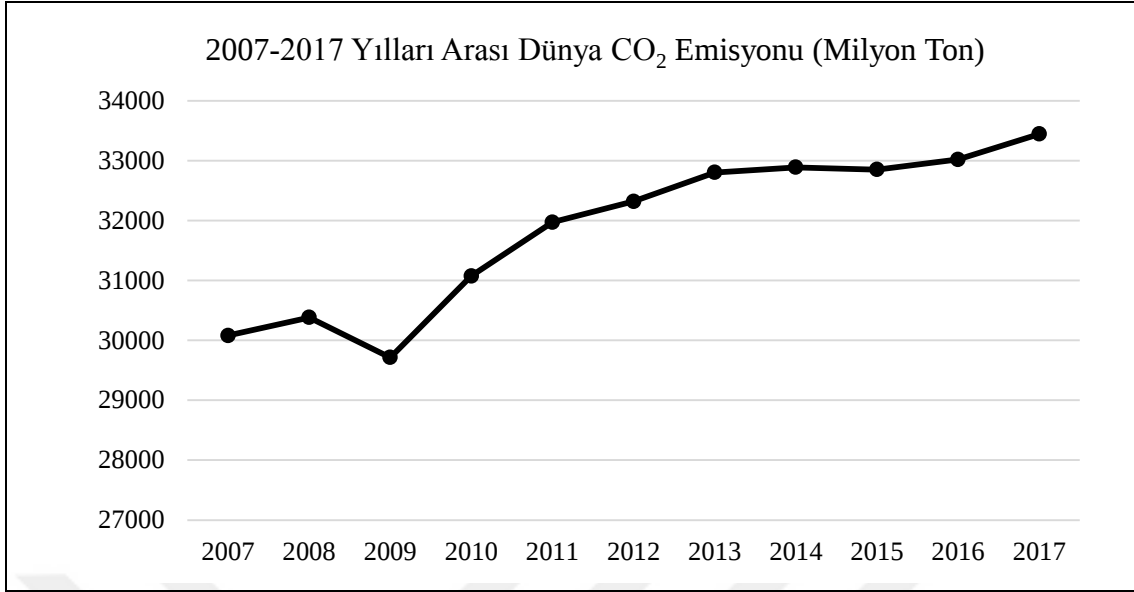
gibi çeşitli ekonomik sorunları beraberinde getirecektir. Bu bağlamda sanayileşmiş ülkeler, sera gazı içerisinde büyük payı olan karbondioksit emisyonunu kontrol edebilmek için çevresel anlaşmalar ve toplantılar düzenlemeye başlamıştır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde imzalanan ve 11 Aralık 1997 tarihinde Japonya'nın Kyoto şehrinde kabul edilen Kyoto Protokolü, iklim değişikliği ve bunun yol açtığı çevre sorunları ile mücadelede temel bir adım olarak

kabul edilmektedir. Türkiye'nin 2009 yılında taraf olduğu Kyoto Protokolü, 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu protokolü imzalayan ülkeler, başta karbondioksit olmak üzere sera etkisine neden olan gazların emisyonunu azaltmayı taahhüt etmişlerdir. Sözleşmeyi imzalayan taraflar sera gazı emisyon düzeylerini, 2008-2012 dönemleri arasında 1990 yılındaki düzeyinden en az %5 oranında düşürme hususunda anlaşmaya varmışlardır. Bu bağlamda, enerjinin çevresel sürdürülebilirliği, araştırmacıların ve politika yapıcılarının ilgi odağı haline gelmekte, ülkelerin enerji politikalarını şekillendirmesinde önemli rol oynamaktadır.



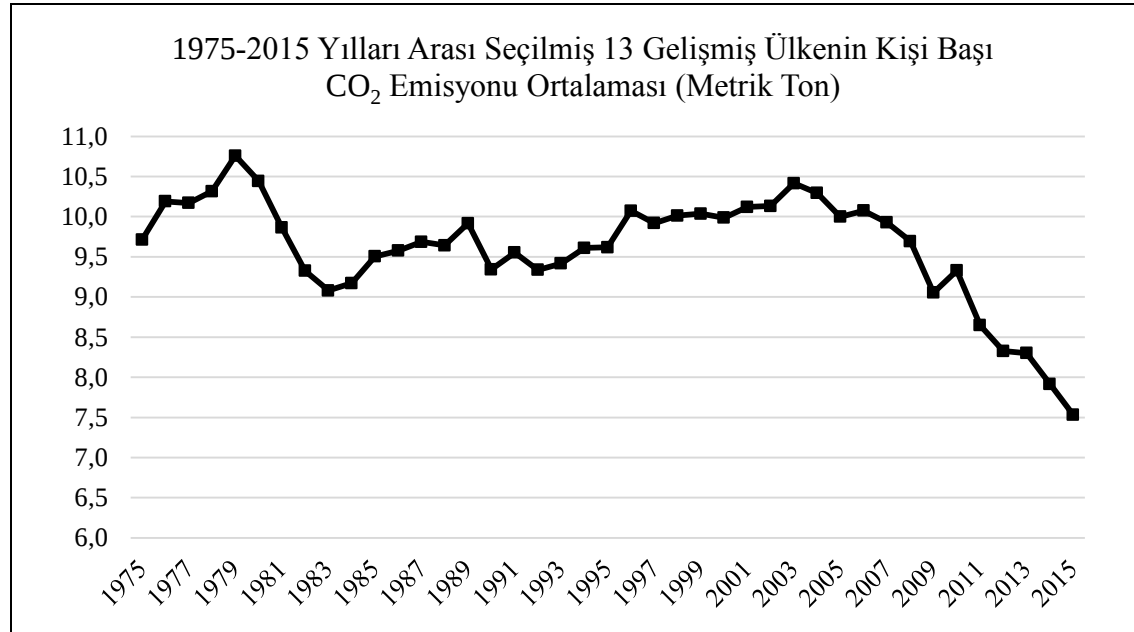
Şekil 5.4. 2007-2017 Yılları Arası Bölgelere Göre CO₂ Emisyonu (Milyon Ton) (Şekil, British Petroleum (<https://www.bp.com>) verilerinden yararlanılarak tarafımızca düzenlenmiştir.)

Şekil 5.4.'te 2007-2017 yılları arası bölgelere göre karbondioksit emisyonu değerleri yer almaktadır. En yüksek karbondioksit salınımının olduğu bölge Asya-Pasifik bölgesidir. 2017 yılı itibarıyla bölgede yer alan Çin 9232,6; Hindistan 2344,2; Japonya 1176,6; Güney Kore 679,7 milyon ton karbondioksit salınımı yaratmıştır. Yine 2017 yılında ABD'de 7430,9; Avrupa'da 4152,2, Bağımsız Devletler Topluluğu'nda 2213,3 milyon ton karbondioksit emisyonu gerçekleştiği görülmektedir.



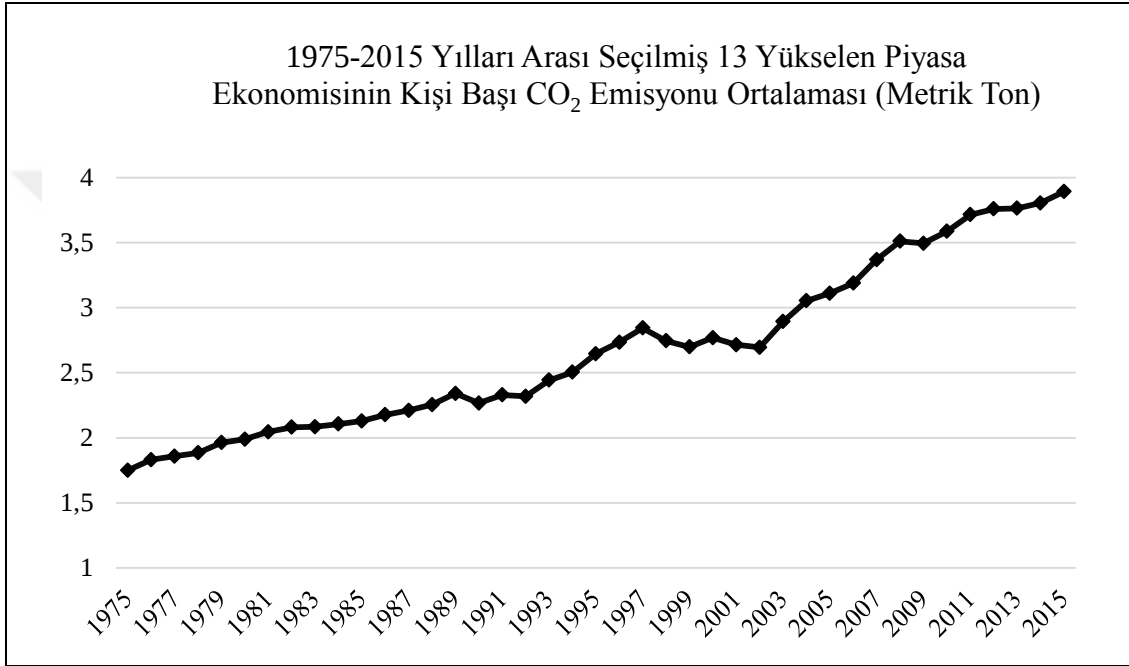
Şekil 5.5. 2007-2017 Yılları Arası Dünya CO₂ Emisyonu (Milyon Ton) (Şekil, British Petroleum (<https://www.bp.com>) verilerinden yararlanılarak tarafımızca düzenlenmiştir.)

Şekil 5.5.'te dünyada gerçekleşen toplam karbondioksit emisyonunun 2007-2017 yılları arasındaki seyri yer almaktadır. Şekilde görüldüğü üzere; 2008 küresel kriz döneminde üretim düşüşüne bağlı olarak karbondioksit salınımında dünya genelinde bir azalma meydana gelmiştir. 2009-2013 yılları arasında, ülke ekonomilerinin toparlanması ile birlikte enerji kullanımının artmasına bağlı olarak karbondioksit emisyonunun hızlı bir artış gösterdiği görülmektedir. 2014-2017 yılları arasında ise CO₂ emisyonundaki söz konusu artışın azaldığı Şekil 5.5.'ten anlaşılmaktadır.



Şekil 5.6. 1975-2015 Yılları Arası Seçilmiş 13 Gelişmiş Ülkenin Kişi Başı CO₂ Emisyonu Ortalaması (Metrik Ton) (Şekil, Dünya Bankası (www.databank.worldbank.org) ve OECD (www.stats.oecd.org) verilerinden yararlanılarak tarafımızca düzenlenmiştir.)

Şekil 5.6.'da 1975-2015 yılları arasında çalışmaya dahil edilen 13 gelişmiş ülkenin kişi başına düşen karbondioksit emisyonu miktarlarının seyri yer almaktadır. Şekil, Dünya Bankası ve OECD istatistik verileri derlenerek ve seçilen 13 ülkenin kişi başı karbondioksit emisyon ortalamaları alınarak oluşturulmuştur. 1975 yılında 9,7 metrik ton olan kişi başı karbondioksit emisyonunun 1979 yılında daha artarak 10,7 metrik tona ulaştığı görülsede zaman içerisinde bu rakamın giderek azaldığını söylemek mümkündür. Özellikle 2000'li yılların başından bu yana seçilen gelişmiş ekonomilerde kişi başına karbondioksit emisyonu miktarının azalan bir seyir izlemesi dikkat çekicidir.



Şekil 5.7. 1975-2015 Yılları Arası Seçilmiş 13 Yükselen Piyasa Ekonomisinin Kişi Başı CO₂ Emisyonu Ortalaması (Metrik Ton) (Şekil, Dünya Bankası (www.databank.worldbank.org) ve OECD (www.stats.oecd.org) verilerinden yararlanılarak tarafımızca düzenlenmiştir.)

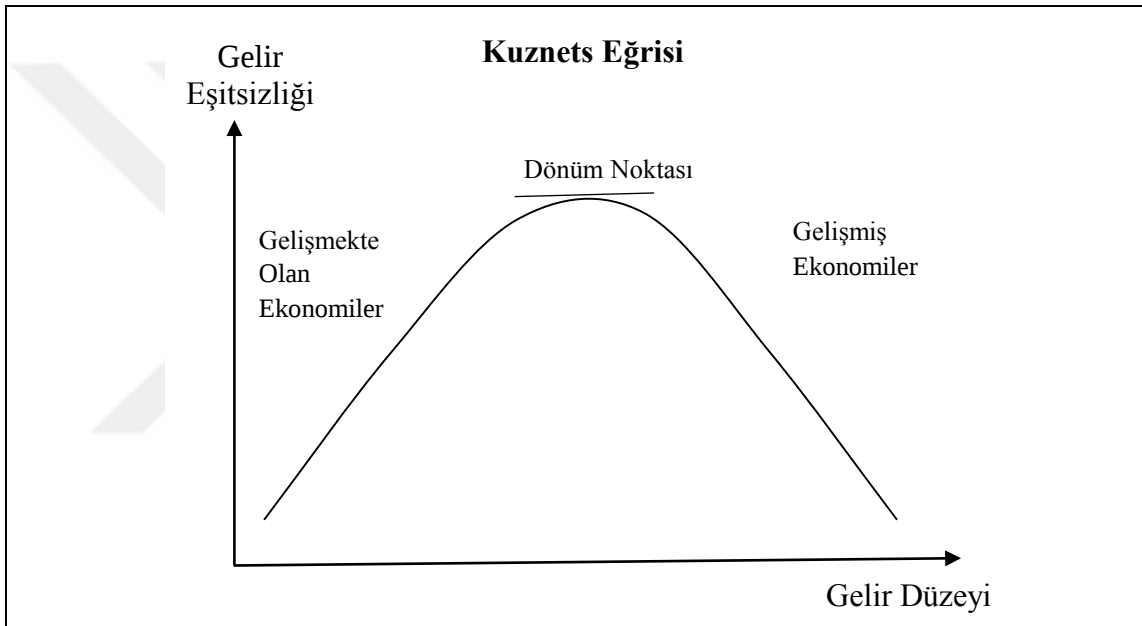
Şekil 5.7.'de 1975-2015 yılları arasında çalışmaya dahil edilen 13 yükselen piyasa ekonomisinin kişi başına düşen karbondioksit emisyonu miktarlarının seyri yer almaktadır. Şekil, Dünya Bankası ve OECD istatistik verileri derlenerek ve seçilen 13 ülkenin kişi başı karbondioksit emisyon ortalamaları alınarak oluşturulmuştur. 1975 yılında 1,74 metrik ton civarında olan kişi başına düşen karbondioksit emisyonunun artan bir seyir izlediği ancak 1997 Asya krizinin etkisiyle biraz da olsa azaldığı görülmektedir. Krizin etkisinin geçmesiyle birlikte karbondioksit emisyonu miktarının giderek arttığı ve 2015 yılında yaklaşık 4 metrik tona ulaştığı anlaşılmaktadır.

Sera gazlarının ortaya çıkmasına sebep olan fosil yakıt kullanımı, kirli üretim tekniklerini ve dolayısıyla enerji tüketimini gündeme getirmekte ve bu anlamda, ekonomik büyüme-enerji tüketimi arasındaki ilişki önem kazanmaktadır. Sonuç olarak, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin, iktisatçıların son dönemlerde önemle üzerinde durduğu bir konu haline geldiği ve enerjide çevresel sürdürülebilirliğin iktisat yazınında ÇKE hipotezi ile sınındığı görülmektedir.

5.3.3.2.Çevresel Kuznets Eğrisi

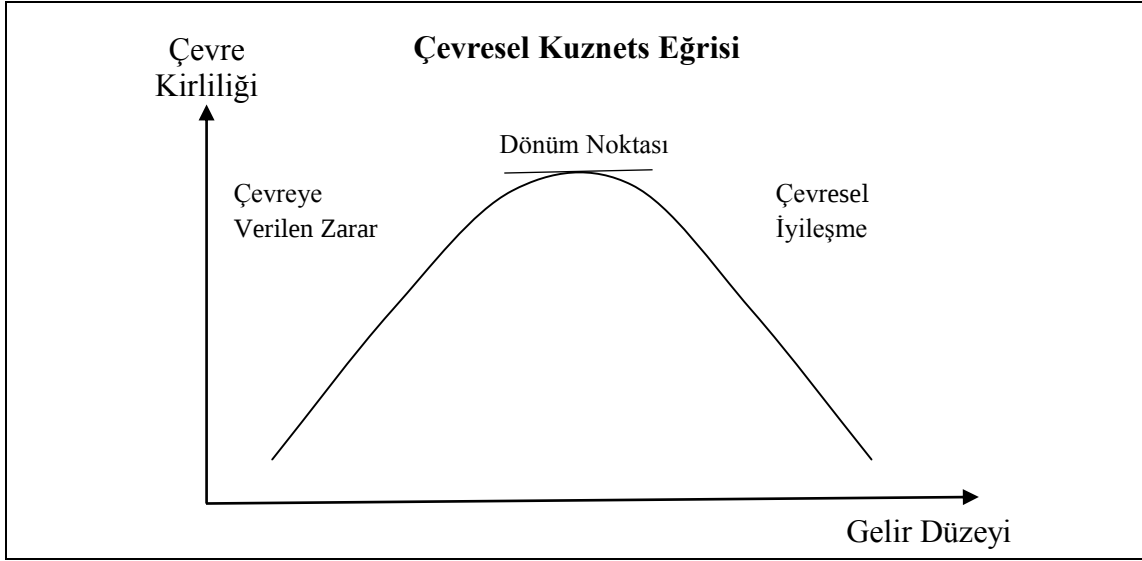
Literatürde ekonomik büyüme ve çevre ilişkisi Çevresel Kuznets Eğrileri (ÇKE) hipotezi ile sınanmaktadır. İlk defa Grossman ve Krueger (1991) tarafından ortaya atılan bu hipoteze göre ekonomik büyüme öncelikle çevresel tahribata neden olmakta fakat ülkenin kişi başına düşen milli geliri belirli bir eşik değerine ulaştıktan sonra çevre kirliliği azalmaya başlamaktadır.

ÇKE, çevresel problemlerin arttığı 1990'lı yıllarda, Simon Kuznets (1955) 'in geliştirdiği ve gelir dağılımındaki adaletsizlik ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen Kuznets Eğrisi'nden türetilmiştir. Kuznets (1955), ekonomik büyümenin ilk safhalarında gelir dağılımında adaletsizlik artarken, büyümenin devamlı artışına karşılık belirli bir eşik değerden sonra gelir dağılımındaki adaletsizliğin azalacağını ileri sürmektedir. Bu değişkenler arasındaki ilişki ters "U" olarak nitelendirilmektedir.



Şekil 5.8. Kuznets Eğrisi (Yandle vd., 2002: 2; Kurt, 2007: 55)

Kuznets eğrisi 1991'de Grossman ve Krueger tarafından çevreye uyarlanmış ve gelir dağılımındaki adaletsizlik değişkeni yerine çevre kirliliği değişkeni kullanılmıştır (Dinda,2004:432). Daha açık bir ifadeyle, ÇKE hipotezi, gelir düzeyi arttıkça çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak sera gazları emisyon düzeyinin de arttığını, fakat gelir düzeyinin belli bir eşik değere ulaşmasının ardından, emisyon düzeyinin azalmaya başladığını ifade etmektedir (Apergis ve Payne, 2010:650). Şekil 5.9.'da en yalın hali ile Çevresel Kuznets Eğrisi gösterilmektedir.

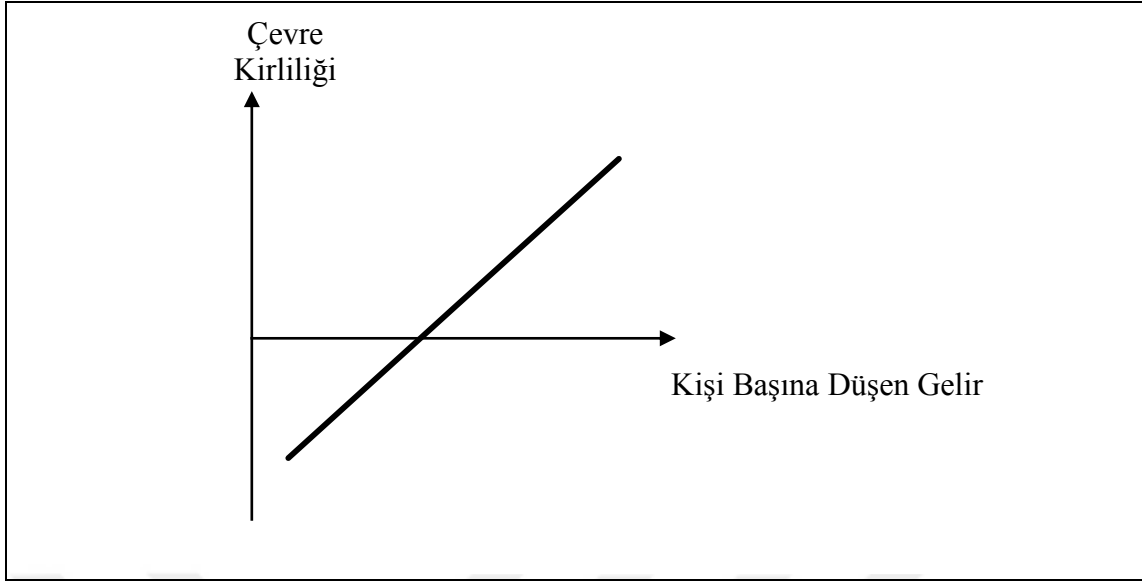


Şekil 5.9. Çevresel Kuznets Eğrisi (Yandle vd., 2004:3; Saatçi ve Dumrul, 2011:68; Erataş ve Uysal, 2014:6).

ÇKE hipotezine göre; ekonomik büyümenin ilk aşamalarında, sanayileşmekte olan ülkeler çevresel bozulmayı artıran kirli teknolojilere yer vermekte ve bunun çevreye verdiği zararı önemsememektedir. Ancak zamanla zenginleşen ülkeler, araştırma-geliştirme faaliyetlerine daha çok finansman sağlayabileceği için, ekonomik büyümenin yanında teknolojik gelişmelere de ayak uydurabilecek ve üretimde daha temiz teknolojilere yer verecektir. Dolayısıyla, teknolojik gelişmelerle birlikte elde edilen yeni üretim teknikleri çevre kirliliğini azaltmaya ve yaşam kalitesini artırmaya başlayacaktır (Dinda, 2004: 435-436). Diğer bir ifadeyle, ekonomik büyüme arttıkça zamanla sanayi sektörü yerini hizmetler ve bilgi sektörüne bırakmakta ve bu geçiş ile birlikte çevresel problemlerde azalmalar meydana gelmektedir (Grossman ve Krueger: 1991:7).

Literatürde ÇKE yaklaşımını açıklarken birkaç teoriden yararlanılmaktadır. Bunlar; ölçek etkisi, kompozisyon etkisi ve teknoloji etkisidir.

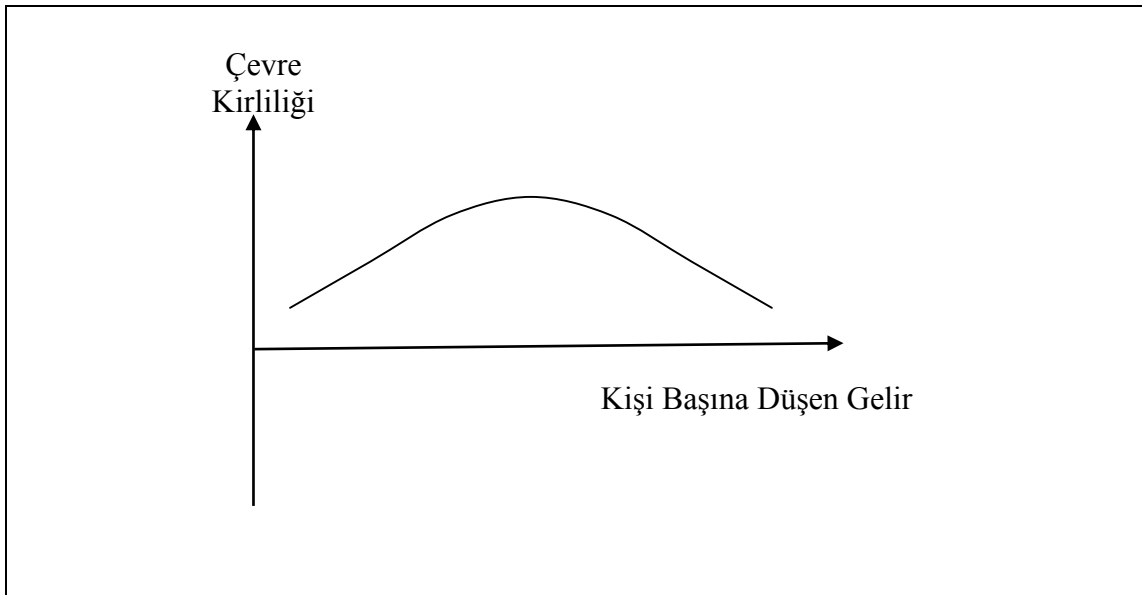
Ölçek etkisine göre, teknoloji veri iken, daha fazla üretim yapılması doğal kaynak kullanımını arttırarak çevresel tahribatlara neden olmaktadır. Bu durum şekil 5.10.'da ifade edilmektedir.



Şekil 5.10. Ölçek Etkisi (Başar, 2007:68).

Ekonomik büyümenin ilk safhalarında daha fazla üretim yapabilmek için girdinin de artması gerekmektedir. Yani üretim arttıkça girdi olarak kullanılan doğal kaynak tüketimi de artacaktır. Bununla birlikte üretim sürecinin doğal bir sonucu olarak atık maddeler oluşmakta ve bu zararlı maddelerin de doğayı tahrip edici özelliği yüksek derecede olmaktadır (Bilgili vd., 2016: 839). Dolayısıyla ölçek etkisinin çevre kirliliği üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir (Managi ve Jena, 2008: 439).

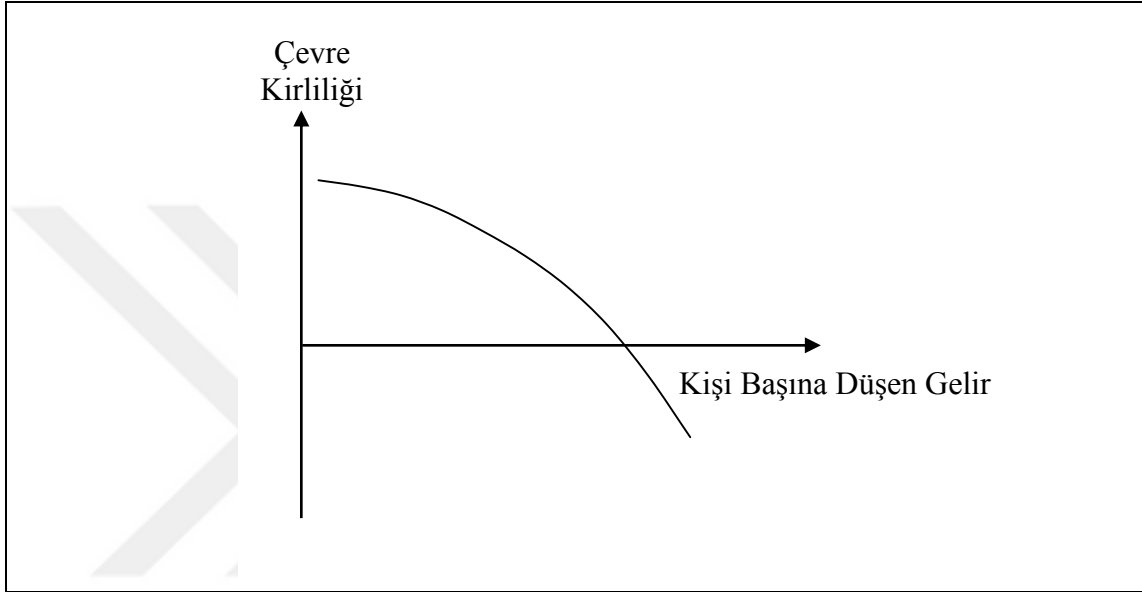
Kompozisyon etkisine göre, ekonomik büyüme ile birlikte yapısal bir dönüşüme giren ülkede sürekli ekonomik büyüme çevreyi olumlu etkilemektedir. Diğer bir ifadeyle, büyüme ile birlikte ekonomide bir dönüşüm gerçekleşmektedir ve bu dönüşüm ile birlikte ulusal üretim büyümekte ve gelişmektedir. Bunun sonucu olarak çevreyi daha az kirlüten ekonomik faaliyetlerin payı giderek artmaktadır.



Şekil 5.11. Kompozisyon Etkisi (Başar, 2007: 70).

Şekil 5.11.'de kompozisyon etkisi yer almaktadır. Ülke ekonomisi sermaye yoğun sanayi sektörden hizmet sektörüne ve buradan da teknoloji yoğunluklu bilgi ekonomisine geçerek yapısal dönüşümünü tamamlayacaktır. Teknolojiyi yoğun olarak kullanan ülke ekonomileri daha az doğal kaynak kullanarak çevresel hasarların azaltılmasını sağlayacaktır. Burada, ülke ekonomisinin yapısal dönüşümdeki son aşaması bilgi ekonomisine ulaşmak olacaktır (Bilgili vd., 2016: 839).

Son olarak teknoloji etkisi ise, ülke ekonomisindeki gelişmeler üretim sanayisindeki gelişimi de beraberinde getirmektedir. Teknoloji etkisi Şekil 5.12.'de yer almaktadır.



Şekil 5.12. Teknoloji Etkisi (Başar, 2007: 72).

Çevreyi kirliletmeyen teknolojik gelişmeler sayesinde çevreye verilen hasarlar en aza indirilmektedir (Azam ve Khan, 2016: 558). Bu aşamaya gelen ülkelerde doğal kaynaklar optimal şekilde kullanıldığından dünya kaynakları etkin bir şekilde işlenmektedir. Ayrıca ekonomik refahla birlikte gelen teknolojik gelişmeler hem üretim maliyetlerini düşürmekte hem de atmosfere yayılan zararlı gazların azaltılmasını sağlamaktadır. (Çağlar ve Mert 2017: 21-22). Sonuç olarak; ÇKE hipotezi, ekonomik büyümenin ilk aşamasında ölçek etkisinin çevreyi olumsuz etkilediğini ancak kompozisyon ve teknoloji etkilerinin çevreyi olumlu etkilemesi yoluyla daha düşük emisyon seviyelerinin galip geleceğini öne sürmektedir (Dinda, 2004: 436).

5.4. Dünya Geneline Enerji Trilemması

Enerji trilemmasını dünya genelinde incelemek faydalı olacaktır. Bu başlık altında dünya ülkelerinin performanslarına, trilemma sıralamalarına ve Dünya Enerji Konseyi'nin 2018'de yayınlanan Enerji Trilemma Raporu'ndan derlenen güncel verilere yer verilmektedir.

Tablo 5.2. 'de 2018 yılında enerji trilemması performansı en iyi 10 ülke yer almaktadır. Dünya Enerji Konseyi'nin yaptığı sıralamaya göre; Danimarka, enerjide paradoksal üçlemeyi en iyi şekilde sağlayan ülke olarak ön plana çıkmaktadır. Danimarka'yı İsviçre, İsveç, Hollanda ve İngiltere izlemektedir.

Tablo 5.2. 2018 Yılı Dünya Enerji Trilemması Performansı En İyi İlk 10 ülke (World Energy Trilemma Index, 2018: 4).

<i>Sıra</i>	<i>Ülke</i>	<i>Sıra</i>	<i>Ülke</i>
1	Danimarka	6	Slovenya
2	İsviçre	7	Almanya
3	İsveç	8	Yeni Zelanda
4	Hollanda	9	Norveç
5	İngiltere	10	Fransa

Enerji Trilemması dengesini bölgesel bazda da incelemek gerekmektedir.

Asya Kıtası Enerji Trilemması: Dünya Enerji Konseyi'nin 2018'de yayınlanan Enerji Trilemma Raporu'nda, Asya kıtasının trilemma dengesini sağlamada zayıf kaldığı belirtilmektedir. Raporda, bölgede bulunan ülkelerin yaklaşık %60'ının küresel sıralamanın alt yarısına düştüğü ifade edilmektedir. Bölgede yer alan ülkelerin çeşitliliği Enerji Eşitliği performansına yansımaktadır. Şöyle ki; Asya'nın çok gelişmiş ve hızla gelişen ülkelerinde elektriğe erişim %100'e yakın olmasına rağmen az gelişmiş ülkelerinde bu oranın çok daha düşük olduğu belirtilmektedir. Gelişmekte olan Asya'daki yaklaşık 870 milyon insan 2000 yılından bu yana elektrik erişimine sahipken, Hindistan'ın bu sayının yaklaşık 500 milyonunu oluşturduğu ve Güneydoğu Asya'da elektriksiz 65 milyon insan olduğu ifade edilmektedir. Bununla birlikte, Güneydoğu Asya'da evrensel erişimin sağlanabilmesi için 2030'lu yıllar itibarıyla hem merkezi hem de merkezi olmayan çözümlerin yanı sıra çok çeşitli yakıtlar ve teknolojiler kullanması beklenmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 43-44).

Tablo 5.3.'de, Enerji Trilemması değerlendirmesine dahil edilen 125 ülke içerisinde Asya kıtasında yer alan ülkelerin sıralaması yer almaktadır. Söz konusu bölge ülkelerinden Yeni Zelanda 8.sırada iken; Singapur 19., Azerbaycan 27., Japonya 30., Hong Kong 34., ve Kore 35. sırada yer almaktadır.

Tablo 5.3. Asya Kıtası Enerji Trilemması Sıralaması (World Energy Trilemma Index, 2018: 43).

<i>Ülke</i>	<i>Sıra</i>	<i>Ülke</i>	<i>Sıra</i>
Yeni Zelanda	8	Tayland	75
Singapur	19	Çin	78
Azerbaycan	27	Vietnam	83
Japonya	30	Hindistan	88
Hong Kong	34	Sri Lanka	89
Kore	35	Tacikistan	92
Malezya	37	Pakistan	103
Avustralya	38	Bangladeş	107
Endonezya	71	Moğolistan	111
Kazakistan	72	Kamboçya	117
Filipinler	74	Nepal	118

İthalata bağımlılığı yüksek olan ülkeler için enerji güvenliği en büyük önceliktir. Japonya ve Kore gibi gelişmiş Asya ülkeleri enerji güvenliğini artırmak için dağıtılmış elektrik üretimine yönelmektedirler. Doğal kaynakları olmayan Japonya gibi ülkeler için yenilenebilir enerji ve nükleer enerji önemli seçeneklerdir. Güneydoğu Asya genel olarak net kömür ithalatçısı olurken, Endonezya Güneydoğu Asya komşularına ve Hindistan'a ihracatçı olmasının yanı sıra önemli bir üretici olmaya devam etmektedir. Asya genelinde LNG (Sıvı Doğal Gaz) talebi giderek artarken, Asya bölgesinin dünya çapında en büyük tüketici konumuna geldiği görülmektedir. 2017 yılında Japonya, Kore, Çin, Hindistan ve Tayvan'ın, küresel LNG sevkiyatlarının %65'inden fazlasını oluşturduğu tespit edilmiştir (World Energy Trilemma Index, 2018: 43-44).

Asya ülkeleri, artan talepleri karşılamaya çalışırken, diğer yandan sera gazı emisyonlarını azaltmak, Paris Anlaşması kapsamındaki yükümlülüklerini yerine getirmek ve sürdürülebilir bir enerji stratejisi sağlayabilmek adına tüm olası seçenekleri bulabilmenin yollarını aramaktadırlar. Orta Asya da dahil olmak üzere, tüm Asya bölgesinde, yenilenebilir enerji kapasitesinin son beş yılda neredeyse iki katına çıktığı ve 2017'de 918 gw'ye ulaştığı görülmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 45). Dünyanın en hızlı gelişen ekonomilerinden ikisi olan Çin ve Hindistan'ın, fosil yakıt kullanımlarını azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarını artırmak için gelişmiş ülkelere göre çok daha hızlı adımlar attığı ifade edilmektedir. Dünyadaki yenilenebilir enerji üretim kapasitesindeki büyümenin neredeyse yarısını tek başına Çin oluşturmaktadır. Ülkenin mevcut durumda, beş yıl önceki duruma göre 36 kat daha fazla güneş enerjisi kapasitesine sahip olduğu belirtilmektedir. Hindistan'ın ise güneş enerjisi kapasitesi 2016'dan bu yana neredeyse iki katına çıkarak 19 gw'ye ulaştığı ifade edilmektedir. Diğer yandan, Fukushima kazasından sonra Japon hükümeti, 2030 yılı enerji üretimi kaynaklarını %22-24 yenilenebilir, %20-22 nükleer, %27 LNG, %26 kömür ve %3 petrol olacak şekilde hedeflemiştir (World Energy Trilemma Index, 2018: 45).

Avrupa Kıtası Enerji Trilemması: Dünya Enerji Konseyi'nin 2018'de yayınlanan Enerji Trilemma Raporu'na göre; dengeyi en ideal şekilde sağlayan ilk 10 ülkenin, Yeni Zelanda dışında Avrupa Ekonomik Alanı ülkelerinden oluştuğu görülmektedir. Avrupa bölgesinde, enerji sektörünün sürdürülebilirliği ve satın alınabilirliğine yönelik sağlam adımlar atılırken; uzun vadeli enerji güvenliği ve piyasa tasarımlarının ulusal mevzuatta uyumlaştırılmasında zorluklar yaşanmaktadır. Bununla birlikte, bölge ülkelerinin trilemma performanslarında önemli farklılıklar vardır (World Energy Trilemma Index, 2018: 47). Tablo 5.4.'te, Enerji Trilemması değerlendirmesine dahil edilen 125 ülke içerisinde Avrupa kıtasında yer alan ülkelerin sıralaması yer almaktadır.

Tablo 5.4. Avrupa Kıtası Enerji Trilemması Sıralaması (World Energy Trilemma Index, 2018: 46).

Ülke	Sıra	Ülke	Sıra	Ülke	Sıra
Danimarka	1	İtalya	20	Türkiye	44
İsviçre	2	Çek Cum.	21	Karadağ	49
İsveç	3	Portekiz	22	Bulgaristan	54
Hollanda	4	Romanya	23	Malta	56
İngiltere	5	Belçika	24	Ukrayna	57
Slovenya	6	Letonya	25	Rusya	59
Almanya	7	Slovakya	26	Makedonya	63
Norveç	9	Macaristan	29	Kıbrıs	65
Fransa	10	Litvanya	31	Gürcistan	69
Avusturya	11	Yunanistan	32	Lüksemburg	70
Finlandiya	12	Hırvatistan	33	Sırbistan	73
İspanya	16	Estonya	40	Arnavutluk	79
İrlanda	17	Polonya	41	Moldova	97
İzlanda	18	Ermenistan	43		

Enerji fiyatlarının ödenebilirliğinin ve rekabet edilebilirliğinin, Avrupa bölgesinin enerji trilemmasının güçlü tarafını oluşturduğu ifade edilmektedir. Enerji fiyatları nispeten düşük seviyede kalmış ve Avrupa ülkelerinin toparlanmasına katkıda bulunmuştur. Diğer yandan; Avrupa Bölgesi genel olarak enerjinin çevresel sürdürülebilirliği konusunda da iyi bir performans sergilemekte ancak bu alanda zayıf olan ülkeler de bulunmaktadır. Emisyon Ticaret Programının karbon fiyatını daha yüksek seviyelere çıkarmasına rağmen, daha temiz teknolojilere yatırımların hala tam anlamıyla gerçekleştirilemediği ifade edilmektedir. Uzun vadede, 2030 ve 2050 yılları için Avrupa Birliği sürdürülebilirlik hedefleri, devam eden ilerleme için güçlü bir politik çerçeve sunmaktadır. Biyoyakıtların yaygınlaştırılması ve ulaştırma sektöründe doğal gaz altyapısının geliştirilmesi sera gazı emisyonlarını azaltmakta; bölgedeki

elektrikli araçların sayısı, şarj istasyonlarının gelişmesiyle birlikte giderek artmaktadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 47).

Avrupa bölgesinin enerji güvenliği açısından, trilemmada yer alan diğer kriterlere göre daha düşük performans sergilediği ifade edilmektedir. Söz konusu ülkelerin elektrik ve gaz piyasalarının bölgesel enerji pazarlarına entegrasyon süreci devam etmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 48).

Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Enerji Trilemması: Orta Doğu bölgesi küresel petrolün %43'ünü ve küresel gaz rezervlerinin %41'ini oluşturmaktadır. Düşük fosil yakıt fiyatlarının, Orta Doğu ülkelerinin fosil yakıt bazlı enerji kaynaklarının rekabetçi olmasına katkıda bulunduğu ve bunun da kamu maliyesi üzerindeki baskıyı azalttığı ifade edilebilir. 2018 Dünya Enerji Trilemma Raporu'na göre; Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinin, muazzam fosil yakıt kaynaklarına sahip olmasına rağmen, diğer bölgelere göre enerji güvenliği performansının nispeten daha zayıf olduğu ifade edilmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 50). Tablo 5.5.'te, Enerji Trilemması değerlendirmesine dahil edilen 125 ülke içerisinde Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinin sıralaması yer almaktadır. Söz konusu bölge ülkelerinden İsrail 15.sırada iken; Birleşik Arap Emirlikleri 36., Katar 39., Kuveyt 45. ve Suudi Arabistan 47. sırada yer almaktadır.

Tablo 5.5. Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Enerji Trilemması Sıralaması (World Energy Trilemma Index, 2018: 50).

<i>Ülke</i>	<i>Sıra</i>	<i>Ülke</i>	<i>Sıra</i>
İsrail	15	Tunus	66
Birleşik Arap Emirlikleri	36	Umman	67
Katar	39	Fas	68
Kuveyt	45	Irak	77
Suudi Arabistan	47	İran	81
Bahreyn	50	Ürdün	86
Mısır	55	Lübnan	101
Cezayir	64		

Orta Doğu ülkeleri, enerji tüketimini 2040 yılına kadar önemli ölçüde arttıracak olan genç nüfusa sahiptirler. Diğer yandan bölgenin enerji tüketiminin 2015'ten 2027'ye kadar %61 oranında artması beklenmektedir. Bunun yanı sıra Orta Doğu ülkeleri, enerji çeşitliliğinin az olması sebebiyle enerji talebi yönetimi konusunda zorlanmaktadır. Bölgenin birincil enerji ihtiyacının büyük kısmını fosil yakıtlar karşılamakta, yenilenebilir enerji kaynakları ise toplam enerji arzının sadece %1'ine katkıda bulunmaktadır. Sonuç olarak, bölgedeki çoğu ülke yoğun fosil enerji kaynakları kullanımına bağlı olarak çevresel sürdürülebilirlik noktasında başarı sağlayamamaktadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 50). Oysa ki; bölgeye tüm dünyanın elektrik ihtiyacını karşılamaya yetecek kadar güneş ışını ulaşmaktadır. Bu anlamda Orta Doğu, güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları

bakımından çok büyük bir potansiyele sahiptir. Bölge yenilenebilir enerji kaynakları kullanımına henüz tam anlamıyla yönlenebilmesine rağmen Tunus'un son yıllarda yenilenebilir kalkınmaya odaklandığı ve rüzgâr enerjisi kapasitesini 2008-2012 yılları arasında 8 katına çıkardığı görülmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 51).

Orta Doğu ve Kuzey Afrika bölgesi bazı ülkelerin son zamanlarda keşfetmeye başladığı rüzgâr enerjisi potansiyeline sahiptir. Mısır, Fas ve Suudi Arabistan'ın, rüzgâr gücü kullanımlarını 2027 yılına kadar 23 gw'a çıkarmaları beklenmektedir. Bunun yanı sıra Orta Doğu ve Körfez ülkelerinin nükleer enerji kullanımına yöneldiği ifade edilmektedir. 2018 Trilemma Raporu'nda; Suudi Arabistan'ın, Abu Dabi'de 2019'da faaliyete geçmesi beklenen ilk nükleer santraliyle enerji kaynaklarını çeşitlendirmesiyle beraber bir dizi nükleer santral kurmayı planladığı vurgulanmaktadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 51).

Orta Doğu bölgesindeki birçok ülkenin, son yıllarda dağıtılmış üretim ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanarak enerji performansını iyileştirme çabalarını başlattığı görülmektedir. Örneğin Dubai'nin, elektrik tüketimini kontrol etmek, enerji talebindeki büyüme oranını azaltmak ve yenilenebilir enerjiyi teşvik etmek adına birbiriyle ilişkili birkaç program başlattığı ifade edilmektedir. Dağıtılmış Kaynaklar Üretimi programının bir parçası olarak, Shams Dubai girişimi, hane halklarını ve bina sahiplerini yerel elektrik tedariki için PV güneş panelleri kurmaya ve herhangi bir artığı ulusal ağa ihraç etmek için DEWA'nın (Dubai Elektrik ve Su Kurumu) şebekesine bağlamaya teşvik etmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 52). Bu gelişmelere ek olarak, daha verimli enerji tüketim alışkanlıklarını teşvik etmek ve zaman içinde enerji kullanımı takip etmek için daha akıllı kentsel elektrik şebekeleri kullanılmaktadır. Tüm bu gelişmeler birlikte ele alındığında, alınan bu önlemlerin Dubai'de 2009'dan 2014 yılına kadar 1.100 gw'den fazla elektrik tasarrufu sağladığı ve karbondioksit salınımını 536.000 metrik ton azalttığı görülmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 52).

Fas'ın Küresel Kırsal Elektrifikasyon Programı (PERG), pahalı, verimsiz ve kirlenici dizel jeneratörlerin yerini almak üzere merkezi olmayan mini şebekelerde güneş ve rüzgâr teknolojilerini kullanan kırsal bir elektrifikasyon programının başarılı bir örneğidir. Öyle ki; ülkede neredeyse %100 elektrifikasyon elde edildiği tespit edilmiştir. Orta Doğu ve Kuzey Afrika bölgelerinde dağıtılmış üretim aynı zamanda kırsal alanda elektrik erişimini iyileştirmek için kullanılmakta, buna rağmen bu bölgelerde yaklaşık 20 milyon insanın halen elektriğe erişimi olmadan yaşadığı tahmin edilmektedir.

Yenilenebilir enerjinin iyi bir şekilde tanınmasına rağmen, yetersiz iletim şebekesi kapasitesi ve yetersiz düzenleyici hukuki çerçevelerin yanı sıra yatırımcıların güven eksikliği, karmaşık siyasi ve güvenlik ortamı nedeniyle doğrudan yabancı yatırım seviyelerinin düşük olması gibi faktörler, birçok Orta Doğu ülkesinde yenilenebilir enerji ve dağıtılmış üretim gelişimini zorlamaktadır.

Kuzey Amerika Bölgesi Enerji Trilemması: Dünya Enerji Konseyi'nin 2018'de yayınlanan Enerji Trilemma Raporu'na göre, Kanada, ABD ve Meksika'dan oluşan Kuzey Amerika bölgesi, Avrupa'dan sonra endeks üzerinde en yüksek performans gösteren ikinci coğrafi bölgedir. Tablo 5.6.'da Enerji Trilemması değerlendirmesine dahil edilen 125 ülke içerisinde Kuzey Amerika bölgesi ülkelerinin sıralaması yer almaktadır. Söz konusu bölge ülkelerinden Kanada 13.sırada iken; Amerika Birleşik Devletleri 14. ve Meksika 58. sırada yer almaktadır.

Tablo 5.6. Kuzey Amerika Bölgesi Enerji Trilemması Sıralaması (World Energy Trilemma Index, 2018: 54).

<i>Ülke</i>	<i>Sıra</i>
Kanada	13
Amerika Birleşik Devletleri	14
Meksika	58

Üç ülkenin ekonomisi, zengin fosil, yenilenebilir ve nükleer enerji kaynaklarından çıkarılan enerji mallarının üretimi ve ihracatına dayanmaktadır. Genel anlamda bölgenin, sürdürülebilir güvenilirlik, makul enerji fiyatları ve özellikle ulusal düzeyde daha temiz enerji politikasına yönelik sürekli bir baskı ile şekillendiği ifade edilmektedir. Kuzey Amerika bölgesi için uzun vadede asıl sorun, yaşlanan bir altyapı ve enerji sistemlerinin direncini test etmeye devam eden sıra dışı doğal afetlerdir (World Energy Trilemma Index, 2018: 54).

Amerika Birleşik Devletleri'nin Paris İklim Anlaşması'ndan çekilmesinin ve kömür endüstrisinin yeniden inşasına odaklanılması konusundaki tavrının, Kuzey Amerika'da belirsizlik yarattığı ifade edilmektedir. Kaliforniya, New York, Arizona ve diğer birçok eyaletin, ABD Federal gündemini frenlemek için katı iklim hedefleri benimsediği ve ABD federal hükümetinde gerçekleşen değişimin aksine, Meksika'nın seçilen yeni cumhurbaşkanı, Meksika'nın enerji reformlarını içeren mevcut sözleşmelerin planlandığı gibi devam edeceğini belirttiği raporda yer almaktadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 54). Öte yandan Kanada'nın, ABD ulusal politikasının tersi yönünde ilerlemekte olduğu ve temiz enerji politikasını hedefleyen bireysel eyaletlerle daha uyumlu hareket ettiği vurgulanmaktadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 54).

Güçlü performansına rağmen, bölgenin uzun vadede enerji sistemi bağlantısında enerji arz güvenliğinin sağlanması ve çevresel sürdürülebilirliğin artırılması gibi iki ana trilemma sorunuyla karşı karşıya olduğu ifade edilmektedir. ABD'nin 2018 yılında, yenilenebilir enerji sektöründe ciddi oranda büyüme sağladığı ve yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payının, %17'lik rekor bir seviyeye ulaştığı belirtilmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'ndan (IEA) elde edilen verilere göre, Amerika Birleşik Devletleri'nin karbondioksit emisyonlarını %0,5 oranında azaltmayı başardığı ifade edilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nin sera gazı emisyonlarında mütevazı bir azalma görmüş olsa da; ABD, Çin'den sonra dünyada en fazla karbondioksit salınımı gerçekleştiren ikinci ülke konumundadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 55).

2018 Trilemma Raporu'na göre; Kuzey Amerika bölgesinin enerji güvenliği ve sürdürülebilirliği konusundaki performansı, eskimiş olan enerji altyapısı sebebiyle beklenenden daha düşük gerçekleşmektedir. Örneğin, Kanada'nın en büyük petrol ve gaz üreten ili olan Alberta'nın boru hatlarının %30'unun 25 yıldan eski olması sebebiyle Kanada'da petrol ve doğal gaz altyapısının, kullanım ömrünün sonuna hızla yaklaştığı ifade edilmektedir. Bu bağlamda, eskiyen enerji altyapısı yaşanabilecek kazaları beraberinde getirmekte ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda endişe yaratmaktadır. Öyle ki; 2010 yılında ABD'nin Kaliforniya eyaletinde 50 yıldan daha eski olan petrol boru hattının neden olduğu en büyük ve en ölümcül boru hattı patlamasını yaşamıştır (World Energy Trilemma Index, 2018: 55).

Latin Amerika ve Karayipler Bölgesi Enerji Trilemması: 2018 Trilemma Endeksi'nden elde edilen sonuçlar Latin Amerika ve Karayipler (LAC) bölgesi bazında incelendiğinde, çevresel sürdürülebilirlik boyutunda biraz iyileşme ile birlikte genel olarak karmaşık bir profil ortaya çıkmaktadır. Bölge; doğal afetler, enerji kaynaklarında çeşitliliğin sağlanamaması, servet dağılımının eşitsizliği, yetersiz ve verimsiz vergi toplama yöntemleri, ara bağlantılardan ve şebeke altyapısından verimli bir şekilde faydalanamama, yolsuzluk ve istikrarsızlık gibi temel zorluklarla siyasal değişikliklere başvurarak mücadele etmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 48).

Tablo 5.7.'de, Enerji Trilemması değerlendirmesine dahil edilen 125 ülke içerisinde Latin Amerika ve Karayipler bölgesinde yer alan ülkelerin sıralamasına yer verilmiştir. Söz konusu bölge ülkelerinden Uruguay 28. Sırada iken; Şili 42., Kolombiya 48., Peru 51., Kosta Rika 52. ve Brezilya 53. sırada yer almaktadır.

Tablo 5.7. Latin Amerika ve Karayipler Bölgesi Enerji Trilemması Sıralaması (World Energy Trilemma Index, 2018: 48).

Ülke	Sıra	Ülke	Sıra	Ülke	Sıra
Uruguay	28	Panama	61	Jamaika	93
Şili	42	Ekvador	62	Bolivya	99
Kolombiya	48	Venezüella	76	Guatemala	100
Peru	51	El Salvador	80	Nikaragua	104
Kosta Rika	52	Dominik Cum.	82	Honduras	109
Brezilya	53	Paraguay	87		
Arjantin	60	Trinidad & Tobago	90		

Latin Amerika ve Karayipler bölgesinde olumlu gelişmelerden de bahsetmek mümkündür. Brezilya, Meksika, Şili ve Uruguay birlikte 2013 yılında yenilenebilir enerjiye 14 milyar dolar yatırım yapmış, Arjantin 2017 yılında bu çabaya katılarak 17 ilde 59 projeye güneş enerjisinin uygulanmasını desteklemiştir. Ayrıca Arjantin'de "otomatik tüketim" ve "enerji üreten kullanıcı" kavramlarını içeren Dağıtılmış Enerji Üretimi Yasası onaylanmıştır. Son yıllarda, Bolivya ve Peru gibi ülkeler de güneş enerjisi kullanımını teşvik etmektedir. Öyle ki; Peru, kırsal alanlardaki 2,2 milyon kişiye ulaşacak şekilde şebekelerin genişletilmesini ve yarım milyon güneş panelinin kullanımıyla enerji sağlamayı planlamaktadır. Latin Amerika ve Karayipler bölgesindeki birçok ülke, karbon emisyonlarını azaltmak ve elektrikli araçlarının sayısını ciddi oranda arttırmak için iddialı hedefler belirlemektedirler (World Energy Trilemma Index, 2018: 48).

Altyapıya yapılan büyük ölçekli yatırımlar, Latin Amerika'daki enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesinde kilit bir role sahiptir. Politika inovasyonu açısından, Orta Amerika ve SIEPAC (Orta Amerika Entegre Sistem Projesi) bölgesel şebekesi ve beraberindeki Mercado Eléctrico Regional (Bölgesel Elektrik Piyasası), bölgedeki yedi ülkeye ulusal sınırların ötesinde serbest bir enerji akışı sağlamaktadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 49).

Kosta Rika gibi ülkeler, ülkenin küresel bir dekarbonizasyon laboratuvarı haline gelmesi gerektiğini açıklayarak Paris Anlaşmasını benimsemiştir. Hükümet, hidrojenin yakıt olarak kullanılmasını teşvik edeceğini ve Kosta Rika'nın fosil yakıtların kullanımını tamamen bırakan ilk ülkelerden biri olmasını istediğini belirtmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 49).

Latin Amerika ve Karayip bölgesi önemli bir hidro potansiyele sahiptir. Ekvador gibi ülkeler bu kaynaklardan yararlanmak için güçlü politikalar uygulamakta ve şu an, toplam enerji üretimlerinin %78'i hidroelektrik enerjisinden elde edilmektedirler (World Energy Trilemma Index, 2018: 49). Özellikle Brezilya ve Kolombiya'da yaygın olarak hidroelektrik kullanılsa da, daha düşük karbondioksit emisyonları ve daha hızlı elektrifikasyon oranları sağlanmış olsa da, bölgenin hidro enerjiye olan yüksek bağımlılığının, iklim değişikliği ve doğal afetlerin, kaynak kıtlığı ile bir araya gelerek önemli bir risk unsuru oluşturacağı göz ardı edilmemelidir.

5.5. Gelişmiş ve Yükselen Ekonomilerde Enerji Trilemması

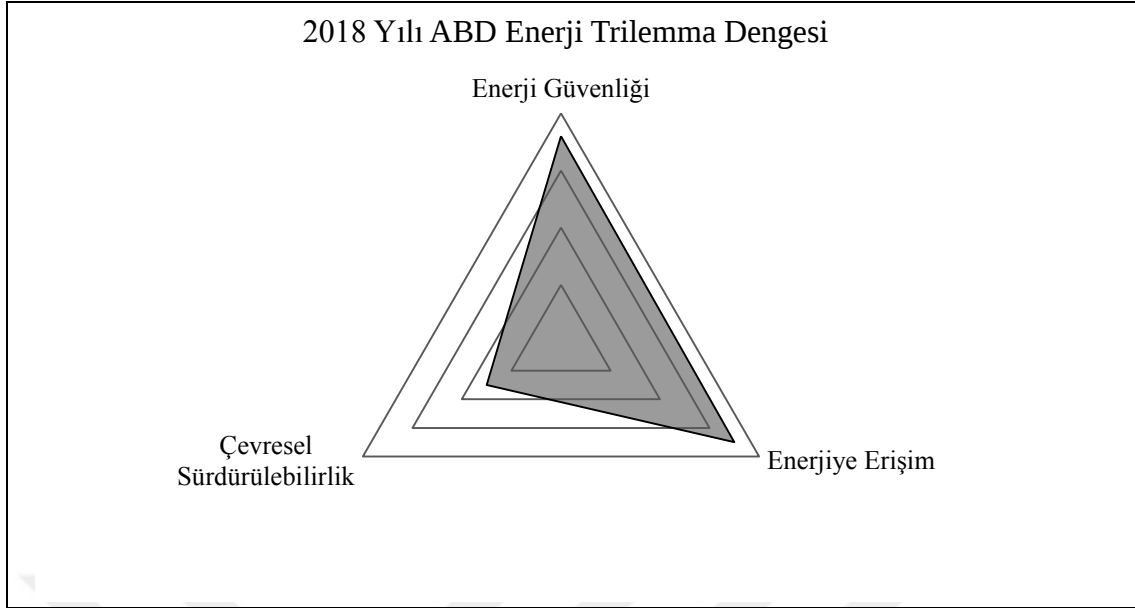
Enerjide paradoksal üçleme, diğer bir deyişle enerji trilemması; alt başlıklarda hem gelişmiş hem de yükselen piyasa ekonomilerinde ayrı ayrı incelenmektedir. 13 gelişmiş ve 13 yükselen piyasa ekonomilerinde sağlanan paradoksal üçlemenin ağırlıklarına trilemma şemasına bağlı kalınarak yer verilmektedir.

5.5.1. Gelişmiş Ekonomilerin Enerji Trilemması

Alt başlıklarda ampirik çalışmaya dahil edilen gelişmiş 13 ülkenin enerji trilemması incelenmektedir.

5.5.1.1. Amerika Birleşik Devletleri

Amerika Birleşik Devletleri'nin Paris İklim Anlaşması'ndan çekilmesinin ve kömür endüstrisinin yeniden inşasına odaklanması konusundaki tavrının, Kuzey Amerika'da belirsizlik yarattığı ve buna rağmen bazı eyaletlerin emisyonları azaltma hedeflerine daha erken bağlılık gösterdikleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırma sözü verdikleri ifade edilmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 145). Uluslararası Enerji Ajansı'ndan (IEA) elde edilen verilere göre, Amerika Birleşik Devletleri'nin karbondioksit emisyonlarını %0,5 oranında azaltmayı başardığı ifade edilmektedir. Ülkenin sera gazı emisyonlarındaki bu azalmaya karşın ABD, Çin'den sonra dünyada en fazla karbondioksit salınımı gerçekleştiren ikinci ülke konumundadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 55).



Şekil 5.13. 2018 Yılı ABD Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 145).

Şekil 5.13.'de 2018 yılı Amerika Birleşik Devletleri enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği ve enerjiye erişim hususunda başarı sağladığı görülmekte ancak enerjinin çevresel sürdürülebilirliği noktasında aynı başarıyı elde edemediği görülmektedir.

Tablo 5.8. 'de ABD'nin 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. ABD'nin enerji trilemma denge notunun 2018 yılında AAC olarak belirlendiği görülmektedir. Bunun yanı sıra, 125 ülkenin dahil edildiği sıralamada; ABD 14. sırada yer almaktadır. Ayrıca ABD'nin enerjide çevresel sürdürülebilirlik konusunda 2018 yılında 93. sıraya gerilediği, bu kriterde enerji güvenliği ve erişiminde sağladığı başarıyı elde edemediği anlaşılmaktadır.

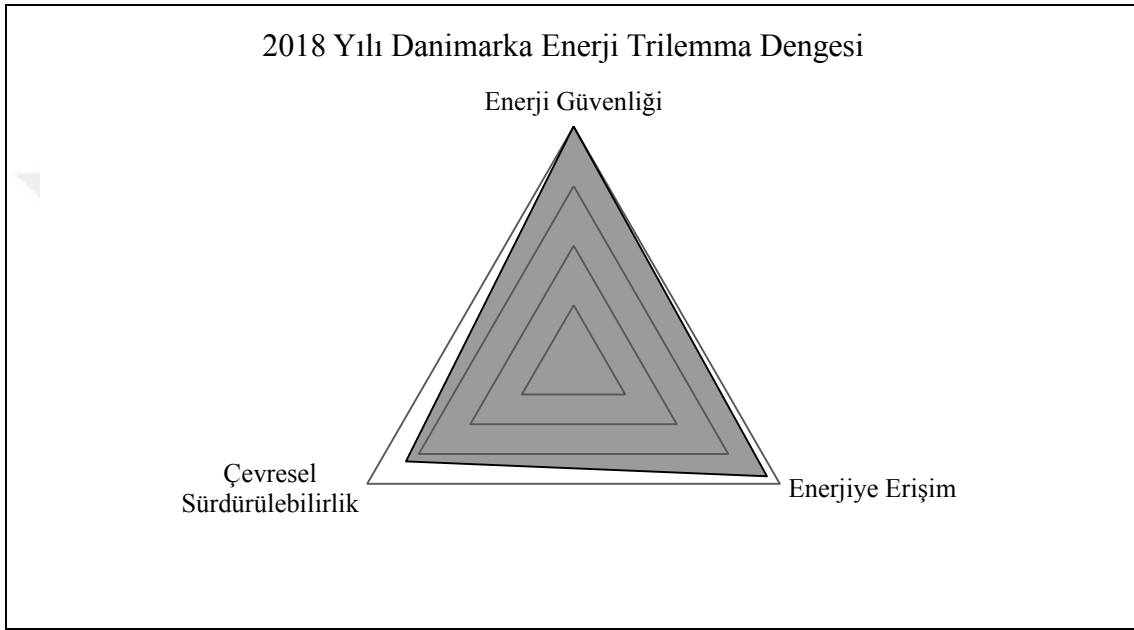
Tablo 5.8. ABD Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu (World Energy Trilemma Index, 2018: 145).

<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	<i>Denge Notu</i>
Genel Sıralama ve Denge Notu	14	15	14	AAC
Enerji Güvenliği	4	8	7	A
Enerji Erişimi	13	24	14	A
Çevresel Sürdürülebilirlik	73	75	93	C

5.5.1.2. Danimarka

Danimarka'da Mart 2012'de bir Enerji Anlaşması imzalanmıştır. Anlaşmaya göre 2020'ye kadar enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve genel enerji sistemine

büyük yatırımlar gerçekleştirilerek, 2050 yılına kadar enerji ve ulaştırma sektörlerinde %100 yenilenebilir enerji kullanımı hedeflenmektedir. Ayrıca 2020 yılına kadar, rüzgâr enerjisi tarafından sağlanan elektrik tüketiminin yaklaşık %50'yi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan nihai enerji tüketiminin %35 oranını geçmesi hedefler arasında yer almaktadır. Ülke, anlaşmada yer alan hedeflerin bir kısmında başarıya ulaşmıştır. Fosil yakıtlardan bağımsız olma ve karbondioksit emisyonlarını azaltma gibi hedeflere ulaşmak için, Danimarkalı politika yapıcılar, fosil yakıtsız bir ulaştırma sektörü; Danimarka doğal gaz şebekesinin gelecekteki rolü; ve elektrik şebekesinde büyük miktarda yenilenebilir enerji kullanımı gibi unsurlara odaklanmaktadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 81).



Şekil 5.14. 2018 Yılı Danimarka Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 81).

Şekil 5.14.'de 2018 yılı Danimarka enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği performansının en yüksek seviyede olduğu, enerjiye erişim ve çevresel sürdürülebilirlik kriterinde de ayrı bir başarı sağladığı görülmektedir.

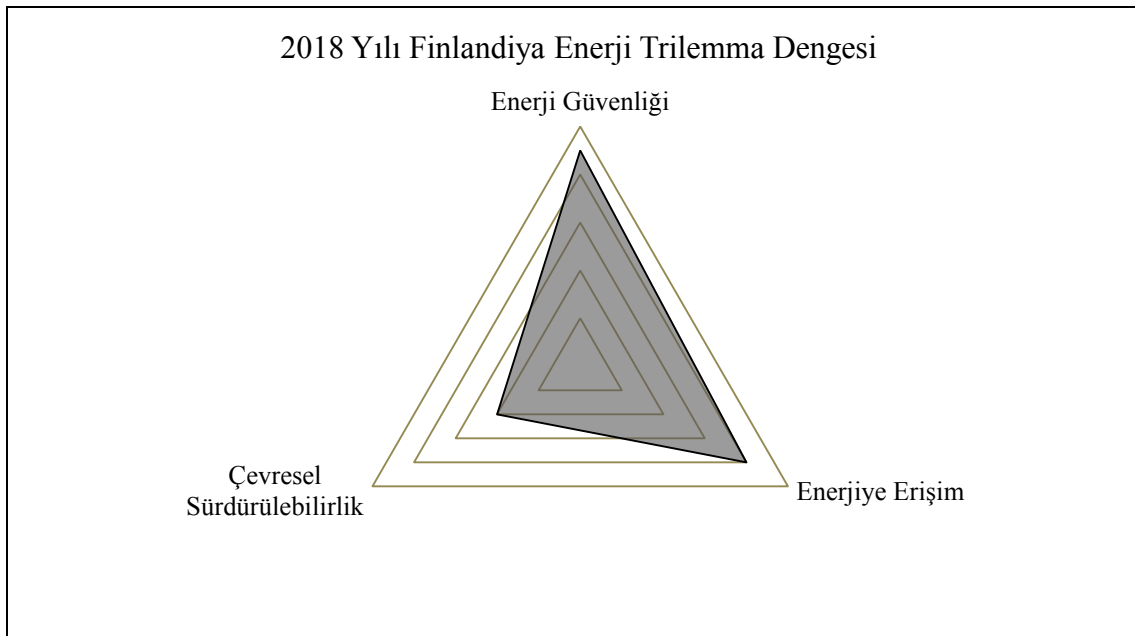
Tablo 5.9. 'da Danimarka'nın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Danimarka'nın enerji trilemma denge notunun 2018 yılında AAA olarak belirlendiği görülmektedir. Bunun yanı sıra, 125 ülkenin dahil edildiği sıralamada; Danimarka'nın son 3 yıldır yerini koruyarak 1. sırada yer aldığı anlaşılmaktadır. Enerjiye erişim konusunda, 2017 yılına göre 1 sıra yükselerek 11. sıraya yerleşirken; enerjide çevresel sürdürülebilirlik kriterinde ise 2018 yılında 17. sıraya gerilediği görülmektedir.

Tablo 5.9. Danimarka Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu (World Energy Trilemma Index, 2018: 81).

<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	Denge Notu
Genel Sıralama ve Denge Notu	1	1	1	AAA
Enerji Güvenliği	1	1	1	A
Enerji Erişimi	10	12	11	A
Çevresel Sürdürülebilirlik	6	4	17	A

5.5.1.3. Finlandiya

Trilemma İndeks Raporu'na göre, Finlandiya'nın çevresel sürdürülebilirlik performansı pek iyi görünmemektedir. Bu amaçla, hükümetin yakın zamanda yenilenebilir enerji sektöründeki çalışmalarını hızlandırarak biyoyakıt ve yeni enerji teknolojisi projelerini desteklemek için 80 milyon avro harcadığı ifade edilmektedir. Bu aynı zamanda, kömürden enerji üretimini aşamalı hale getirmeyi ve 2030 yılına kadar petrol ithalatını yarıya indirmeyi hedefleyen uzun vadeli planın bir kısmını kapsamaktadır. Buna ek olarak, ülke, AB'nin Yenilenebilir Enerji Direktifi kapsamında 2020 yılında %38 yenilenebilir enerji kullanımı hedefini çoktan karşılamış bulunmaktadır. Finli politika yapıcılar bu umut verici reformların etkili bir şekilde uygulanmasını sağlamaya yönelmekte ve başarılı olursa, ülkenin sıralamasının gelecekteki raporlarda iyileşmesi beklenmektedir (World Energy Trilemma Index, 2017: 67).



Şekil 5.15. 2018 Yılı Finlandiya Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 88).

Şekil 5.15.'de 2018 yılı Finlandiya enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği ve enerjiye erişim konusunda başarı sağladığı, ancak enerjinin çevresel sürdürülebilirliği hususunda aynı başarıyı elde edemediği görülmektedir.

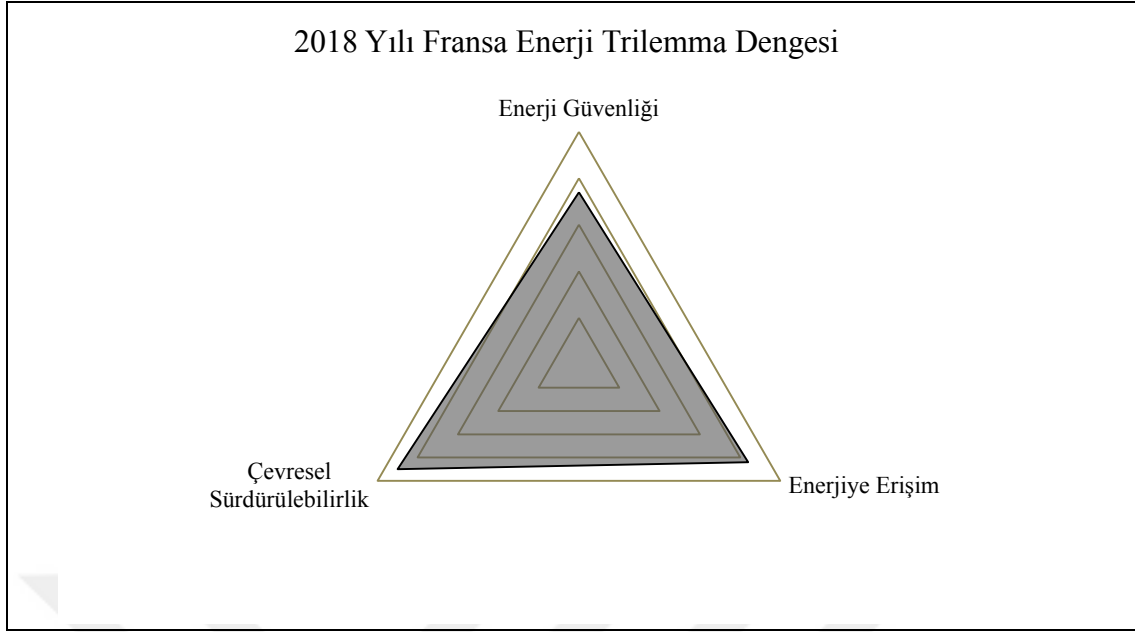
Tablo 5.10.'da Finlandiya'nın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Finlandiya'nın enerji trilemma denge notunun 2018 yılında AAC olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı sıralamada; Finlandiya'nın son 2 yılda gerilediği ve 2018 yılında 12. sırada yer aldığı anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibarıyla enerji güvenliği konusunda, 5. sıraya gerilerken, enerji erişimi konusunda 2017 yılına göre 1 sıra yükselerek 26.sıraya yerleştiği görülmektedir. Finlandiya'nın, enerjinin çevresel sürdürülebilirliğinde aynı başarıyı yakalayamadığı ve 2018 yılında 88.sıraya gerilediği anlaşılmaktadır.

Tablo 5.10. Finlandiya Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu (World Energy Trilemma Index, 2018: 88).

<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	Denge Notu
Genel Sıralama ve Denge Notu	8	11	12	AAC
Enerji Güvenliği	3	3	5	A
Enerji Erişimi	24	27	26	A
Çevresel Sürdürülebilirlik	71	67	88	C

5.5.1.4. Fransa

Fransa'da yerli petrol ve doğal gaz üretimi oldukça az olmakla birlikte ülkenin enerji ithalatı yüksektir. İthalat bağımlılığını azaltmak için Fransa, 1970'lerin ortasından bu yana güçlü bir nükleer enerji geliştirme politikası izlemiş, günümüzde Avrupa'daki ülkeler içerisinde en büyük nükleer üretim kapasitesine sahip olmuş ve dünya genelinde ABD'den sonra ikinci sıraya yerleşmiştir. Ülkede nükleer enerji, toplam elektrik üretiminin yaklaşık %79'unu oluşturmaktadır. Fransa'nın yeni enerji politikaları arasında enerji verimliliğini, yenilenebilir enerji kullanımını artırmak ve iklim değişikliğinin üstesinden gelmek için alınacak önlemler ve hedefler bulunmaktadır. Hükümet kısa bir süre önce Fransa'nın nükleer enerjiye olan bağımlılığını yenilenebilir enerji kaynaklarına çekmek amacıyla yeni bir enerji geçiş yasası çıkarmıştır. Mevzuat, 2020'de karbonun hedef fiyatını ton başına 56 € 'ya ve 2030'da ton başına 100 € 'a çıkarma taahhüdünü içermektedir. Hükümet, enerji fiyatlarındaki artışı gidermek için elektrik ve gaz için sosyal tarifeleri de revize etmiştir (World Energy Trilemma Index, 2017: 69).



Şekil 5.16. 2018 Yılı Fransa Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 89).

Şekil 5.16.'da 2018 yılı Fransa enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği, enerjiye erişim ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda başarı sağladığı, dolayısıyla enerji trilemmasının her 3 ayağında da yüksek performans gösterdiği anlaşılmaktadır.

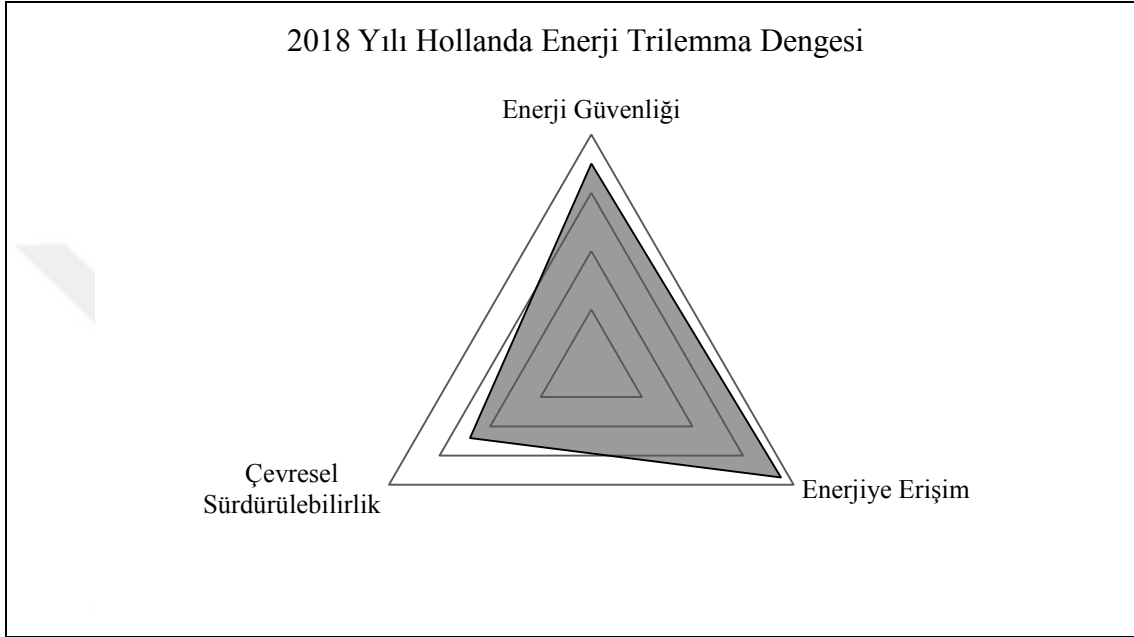
Tablo 5.11.'de Fransa'nın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Fransa'nın enerji trilemma denge notunun 2018 yılında AAA olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı sıralamada; Fransa'nın son 2 yılda 4 sıra gerilediği ve 2018 yılında 10. Sıraya yerleştiği anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibariyle Fransa'nın, çevresel sürdürülebilirlik ve enerji erişimi konusunda bir önceki yıla göre gerilediği görülse de söz konusu kriterlerde yüksek performans sergilediği açıktır. Enerji güvenliği konusunda diğer iki kriterin gerisinde kalmış olsa da 2018 yılında 26.sıraya yerleşerek bu kriterde de başarı sağladığı görülmektedir.

Tablo 5.11. Fransa Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu (World Energy Trilemma Index, 2018: 89).

<i>Genel Sıralama</i>				
	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>Denge Notu</i>
Genel Sıralama ve Denge Notu	6	8	10	AAA
Enerji Güvenliği	16	25	26	A
Enerji Erişimi	9	13	16	A
Çevresel Sürdürülebilirlik	11	6	15	A

5.5.1.5. Hollanda

Hollanda Trilemma İndeks’inde iyi bir konumda bulunmaktadır, ancak yine de ek kıyı rüzgâr kapasitesinin kurulması hakkında kamu tartışmaları gibi bazı zorluklarla karşı karşıyadır. Trilemma Raporu’nda, Hollanda’nın bir doğal gaz ülkesi olarak konumunu güçlendirmesi ve sürdürülebilirliğe doğru ilerleyen bir sistemde doğal gazın dengeleyici bir yakıt olarak rolüne daha fazla odaklanması beklendiği ifade edilmektedir (World Energy Trilemma Index, 2017: 98).



Şekil 5.17. 2018 Yılı Hollanda Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 115).

Şekil 5.17.’de 2018 yılı Hollanda enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği, enerjiye erişim konularında çevresel sürdürülebilirlik kriterinden daha başarılı olduğu anlaşılmaktadır.

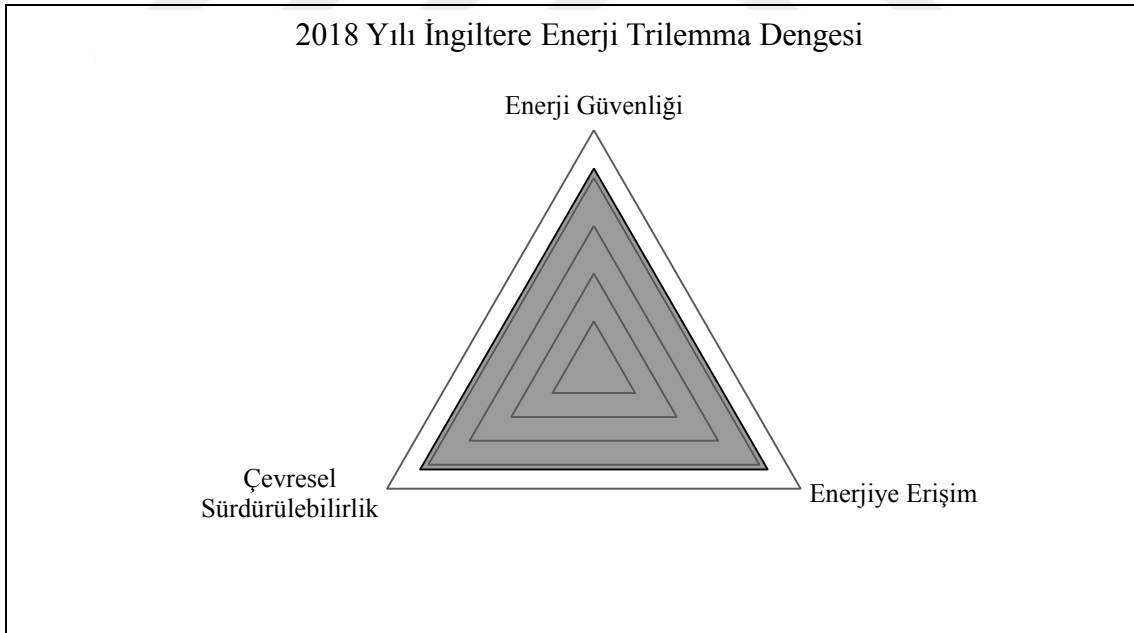
Tablo 5.12.’de Hollanda’nın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Hollanda’nın enerji trilemma denge notunun 2018 yılında AAB olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı sıralamada; Hollanda’nın son 2 yıldır yerini koruduğu ve 2018 yılında 4.sıraya yerleştiği anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibariyle Hollanda’nın, enerji erişimi noktasında tam anlamıyla bir başarı sağladığı ve benzer şekilde enerji güvenliğinde de yüksek performans gösterdiği tablodan görülmektedir. Buna karşılık, çevresel sürdürülebilirlik kriterinden B notu alan Hollanda’nın, bu konuda bir önceki yıla göre 38.sıradan 54.sıraya gerilediği ve diğer iki denge kriteri kadar başarılı olamadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 5.12. Hollanda Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu (World Energy Trilemma Index, 2018: 115).

<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	Denge Notu
Genel Sıralama ve Denge Notu	4	4	4	AAB
Enerji Güvenliği	9	10	10	A
Enerji Erişimi	3	3	4	A
Çevresel Sürdürülebilirlik	42	38	54	B

5.5.1.6. İngiltere

Trilemma Raporu verilerine göre İngiltere'nin, trilemmanın her üç kriterinde de iyi performans sergilediği görülmektedir. Bunun yanında, 2025 yılına kadar İngiltere'deki tüm kömür santrallerinin kapanmasının planlanmasının, kömürden elde edilen elektrik üretiminde ciddi bir düşüşe neden olduğu ve 2016 yılının ilk çeyreğinde bu düşüşün rekor bir seviyeye ulaştığı ifade edilmektedir. Ülkede, yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretiminin yıllık bazda istikrarlı bir artış gösterdiği vurgulanmaktadır. (World Energy Trilemma Index, 2017: 129).



Şekil 5.18. 2018 Yılı İngiltere Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 144).

Şekil 5.18.'de 2018 yılı İngiltere enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği, enerjiye erişim ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda başarı sağladığı, dolayısıyla enerji trilemmasında ideal şekilde dengeyi sağladığı şekilden anlaşılmaktadır.

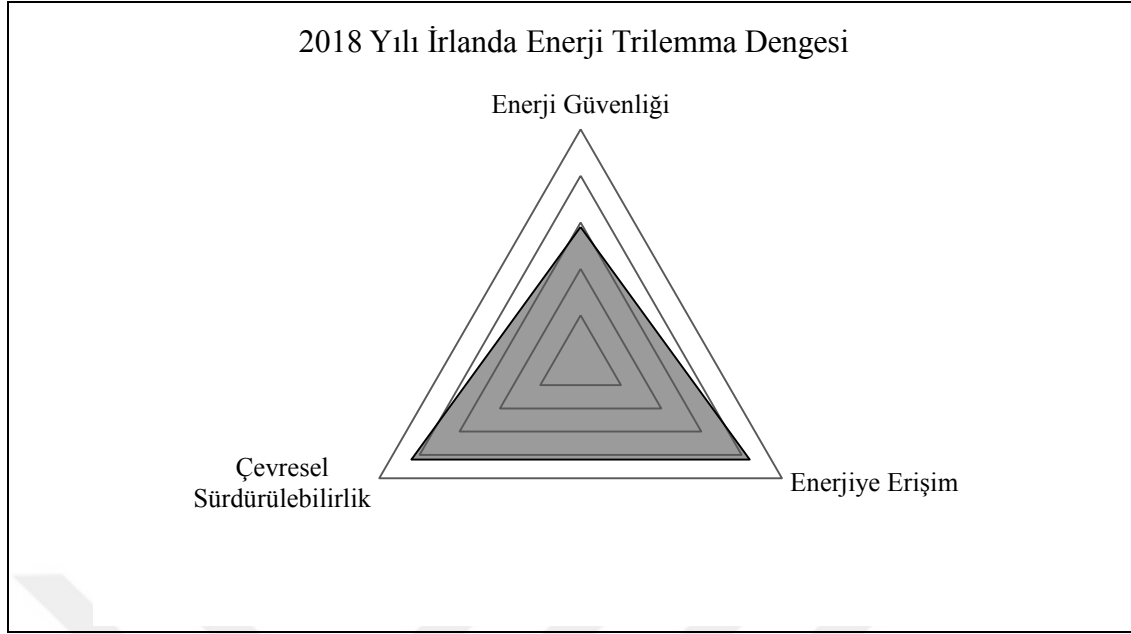
Tablo 5.13.'de İngiltere'nin 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. İngiltere'nin enerji trilemma denge notunun 2018 yılında AAA olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı sıralamada; İngiltere'nin son 2 yılda 5.sıraya yükseldiği ve yerini koruduğu Tablo 5.13.'ten anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibarıyla İngiltere'nin enerji güvenliği konusunda bir önceki yıla göre 8 sıra birden yükselerek 18.sıraya yerleştiği görülmektedir. İngiltere'nin enerji erişimi ve çevresel sürdürülebilirlik kriterlerinde 2017 yılına göre gerilediği görülse de söz konusu kriterlerde yüksek performans sergilediği ve her 3 trilemma bileşeninden A denge notu aldığı anlaşılmaktadır.

Tablo 5.13. İngiltere Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu (World Energy Trilemma Index, 2018: 144).

<i>Genel Sıralama</i>				
	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>Denge Notu</i>
Genel Sıralama ve Denge Notu	11	5	5	AAA
Enerji Güvenliği	32	26	18	A
Enerji Erişimi	8	15	19	A
Çevresel Sürdürülebilirlik	15	9	14	A

5.5.1.7. İrlanda

2014 yılında, enerji ihtiyacının %85'ini ithal eden ülke konumunda olan İrlanda'da kullanılan tüm enerjinin yaklaşık %90'ını fosil yakıtlar oluşturmaktaydı. Ancak İrlanda'nın, dünyanın en iddialı yenilenebilir enerji hedeflerinden birini belirlediği ifade edilmektedir: 2020'ye kadar elektriğinin %40'ının yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmesi ve bunun büyük bir kısmının rüzgâr enerjisi kaynaklı üretimden sağlanması hedeflenmiştir. İrlanda, ulusal enerji politikası hedeflerini, 'İrlanda'nın Düşük Karbon Enerjili Geleceğe Dönüşümü' olarak isimlendirmekte ve 2050 yılına kadar enerji kaynaklı emisyonlarda %80-95'lik bir düşüş öngörülmektedir (World Energy Trilemma Index, 2017: 80).



Şekil 5.19. 2018 Yılı İrlanda Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 98).

Şekil 5.19.'de 2018 yılı İrlanda enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin özellikle enerjiye erişim ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda ciddi bir başarı sağladığı, ancak enerji güvenliği konusunda biraz daha geride kaldığı şekilden anlaşılmaktadır.

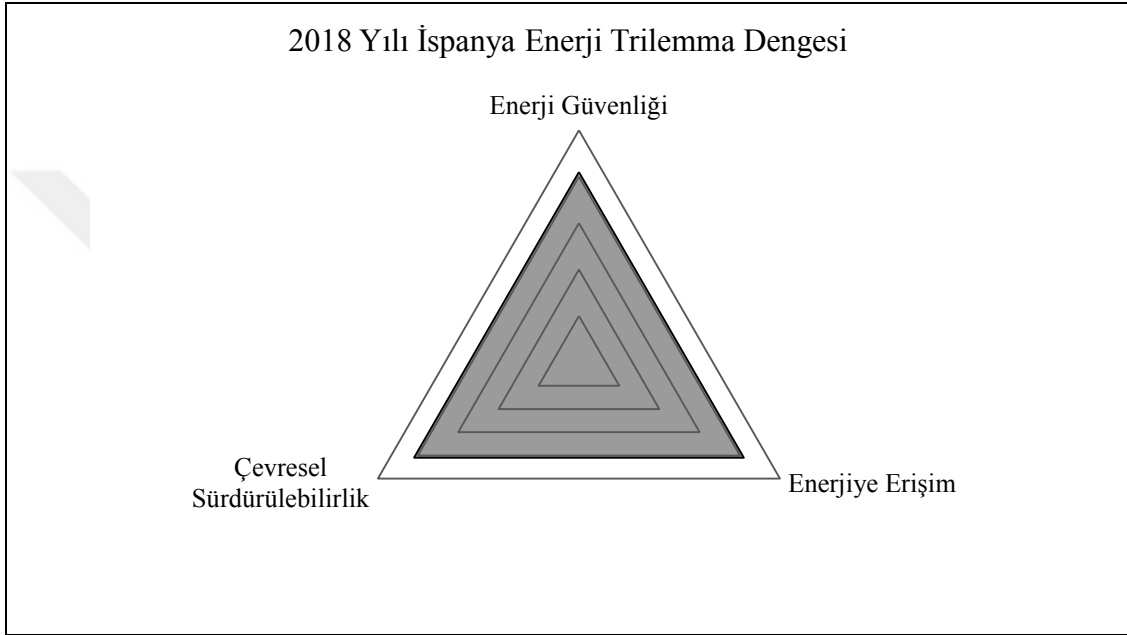
Tablo 5.14.'de İrlanda'nın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. İrlanda'nın enerji trilemma denge notunun 2018 yılında BAA olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı sıralamada; İrlanda'nın son 2 yılda yükselerek 17.sıraya yerleştiği Tablo 5.14.'ten anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibarıyla İrlanda'nın enerji güvenliği konusunda bir önceki yıla göre atak yaptığı ve 19 sıra birden yükselerek 66.sıraya yerleştiği görülmektedir. İrlanda'nın enerji erişimi ve çevresel sürdürülebilirlik kriterlerinde 2017 yılına göre gerilediği görülse de söz konusu kriterlerde yüksek performans sergilediği ve her 2 trilemma bileşeninden A denge notu aldığı anlaşılmaktadır.

Tablo 5.14. İrlanda Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu (World Energy Trilemma Index, 2018: 98).

<i>Genel Sıralama</i>				
	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>Denge Notu</i>
Genel Sıralama ve Denge Notu	20	20	17	BAA
Enerji Güvenliği	77	85	66	B
Enerji Erişimi	16	10	18	A
Çevresel Sürdürülebilirlik	7	2	10	A

5.5.1.8. İspanya

İspanya, AB bağlamında, 2020 yılına kadar brüt nihai enerji tüketiminde %20 yenilenebilir enerji payı hedefini belirlemiştir. 2015 yılında, yenilenebilir enerji kaynaklarının nihai enerji tüketimindeki payı %17,3'e ulaşmıştır. İspanya hükümeti, uluslararası ve Avrupa taahhütlerine uyumu kolaylaştırmak amacıyla kapsamlı bir İklim Değişikliği ve Enerji Geçiş Yasası onay süreci başlatmıştır. Raporda, bu yeni eylemin, iklim değişikliğinin etkilerine direnç sağlayan sürdürülebilir bir kalkınma modelinin yolunu açtığı ifade edilmektedir (World Energy Trilemma Index, 2017: 117).



Şekil 5.20. 2018 Yılı İspanya Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 133).

Şekil 5.20.'de 2018 yılı İspanya enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği, enerjiye erişim ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda başarı sağladığı, dolayısıyla enerji trilemmasında ideal şekilde dengeyi sağladığı anlaşılmaktadır.

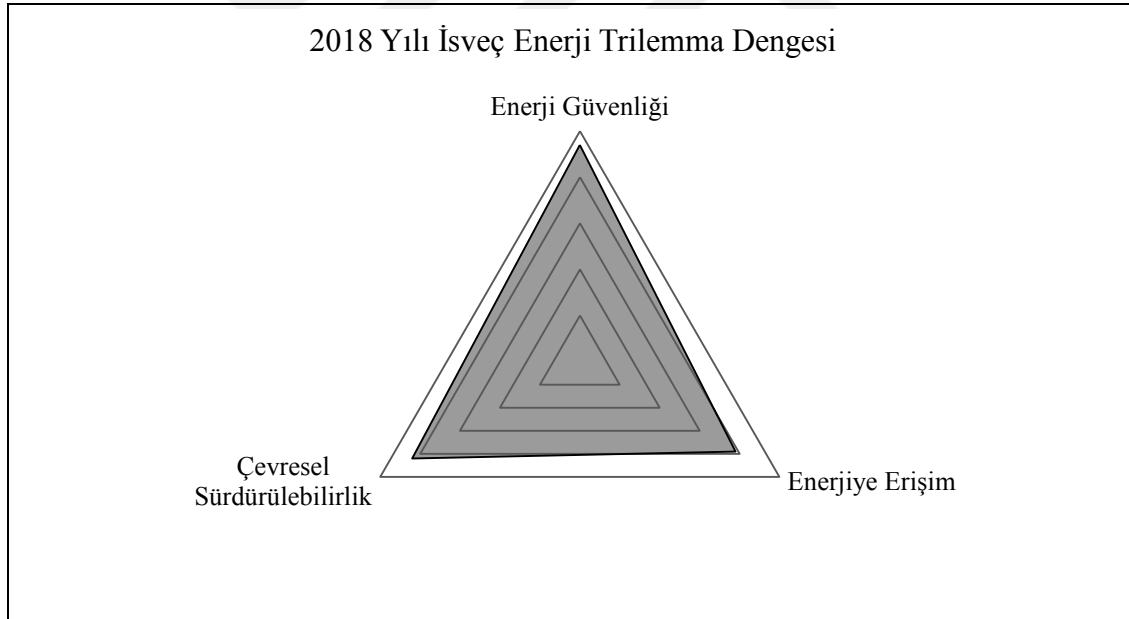
Tablo 5.15.'de İspanya'nın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. İspanya'nın enerji trilemma denge notunun 2018 yılında AAA olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı sıralamada; İspanya'nın 2018 yılında, bir önceki yıla göre gerileyerek 16.sırada yer aldığı görülmektedir. 2018 yılı itibarıyla enerji güvenliği, enerji erişimi ve çevresel sürdürülebilirlik kriterlerinin her birinden A denge notu alan İspanya'nın trilemma dengesinde başarılı bir performans sergilediği ifade edilebilir. Bunlara ek olarak; İspanya'nın çevresel sürdürülebilirlik konusunda 2017 yılına göre 7 sıra gerilediği görülmektedir.

Tablo 5.15. İspanya Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu
(World Energy Trilemma Index, 2018: 133).

<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	Denge Notu
Genel Sıralama ve Denge Notu	13	13	16	AAA
Enerji Güvenliği	26	20	21	A
Enerji Erişimi	30	33	32	A
Çevresel Sürdürülebilirlik	17	15	22	A

5.5.1.9. İsveç

İsveç'te halen, ulaştırma sektörü (trenler, metro ve tramvaylar hariç) fosil yakıtlara dayanmaktadır. Ülkede, elektrikli otomobil satın alımını teşvik etmek için özel politikalar ve finansal destek mevcut ancak sonuçlar henüz beklentileri karşılamamaktadır.



Şekil 5.21. 2018 Yılı İsveç Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 136).

Şekil 5.21.'de 2018 yılı İsveç enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği, enerjiye erişim ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda başarı sağladığı, dolayısıyla enerji trilemma dengesinde yüksek performans gösterdiği anlaşılmaktadır. 3 denge unsuru arasında kıyaslama yapmak gerekirse; İsveç'in enerji güvenliği ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda daha başarılı olduğunu söylemek mümkündür.

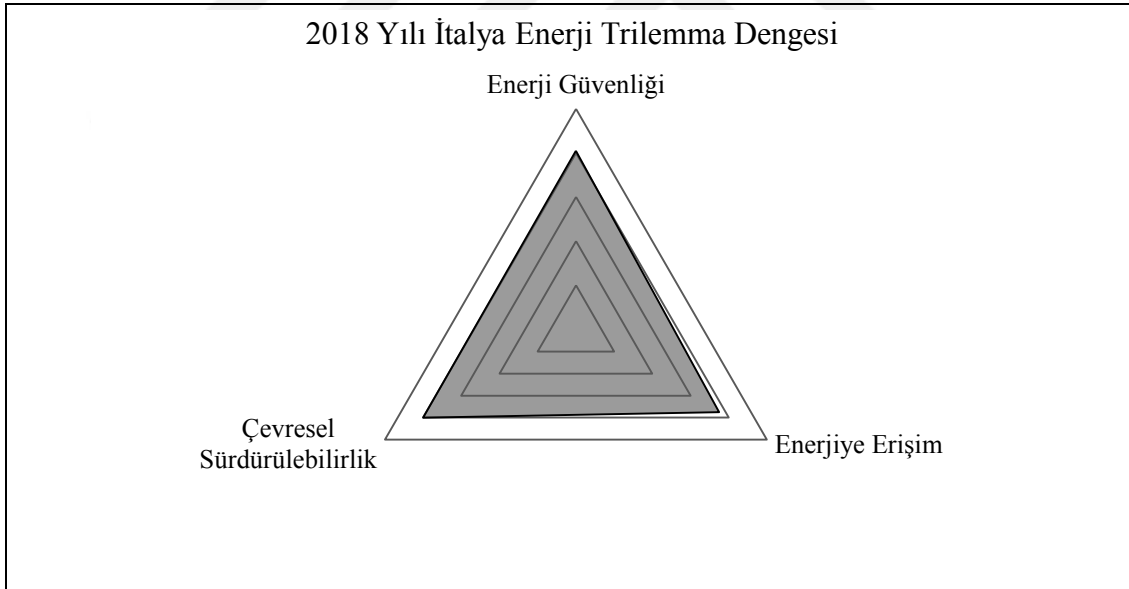
Tablo 5.16.'da İsveç'in 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. İsveç'in enerji trilemma denge notunun 2018 yılında AAA olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı

sıralamada; İsveç'in 2017 yılına göre 1 sıra gerilediği ve 2018 yılında 3.sıraya yerleştiği anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibarıyla İsveç'in, çevresel sürdürülebilirlik ve enerji erişimi konusunda bir önceki yıla göre gerilediği görülse de söz konusu kriterlerde yüksek performans sergilediği tablodan açıkça görülmektedir. Enerji güvenliği konusunda 4.sıraya yerleşen İsveç'in trilemma dengesini başarılı bir şekilde sağladığı görülmektedir.

Tablo 5.16. İsveç Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu
(World Energy Trilemma Index, 2018: 136).

<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	Denge Notu
Genel Sıralama ve Denge Notu	3	2	3	AAA
Enerji Güvenliği	10	9	4	A
Enerji Erişimi	27	21	27	A
Çevresel Sürdürülebilirlik	8	5	16	A

5.5.1.10. İtalya



Şekil 5.22. 2018 Yılı İtalya Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 100).

Şekil 5.22.'de 2018 yılı İtalya enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği, enerjiye erişim ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda başarı sağladığı anlaşılmaktadır. İtalya'nın enerji güvenliği, enerji erişimi ve çevresel sürdürülebilirlik konusundaki performansının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir.

Tablo 5.17.'de İtalya'nın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. İtalya'nın enerji trilemma denge notunun 2018 yılında AAA olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı

sıralamada; İtalya'nın 2017 yılına göre 4 sıra gerilediği ve 2018 yılında 20.sıraya yerleştiği anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibariyle İtalya'nın, çevresel sürdürülebilirlik ve enerji güvenliği konusunda bir önceki yıla göre gerilediği görülse de söz konusu kriterlerde yüksek performans sergilediği tablodan açıkça görülmektedir. Enerji erişimi konusunda 35.sırada yer alan İtalya'nın bu konudaki istikrarını sürdürdüğü ve trilemma dengesini başarılı bir şekilde sağladığı görülmektedir.

Tablo 5.17. İtalya Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu
(World Energy Trilemma Index, 2018: 100).

<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	Denge Notu
Genel Sıralama ve Denge Notu	17	16	20	AAA
Enerji Güvenliği	19	17	20	A
Enerji Erişimi	32	35	35	A
Çevresel Sürdürülebilirlik	14	13	21	A

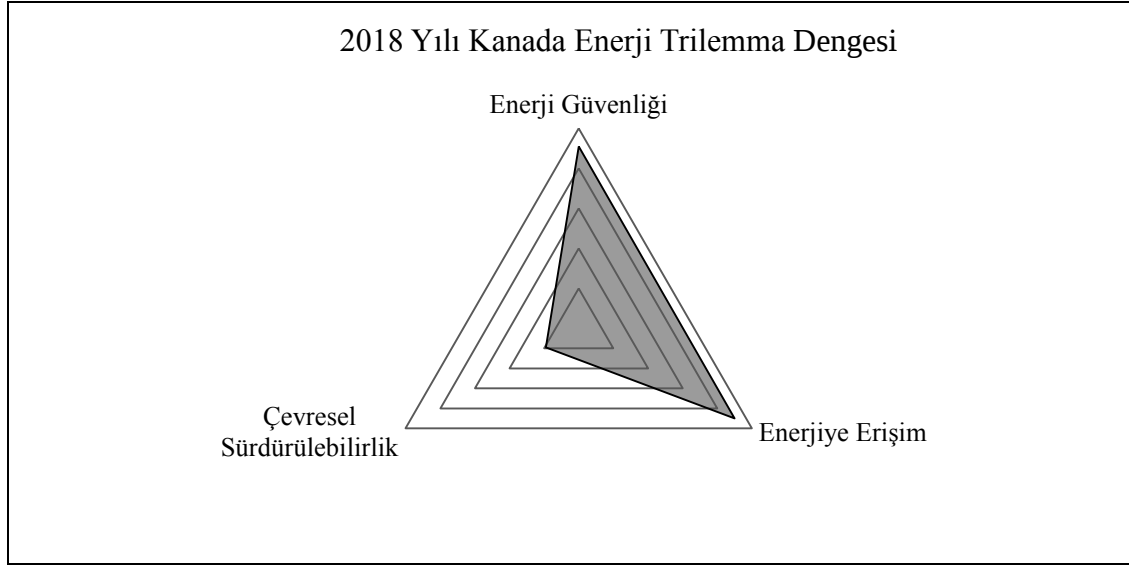
5.5.1.11. Kanada

Kanada, karbon politikasında, enerji ve çevre konularında dünya çapında birincil otoriteye sahiptir. Örnekler arasında, Kanada'nın hem federal hem de il hükümetleri tarafından kömürle çalışan gücün ortadan kaldırılmasına yönelik düzenlemeler ve ileri teknoloji yatırımları gibi amaçları yer almaktadır. Kanada hükümeti 3 hedefe odaklanmaktadır:

1) Enerji son kullanım uygulamalarının çevresel / iklim etkilerini yönetmek (Toplam emisyonların %58'i ulaştırma, binalar, sanayi ve elektrikten kaynaklanmaktadır);

2) Çeşitli çıkarları hesaba katarak, yeni ihracat pazarlarına erişmek ve enerji altyapısı projeleri için daha kapsamlı bir inceleme süreci geçirmek;

3) Kanada'nın enerji projelerinin yer aldığı toprakların yerli nüfusu ile daha geniş katılım ve faydaların paylaşılmasını sağlamak.



Şekil 5.23. 2018 Yılı Kanada Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 73).

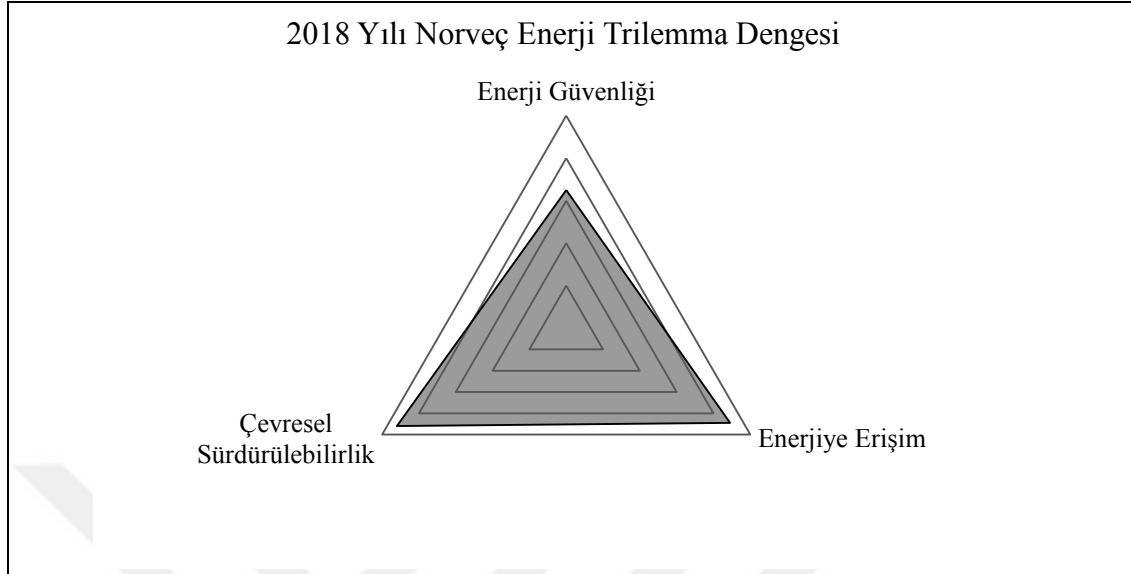
Şekil 5.23.'de 2018 yılı Kanada enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği ve enerjiye erişim konusunda yüksek bir başarı sağladığı ancak çevresel sürdürülebilirlik kriterinde ise ciddi sorunların yaşandığı anlaşılmaktadır. Kanada'nın enerji güvenliği ve enerji erişimi konusundaki performansının birbirine çok yakın olduğu ve ülkede enerjide çevresel sürdürülebilirliğin henüz sağlanamadığı görülmektedir.

Tablo 5.18.'de Kanada'nın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Kanada'nın enerji trilemma denge notunun 2018 yılında AAD olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Kanada'nın 2017 yılına göre 8 sıra birden yükseldiği ve 2018 yılında 13.sıraya yerleştiği anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibarıyla Kanada'nın, çevresel sürdürülebilirlik konusunda bir önceki yıla göre daha da gerilediği ve 107.sıraya yerleştiği görülmektedir. Çevresel sürdürülebilirliğin aksine, ülkenin enerji güvenliği ve enerjiye erişim denge kriterlerinde bir önceki yıla göre sıralamasının yükseldiği ve bu alanlarda yüksek bir başarı sağladığı görülmektedir.

Tablo 5.18. Kanada Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu (World Energy Trilemma Index, 2018: 73).

<i>Genel Sıralama</i>				
	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>Denge Notu</i>
Genel Sıralama ve Denge Notu	22	21	13	AAD
Enerji Güvenliği	5	4	3	A
Enerji Erişimi	11	22	7	A
Çevresel Sürdürülebilirlik	96	100	107	D

5.5.1.12. Norveç



Şekil 5.24. 2018 Yılı Norveç Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2016: 11; 2017: 14; 2018: 15).

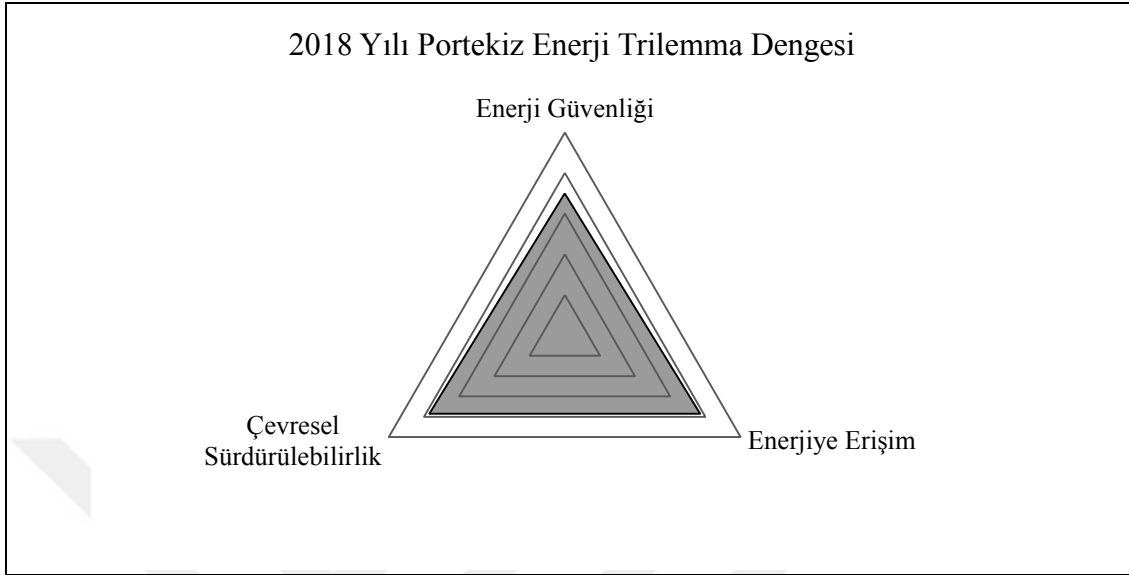
Şekil 5.24.'de 2018 yılı Norveç enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği, enerjiye erişim ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda yüksek bir başarı sağladığı anlaşılmaktadır. Denge kriterleri karşılaştırılacak olursa; Norveç'in çevresel sürdürülebilirlik ve enerji erişimi konusunda, enerji güvenliği kriterine göre daha başarılı olduğu görülmektedir.

Tablo 5.19.'da Norveç'in 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Norveç'in enerji trilemma denge notunun 2018 yılında BAA olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Norveç'in 2017 yılına göre 2 sıra gerilediği ve 2018 yılında 9.sırada yer aldığı görülmektedir. 2018 yılı itibarıyla Norveç'in çevresel sürdürülebilirlik ve enerji erişimi konusunda iyi bir profil oluşturduğu ve her iki kriterden de A denge notu aldığı anlaşılmaktadır. Enerji güvenliği konusunda 2018 yılı itibarıyla 42.sırada bulunan Norveç'in, enerji güvenliği notunun B olarak belirlendiği Tablo 5.19.'da görülmektedir.

Tablo 5.19. Norveç Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu
(World Energy Trilemma Index, 2016: 11; 2017: 14; 2018: 15).

<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	Denge Notu
Genel Sıralama ve Denge Notu	7	7	9	BAA
Enerji Güvenliği	13	28	42	B
Enerji Erişimi	28	16	17	A
Çevresel Sürdürülebilirlik	9	10	13	A

5.5.1.13. Portekiz



Şekil 5.25. 2018 Yılı Portekiz Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 73).

Şekil 5.25.'de 2018 yılı Portekiz enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği, enerjiye erişim ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda başarı sağladığı anlaşılmaktadır. Portekiz'in enerji güvenliği, enerji erişimi ve çevresel sürdürülebilirlik konusundaki performansının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir.

Tablo 5.20.'de Portekiz'in 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Portekiz'in enerji trilemma denge notunun 2018 yılında BAA olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Portekiz'in 2017 yılına göre 4 sıra gerilediği ve 2018 yılında 22.sırada yer aldığı görülmektedir. 2018 yılı itibarıyla Portekiz'in enerji güvenliği, çevresel sürdürülebilirlik ve enerji erişimi konusunda iyi bir profil oluşturduğu anlaşılmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik konusunda 2018 yılı itibarıyla 26.sırada bulunan Portekiz'in, bir önceki yıla göre 9 sıra gerilediği görülmektedir.

Tablo 5.20. Portekiz Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu (World Energy Trilemma Index, 2018: 124).

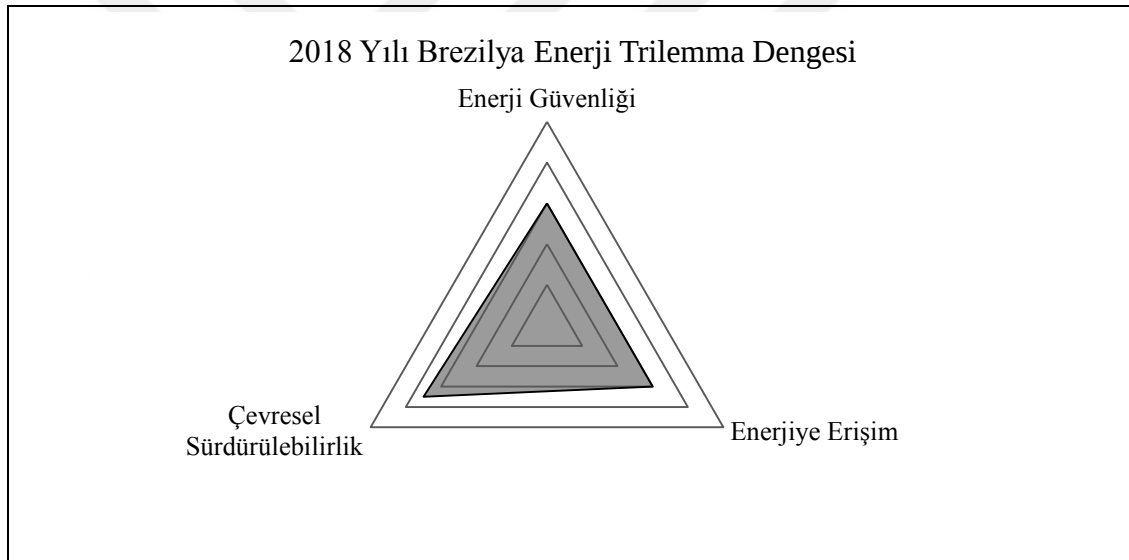
<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	Denge Notu
Genel Sıralama ve Denge Notu	18	18	22	BAA
Enerji Güvenliği	31	30	33	B
Enerji Erişimi	33	34	36	A
Çevresel Sürdürülebilirlik	12	17	26	A

5.5.2. Yükselen Ekonomilerin Enerji Trilemması

Alt başlıklarda ampirik çalışmaya dahil edilen 13 yükselen piyasa ekonomisinin 2016-2018 yılları enerji trilemması incelenmektedir.

5.5.2.1. Brezilya

Brezilya’da enerji kaynaklarının çeşitliliğinin artmasının yanı sıra enerjide dışa bağımlılığın azalmasının devam etmesinin, 2017’de ülkenin enerji güvenliği artışına katkı sağladığı görülmektedir. Sektöre daha fazla özel yatırım çekmek için Brezilya 2016’da petrol, enerji hakları ve altyapı imtiyazlarını açık artırmaya çıkarmaya yönelik milyarlarca dolarlık bir plan başlatmıştır. Ağustos 2017’de, devlete ait kamu hizmeti şirketi Eletrobras’ın özelleştirilmesi ilan edilmiştir. Bunun uzun vadede elektrik fiyatları üzerinde olumlu bir etkisi olması beklenmektedir. Büyüme potansiyeli ve elektrik üretim kapasitesindeki artış eğilimlerinin yanı sıra Brezilya’nın çevresel sürdürülebilirlik boyutunun önümüzdeki yıllarda iyileşmesi beklenmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 48).



Şekil 5.26. 2018 Yılı Brezilya Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 70).

Şekil 5.26.’da 2018 yılı Brezilya enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği, enerjiye erişim ve çevresel sürdürülebilirlik konusundaki performansı birbirine yakın olsa da çevresel sürdürülebilirlik konusunda daha başarılı olduğu ifade edilebilir.

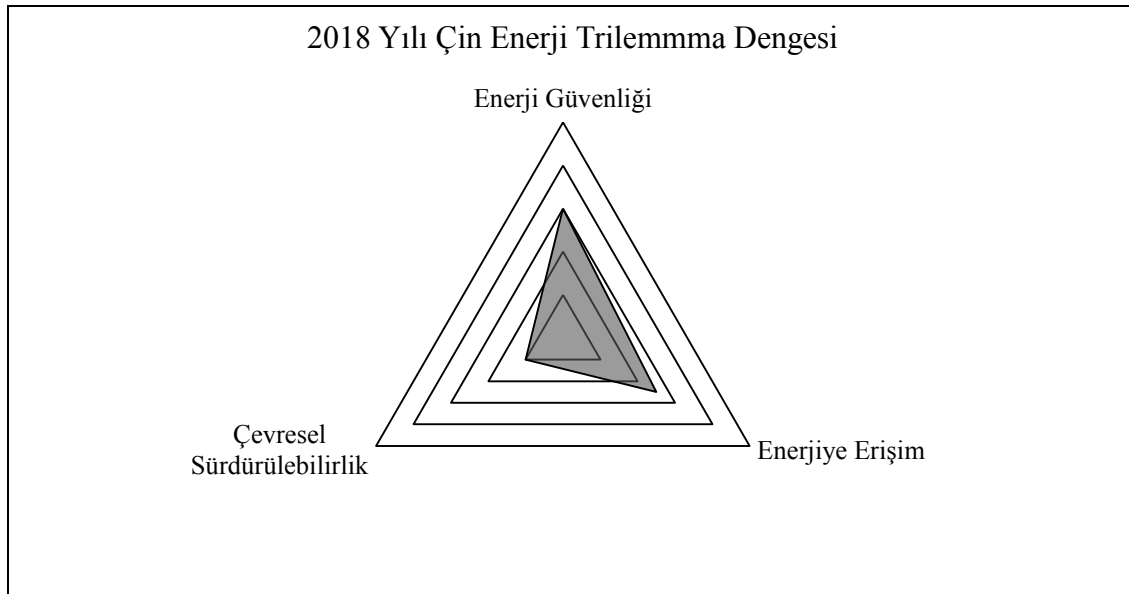
Tablo 5.21.’de Brezilya’nın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Brezilya’nın enerji trilemma denge notunun 2018 yılında BBB olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Brezilya’nın 2017 yılına göre 1 sıra yükselerek 2018 yılında 53.sırada yer aldığı görülmektedir. 2018 yılı itibariyle ülkenin çevresel sürdürülebilirlik ve enerji erişimi konusunda ilerleme gösterdiği anlaşılmaktadır. Enerji güvenliği konusunda ise Brezilya’nın 10 sıra birden gerileyerek 2018 yılı itibariyle 56.sıraya yerleştiği görülmektedir.

Tablo 5.21. Brezilya Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu
(World Energy Trilemma Index, 2018: 70).

<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	Denge Notu
Genel Sıralama ve Denge Notu	57	54	53	BBB
Enerji Güvenliği	68	46	56	B
Enerji Erişimi	70	74	71	B
Çevresel Sürdürülebilirlik	46	47	36	B

5.5.2.2. Çin

Hızlı sanayileşme ve kentleşme sürecinde olan Çin, ekonomik / sosyal kalkınma ile ilgili enerji / çevre konularını dengeleme konusunda ciddi zorluklarla karşı karşıyadır. Çin 12. beş yıllık planında, 2010-2015 döneminde enerji verimliliği, fosil dışı enerji kullanımı, çevre koruma ve düşük karbon konusunda zorunlu hedefler belirlemiştir. Bu dönemde, Çin'in GSYH'si yıllık bazda %7,8 artarken, yıllık birincil enerji tüketimi ve karbon emisyonu sırasıyla %3,6 ve %2,7 artmıştır. Çin hükümeti, nihayetinde yeşil kalkınma stratejisini önermiş ve enerji yoğunluğunu %15 ve karbon yoğunluğunu %18 azaltma, fosil olmayan enerji kaynakları kullanımının payını %15'e çıkarma hedefini içeren 2015-2020 dönemi için iddialı bir plan hazırlamıştır (World Energy Trilemma Index, 2017: 54).



Şekil 5.27. 2018 Yılı Çin Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 76).

Şekil 5.27.'de 2018 yılı Çin enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği, enerjiye erişim konusunda, çevresel sürdürülebilirlik kriterinden daha iyi performans sergilediği anlaşılmaktadır. Çin'deki hava kirliliği ve karbondioksit

salınımının yoğunluğu göz önünde bulundurulacak olursa, ülkenin çevresel sürdürülebilirlik konusunda başarı elde edememesi kaçınılmazdır.

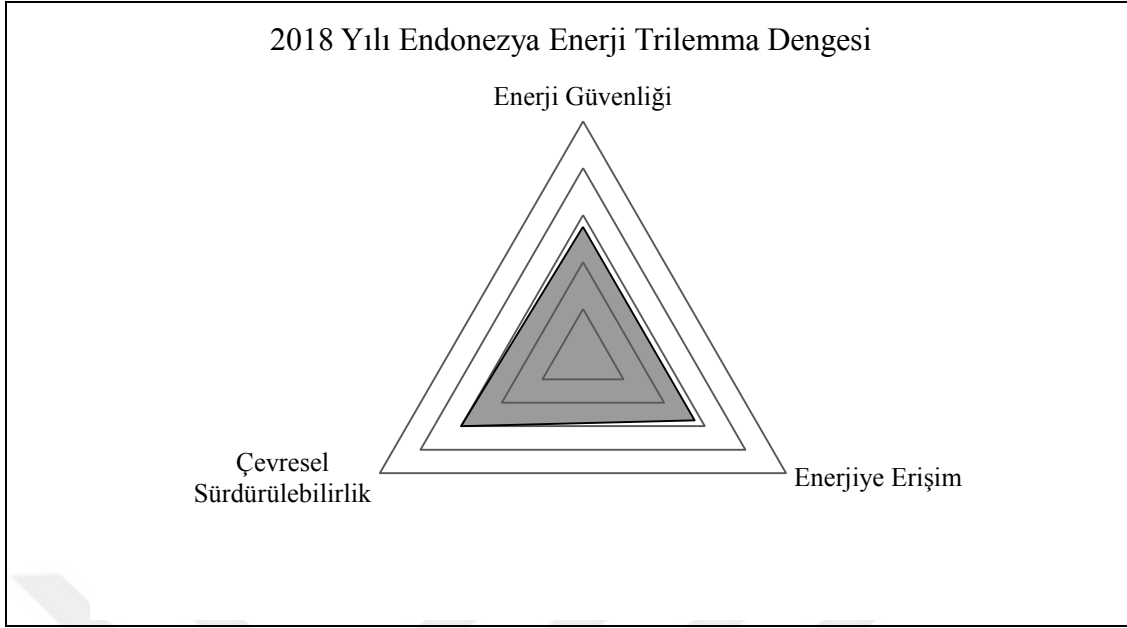
Tablo 5.22.'de Çin'in 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Çin'in enerji trilemma denge notunun 2018 yılında BBD olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Çin'in 2017 yılına göre 8 sıra yükselerek 2018 yılında 78.sıraya yerleştiği görülmektedir. 2018 yılı itibarıyla Çin'in sırasıyla en fazla başarıyı enerji güvenliği ve enerji erişimi konusunda elde ettiği anlaşılmaktadır. Ciddi bir kirletici olan Çin'in çevresel sürdürülebilirlik konusunda 2018 yılı itibarıyla bir önceki yıla göre yükselerek 104.sıraya yerleştiği görülse de söz konusu alanda D denge notunu aldığı ve iyi bir performans sergilemediği ifade edilebilir.

Tablo 5.22. Çin Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu
(World Energy Trilemma Index, 2018: 76).

	<i>Genel Sıralama</i>			<i>Denge Notu</i>
	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	
Genel Sıralama ve Denge Notu	87	86	78	BBD
Enerji Güvenliği	62	58	43	B
Enerji Erişimi	77	76	81	B
Çevresel Sürdürülebilirlik	117	117	104	D

5.5.2.3. Endonezya

Fosil yakıtlar Endonezya'ya hâkim enerji kaynağı olmaya devam etmektedir. Raporda, ülkede sosyal ve ekonomik kalkınmayı desteklemek için verimli, düşük karbonlu veya karbon içermeyen enerji teknolojilerinin gelişme ve yayılma seviyelerinin beklenenden daha yavaş ilerlediği ifade edilmektedir. Ek olarak raporda politika yapıcıların odaklanması gereken temel konular şu şekilde belirlenmektedir: 1) Araştırma ve geliştirme, pilot projeler, teşvik sağlama, kapasite geliştirme yoluyla yeni ve yenilenebilir enerji kullanımını artırma çabalarını yoğunlaştırmak; 2) Düşük karbonlu veya karbonsuz teknolojileri uzun vadeli enerji planına dahil etmek; 3) Arz ve talep tarafında enerji verimliliğini artırmak; ve 5) Enerji sektörüne daha fazla yatırım çekmek (World Energy Trilemma Index, 2017: 77).



Şekil 5.28. 2018 Yılı Endonezya Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 96).

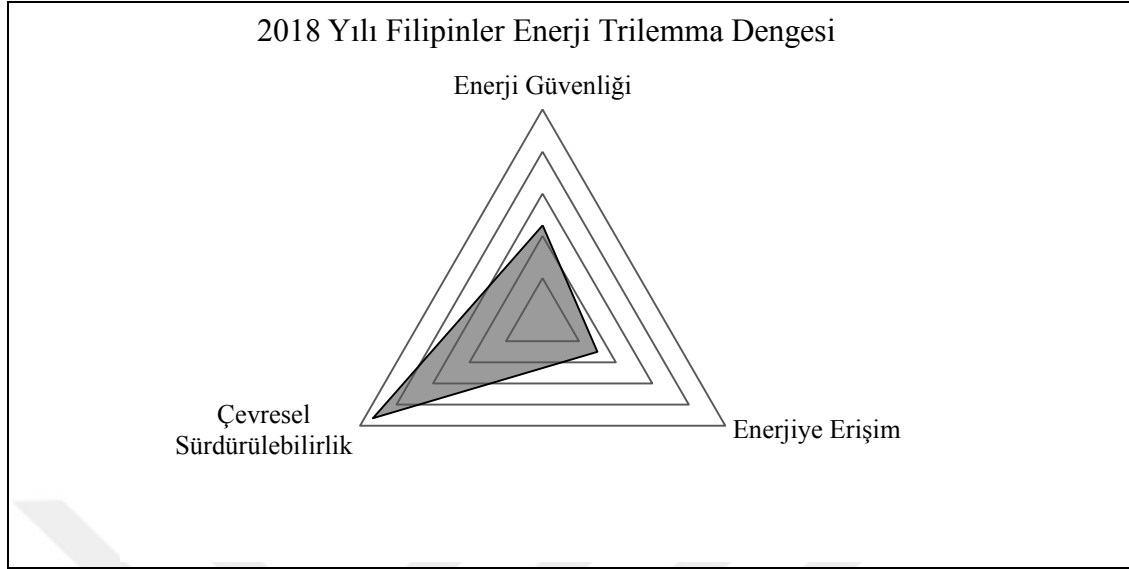
Şekil 5.28.'de 2018 yılı Endonezya enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği, enerjiye erişim ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda dengeyi sağlayabildiği anlaşılmaktadır. Endonezya'nın enerji güvenliği, enerji erişimi ve çevresel sürdürülebilirlik konusundaki performansının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir.

Tablo 5.23.'te Endonezya'nın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Endonezya'nın enerji trilemma denge notunun 2018 yılında BBB olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Endonezya'nın 2017 yılına göre 4 sıra yükseldiği ve 2018 yılında 71.sırada yer aldığı görülmektedir. 2018 yılı itibarıyla Endonezya'nın enerji güvenliği, çevresel sürdürülebilirlik ve enerji erişimi konusunda iyi bir profil oluşturduğu anlaşılmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik konusunda 2018 yılı itibarıyla 57.sırada bulunan Endonezya'nın, bir önceki yıla göre 11 sıra yükseldiği görülmektedir.

Tablo 5.23. Endonezya Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu (World Energy Trilemma Index, 2018: 96).

<i>Genel Sıralama</i>				
	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>Denge Notu</i>
Genel Sıralama ve Denge Notu	85	75	71	BBB
Enerji Güvenliği	63	59	61	B
Enerji Erişimi	88	82	82	B
Çevresel Sürdürülebilirlik	77	68	57	B

5.5.2.4. Filipinler



Şekil 5.29. 2018 Yılı Filipinler Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2016: 11; 2017: 14; 2018: 15).

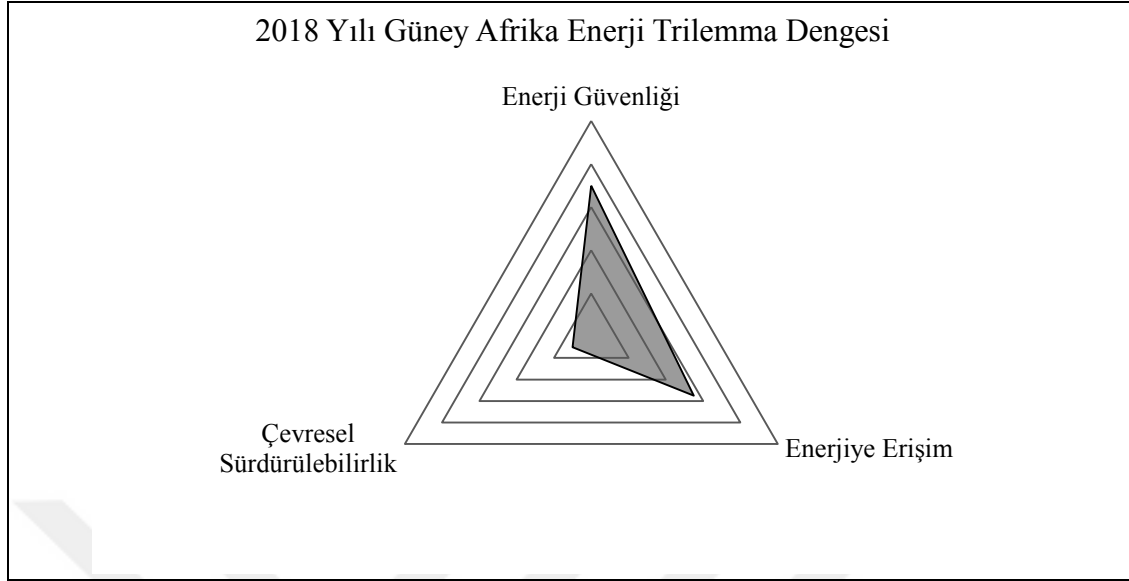
Şekil 5.29.'da 2018 yılı Filipinler enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji güvenliği ve enerjiye erişim konusunda henüz başarı sağlayamadığı ancak çevresel sürdürülebilirlik konusunda yüksek bir başarı elde ettiği anlaşılmaktadır. Filipinler'in enerji güvenliği, enerji erişimi ve çevresel sürdürülebilirlik konusundaki performansının birbirinden çok farklı olduğu ve trilemma dengesini sağlayamadığı görülmektedir.

Tablo 5.24.'de Filipinler'in 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Filipinler'in enerji trilemma denge notunun 2018 yılında CCA olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Filipinler'in son iki yılda gerilediği ve 2018 yılında 74.sırada yer aldığı görülmektedir. 2018 yılı itibarıyla Filipinler'in özellikle enerji erişimi konusunda zayıf kaldığı, ancak bunun aksine çevresel sürdürülebilirlik konusunda iyi bir performans sergilediği görülmektedir. Ülkenin çevresel sürdürülebilirlik konusunda 3 yıl boyunca üst sıralarda yer alması dikkat çekicidir.

Tablo 5.24. Filipinler Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu (World Energy Trilemma Index, 2016: 11; 2017: 14; 2018: 15).

<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	Denge Notu
Genel Sıralama ve Denge Notu	61	70	74	CCA
Enerji Güvenliği	52	63	63	C
Enerji Erişimi	92	91	101	C
Çevresel Sürdürülebilirlik	1	12	4	A

5.5.2.5. Güney Afrika



Şekil 5.30. 2018 Yılı Güney Afrika Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 132).

Şekil 5.30.'da 2018 yılı Güney Afrika enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Dengeye bakılacak olursa; ülke enerji güvenliği ve enerji erişimi konusunda başarılı görünmektedir. Ancak çevresel sürdürülebilirlik konusunda zayıf kaldığı ve trilemma dengesini sağlayamadığı anlaşılmaktadır.

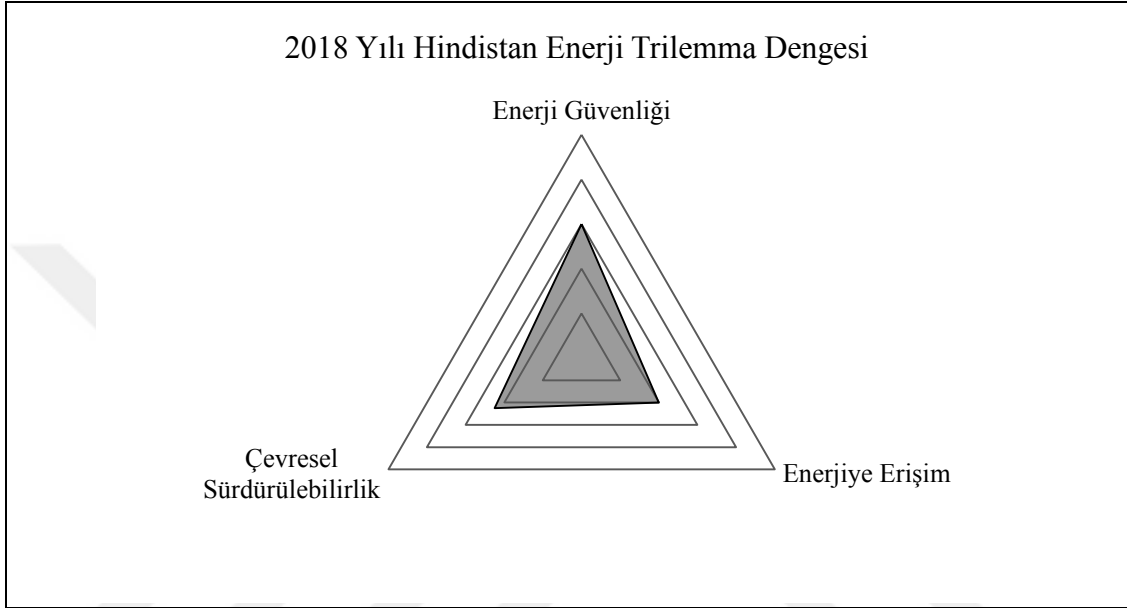
Tablo 5.25.'de Güney Afrika'nın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Ülkenin enerji trilemma denge notunun 2018 yılında BCD olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Güney Afrika'nın 2017 yılına göre 3 sıra gerilediği ve 2018 yılında 85.sırada yer aldığı görülmektedir. 2018 yılı itibarıyla Güney Afrika'nın enerji erişimi ve özellikle çevresel sürdürülebilirlik konusunda zayıf kaldığı anlaşılmaktadır. Güney Afrika'nın elektrik ihtiyacının büyük bir kısmı halen kömürden karşılanmakta ve bu da ülkenin çevresel sürdürülebilirlik denge notuna yansımaktadır.

Tablo 5.25. Güney Afrika Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu (World Energy Trilemma Index, 2018: 132).

<i>Genel Sıralama</i>				
	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>Denge Notu</i>
Genel Sıralama ve Denge Notu	84	82	85	BCD
Enerji Güvenliği	66	47	37	B
Enerji Erişimi	82	87	85	C
Çevresel Sürdürülebilirlik	105	109	118	D

5.5.2.6. Hindistan

Hindistan 2015 Paris Anlaşması'nda, 2030 yılına kadar sera gazı yoğunluğunda %33 oranında bir düşüş ve %40 oranında yenilenebilir kurulu güç elde etmeyi taahhüt etmiştir. 2022 yılı itibariyle 175 gw yenilenebilir enerji kapasitesine ulaşmayı hedefleyen Hindistan'ın, 2018 yılında bunun 70 gw kadarını gerçekleştirdiği ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda istikrarlı bir şekilde ilerlediği ifade edilmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 95).



Şekil 5.31. 2018 Yılı Hindistan Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 95).

Şekil 5.31.'de 2018 yılı Hindistan enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Dengeye bakılacak olursa; ülkenin enerji erişimi ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda pek başarılı olmadığını söylemek mümkündür. Ancak enerji güvenliği hususunda daha iyi bir performans gösterdiği Şekil 5.31.'den anlaşılmaktadır.

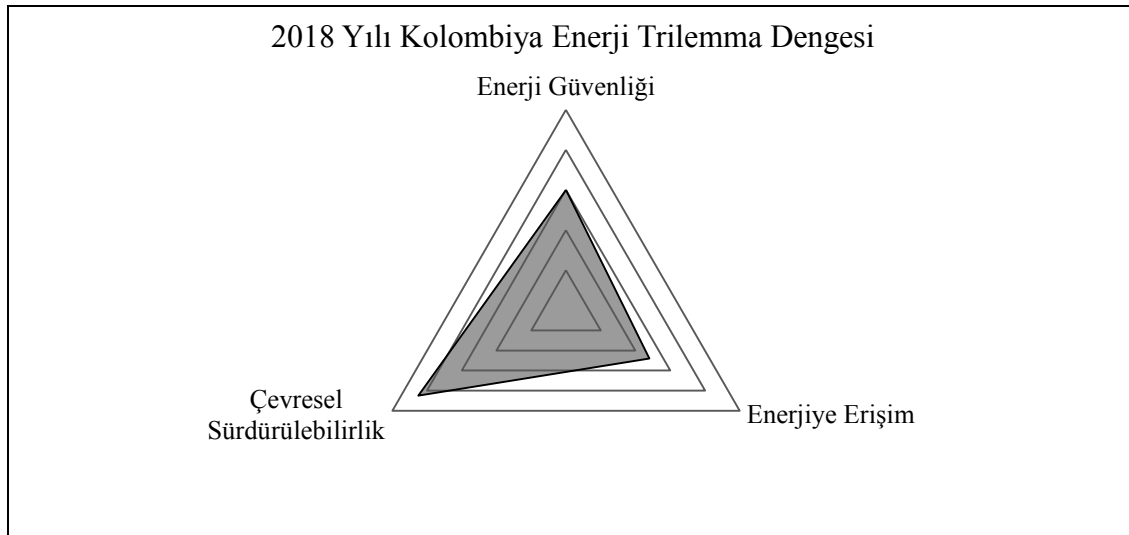
Tablo 5.26.'da Hindistan'ın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Ülkenin enerji trilemma denge notunun 2018 yılında BCC olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Hindistan'ın 2017 yılına göre 4 sıra yükseldiği ve 2018 yılında 88.sırada yer aldığı görülmektedir. 2018 yılı itibariyle Hindistan'ın özellikle enerji erişimi konusunda zayıf kaldığı ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda ise bir önceki yıla göre 17 sıra birden yükselerek gelişme gösterdiği anlaşılmaktadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 95).

Tablo 5.26. Hindistan Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu (World Energy Trilemma Index, 2018: 95).

<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	Denge Notu
Genel Sıralama ve Denge Notu	91	92	88	BCC
Enerji Güvenliği	51	66	54	B
Enerji Erişimi	93	96	93	C
Çevresel Sürdürülebilirlik	97	92	75	C

5.5.2.7. Kolombiya

Kolombiya'nın enerji kullanımı daha çok hidroelektrik kaynaklı enerji türüdür. Ancak ülkenin, yer aldığı coğrafi bölgede giderek daha sık ve şiddetli hale gelen, ülkenin hidrolojik döngülerini değiştiren iklimsel olaylara karşı savunmasız olduğu ifade edilmektedir. Enerji kaynaklarında çeşitliliğin sağlanması, Kolombiya'nın hidroelektrik enerji kaynakları üzerindeki baskıyı hafifletecektir. Raporda, başta konvansiyonel olmayan (alışıla gelmemiş) yenilenebilir enerji olmak üzere farklı teknolojileri bir araya getirerek enerji kaynaklarında çeşitliliğin sağlanmasıyla, ülkenin enerji sektörü arz güvenliğinde, modern enerji hizmetlerinin erişilebilirliği ve satın alınabilirliği konusunda başarıya ulaşabileceği ifade edilmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 77).



Şekil 5.32. 2018 Yılı Kolombiya Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 77).

Şekil 5.32.'de 2018 yılı Kolombiya enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin çevresel sürdürülebilirlik konusunda iyi performans sergilediğini söylemek mümkündür. Enerji güvenliği konusunda da başarılı görünen Kolombiya'nın enerji erişimi kriterinde aynı başarıyı elde edemediği şekilden anlaşılmaktadır.

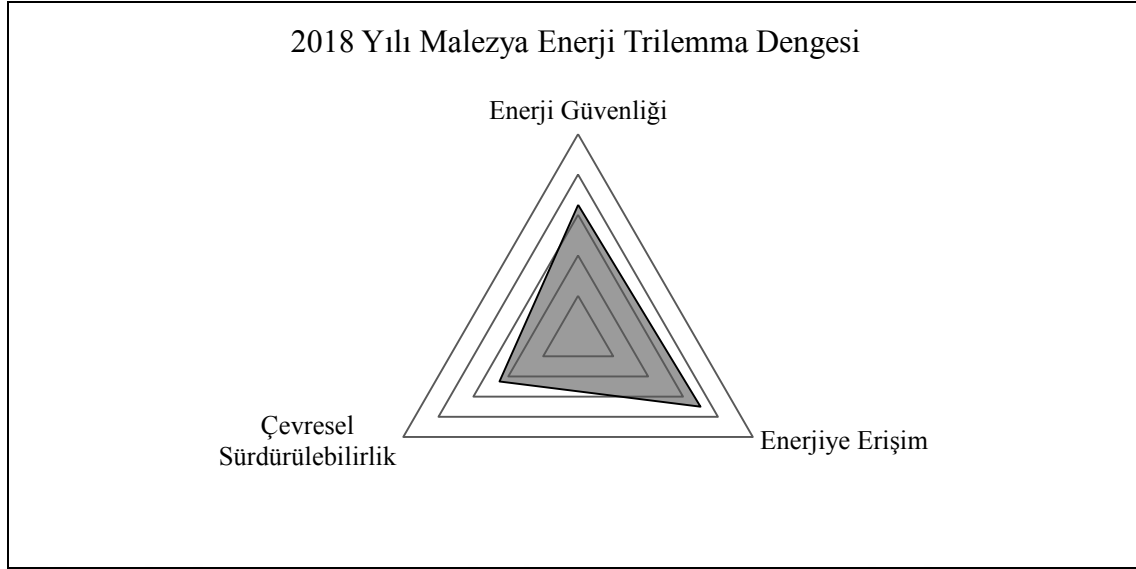
Tablo 5.27.'de Kolombiya'nın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Ülkenin enerji trilemma denge notunun 2018 yılında BCA olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Kolombiya'nın 2017 yılına göre 3 sıra gerilediği ve 2018 yılında 48.sırada yer aldığı görülmektedir. 2018 yılı itibariyle Kolombiya'nın özellikle enerji erişimi konusunda zayıf kaldığı ancak çevresel sürdürülebilirlik konusunda bir önceki yıla göre 10 sıra birden yükselerek başarılı bir profil oluşturduğu anlaşılmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik kriterinden A denge notunu almayı başaran ülkenin enerji güvenliği kriterinde bir önceki yıla göre 10 sıra gerileyerek 53.sıraya yerleştiği tablodan anlaşılmaktadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 77).

Tablo 5.27. Kolombiya Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu
(World Energy Trilemma Index, 2018: 77).

<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	Denge Notu
Genel Sıralama ve Denge Notu	41	45	48	BCA
Enerji Güvenliği	36	43	53	B
Enerji Erişimi	80	84	84	C
Çevresel Sürdürülebilirlik	10	16	6	A

5.5.2.8. Malezya

Malezya, yenilenebilir enerji kaynaklarını çeşitlendirme ve geliştirme konusunda, enerji üretimi için biyokütle hammaddesinin yüksek maliyeti, küçük ölçekli hidroelektrik projeleri için oldukça katılaşmış bürokratik süreçler, atıktan enerjiye dönüşüm projeleri için başarılı belediye örneklerinin bulunmaması gibi bazı zorluklarla karşı karşıyadır. Enerji tüketiminin, iklim değişikliği sorunlarının ana nedenlerinden biri olarak tanımlandığından beri, Malezya hükümetinin, 2016-2020 yılları arasında 11. Malezya planında söz edildiği şekilde enerji kaynaklarının ihtiyatlı ve etkin bir şekilde yönetilmesine odaklanacağı ifade edilmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 109).



Şekil 5.33. 2018 Yılı Malezya Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 109).

Şekil 5.33.'de 2018 yılı Malezya enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji erişimi ve enerji güvenliği konusunda çevresel sürdürülebilirlik kriterinden daha iyi performans sergilediğini söylemek mümkündür.

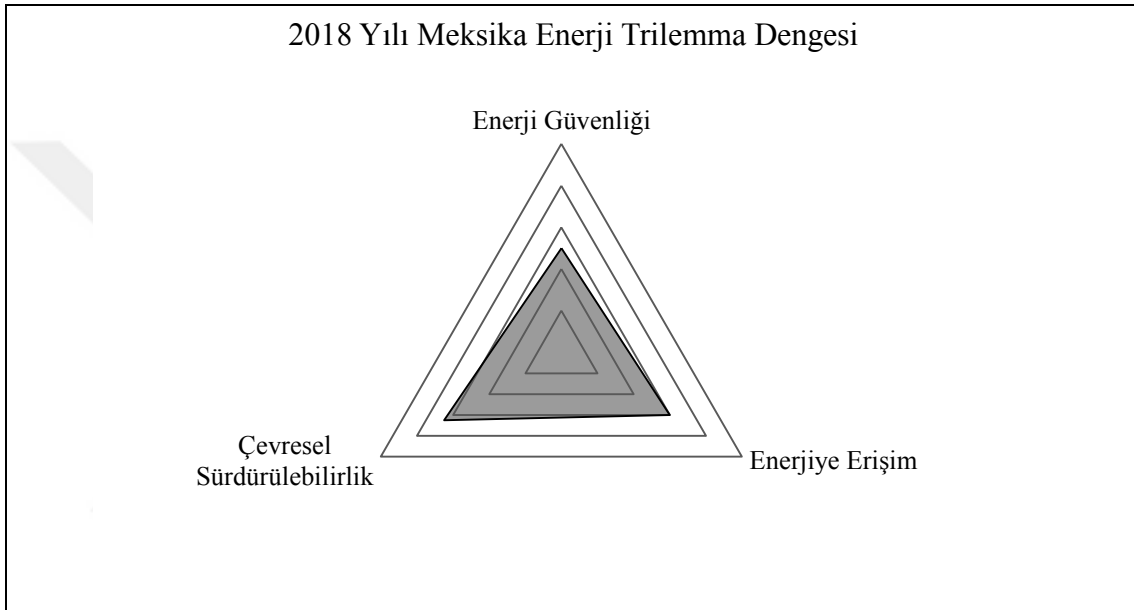
Tablo 5.28.'de Malezya'nın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Ülkenin enerji trilemma denge notunun 2018 yılında BBC olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Malezya'nın 2017 yılına göre 4 sıra yükselerek 2018 yılında 37.sıraya yerleştiği anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibarıyla Malezya'nın özellikle çevresel sürdürülebilirlik konusunda zayıf kaldığı ancak enerji güvenliği ve enerji erişimi konusunda daha başarılı bir profil oluşturduğu görülmektedir. Çevresel sürdürülebilirlik kriterinden C denge notu alan ülkenin enerji güvenliği kriterinde bir önceki yıla göre 9 sıra yükselerek 44.sıraya yerleştiği tablodan anlaşılmaktadır.

Tablo 5.28. Malezya Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu
(World Energy Trilemma Index, 2018: 109).

<i>Genel Sıralama</i>				
	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>Denge Notu</i>
Genel Sıralama ve Denge Notu	35	41	37	BBC
Enerji Güvenliği	37	53	44	B
Enerji Erişimi	41	39	39	B
Çevresel Sürdürülebilirlik	83	85	77	C

5.5.2.9. Meksika

Meksika, İngiltere'den sonra, iklim değişikliğiyle ilgili olarak hem emisyon azaltım açısından hem de uyum çerçevesinde alınacak önlemleri düzenleyen bir yasa (2012 İklim Değişikliği Genel Kanunu) çıkaran ikinci ülke olma özelliğine sahiptir. Meksika hükümetinin COP21 (Paris İklim Zirvesi 21. Taraflar Konferansı) sonrası, 2030'a kadar sera gazı emisyonlarının %25 azaltımı, elektrik enerjisinin %35'inin 2024 yılına kadar temiz enerjilerden elde edileceği ve 2050 yılına kadar da sera gazı emisyonlarının %50 oranında azaltımı gibi ulusal hedefler belirlediği ifade edilmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 110).



Şekil 5.34. 2018 Yılı Meksika Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 110).

Şekil 5.34.'de 2018 yılı Meksika enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin çevresel sürdürülebilirlik konusunda diğer kriterlerden az da olsa daha iyi performans sergilediğini söylemek mümkündür.

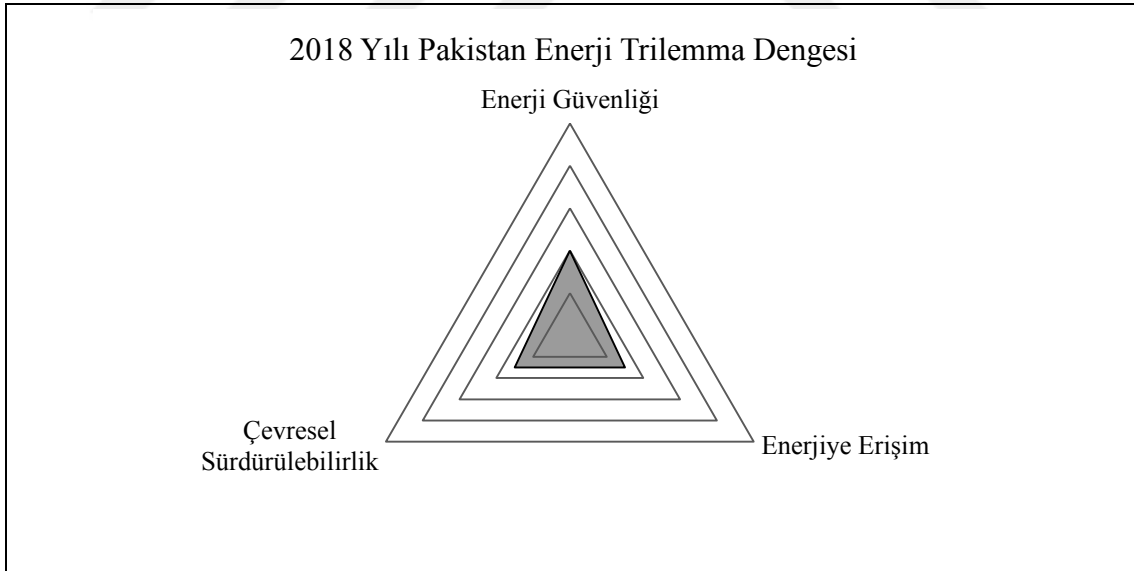
Tablo 5.29.'de Meksika'nın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Ülkenin enerji trilemma denge notunun 2018 yılında BBB olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Meksika'nın 2017 yılına göre 1 sıra gerileyerek 2018 yılında 58.sıraya yerleştiği anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibarıyla Meksika'nın özellikle çevresel sürdürülebilirlik konusunda bir önceki yıla göre 8 sıra yükselerek 42.sıraya yerleştiği ve daha başarılı bir profil oluşturduğu; enerji güvenliği konusunda ise 8 sıra gerileyerek 65.sırada yer aldığı görülmektedir. Ülkenin her üç trilemma bileşeninden de B denge notu aldığı Tablo 5.29.'dan anlaşılmaktadır.

Tablo 5.29. Meksika Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu
(World Energy Trilemma Index, 2018: 110).

<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	Denge Notu
Genel Sıralama ve Denge Notu	57	57	58	BBB
Enerji Güvenliği	59	57	65	B
Enerji Erişimi	71	73	70	B
Çevresel Sürdürülebilirlik	55	50	42	B

5.5.2.10. Pakistan

Pakistan'ın enerji sektörü; büyük bir arz-talep uçurumu, yaşlanan ve verimsiz bir güç iletim sistemi, pahalı termal güç üretimi gibi zorluklarla karşı karşıyadır. Ülkenin enerji kaynaklarını çeşitlendirebilmesi ve yenilenebilir enerji kaynakları elde edebilmesi için Çin-Pakistan Ekonomik Koridoru (CPEC) himayesinde projeler geliştirilmektedir. 2015 yılında faaliyete geçen Quaid-e-Azam Solar Park, geliştirilen projelerden biri olmakla birlikte dünyanın en büyük güneş enerji sistemi olması beklenmektedir. Diğer projeler arasında, ülkenin kuzey doğusunda inşaat halinde olan Suki Kinari projesi gibi çeşitli rüzgâr santralleri ve hidroelektrik santralleri mevcuttur (World Energy Trilemma Index, 2018: 119).



Şekil 5.35. 2018 Yılı Pakistan Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 119).

Şekil 5.35.'de 2018 yılı Pakistan enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin enerji trilemma bileşenlerinin her üçünde de kötü bir iyi performans sergilediği anlaşılmaktadır.

Tablo 5.30.'da Pakistan'ın 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Ülkenin enerji trilemma denge notunun

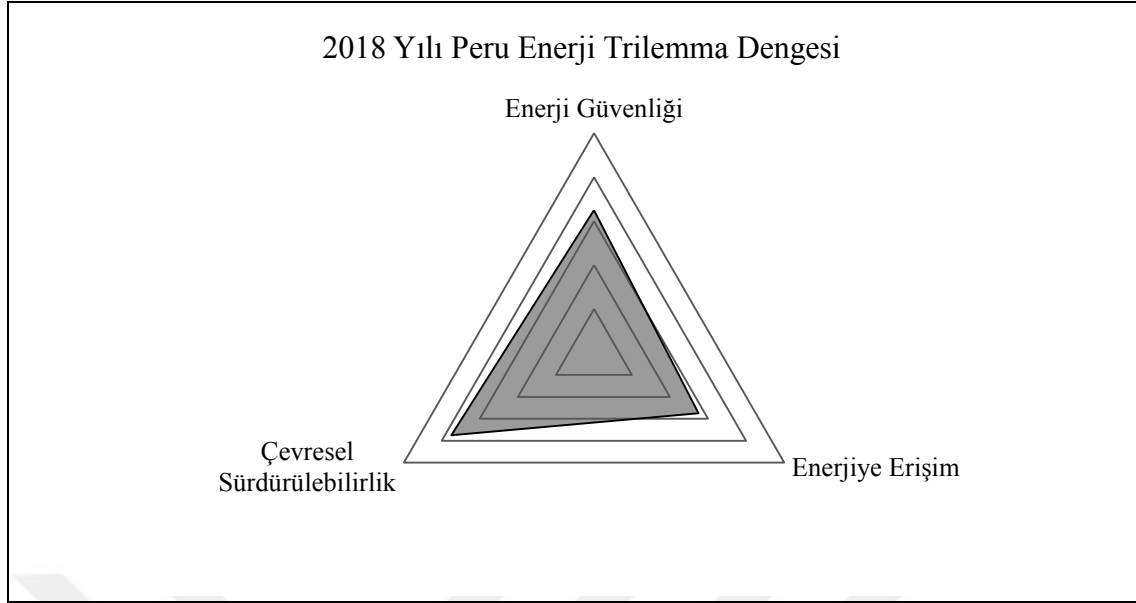
2018 yılında CCC olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Pakistan'ın 2017 yılına göre 1 sıra gerileyerek 2018 yılında 103.sıraya yerleştiği anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibariyle Pakistan'ın enerji erişimi kriterinde bir önceki yıla göre sıralamasını koruduğu ancak enerji güvenliği ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda gerilediği görülmektedir. Ülkenin her üç trilemma bileşeninden de C denge notu aldığı Tablo 5.30.'dan anlaşılmaktadır.

Tablo 5.30. Pakistan Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu
(World Energy Trilemma Index, 2018: 119).

<i>Genel Sıralama</i>				
	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>Denge Notu</i>
Genel Sıralama ve Denge Notu	102	102	103	CCC
Enerji Güvenliği	76	78	84	C
Enerji Erişimi	99	98	98	C
Çevresel Sürdürülebilirlik	93	90	94	C

5.5.2.11. Peru

Trilemma raporunda; Peru'nun enerji güvenliğinde bir gerilemenin mevcut olduğu ve bu gerilemenin, petrol arzındaki düşüşten kaynaklı olabileceği ve petrol tedariki ile enerji güvenliğinin bir bütün olarak yakın gözetim altında tutulması gerektiği ifade edilmektedir. Ülkenin enerji sektöründeki özel yatırımları teşvik etmek ve korumak amacıyla 2010-2040 Peru Ulusal Enerji Politikası'nı onayladığı; yerel, bölgesel ve ulusal düzeyde enerji piyasasının gelişmesini teşvik ederek, verimliliği ve yenilenebilir enerjilerin gelişimini teşvik ederek sosyal ve çevresel etkileri en aza indirmeyi hedeflediği söz konusu raporda yer almaktadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 122).



Şekil 5.36. 2018 Yılı Peru Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 122).

Şekil 5.36.'de 2018 yılı Peru enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin denge bileşenleri incelendiğinde, başta çevresel sürdürülebilirlik olmak üzere kriterlerin her üçünde de iyi bir performans sergilediği anlaşılmaktadır.

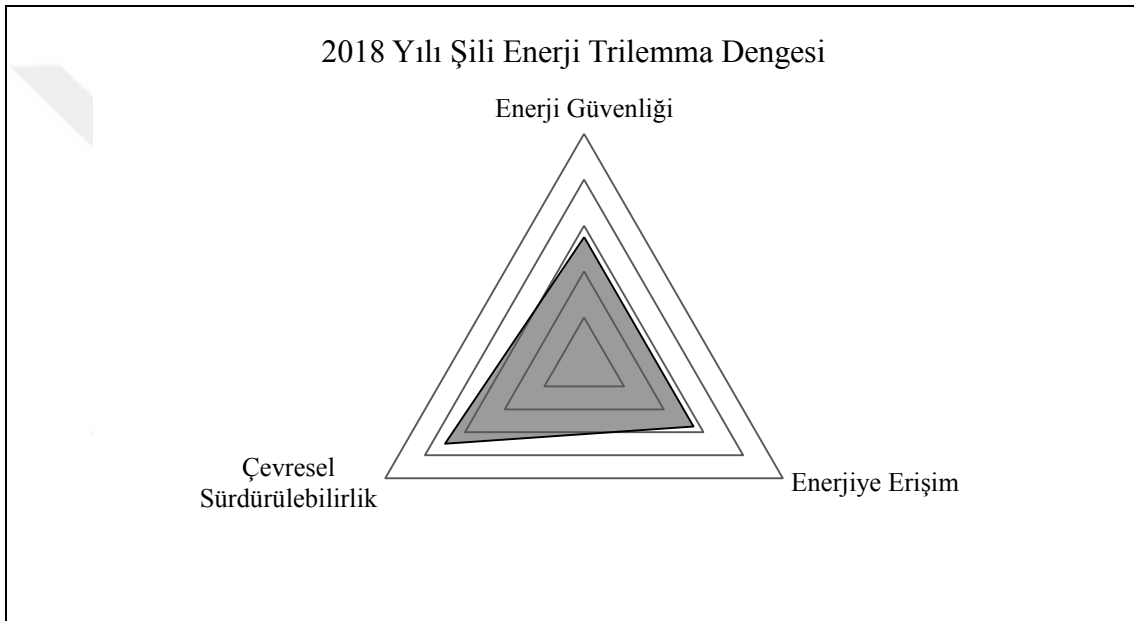
Tablo 5.31.'de Peru'nun 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Ülkenin enerji trilemma denge notunun 2018 yılında BBA olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Peru'nun 2017 yılına göre 14 sıra birden yükselerek 2018 yılında 51.sıraya yerleştiği anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibariyle Peru'nun enerji güvenliği kriterinde bir önceki yıla göre gerilediği, ancak çevresel sürdürülebilirlik ve enerji erişimi kriterlerinde gelişim göstererek sıralamada yükseldiği görülmektedir. Ülkenin çevresel sürdürülebilirlik konusunda 23.sıraya yükselerek A denge notu aldığı Tablo 5.31.'den anlaşılmaktadır.

Tablo 5.31. Peru Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu
(World Energy Trilemma Index, 2018: 122).

<i>Genel Sıralama</i>				
	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>Denge Notu</i>
Genel Sıralama ve Denge Notu	64	65	51	BBA
Enerji Güvenliği	54	38	50	B
Enerji Erişimi	84	80	78	B
Çevresel Sürdürülebilirlik	38	39	23	A

5.5.2.12. Şili

Trilemma Raporu'nda Şili'nin 2018 yılı itibariyle toplam birincil enerjisinin %60'ını ithal etmekte olduğu ve uluslararası emtia fiyatlarındaki dalgalanmaya maruz kaldığı ifade edilmektedir. Ülke hükümeti, orta ve küçük ölçekli yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve geliştirilmesi, elektrik dağıtım sektörü ve enerji verimliliği için düzenleyici bir kanun çerçevesi oluşturulması; bölgesel şebeke entegrasyonunu, elektrik hareketliliğini ve akıllı şehirleri teşvik etmek gibi zorluklarla başa çıkmaya çalışmaktadır. Uzun vadede, Şili'nin 2050 Enerji Politikası'nın dört ana dayanaktan oluştuğu ifade edilmektedir. Bunlar: Enerji arzının güvenliği ve kalitesi, ekonomik gelişmenin itici gücü olarak enerji, çevre ile uyumlu enerji, verimlilik ve enerji eğitimi. Tüm bu gelişmelerin ışığında, ülkenin enerji politikalarında sağlam adımlar attığı ifade edilmektedir.



Şekil 5.37. 2018 Yılı Şili Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 75).

Şekil 5.37.'de 2018 yılı Şili enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin trilemma bileşenleri incelendiğinde, başta çevresel sürdürülebilirlik olmak üzere kriterlerin her üçünde de iyi bir iyi performans sergilediği anlaşılmaktadır.

Tablo 5.32.'de Şili'nin 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Ülkenin enerji trilemma denge notunun 2018 yılında BBB olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Şili'nin 2017 yılında 36.sırada iken 2018 yılında 42.sıraya gerilediği anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibariyle Şili'nin enerji erişimi kriterinde bir önceki yıla göre gerilediği, ancak çevresel sürdürülebilirlik ve enerji güvenliği kriterlerinde gelişim göstererek sıralamada yükseldiği görülmektedir. Ülkenin 2018 yılında çevresel sürdürülebilirlik konusunda 35.sıraya yükselerek B denge notu aldığı Tablo 5.32.'den anlaşılmaktadır.

Tablo 5.32. Şili Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu
(World Energy Trilemma Index, 2018: 75).

<i>Genel Sıralama</i>				
	2016	2017	2018	Denge Notu
Genel Sıralama ve Denge Notu	38	36	42	BBB
Enerji Güvenliği	44	62	59	B
Enerji Erişimi	66	49	66	B
Çevresel Sürdürülebilirlik	48	44	35	B

5.5.2.13. Türkiye

Türkiye, hızla büyüyen bir enerji talebi ile karşı karşıyadır. Devam eden ekonomik büyümeyi karşılamak için muazzam yatırım hacimlerinin gerekliliğinin ifade edildiği Türkiye’de, birincil enerji tüketiminin %27’si ve elektrik üretiminin %50’si yerli kaynaklar tarafından karşılanmaktadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 142).

Türkiye’de enerji güvenliğini arttırmak için pek çok girişimde bulunmaktadır. Bunlardan bazıları (World Energy Trilemma Index, 2018: 142; T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 20.02.2019, www.enerji.gov.tr):

1) 2017’de güneş enerjisi ve kara rüzgâr enerjisinden faydalanabilmek adına her biri için iki adet 1000 mw’lık enerji üretimi sağlayan iki rekabetçi ihale tamamlanmıştır. Türkiye, açık deniz rüzgârı için 2018’de yapımına başlanan ve 1200 mw kurulu güce ulaşmayı hedefleyen ihalesini açıklamıştır.

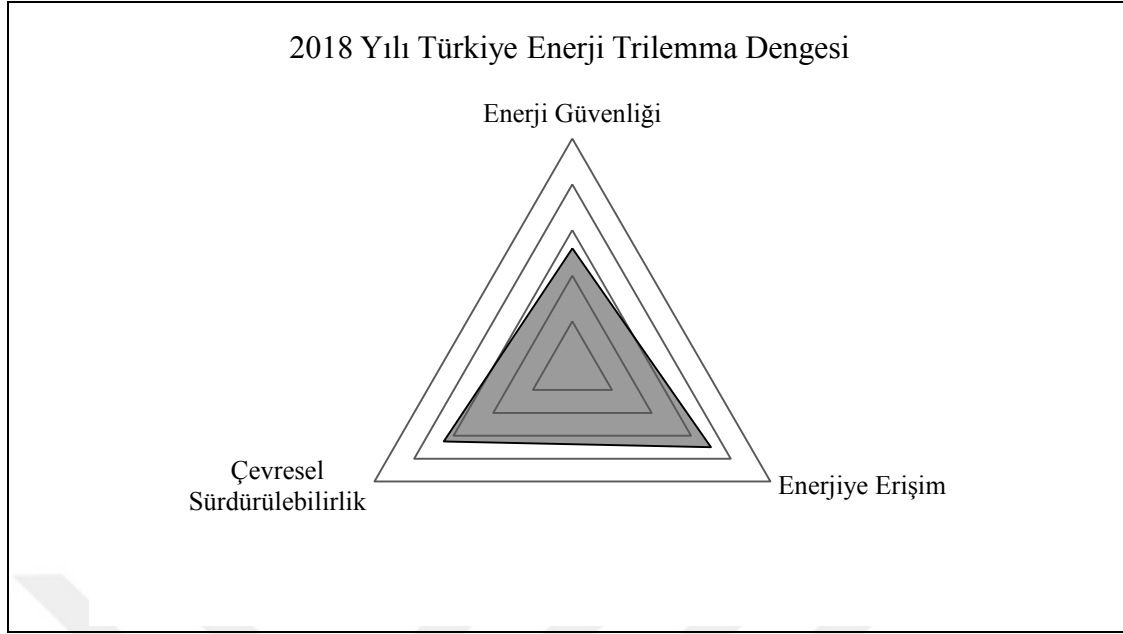
2) 2017 yılında, yaklaşık %70’i güneş ve rüzgar enerjisinden oluşmak üzere yenilenebilir kaynaklardan elde edilen 8222 mw’lık enerji kapasiteye ilave edilmiştir. Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) tarafından 2017 yılında 3000 mw rüzgar enerji kapasitesi ihale tahsisleri tamamlanmıştır.

3) Yaklaşık 300 mw’lık yeni jeotermal enerji kapasitesi 2017 yılında devreye girmiştir. Bu durum, 2017 yılında net ilave kurulu kapasite bakımından Türkiye’yi ikinci sıraya taşımıştır.

4) Türkiye, enerji kaynakları çeşitliliğini arttırmak adına nükleer enerjiyi de kaynaklarına dahil etme çabasıdadır. Mersin Akkuyu Nükleer Santrali’nin inşaat ruhsatı verilmiş olup 2023 yılına kadar faaliyete geçmesi planlanmaktadır.

5) Güney Gaz Koridoru’nun en önemli kısmı olan, 1850 km ana hat ile Türkiye’nin 20 ilinden geçen, Ortadoğu ve Avrupa’nın en uzun ve en büyük çaplı doğal gaz boru hattı olan Trans-Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı (TANAP) Haziran 2018’de faaliyete geçmiştir. (TANAP) projelerinin devamı olan ve Yunanistan ile İtalya’ya kadar Azerbaycan doğal gazını taşıyacak olan Trans Adriyatik Boru Hattı (TAP) inşaatı tamamlandığında 2020’de Avrupa’ya doğal gaz akışı sağlaması beklenmektedir.

6) Rusya’dan başlayan ve Karadeniz üzerinden Türkiye’ye doğal gaz taşınması için inşa edilen boru hattı projesi Türk Akım Doğal Gaz Boru Hattı’nın 2019 sonuna kadar faaliyete geçmesi beklenmektedir.



Şekil 5.38. 2018 Yılı Türkiye Enerji Trilemma Dengesi (World Energy Trilemma Index, 2018: 142).

Şekil 5.38.'de 2018 yılı Türkiye enerji trilemma dengesi yer almaktadır. Ülkenin trilemma bileşenleri incelendiğinde, başta çevresel sürdürülebilirlik ve enerji erişimi kriterlerinde olmak üzere kriterlerin her üçünde de iyi bir performans sergilediği anlaşılmaktadır.

Tablo 5.33.'te Türkiye'nin 2016-2018 yıllarında küresel trilemma indeks sıralamaları ve denge notuna yer verilmektedir. Ülkenin enerji trilemma denge notunun 2018 yılında BBB olarak belirlendiği görülmektedir. 125 ülkenin yer aldığı trilemma sıralamasında; Türkiye'nin 2017 yılında 50.sırada iken 2018 yılında 44.sıraya yükseldiği anlaşılmaktadır. 2018 yılı itibarıyla Türkiye'nin enerji erişimi kriterinde bir önceki yıla göre gerilediği, ancak çevresel sürdürülebilirlik ve enerji güvenliği kriterlerinde gelişim göstererek sıralamada yükseldiği görülmektedir. 2018 yılında çevresel sürdürülebilirlik konusunda 49.sıraya yükselerek B denge notu alan Türkiye'nin enerji güvenliği kriterinde de 67.sıraya yükselerek B denge notu aldığı Tablo 5.33.'ten anlaşılmaktadır.

Tablo 5.33. Türkiye Enerji Trilemma İndeks Sıralaması ve Denge Notu (World Energy Trilemma Index, 2018: 142).

<i>Genel Sıralama</i>				
	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>Denge Notu</i>
Genel Sıralama ve Denge Notu	46	50	44	BBB
Enerji Güvenliği	69	82	67	B
Enerji Erişimi	45	52	54	B
Çevresel Sürdürülebilirlik	53	55	49	B

6. ENERJİDE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN KUZNETS EĞRİSİ YAKLAŞIMI İLE TEST EDİLMESİ: ÜLKE GRUPLARI KARŞILAŞTIRMASI

Çalışmanın bu bölümünde, enerjide üçlü açmazın önemli bir kriteri olan çevresel sürdürülebilirliğin sağlanıp sağlanmadığını diğer bir deyişle Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olup olmadığını tespit etmek amacıyla seçilmiş 13 gelişmiş ekonomi ile 13 yükselen piyasa ekonomisi panel veri analizi yöntemiyle test edilerek karşılaştırılmaktadır.

Çalışmada yatay kesit ve zaman boyutunu dikkate alan, dinamik panel veri analizi kullanılmıştır. Söz konusu iki ülke grubunun, enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlayıp sağlamadığı ekonometrik yöntemlerle ayrıntılı bir şekilde analiz edilerek açıklanmaya çalışılmaktadır. Panel veri analizi, t zamanlı ve k değişkenden oluşan bir veri setini, n tane yatay kesit için oluşturmaya, böylece grup ve zaman etkilerini görebilmeye olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda, bu bölümde sırasıyla; ampirik literatüre, çalışmanın metodolojisine, analizde kullanılan verilerle ilgili bilgiler ile analiz bulgularına yer verilmektedir.

6.1. Ampirik Literatür

Literatür incelendiğinde, enerjide çevresel sürdürülebilirliğin Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi ile sınındığı görülmektedir. İktisat yazınında konuya yönelik yapılan çalışmaları; zaman serisi analizleri (tek ülkeli çalışmalar) ve panel veri analizleri (çok ülkeli çalışmalar) olarak sınıflandırmak yararlı olacaktır. Alt başlıklarda, ÇKE hipotezine ilişkin daha önce yapılan zaman serisi analizleri ile panel veri analizlerine yer verilmektedir.

6.1.1. Zaman Serisi Analizleri

Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliğine ilişkin yapılan çalışmaların sayısında son yıllarda önemli artışlar olduğu dikkat çekmektedir. Çalışmaların sonuçları, kullanılan kirlilik göstergesinin türüne (karbondioksit, kükürt dioksit, nitrojen oksit, partikül madde, karbon vb., su kirliliğine ilişkin çözünmüş oksijen, fosfor ve azot değerleri, ormansızlaşma vb), kurulan modellerin farklılıklarına (logaritmik, log-lineer, kübik, kuadratic vb), ele alınan dönemlere ve ülkelere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar, Çevresel Kuznets Eğrisi'nin şeklini ve dönüm noktalarını etkilemektedir. Literatür incelendiğinde çevre kirliliği göstergelerinden CO₂ emisyonunun sıklıkla kullanıldığı görülmektedir.

Egli (2004) yaptığı çalışmada, Almanya'yı 1966-1999 dönemi için incelemiştir. CO₂, CO, SO₂, NH₃, CH₄ gibi farklı çevre kirliliği göstergelerini kullandığı çalışmada Vector Error Correction Model (VECM) testini uygulamış ve ÇKE hipotezinin geçerliliğine ilişkin bir bulgu elde edememiştir.

Ang (2007), Fransa'yı incelediği çalışmada 1960-2000 dönemini ele almıştır. Analizinde, CO₂ emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi değişkenlerini kullanmış ve eşbütünleşme testi uygulamıştır. Ang çalışmada, ÇKE hipotezinin Fransa için geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Atıcı ve Kurt (2007), çalışmalarında 1968-2000 dönemi için Türkiye'yi incelemişlerdir. En Küçük Kareler Yöntemi (EKK)'ni kullandıkları çalışmada CO₂ emisyonu, GSMH, ticari açıklık indeksi, tarımsal ticari açıklık indeksi değişkenlerini

kullanmış ve söz konusu dönemde Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olduğu bulgusunu elde etmişlerdir.

Başar ve Temurlenk (2007) yaptıkları çalışmada, Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerliliğini 1950-2000 dönemi için sınımlarını. CO₂ ve kişi başına GSYİH değişkenlerinin kullanıldığı analizde N şeklinde bir ilişki elde edilmiş ve söz konusu dönemde Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Akbostancı, vd. (2009) çalışmalarında 1968-2003 dönemi için Türkiye’yi incelemişlerdir. CO₂ ve kişi başına GSYİH değişkenlerinin kullanıldığı çalışmada, söz konusu dönemde ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı ve çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasında N şeklinde bir ilişki olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Annicchiarico vd. (2009) çalışmalarında 1861-2003 döneminde İtalya için ÇKE hipotezinin varlığını sınımlarını. Yapılan analizde ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu arasındaki ilişki eş bütünleşme, regresyon ve hata düzeltme testleri ile sınımlanmıştır. Elde edilen bulgular, ÇKE hipotezinin ilgili dönemde İtalya’da geçerli olduğu yönündedir.

Halıcioğlu (2009) çalışmasında, 1960-2005 dönemi verileri ile Türkiye’de CO₂ emisyonu, enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi ve nedensellik analizleri yardımıyla test etmiştir. Analizlerde, bu değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu bulgusu elde edilmiştir. Ampirik sonuçlar, gelirin Türkiye’de enerji tüketimini ve dış ticareti izleyen karbon emisyonlarını açıklamada en önemli değişken olduğunu göstermektedir.

Jalil ve Mahmud (2009), Çin’de karbondioksit emisyonu ile gelir arasındaki ilişkiyi test etmek amacıyla 1975-2005 dönemi verilerini incelemişlerdir. ARDL modelinin kullanıldığı çalışmada, Çin’de ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

He ve Richard (2010), çalışmalarında 1948-2004 yıllarına ait veriler yardımı ile Kanada için ÇKE hipotezinin geçerliliğini incelemiş ve elde edilen bulgularda ÇKE hipotezinin Kanada için geçerli olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Fodha ve Zaghdoud (2010) çalışmalarında, Tunus’da 1961-2004 dönemi için ÇKE yaklaşımının geçerlili olup olmadığını test etmişlerdir. Yapılan çalışmada çevresel göstergeler olarak, karbondioksit ve kükürt dioksit emisyonları kullanılmıştır. Çevresel göstergelerin kişi başına değerleri ile kişi başına gelir değişkenleri arasında uzun dönemli ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca kükürt dioksit emisyonları ile ekonomik büyüme değişkenleri arasında ters “U” ilişkisine rastlanmıştır.

Öztürk ve Acaravcı (2010) çalışmalarında, Türkiye’de 1968-2005 dönemi verileri ile ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve istihdam oranı arasındaki ilişkileri ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testi yöntemi ile analiz etmişlerdir. Analizler sonucunda, kişi başına düşen karbon emisyonlarının gelir esnekliği, 0.606, kişi başına düşen enerji tüketiminin gelir esnekliği 1.375 olarak tahmin edilmiştir. Türkiye’de 1968–2005 dönemine ilişkin ampirik sonuçlar, değişkenlerde %5 anlamlılık düzeyinde uzun dönemli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ancak ÇKE hipotezini destekler nitelikte bulgular elde edilememiştir.

Ahmed ve Long (2012) çalışmalarında, Pakistan için yıllık verilerle; çeşitli kontrol değişkenleri kullanarak, 1971-2008 dönemi için Pakistan’da ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını araştırmışlardır. ARDL yönteminin uygulandığı çalışmada, ekonomik büyüme ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişki uzun dönemde ÇKE hipotezini desteklemekte, ancak kısa dönem ilişkisi ÇKE hipotezini desteklememektedir.

Shahbaz vd. (2012) çalışmalarında, 1971-2009 dönemi verileri ile Pakistan’da, karbondioksit emisyonu, kişi başına düşen gelir, enerji tüketimi ve dışa açıklık değişkenleri arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Çalışmada, kısa ve uzun dönemde enerji tüketiminin CO₂ emisyonunu arttırdığı, ticari dışa açıklığın uzun dönemde CO₂ emisyonunu azalttığı ancak bu ilişkinin kısa dönemde istatistiksel olarak anlamsız olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca analiz sonuçlarında Pakistan’da seçilen dönemlerde ÇKE hipotezini destekler nitelikte bulgular elde edilmiştir.

Omay (2013) yaptığı çalışmada, 1980-2009 dönemi için Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını incelemiştir. Yaptığı ampirik çalışmanın sonucunda, ekonomik büyüme ile karbondioksit emisyonları arasında ters “N” şeklinde bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. İncelenen dönemde Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Koçak (2014) çalışmasında, ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını 1960-2010 döneminde Türkiye için sınamıştır. ARDL sınır testinin uygulandığı çalışmada CO₂ emisyonu, gelir ve enerji tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. Koçak (2014)’ın elde ettiği bulgular, Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olduğu yönündedir.

Sinha (2016) çalışmasında, 2001-2013 dönemi için Hindistan’ın 139 ilinde kükürt dioksit, azot dioksit, enerji yoğunluğu ve ekonomik büyüme arasındaki üçlü ilişkiyi incelemiştir. Yapılan analizlerde, her iki çevre kirliliği göstergesi için ÇKE hipotezini destekler nitelikte sonuçlara ulaşılmıştır.

Zhao vd. (2016) çalışmalarında, 1971-2014 dönemi verileri ile Hindistan’da karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki kısa ve uzun dönemi analiz etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar, uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisinin var olduğunu ve Çevresel Kuznets Eğrisi’nin toplanmış ve ayrıştırılmış seviyelerde doğrulandığını göstermektedir.

Tablo 6.1.’de Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezine ilişkin yapılan zaman serisi çalışmalarından bazıları yer almaktadır. Tabloda çalışmalar; yazar, dönem, yöntem, değişkenler ve sonuç şeklinde sistematik bir forma dönüştürülmüştür.

Tablo 6.1. ÇKE Hipotezine İlişkin Yapılan Zaman Serisi Çalışmaları

<i>Yazar</i>	<i>Dönem</i>	<i>Yöntem</i>	<i>Değişkenler</i>	<i>Sonuç</i>
Egli (2004)	1966-1999 Almanya	VECM	CO ₂ , CO, SO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , PM, NO _x , NMVOC (metan olmayan uçucu organik bileşikler)	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Ang (2007)	1960-2000 Fransa	Eşbütünleşme ve VECM	CO ₂ Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Atıcı ve Kurt (2007)	1968-2000 Türkiye	EKK	CO ₂ , GSMH, Ticari Açıklık İndeksi, Tarımsal Ticari Açıklık İndeksi	ÇKE geçerlidir.
Başar ve Temurlenk (2007)	1950-2000 Türkiye	Zaman Serisi Analizi	CO ₂ ve Kişi Başına GSYİH	ÇKE geçerli değil. N Şeklinde bir ilişki ortaya çıkmıştır

Akbostancı, vd. (2009)	1968-2003 Türkiye	Zaman Serisi Analizi	CO ₂ ve Kişi Başına GSYİH	ÇKE geçerli değil. N Şeklinde bir ilişki ortaya çıkmıştır.
Annicchiarico vd. (2009)	1861-2003 İtalya	Eş Bütünleşme, Regresyon ve Hata Düzeltme Testleri	CO ₂ Emisyonu, Ekonomik Büyüme	ÇKE geçerlidir.
Halıcıoğlu (2009)	1960-2005 Türkiye	ARDL eşbütünleşme analizi	CO ₂ , Enerji tüketimi, GSYİH, Dış Ticaret	ÇKE geçerlidir.
Jalil ve Mahmud (2009)	1975-2005 Çin	ARDL eşbütünleşme analizi	CO ₂ Emisyonu, Ekonomik Büyüme	ÇKE geçerlidir.
He ve Richard (2009)	1948-2004 Kanada	Dogrusal Olmayan Parametrik Modelleme	CO ₂ Emisyonu, Ekonomik Büyüme	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Aslan (2010)	1968-2005 Türkiye	Zaman Serisi Analizi	CO ₂ , Kişi Başına GSYİH ve Nüfus Yoğunluğu	ÇKE geçerli değil. N Şeklinde bir ilişki ortaya çıkmıştır
Fodha ve Zaghdoud (2010)	1961-2004 Tunus	Eşbütünleşme Analizi	Karbondioksit ve kükürt dioksit emisyonları, Kişi Başına Gelir	Kükürt dioksit emisyonları ile ekonomik büyüme değişkenleri arasında ters "U" ilişkisine rastlanmıştır
Öztürk ve Acaravcı (2010)	1968-2005 Türkiye	ARDL Eşbütünleşme analizi	GSYİH, CO ₂ , enerji tüketimi toplam iş gücü	ÇKE geçerli değildir.
Ahmed ve Long (2012)	1971-2008 Pakistan	ARDL Sınır Testi	CO ₂ Emisyonu, Ekonomik Büyüme	ÇKE geçerli değildir.
Saatçi ve Dumrul (2012)	1950-2007 Türkiye	Yapısal kırılmalı eş-bütünleşme analizi	CO ₂ ve GSMH	ÇKE geçerlidir. Ters U biçiminde ilişki bulunmuştur.
Shahbaz vd. (2012)	1971-2009 Pakistan	Eşbütünleşme ve Nedensellik Testi	Karbondioksit Emisyonu, Kişi Başına Düşen Gelir, Enerji Tüketimi ve Dışa Açıklık	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Altıntaş (2013)	1970-2008 Türkiye	Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testi	CO ₂ Emisyonu, Kişi Başına Gelir, Birincil Enerji Tüketimi Ve Yatırımlar	Uzun dönemde, bağımsız değişkenlerden CO ₂ emisyonuna doğru nedensellik ilişkisine rastlanmıştır.
Burnett, vd. (2013)	1981-2003 ABD	Eşbütünleşme Testi	CO ₂ Emisyonu, Kişi Başına Gelir	ÇKE hipotezi geçerlidir.

Dam, vd. (2013)	1960-2010 Türkiye	Dinamik EKK	Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve Sera Gazı Emisyonları	ÇKE'nin ters N biçiminde olduğu sonucuna ulaşmışlardır.
Omay (2013)	1980-2009 Türkiye	Zaman Serisi Analizi	CO ₂ Emisyonu, Kişi Başına Gelir	ÇKE geçerli değil. N şeklinde bir ilişki ortaya çıkmıştır.
Koçak (2014)	1960-2010 Türkiye	ARDL eş bütünleşme analizi	CO ₂ Emisyonu, Gelir ve Enerji Tüketimi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Erdoğan, vd. (2015)	1975-2010 Türkiye	ARDL ve Toda-Yamamoto nedensellik testi	CO ₂ ve Kişi Başı Gelir	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Bölük ve Mert (2015)	1961-2010 Türkiye	Zaman Serisi Analizi	CO ₂ , Kişi Başına GSYİH ve Yenilenebilir Enerji Üretimi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Lebe (2016)	1960-2010 Türkiye	ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testi	Finansal Gelişme, Dışa Açıklık, Ekonomik Büyüme ve CO ₂ Emisyonu	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Zhao vd. (2016)	1971-2014 Hindistan	Eşbütünleşme Testi	Karbondioksit Emisyonu, Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme	ÇKE hipotezi geçerlidir.

6.1.2. Panel Veri Analizleri

Çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmalar incelendiğinde, ampirik olarak panel veri analizlerinin daha yoğun olduğu görülmektedir.

Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen ilk çalışma Grossman ve Krueger (1991) tarafından yapılmıştır. NAFTA ülkeleri için panel veri yöntemiyle ÇKE ilişkisi analiz edilmiştir. Çalışmada SO₂, PM ve duman emisyonları temel hava kirleticileri olarak kullanılmıştır. Çalışmada N şeklinde bir ÇKE elde edilmiş ve PM ile gelir arasında ise azalan yönde bir ilişki bulunmuştur.

Selden ve Song (1994), ÇKE hipotezini test ettikleri çalışmalarında, kükürt dioksit, azot oksitleri ve karbon monoksit gibi hava kirliliği göstergeleri ile kişi başı gelir değişkenlerini kullanmışlardır. Söz konusu çalışmada, 2 düşük gelirli, 6 orta gelirli ve 22 yüksek gelirli olmak üzere 30 ülke gelire göre sınıflandırılmış ve panel veri yönteminden yararlanılmıştır. 30 ülkenin ÇKE hipotezine uygunluğu 1973-1975, 1979-1981 ve 1982-1984 olmak üzere 3 dönem için test edilmiştir. Kullanılan tüm kirlilik göstergeleri ile kişi başına gelir düzeyi değişkeni arasında ters "U" ilişkisi saptanmıştır.

Grossman ve Krueger (1995), 1991 yılında yaptıkları çalışmalarını genişletmiş, su kalitesi ile gelir düzeyi arasındaki ilişkiyi analiz ederek literatüre katkıda bulunmuşlardır. Kirlilik göstergesi olarak 14 farklı değişkenin kullanıldığı çalışmada 5 değişken için ters "U", 6 değişken için "N" şeklinde ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Moomaw ve Unruh (1997) yaptıkları çalışmada, 1950-1973 ve 1974-1992 olmak üzere iki dönem için 16 Avrupa ülkesini ÇKE hipotezi kapsamında incelemişlerdir. CO₂

emisyoununun kirlilik göstergesi olarak kullanıldığı çalışmada ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonu arasında kübik bir ilişki (“N” şeklinde) tespit edilmiştir.

Panayotou (1997) çalışmasında, 1982-1994 dönemi verileri ile gelişmiş ve gelişmekte olan 30 ülkede ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını test etmiştir. Kirlilik göstergesi olarak karbondioksit emisyonunun kullanıldığı çalışmada, yapılan analiz sonucunda ÇKE hipotezini destekler nitelikte, ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonu arasında ters “U” ilişkisi olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Koop ve Tole (1999) yaptığı çalışmada 44 ülkeyi 1970-1990 yılları için incelemiştir. Yazarlar, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkiyi analiz ettiği çalışmasında zengin ülkelerin karbondioksit emisyonunu azaltmada teknik açıdan ilerleme kaydettikleri, yoksul ülkelerin ise bunu gerçekleştiremedikleri sonucuna ulaşmışlardır.

Agras ve Chapman (1999) çalışmalarında, 1971- 1989 dönemi için gelişmekte olan ve sanayileşmiş 34 ülkeyi ÇKE hipotezi kapsamında incelemiştir. Panel veri yönteminin kullanıldığı çalışmada ÇKE ilişkisine ait bir bulguya rastlanmamıştır.

Magnani (2001) çalışmasında, Çevresel Kuznets Eğrileri hipotezini, 1970-1990 döneminde alt-orta-üst gelirli ülke grupları için ayrı ayrı analiz etmiştir. Ekonomik büyümenin zamanla çevre kirliliğini azalttığı bulgusunu elde etmiş ve ÇKE hipotezini destekler nitelikte sonuçlara ulaşmıştır.

Hamilton ve Turton (2002) çalışmalarında, 1982-1997 dönemi için OECD ülkelerinde ekonomik büyüme, sera gazı ve enerji yoğunluğu ilişkisini incelemiştir. Analiz neticesinde, sera gazı emisyonlarını azaltma fırsatlarının Almanya, İngiltere ve Japonya’da daha sınırlı olduğu, ABD, Kanada, Hollanda ve Avustralya’da daha fazla fırsat olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Dijkgraaf ve Vollebergh (2005) çalışmalarında, 1960-1997 yıllık verilerini kullanarak OECD ülkelerinde karbondioksit emisyonu ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Panel veri yönteminin kullanıldığı çalışmada ÇKE hipotezine uygun bulgular elde edilmiştir.

Azomahou vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada 100 farklı ülke 1960-1996 dönemi için incelenmiştir. Karbondioksit emisyonu ve kişi başına düşen reel GSYİH değişkenlerinin kullanıldığı çalışmada iki değişken arasında pozitif bir ilişki elde edilmiştir. Parametrik tanımlamalarla yapılan tahminler ÇKE hipotezini desteklemekte; buna karşın, parametrik olmayan ve birinci fark alınarak yapılan tahminler ise ÇKE hipotezi ile çelişmektedir.

Apergis ve Payne (2010) çalışmalarında, Bağımsız Devletler Topluluğu’ndaki 11 ülkede 1992-2004 dönemi verilerini kullanarak karbondioksit emisyonu ile enerji tüketimi ve reel çıktı arasındaki nedensel ilişkiyi incelemiştir. Ampirik sonuçlar, Uzun dönemde enerji tüketiminin, CO₂ emisyonunu pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilediği göstermiştir. Ayrıca çalışmanın sonucunda, reel çıktının ÇKE hipotezinin öngördüğü şekilde ters “U” şeklini izlediği tespit edilmiştir. Ek olarak, uzun dönemde enerji tüketimi ile CO₂ emisyonu arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Arı ve Zeren (2011) çalışmalarında, ÇKE hipotezini, Akdeniz ülkeleri için 2000-2005 dönemi verilerini kullanarak test etmişlerdir. Statik panel veri yönteminin kullanıldığı çalışmada, karbondioksit düzeyi ile kişi başı gelir arasında “N” şeklinde (kübik) bir ilişki tespit edilmiştir.

Jaunky (2011) yaptığı çalışmada, 1980-2005 dönemi için, yüksek gelirli 36 ülkede ÇKE hipotezini panel veri analizi yöntemi ile incelemiştir. Bulgularda; Yunanistan, İngiltere, Portekiz, Umman ve Malta ülkelerinde ÇKE hipotezinin

desteklendiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, seçilmiş 36 ülke için panel sonucunda, ekonomik büyümedeki %1’lik artışın çevre kirliliğini uzun dönemde %0,22 arttırdığı bulgusu elde edilmiştir.

Wang vd. (2011) çalışmalarında, Çin’in 28 eyaleti için 1995-2007 döneminde ÇKE hipotezinin varlığını test etmişlerdir. Karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki, panel eş bütünleşme ve panel vektör hata düzeltme modelleri kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular, karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenlerinin uzun dönemde eş bütünleşik olduğunu göstermiştir. Ayrıca, karbondioksit emisyonu ile enerji tüketimi arasında ve enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Adom vd. (2012) yapmış oldukları çalışmada, Afrika ülkeleri; Gana, Senegal ve Fas için karbondioksit salınımı, ekonomik büyüme, sanayi yapısı ve teknik verimlilik arasındaki nedensellik ilişkisini kısa ve uzun dönem için incelemişlerdir. Analiz sonucunda, Fas’ta uzun dönem ilişkisinin tek yönlü olduğu, Gana ve Senegal’de ise çift yönlü olduğu bulgusu elde edilmiştir. Ek olarak, Fas ve Gana’da ekonomik büyümenin karbondioksit salınımını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Arouri vd. (2012) yapmış oldukları çalışmada, 12 MENA ülkesinde ÇKE hipotezinin geçerliliğini 1981-2005 dönemi için incelemişlerdir. Enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu değişkenlerinin kullanıldığı çalışmada, uzun dönemde enerji tüketiminin, karbondioksit emisyonu üzerinde pozitif bir etkisi olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Farhani ve Rejeb (2012) çalışmalarında, ÇKE hipotezinin geçerliliğini 15 MENA ülkesinde 1973-2008 dönemi için incelemişlerdir. Çalışmada enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi panel veri analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Panel birim kök, eş bütünleşme ve panel nedensellik testlerinin kullanıldığı çalışmada uzun dönemde ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu değişkeninden enerji tüketimi değişkenine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığına rastlanmıştır.

Aytun (2014) çalışmasında, beş farklı gelir gurubuna ayrılmış 83 ülkeyi 1981-2010 dönemi için incelemiştir. ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığı incelenen bu çalışmada, Panel Fully Modified OLS yöntemi kullanılmış ve tahmin sonuçlarında ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte tüm ülkeler bazında, ekonomik büyüme ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkinin “N” şeklinde olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Erataş ve Uysal (2014), BRIC ülkelerini 1992-2010 dönemi kapsamında inceledikleri çalışmalarında, gelir düzeyi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. ÇKE yaklaşımının sınıandığı araştırmada, dinamik panel veri yönteminden yararlanılmıştır. Analiz sonuçları, söz konusu ülkelere seçilen dönemde ÇKE yaklaşımının geçerli olduğunu göstermiştir.

Kapusuzoğlu (2014) çalışmasında, dünya genelinde, OECD ülkelerinde, Avrupa ülkelerinde ve Türkiye’de Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) ve karbondioksit emisyonları arasındaki uzun dönem ve nedensellik ilişkisini incelemiştir. Kapusuzoğlu, 1960-2008 dönemini incelediği çalışmada, gelecekte karbondioksit emisyonundaki değişim oranlarının, dünya genelinde yaklaşık %4, OECD ülkelerinde %0,5, Avrupa ülkelerinde %9 ve Türkiye’de %8’inin GSYH’deki değişikliklerden kaynaklandığı sonucuna ulaşmıştır.

Mainali vd. (2014) çalışmalarında, gelişmekte olan ülkelere kırsaldaki hanehalkı için enerjide sürdürülebilirliğin durumunu ve ilerlemesini yeni bir gösterge

olan enerji sürdürülebilirlik endeksi kullanarak değerlendirmek adına bir yöntem sunmuşlardır. Yapılan çalışmada, enerji sürdürülebilirlik endeksi 1990-2010 döneminde Çin, Hindistan, Güney Afrika, Sri-Lanka, Bangladeş ve Gana'ya uygulanmıştır. Analiz sonuçları, Güney Afrika'nın kırsal enerji sürdürülebilirlik endeksinin en yüksek olduğunu, bunu sırasıyla Çin, Sri Lanka, Hindistan, Bangladeş ve Gana'nın izlediğini ortaya koymuştur. Gana dışında tüm ülkelerin kırsal enerji sürdürülebilirliğinin, zaman içinde nispeten iyileşme gösterdiği bulgusu elde edilmiştir.

Heidari vd. (2015) çalışmalarında, 5 ASEAN ülkesi (Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland) için 1980-2008 dönemi verileri ile ÇKE hipotezi kapsamında, ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Analizlerinde PSTR (Panel Smooth Transition Regression) yönteminden yararlanmışlardır. Elde edilen bulgular, enerji tüketiminin CO₂ artışına yol açtığını ve seçilmiş ASEAN ülkelerinde ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu göstermiştir.

Işık vd. (2015) çalışmalarında, ülkeleri gelir sınıflandırmasına göre incelemişlerdir. Yapılan çalışmada, düşük gelirli 31, orta gelirli 79, yüksek gelirli 47 ülkede, 1980-2012 döneminde CO₂, N₂O ve CH₄ emisyonları ile kişi başına gelir, enerji tüketimi ve nüfus yoğunluğu değişkenleri arasındaki ilişki sınanmıştır. Analizler sonucunda, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği göstergeleri arasında “N” şeklinde ilişkinin olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Kasman ve Duman (2015) yapmış oldukları çalışmada, Avrupa Birliği üyesi ve AB'ye aday ülkelere 1992-2010 dönemi için enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme, ticari açıklık ve kentleşme arasındaki nedensel ilişkiyi analiz etmişlerdir. Analize konu olan ülke grubunda çevre kirliliği ve gelir arasında ters “U” ilişkisine rastlanmıştır. Dolayısıyla elde edilen sonucun ÇKE hipotezi ile örtüştüğü vurgulanmıştır.

Özcan (2015), seçilmiş 4 yükselen piyasa ekonomisinde (Brezilya, Hindistan, Çin ve Türkiye) ÇKE hipotezini test ettiği çalışmada, 1971-2008 dönemini incelemiştir. Çalışmada ekonometrik yöntem olarak dinamik panel veri analizinden yararlanmıştır. Analizler sonucunda, uzun dönemde ekonomik büyüme ve enerji tüketiminden, karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu bulgusu elde edilmiştir. Ayrıca analizin panel sonuçları ÇKE hipotezini destekler niteliktedir.

Özcan ve Gültekin (2016) çalışmalarında, 1960-2013 dönemi için OECD ülkelerinde, kişi başına CO₂ emisyonlarında nispi olarak stokastik yakınsama hipotezinin geçerliliğini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar, iki kırılma durumunda yakınsamanın olduğunu göstermiştir. Yapılan analizlerde, OECD ülkelerinin enerji kullanımı veya çevre koruma politikalarının, örnek ülkelerin kişi başına düşen emisyon değerleri üzerinde uzun dönemli bir etkisi olmadığı bulgusu elde edilmiştir.

Ergün ve Polat (2017) G7 ülkelerini inceledikleri çalışmalarında, 1980-2010 döneminde ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu ve elektrik tüketimi arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Panel veri yönteminden yararlandıkları analizlerinde, karbondioksit emisyonu, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu bulgusunu elde etmişlerdir. Yapılan tahminlerde, söz konusu ülkelere, karbondioksit emisyonu ile ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü, elektrik tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 6.2.'de Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezine ilişkin yapılan panel veri çalışmalarından bazıları yer almaktadır. Tabloda çalışmalar; yazar, dönem, yöntem, değişkenler ve sonuç şeklinde sistematik bir forma dönüştürülmüştür.

Tablo 6.2. ÇKE Hipotezine İlişkin Yapılan Panel Veri Çalışmaları

<i>Yazar</i>	<i>Dönem</i>	<i>Yöntem</i>	<i>Değişkenler</i>	<i>Sonuç</i>
Grossman ve Krueger (1991)	1977-1988 NAFTA Ülkeleri	Panel Veri Analizi	SO ₂ , PM ve Duman Emisyonları, Ekonomik Büyüme	N şeklinde bir ÇKE elde edilmiş ve PM ile gelir arasında ise azalan yönde bir ilişki bulunmuştur.
Selden ve Song (1994)	1973-1975, 1979-1981, 1982-1984 30 Ülke	Panel Veri Analizi	Kükürt Dioksit, Azot Oksitleri ve Karbon Monoksit, Kişi Başı Gelir	Ters U ilişkisi saptanmıştır. ÇKE hipotezi geçerlidir.
Grossman ve Krueger (1995)	1977-1988 42 Ülke	Panel Veri Analizi	Su Kalitesi (14 farklı değişken), Gelir Düzeyi	5 değişken için ters “U”, 6 değişken için “N” şeklinde ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Moomaw ve Unruh (1997)	1950-1973, 1974-1992 16 Avrupa Ülkesi	Panel Veri Analizi	CO ₂ Emisyonu, Ekonomik Büyüme	“N” şeklinde ilişki tespit edilmiştir.
Panayotou (1997)	1982-1994 30 Ülke	Panel Veri Analizi	CO ₂ Emisyonu, Ekonomik Büyüme	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Koop (1998)	1970-1990 44 Ülke	Panel Veri Analizi	Ekonomik Büyüme ve Karbondioksit Emisyonu	Ülkelerin bazılarında ÇKE hipotezi geçerlidir.
Agras ve Chapman (1999)	1971- 1989 Sanayileşmiş 34 Ülke	Panel Veri Analizi	Enerji Fiyatı, Gelir, CO ₂ Emisyonu	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Magnani (2001)	1970-1990 Alt-Orta-Üst Gelirli Ülke Grupları	Panel Veri Analizi	CO ₂ Emisyonu, Ekonomik Büyüme	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Hamilton ve Turton (2002)	1982-1997 OECD Ülkeleri	Panel Veri Analizi	Ekonomik Büyüme, Sera Gazı ve Enerji Yoğunluğu	ABD, Kanada, Hollanda ve Avustralya'da sera gazı emisyonlarını azaltma fırsatı daha fazladır.
Dijkgraaf ve Vollebergh (2005)	1960-1997 OECD Ülkeleri	Panel Veri Analizi	CO ₂ Emisyonu, Ekonomik Büyüme	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Azomahou vd. (2006)	1960-1996 100 Farklı Ülke	Panel Veri Analizi	Karbondioksit emisyonu ve kişi başı reel GSYİH	ÇKE hipotezi geçerlidir.

Apergis ve Payne (2010)	1992-2004 11 BDT Ülkesi	Panel Veri Analizi	CO ₂ Emisyonu, Enerji Tüketimi, Reel Çıktı	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Arı ve Zeren (2011)	2000-2005 Akdeniz Ülkeleri	Statik Panel Veri Analizi	Karbondioksit Düzeyi İle Kişi Başı Gelir	“N” şeklinde ilişki tespit edilmiştir.
Jaunky (2011)	1980-2005 36 Ülke	Panel Veri Analizi	Karbondioksit emisyonu ve GSYİH	Yunanistan, İngiltere, Portekiz, Umman ve Malta ülkelerinde ÇKE hipotezinin desteklendiği sonucuna ulaşılmıştır.
He ve Wang (2011)	1995-2007 Çin’in 28 Eyaleti	Panel Eş Bütünleşme ve Panel Vektör Hata Düzeltme Modelleri	Karbondioksit Emisyonu, Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme	Karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında eş bütünleşme vardır.
Arouri vd. (2012)	1981-2005 12 MENA Ülkesi	Panel Veri Analizi	Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Karbondioksit Emisyonu	Uzun dönemde enerji tüketiminin, karbondioksit emisyonu üzerinde pozitif bir etkisi olduğu bulgusu elde edilmiştir.
Farhani ve Rejeb (2012)	1973-2008 15 MENA Ülkesi	Panel Birim Kök, Eş Bütünleşme ve Panel Nedensellik	Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme	Ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu değişkeninden enerji tüketimi değişkenine doğru tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir.
Aytun (2014)	1981-2010 83 Ülke	Panel Fully Modified OLS	Kişi Başı Enerji Tüketimi, Kişi Başı Karbondioksit Emisyonu, Kişi Başı GSYİH	“N” şeklinde ilişki tespit edilmiştir.
Erataş ve Uysal (2014)	1992-2010 BRIC Ülkeleri	Westerlund ECM Panel Eşbütünleşme Testi, Breitung İki Aşamalı EKK	Çevre Kirliliği, Gelir Düzeyi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Kapusuzoğlu (2014)	1960-2008 OECD, Avrupa, Türkiye	Panel Veri Analizi	Karbondioksit Emisyonu, GSYİH	Karbondioksit emisyonundaki değişim oranlarının gsyh'deki değişikliklerden kaynaklandığı sonucuna ulaşmıştır.
Heidari vd. (2015)	1980-2008 ASEAN	Panel Smooth Transition	Ekonomik Büyüme, Karbondioksit	ÇKE hipotezi geçerlidir.

	Ülkeleri	Regression	Emisyonu, Enerji Tüketimi	
Işık vd. (2015)	1980-2012 Düşük Gelirli 31, Orta Gelirli 79, Yüksek Gelirli 47 Ülke	Panel Veri Analizi	CO ₂ , N ₂ O ve CH ₄ Emisyonları, Kişi Başına Gelir, Enerji Tüketimi, Nüfus Yoğunluğu	“N” şeklinde ilişki tespit edilmiştir.
Kasman ve Duman (2015)	1992-2010 AB ve AB’ye Aday Ülkeler	Panel Veri Analizi	Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Ticari Açıklık, Kentleşme	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Özcan (2015)	1971-2008 Yükselen 4 Piyasa Ekonomisi	Dinamik Panel Veri Analizi	Kişi Başı Enerji Tüketimi, Kişi Başı Karbondioksit Emisyonu, Kişi Başı Gelir	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Ergün ve Polat (2017)	1980-2010 G7 Ülkeleri	Panel Veri Analizi	Ekonomik Büyüme, Karbondioksit Emisyonu ve Elektrik Tüketimi	Karbondioksit emisyonu, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu bulgusu elde edilmiştir.

6.2. Ampirik Uygulama

Ekonometrik analizler vermiş olduğu sonuçlar bakımından, analizde kullanılan verilerin güvenilirliğine bağlı olmaktadır. Bu nedenle ekonometrik analizlerde kullanılan verilerin niteliği, analizlerin doğru sonuçlar verebilmesi adına hayati derecede önem taşımaktadır. Ekonometrik analizlerde; yatay kesit analizi, zaman serisi analizi ve panel veri analizi olmak üzere üç farklı türde analiz kullanılmaktadır. Panel veri analizi ise, zaman serisi ve yatay kesit verilerinin birleşimi sonucunda oluşmaktadır. Panel veriler, zaman içerisinde örneklemelerinin tekrar ettiği bir yatay kesit verisinden elde edilmektedir. Ancak burada aynı ekonomik birim örneklem periyodu boyunca takip edilir. Bu verilerin genel özelliği yatay kesit örnekleme N’nin, zaman periyodu T’den göreceli olarak geniş olmasıdır (Bayraktutan ve Demirtaş, 2011:5). Panel veri analizinin en önemli avantajlarından birisi, araştırmacılara bireylerin davranış değişikliklerinin modellenmesinde çok büyük bir esneklik sunmasına izin vermesidir (Greene, 2003) Panel veri analizinin bir diğer avantajı ise, bireysel heterojenliği kontrol edebilmesidir (Baltagi, 2011).

Bu çalışmada, dinamik panel veri yöntemleri kullanılmaktadır. Panel veri analizi, t zamanlı ve k değişkenden oluşan bir veri setini, n tane yatay kesit (ülke) için oluşturmaya, böylece grup ve zaman etkilerini görebilmeye olanak sağlamaktadır.

Panel veri analizi yöntemi; bireyler, bölgeler ya da ülkeler gibi kesit birimlerin belirlenmiş bir zaman dilimi içerisinde gözlemlenmesinden oluşmaktadır (Baltagi, 2005:4).

Analizlerde kullanılan zaman serisi tek bir birim için çoklu zaman dilimlerinde toplanan verileri kapsamaktadır (Stock ve Watson, 2011: 11). Zaman serilerinin ayrıca “herhangi bir değişkenin belirli bir zaman dilimi içerisinde aldığı değerler dizisidir” şeklinde tanımlanması mümkündür. Zaman serisi verileri düzenli olarak günlük yayınlanabileceği gibi yıllık verilerden oluşabilmektedir (Gujarati ve Porter, 2009: 22).

Yatay kesit verileri ise zaman diliminin belirlenmiş bir noktasından ve farklı birimlerden (firmalar, tüketiciler ülkeler vs.) toplanan verilerden oluşmaktadır (Tatoğlu, 2012:2). Yatay kesit veriler ile birimler arasındaki farklılıklar inceleme altına alınarak değişkenler arasındaki ilişki analiz edilebilmektedir (Stock ve Watson, 2011: 10-11).

Sadece zaman serisi ya da yatay kesit verilerle çalışmanın yetersiz kaldığı durumlarda panel veri tekniği her iki tür ile birlikte çalışmaya olanak vermektedir (Baltagi, 2005:1). Bireyler, firmalar ve ülkeler gibi farklı birimlere ait veriler ile günlük, aylık veya yıllık dönemlere ait zaman serilerinin bir araya getirilmesi ile panel veri seti oluşmaktadır. Kısaca panel veriler hem zaman serileri hem de yatay kesit verilerin birleşiminden oluşmaktadır (Tatoğlu, 2012: 2).

Ekonometrik analizlerde panel veri setlerinin zaman serisi ve yatay kesit veri setleri kullanımına kıyasla bazı avantajları bulunmaktadır. Panel veri setlerinin avantajlarını aşağıdaki şekilde özetlenmesi mümkündür.

- Panel veri tekniğiyle yapılan analizlerde elde edilen sonuçlar daha fazla bilgi sağlamakta ve girdiler arasındaki bağlar daha etkin olmaktadır.
- Yatay kesit ve zaman serilerinden oluşturulan panel veri tekniğinde daha fazla gözlem bulunduğundan daha güvenilir tahminler yapılabilmektedir.
- Testi yapılacak olan gözlem sayılarının artmasına bağlı olarak panel veride serbestlik derecesi de büyümektedir (Hsiao, 2003:3).
- Zaman serilerinde çoklu doğrusal bağlantı sorunu ile karşılaşırken panel verilerde kullanılan değişkenlerin almış olduğu değerlerin iki boyuta bağlı olarak değişim gösterebilmesi sebebiyle daha az çoklu bağlantı sorunları ile karşılaşılmaktadır (Baltagi, 2005: 5).
- Panel veri tekniğinde sadece yatay kesit veya zaman serilerinde ortaya konulamayan etkiler elde edilebilmekte ve incelenabilmektedir.
- Panel veri tekniğinde heterojenlik kontrol edilebilmekte ve heterojenlik modele katılabilmektedir.
- Analizde kullanılması gereken zaman serilerinin veya yetersiz yatay kesit gözlemlerin olduğu durumlarda analizlerin yapılmasına olanak vermektedir (Matyas ve Sevestre, 1996: 17).
- Panel veri tekniğinde analizlerde ihmal edilmek durumunda bırakılan verilerden kaynaklan sorunların ve tahmin sapmalarının azaltılması mümkün olmaktadır (Pindyck ve Rubinfeld, 1998: 250)
- Panel veri tekniğinde daha karmaşık davranışsal modeller test edilebilmekte ve tahminlerdeki sapmaların azaltılmasına imkan verilmektedir (Baltagi, 2005:6).
- Panel verilerde analizde kullanılan birimlere ilişkin daha iyi tahmin sonuçları elde edilebilmektedir.
- Panel veri zaman boyutunu da dikkate alan bir teknik olduğundan dinamik bir modelin kurulmasına izin vermektedir (Demirhan, 2009: 81).

Genel olarak bakıldığında panel veri analizlerinde, zaman serisini ve yatay kesitleri dikkate almakta, serbestlik derecesini artırmakta, veri setlerinin genişletilmesine olanak vermekte ve çoklu doğrusal bağlantı olasılığını azaltarak daha güvenilir ve etkin tahminlerin yapılmasına imkan vermektedir (İlgün, 2016: 76). Bu şekilde veri setine dahil edilen çok sayıda birimlerden ve bu birimlere ait değişkenlerin zaman içerisindeki değişimlerin analiz edilerek yorumlanması mümkün olmaktadır (Stock ve Watson, 2011:14).

Bunlarla birlikte panel veri setlerinde kullanılan birimler aynı gözlem sayısına sahip olduğunda “dengeli panel”, her birimin gözlem sayısı farklı olduğunda ise “dengesiz panel” olarak isimlendirilmektedir (Gujarati ve Porter, 2009:393).

Panel veri yönteminin avantajları ve dezavantajlarının hala gelişim sürecinde olduğu söylenebilir. Geliştirilen yeni testler ile panel veri yöntemi geliştirilmeye devam etmektedir. Panel veri modelleri genel anlamda statik ve dinamik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Panel veride kullanılan kesit birimi sayısı (N) zaman sayısından (T) az olduğunda statik, tam tersi durumda ise dinamik panel olarak isimlendirilmektedir (Frees, 2004: 28).

6.2.1. Veri Seti

Çalışmada 1975-2016 dönemine ait yıllık veri seti kullanılmış, Türkiye de dahil olmak üzere toplam 13 yükselen piyasa ekonomisine ve 13 gelişmiş ekonomiye ait kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (G), kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla’nın karesi (GG) ve kişi başına düşen Karbondioksit Emisyonu (C) değerleri panel veri setine uygun şekilde düzenlenmiştir. Oluşturulan modelde bağımlı değişken olarak kişi başına düşen Karbondioksit Emisyonu (C) kullanılmıştır.

Çalışmada bağımsız değişkenlerin karbondioksit emisyonunu ne yönde etkilediği ölçülmeye çalışılmıştır. Tablo 6.3.’de analizde kullanılan değişkenlere ve kaynaklarına yer verilmektedir. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin logaritması alınarak analize dahil edilmiş olup veriler Dünya Bankası (World Development Indicators) ve OECD (Country Statistical Profiles) veri tabanından elde edilmiştir.

Tablo 6.3. Analizde Kullanılan Değişkenlerin Tanımlanması

<i>Değişkenler</i>	<i>Açıklama</i>	<i>Veri Yıl Aralığı ve Kaynak</i>
LC	Logaritmik Kişi Başına Düşen Karbondioksit (CO ₂) Emsiyonu (metrik ton)	Dünya Bankası, WDI OECD, Country Statistical Profiles 1975-2016
LG	Logaritmik Kişi Başına Düşen GSYİH (ABD \$)	Dünya Bankası, WDI OECD, Country Statistical Profiles 1975-2016
LGG	Logaritmik Kişi Başına Düşen GSYİH’nın Karesi (ABD \$)	Dünya Bankası, WDI OECD, Country Statistical Profiles 1975-2016

Ekonometrik analizde 13 gelişmiş ekonomi ve 13 yükselen piyasa ekonomisi incelenmiştir. Tablo 6.4.’te analize dahil edilen gelişmiş ülkelere yer verilmektedir.

Tablo 6.4. Analize Dahil Edilen Gelişmiş Ülkeler

<i>Analize Dahil Edilen Gelişmiş Ülkeler</i>			
1	Amerika Birleşik Devletleri	8	Norveç
2	Kanada	9	Finlandiya
3	Fransa	10	İspanya
4	İngiltere	11	İtalya
5	Hollanda	12	Portekiz
6	Danimarka	13	İrlanda
7	İsveç		

Ekonometrik analizde gelişmiş ülkeler, IMF tarafından yükselen piyasa ekonomileri olarak nitelendirilen 23 ülke arasından verilerine ulaşılabilen 13 ülke ile karşılaştırılmaktadır. Tablo 6.5.'te ise analize dahil edilen yükselen piyasa ekonomilerine yer verilmektedir.

Tablo 6.5. Analize Dahil Edilen Yükselen Piyasa Ekonomileri

<i>Analize Dahil Edilen Yükselen Piyasa Ekonomileri</i>			
1	Brezilya	8	Filipinler
2	Çin	9	Malezya
3	Şili	10	Pakistan
4	Endonezya	11	Peru
5	Güney Afrika	12	Kolombiya
6	Hindistan	13	Meksika
7	Türkiye		

6.2.2. Model

Araştırmada kullanılan model, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin öncü çalışmalarından olan Selden ve Song (1994)'un çalışmaları referans alınarak oluşturulmuştur. Tablo 6.3.'te gösterilen ve logaritmik dönüşümleri yapılan değişkenlerle oluşturulan model Denklem 1'de gösterilmiştir:

$$LC_{it} = \alpha_i + \beta_1 LG + \beta_2 LGG + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

($i=1, \dots, 13$) ve ($t=1975, \dots, 2016$)

Burada i birimleri, yani yatay kesit boyutunu, t ise zaman boyutunu ifade etmektedir. “C” kişi başına düşen karbondioksit emisyonunu, “G” kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasılayı, “GG” kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasılanın karesini, α_i sabit terimi ve ε_{it} hata terimini göstermektedir. Modeldeki tüm değişkenler oran olarak kullanılmıştır. (1) no.lu denklemin her ülke grubu için tahmini yapılmaktadır. Denklem (1)'i tahmin edebilmek için öncelikle homojenite ve yatay kesit bağımlılığı testleri yapılmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre hangi panel birim kök, eşbütünleşme

ve eşbütünleşme tahminci testlerinin yapılacağına karar verilecek (Çınar, 2010:594) ve seçilen yöntemlerle seriler arasındaki uzun dönem ilişkisi araştırılacaktır.

Oluşturulan modelin muhtemel sonuçları şöyledir (Dinda, 2004: 440-441):

- $\beta_1 = \beta_2 = 0$ durumunda x ile y arasında bir ilişki yoktur.
- $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 = 0$ durumunda x ile y arasında lineer (doğrusal) bir ilişki vardır. Yani x arttıkça y de artacaktır.
- $\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 = 0$ durumunda x ile y arasında ters bir ilişki vardır.
- $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ durumunda x ile y arasında ters-U şeklinde bir ilişki vardır. Yani Çevresel Kuznets Eğrisi yaklaşımı geçerlidir.
- $\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$ durumunda x ile y arasında U şeklinde bir ÇKE ilişkisi vardır.

6.2.3. Metodoloji

Enerjide çevresel sürdürülebilirliğin sağlanıp sağlanmadığını test etmek amacıyla, çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki eşbütünleşme ilişkisini analiz etmeden önce modelde bağımsız değişken katsayısının homojenliği; Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Slope Homogeneity Test (Δ testi) ile incelenmektedir. Modelde kesitler arası bağımlılık olup olmadığına karar vermek için Breusch ve Pagan (1980) LM (Lagrange Multiplier) testi, CD (Cross Section Dependent) testi ve CDLM testi (Pesaran (2004)) ile Pesaran vd. (2008) tarafından geliştirilen LM_{adj} (Bias-Adjusted Cross Sectionally Dependence Lagrange Multiplier) testlerinden yararlanılmaktadır. Bu analizler sonucunda, güncel ikinci nesil panel birim kök testlerinden biri olan, kesitler arası bağımlılığı ve yapısal kırılmaları dikkate alan Fourier LM (Nazlıoğlu ve Karul, 2017) Birim Kök Testinden yararlanılmaktadır. Değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin olup olmadığı ise Westerlund ve Edgerton (2008) 'in yapısal kırılmaları dikkate alan eş bütünleşme testi kullanılarak analiz edilmektedir. Değişkenlerin uzun dönem katsayıları ise kesitler arası bağımlılığı dikkate alan ve Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE (Common Corelated Effects) tahmincisi ile tahmin edilmektedir.

Analizde, seçilmiş 13 gelişmiş ekonomi ve 13 yükselen piyasa ekonomisinde Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olup olmadığını diğer bir ifadeyle, enerjide çevresel sürdürülebilirliğin sağlanıp sağlanmadığını inceleyebilmek amacıyla panel veri analizi yönteminden yararlanılarak ekonometrik analiz sonuçları ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenlerin, zaman boyutunun yatay kesit boyutundan ($T > N$) büyük olmasından dolayı analizde; katsayı homojenlik testi, yatay kesit bağımlılığı testi, ikinci nesil panel birim kök testi, panel eş bütünleşme testi, panel eş bütünleşme tahmincileri testlerini içeren dinamik panel veri yöntemi uygulanmaktadır.

6.2.3.1. Katsayı Homojenlik Testi

Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından eğim katsayılarının homojen olup olmadığının test edilmesi amacıyla delta testi geliştirilmiştir (Pesaran ve Yamagata, 2008:67-69):

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

$(N,T) \rightarrow \infty$ giderken sıfır hipotezi altında hata terimi normal dağılım göstermektedir. Delta testi asimptotik normal dağılıma sahiptir.

Delta test istatistiği ise aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S} - E(\tilde{Z}_{iT})}{\sqrt{Var(\tilde{Z}_{iT})}} \right) \quad (3)$$

Yukarıdaki eşitlikte ortalama $E(\tilde{Z}_{iT}) = k$ ve varyans $Var(\tilde{Z}_{iT}) = \left(\frac{2k(T-k-1)}{T+1} \right)$, a eşittir.

Eğim homojenliğinin test edilmesi ile ilgili olarak, Pesaran ve Yamagata (2008), alternatif heterojenite hipotezine - $H_1: \beta_i \neq \beta$, $i \neq j$ olan çift bazlı eğimlerin sıfır olmayan bir kısmı için - karşılık homejenliğin boş hipotezini - $H_0: \beta_i = \beta$ tüm i 'ler için - delta (Δ) testi olarak önerdi. Δ testi, hata terimleri normal olarak dağıtıldığında N ve T 'nin göreceli genişleme hızları üzerinde hiçbir kısıtlama olmaksızın $(N, T) \rightarrow \infty$ olarak geçerlidir. Δ test yaklaşımında, ilk adım Swamy testinin değiştirilmiş halini hesaplamaktır (Pesaran ve Yamagata, 2008:69-72):

$$\hat{S} = \sum_{i=1}^N (\beta_i - \beta_{WFE})' \frac{x_i' M_T x_i}{\sim \sigma_i^2} (\beta_i - \beta_{WFE}) \quad (4)$$

burada β_i , toplanmış OLS ve β_{WFE} eşitlik (1) 'in ağırlıklı sabit etki tahmini, M_T , T sırasının bir kimlik matrisidir, ve $\sim \sigma_i^2$, σ_i^2 'nın tahmincisidir. Test istatistiğinin tanımı şöyledir:

$$\Delta = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\hat{S} - k}{\sqrt{2k(T-k-1)/T+1}} \right) \sim N(0,1) \quad (5)$$

6.2.3.2. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Yatay kesit bağımlılığının test edilmesinde çeşitli testler kullanılmaktadır (Breusch ve Pagan, 1980; Pesaran, 2004; Pesaran vd., 2008). Yatay kesit bağımlılığının test edildiği Breusch ve Pagan (1980) çalışmasında test istatistiği aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Pesaran vd., 2008):

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2, \quad \sim X^2 N(N-1)/2 \quad (6)$$

Sıfır hipotezi altında LM testi $N(N-1)/2$ serbestlik derecesinde asimptotik kıkare dağılımına sahiptir. LM testi N küçük ve T yeterince büyük olduğunda geçerlidir. Pesaran (2004) tarafından geliştirilen test istatistiği aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (7)$$

Boş H_0 hipotez altında, T yeterli büyüklükte iken $CD \rightarrow N(0,1)$ fonksiyonun limiti $N \rightarrow \infty$ 'dur. Ayrıca LM testinden farklı olarak sabit ve T ve N değerlerinde ortalaması sıfırdır.

Pesaran (2004), bağımlı ve bağımsız değişkenlerin koşulsuz ortalamaları zamanla değişmediği ve yenilikleri simetrik dağılımlara sahip olduğu sürece, CD testinin sabit T ve N için sıfır ortalamaya sahip olduğunu ve eğim katsayılarında ve/veya hata varyanslarında çoklu kırılma da içeren heterojen dinamik modeller için güçlü olduğunu göstermektedir; Bununla birlikte, CD testi, nüfus ortalamasının çift-taraflı korelasyonların sıfır olduğu bazı durumlarda güçsüzdür, ancak altta yatan bireysel nüfus çiftiyle ilgili korelasyonlar sıfır değildir. Bununla birlikte, CD testi, çift-bazlı korelasyonların popülasyon ortalamasının sıfır olduğu, ancak temel alınan bireysel popülasyon çift-bazlı korelasyonların sıfır olmadığı belli durumlarda güçsüzdür (Pesaran vd., 2008: 106). Büyük paneller için önce $T \rightarrow \infty$ ve sonra $N \rightarrow \infty$ olduğu zaman, Pesaran vd. (2008), LM istatistiğinin tam ortalamasını ve varyansını kullanarak LM testinin değiştirilmiş bir versiyonu olan önyargıya göre düzeltilmiş bir test önermektedir. Önyargıya ayarlı LM testi:

$$LM_{adj} = \sqrt{\left(\frac{2}{N(N-1)}\right)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{\sqrt{v2_{Tij}}} \sim N(0,1) \quad (8)$$

Burada k , regresörlerin sayısıdır, μ_{Tij} ve v_{ij}^2 Pesaran ve diğerleri tarafından sağlanan $(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2$ 'nin sırasıyla ortalaması ve varyansıdır (Pesaran vd., 2008: 108).

Yatay kesit bağımlılık testlerinde hipotezler aşağıdaki biçimde oluşturulmaktadır:

H_0 : Kesitler arası bağımlılık yoktur.

H_1 : Kesitler arası bağımlılık vardır.

Test sonuçlarına göre, H_0 hipotezi kabul edilirse analize birinci nesil panel birim kök testleri ile devam edilir. Ancak, H_0 hipotezi reddedildiğinde ve ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığının olduğu tespit edilirse, analize ikinci nesil panel birim kök testleri ile devam edilmektedir (Baltagi, 2008, s.284).

6.2.3.3. Birim Kök Testleri

Bir zaman serisinde analiz yapılmadan önce kullanılan serinin durağan ya da durağan olmama durumunun incelenmesi gerekmektedir. Bir zaman serisinin durağan olması o serinin ortalamasının, varyansının ve iki dönem arasındaki ortak varyansının zaman serisi içerisinde sabit kalması anlamına gelmektedir. Zaman serisinin ortalaması, varyansı veya her ikisi birden zamanla değişiyor ise bu durum zaman serisinin durağan olmadığını göstermektedir (Gujarati ve Porter, 2009: 240-241).

Oluşturulan ekonometrik modellerde kullanılan değişkenler arasında anlamlı ilişkiler elde edilebilmesi için ise zaman serilerinin durağan olması gerekmektedir (Tarı, 2010: 374). Analizde kullanılan değişkenlere ait durağan olmayan zaman serilerine analiz uygulandığında elde edilen ilişkiler gerçek olmaktan ziyade sahte regresyon şeklinde ortaya çıkabilmektedir (Tatoğlu, 2012:199; Tarı, 2010: 374).

Bu nedenlerden dolayı ekonometrik bir analize başlamadan önce kullanılan değişkenlerin durağan olup olmadıklarının birim kök testi ile belirlenmesi, sahte

regresyon sorununun önceden giderilmesi ve iktisadi olarak anlamlı analiz sonuçlarının elde edilebilmesi açısından önem arz etmektedir (Kaplan, 2016: 164).

Panel veri ekonometrisi literatüründe kesitler arası bağımlılık tartışmaları oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Bu tartışma panel birim kök testlerinde de kendini göstermektedir. Zira testlerin güvenilirlikleri, yatay kesit bağımlılığının varlığına ve test modellerinin bunu dikkate alıp almamasına göre değişiklik göstermektedir. Kesitler arası bağımlılığı dikkate almayan testlerin (birinci nesil birim kök testleri), bağımlılığın varlığı halinde, güvenilirlikleri azalmaktadır. Buna karşılık literatürde kesitler arası bağımlılığa izin veren panel birim kök testleri (ikinci nesil birim kök testleri) hızla gelişmektedir. Bu çalışmada, yukarıda yapılan tartışmalar ışığında bağımlılığın varlığına karar verildiği için, ikinci nesil testler dikkate alınarak birim kökün varlığına (ya da olmadığına) karar verilmektedir.

Panel birim kök testleri, kesitler arası bağımlılık olup olmamasına bağlı olarak birbirinden ayrılmaktadır. Bunları;

- a) Birinci Nesil Panel Birim Kök Testleri
- b) İkinci Nesil Panel Birim Kök Testleri
- c) Yapısal Kırılmalı Panel Birim Kök Testleri, olarak sınıflandırmak mümkündür.

6.2.3.3.(1). Birinci Nesil Panel Birim Kök Testleri

Birinci nesil panel birim kök testleri paneli oluşturmakta olan yatay kesit birimlerinin bağımsız olduğu ve bu birimlerden biri üzerinde yaşanan şok etkisinin tüm yatay kesit birimleri üzerinde aynı derecede etkilendikleri varsayımı üzerine hareket etmektedir. Dolayısıyla birinci nesil panel birim kök testleri yatay kesit bağımlılığını dikkate almamaktadırlar. Bahsedilen başlıca birinci nesil panel birim kök testleri ise; Levin, Lin&Chu (LLC) (2002) Testi, Breitung Testi, Im, Pesaran&Shin (IPS) Testi, MW (Maddala-Wu) ve Choi Testi, Hadri Testi (2000) olarak özetlenebilir.

6.2.3.3.(1).(a). Levin, Lin&Chu (LLC) (2002) Panel Birim Kök Testi

Levin, Lin ve Chu (2002) tarafından önerilen birim kök testinde bireysel tanımlı kesişimler ve zaman trendleri göz önüne alınmaktadır. Ayrıca birimler arasında hata varyansı ile daha yüksek sıradan seri kolerasyonun serbestçe değişmesine izin verilmektedir. Tek zaman serisi için birim kök testlerinin standart olmayan dağılımlarına karşın panel test istatistikleri durağan olan panel veride olduğu gibi sınırlayıcı normal dağılıma sahip bulunmaktadır. Test ayrıca durağan panellerde regresyonun i-istatistikleri standart normal dağılıma yakınsama gösterirken LLC birim kök testinde elde edilen istatistiklerin asimptotik varyans ve ortalamalarının regresyon denkleminin farklı tanımlamaları altında değişim gösterdiğini ortaya koymaktadır (Levin, Lin ve Chu, 2002:1).

Levin, Lin&Chu (2002) panel birim kök sınavasında ilk olarak aşağıdaki model tahmin edilmektedir:

$$\Delta y_{it} = \mu_i + \theta_t + \delta_i t + \rho y_{it-1} + \sum_{j=1}^k \alpha_j \Delta y_{it-j} + e_{it} \quad (9)$$

Modelde y birim kök sınaması yapılacak seriyi, Δ , birinci dereceden fark işlemcisini, sabit etkileri zaman etkilerini ve t trendi (genel eğilimi) ifade etmektedir. LLC (2002) testinin temel varsayımları sabit etkilerin ülkeden ülkeye değiştiği, ρ 'nun panel veri setindeki bütün yatay kesitler için homojen olduğu ve yatay kesitler arasında bağımlılık olmadığıdır. Bu varsayımlar altında LLC (2002) panel birim kök testinde sıfır ve alternatif hipotez aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Asteriou ve Hall 2007: 367):

$$H_0 ; \rho = 0$$

$$H_1 ; \rho > 0$$

Burada sıfır hipotezi ile panel veri setinin birim kök içerdiğini, alternatif hipotez panel veri setinin birim kök içermediğini sınamaktadır. Bu, sıfır hipotezinin reddedilmesi paneli oluşturan bütün serilerin durağan olduğunu ve aynı hata düzeltme katsayısı ile ortalamaya döndüğünü ifade etmektedir (Güloğlu ve İspir, 2009). LLC (2002) panel birim kök sınaması yaklaşımına göre, sıfır hipotezi standart normal dağılım gösteren aşağıdaki test istatistiği ile sınanmaktadır:

$$t_{\rho} = \frac{\hat{\rho}}{s.e(\hat{\rho})} : N(0,1) \quad (10)$$

LLC (2002) testinin zayıf noktalarından birisi ρ 'nun panel veri setindeki bütün yatay kesitler için homojen olduğu varsayımdır. Testin bu eksikliği Im, Pesaran&Shin (IPS, 2003)'de önerilen panel birim kök yaklaşımı tarafından giderilmiştir.

6.2.3.3.(1).(b). Breitung Panel Birim Kök Testi

Breitung (2000), LLC ve IPS test istatistiklerinin yerel gücünü incelemektedir. Breitung, LLC ve IPS testlerinin bireysel-spesifik trend dahil edildiğinde güç kaybına uğradığını bulmuştur. Bu, genelde sapmaların düzeltilmesi nedeniyledir. Breitung sapmaların ayarlanmasını içermeyen bir test istatistiği önermektedir. Bu test istatistiğinin gücü, Monte Carlo deneyimlerine göre LLC ve IPS testlerinden önemli derecede yüksektir. Simülasyon sonuçları, LLC ve IPS testlerinin gücünün deterministik terimlerin belirlenmesine oldukça duyarlı olduğunu göstermiştir. Breitung (2000) aşağıdaki gibi bir temel bileşenler modeli ile üretilen bir panel data serisi (y_{it}) önermesinde bulunmaktadır:

$$y_{it} = \mu_i + \beta_{it} + X_{it} \quad (11)$$

Burada,

$$X_{it} = \sum_{k=1}^{p+1} \alpha_{ik} X_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

ve $s \leq$ için $X_{is} = 0$ 'dır. ε_{it} 'nin saf rastsal olduğu varsayılmaktadır. $E(\varepsilon_{it}^2) = \sigma_1^2$ 'dir. Tüm i, t ve bazı $\delta > 0$ için, $E|\varepsilon_{it}|^{2+\delta} < \infty$ 'dir. Ayrıca bunlara ilaveten ε_{it} 'nin $i \neq j$ olmak üzere tüm t ve s için ε_{js} 'den bağımsız olduğu varsayılmaktadır.

Breitung panel birim kök testinde de LLC ve IPS'de olduğu gibi tüm birimlerin sabit otoregresif parametreye sahip olduğu ($\rho_i = \rho$) varsayılmaktadır. H_0 hipotezi fark durağanlıktır:

$$H_0 = \sum_{k=1}^{p+1} \alpha_{ik} - 1 = 0 \quad \text{tüm } i=1, \dots, N \text{ için} \quad (13)$$

Alternatif hipotez altında ise Y_{it} (trent) durağandır. Farklı bir ifade ile $\rho_i < 0$ (tüm i 'ler için)'dir.

6.2.3.3.(1).(c). Im, Pesaran & Shin (IPS) Panel Birim Kök Testi

Im, Pesaran ve Shin (IPS) testinin en önemli özelliği verileri birleştirmek yerine tüm birimler için zaman serilerine ayrı ayrı kök birim testi uyguluyor olmasıdır. IPS panel birim kök testi istatistiği tüm bireysel ADF test istatistiklerinin ortalamasıdır. Test için kurulan hipotezler aşağıdaki şekildedir:

$H_0: \rho_i < 0$ bütün yatay kesitler için ($i = 1, 2, \dots, N_1$)

$H_a: \rho_i = 0$ en az bir yatay kesit için ($i = N_1 + 1, \dots, N$)

Sıfır hipotezi yatay kesitlerin her birinin birim kök içerdiğini yani durağan olmadığını, alternatif hipotez paneldeki yatay kesitlerin bir veya bir kısmının birim kök içermediğini (durağan olduğunu) ifade etmektedir. Dolayısıyla, IPS (2003) testi bir serinin ortalamaya dönme hızını gösteren hata düzeltme katsayılarının (ρ_i) yatay kesitler için farklı olduğunu göstermektedir. IPS (2003) testinde sıfır hipotezini sınamak için ilk olarak her bir yatay kesit için ρ_i katsayısına ait t-istatistiği hesaplanmakta; ikinci olarak t-istatistiklerinin ortalaması alınmakta ve son olarak test istatistiğinin standart normal dağılıma sahip olması için normalleştirme yapılmaktadır. IPS (2003)'de panel birim kök sınamasında kullanılan test istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$t_{IPS} = \frac{\sqrt{N}[\bar{t} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E(t_{iT} / \rho_i = 0)]}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \text{var}(t_{iT} / \rho_i = 0)}} \Rightarrow N(0,1) \quad (14)$$

LLC (2002) ve IPS (2003) testlerinde sıfır hipotezi, serinin birim kök içerdiği yani durağan olmadığıdır. Bu testler alternatif hipotezi destekleyen güçlü kanıtlar olmadığı sürece sıfır hipotezini kabul etmektedir. Dolayısıyla, serilerin durağanlık veya bütünleşme dereceleri analiz edilirken sıfır hipotezinin serilerin birim kök içermediğini sınanan testlerin de kullanılması analizin güvenilirliği açısından önem arz etmektedir (Hadri 2000: 148).

6.2.3.3.(1).(d). MW (Maddala-Wu) ve Choi Panel Birim Kök Testi

Maddala-Wu (1999) tarafından literatüre kazandırılan panel birim kök testi, Fisher (1932)'i izleyerek birim kök test istatistiklerinin basitçe modifiye edildiği bir test yöntemi olarak tanımlanması mümkündür. Bu test yöntemi klasik birim kök testlerinin olasılık değerlerinin bir araya getirilmesi esasına dayanmaktadır.

Choi (2001) testi panel verilerde yatay kesit bağımlılığını göz önüne almayan birim kök testlerinden biridir ve eş bütünleşme olup olmadığı sınanmaktadır. Maddala-Wu testinde olduğu gibi bu testte her bir yatay kesit için hesaplanmakta olan birim kök istatistiklerinin p değerinin bileşimine dayanan test Fisher (1932)'den türetilmiştir.

i yatay kesiti için herhangi bireysel birim kök testinden elde edilen p değerleri π_i olarak tanımlandığında aşağıdaki asimptotik sonuçlar N sayıda yatay kesit için birim kök vardır hipotezi altında aşağıdaki sonuçları vermektedir:

$$-2 \sum_{i=1}^N \log(\pi_i) \rightarrow X_{2N}^2 \quad (15)$$

Bu sonucu Choi ise şu şekilde göstermektedir.

$$Z = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{i=1}^N \theta^{-1}(\pi_i) \rightarrow N(0,1) \quad (16)$$

Burada $\Phi-1$ standart normal kümülatif dağılım fonksiyonunun tersidir ve bunun için ADF ve PP birim kök testleri kullanılarak hem asimptotik χ^2 hem de standart normal istatistikler hesaplanmaktadır. Bu testte sıfır hipotezi ve alternatif hipotez IPS testindeki hipotezlerle aynıdır. Fisher tipi test denklemleri için dışsal değişkenler belirlenebilir. Test denklemlerinde dışsal değişken kullanılamamakla birlikte bireysel sabitler (sabit etkiler) ya da bireysel sabitler ve trendler kullanılabilir. Maddala ve Wu (1999) testinde, her bir yatay kesit ADF regresyonunda kullanılan gecikme sayısı belirlenmeli iken Choi testinde ise oto korelasyonu düzeltme yöntemi olarak kernel hesaplaması gerekmektedir.

6.2.3.3.(1).(e). Hadri (2000) Panel Birim Kök Testi

Hadri (2000) çalışmasında hata terimlerine dayalı Lagrange Multiplier (LM) testi geliştirmiştir. Hadri testinde panelin herhangi bir serisinde birim kök yoktur sıfır hipotezi test edilmektedir (Hadri, 2000: 148-149).

Hadri sıfır hipotezinin serinin durağan olduğu, alternatif hipotezin serinin durağan olmadığını sınanan bir panel birim kök testi geliştirmiştir. Bu yaklaşımda sabit ve sabit ve trendli olmak üzere aşağıdaki yapısal modeller kullanılmaktadır:

$$y_{it} = \mu_{it} + e_{it} \quad (\text{Sabitli model}) \quad (17)$$

$$y_{it} = \mu_{it} + \delta_i t + e_{it} \quad (\text{Sabit ve trendli model}) \quad (18)$$

Burada $\mu_{it} = \mu_{it-1} + \mu_{it}$ bir rassal yürüyüş sürecidir ve ε_{it} ve μ_{it} yatay kesitler arasında ve zaman boyutunda karşılıklı bağımsız ve özdeş dağılmaktadır. Hadri (2000) testinde panel veri setinin durağan olduğunu sınanan sıfır hipotezi ve panel veri setinin durağan olmadığını sınanan alternatif hipotez aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$H_0: \sigma_e^2 = 0$$

$$H_1: \sigma_e^2 > 0$$

Eşitlik (17) ve (18)'de hata terimleri (ε_{it}) bağımsız ve özdeş dağıldığı için sıfır hipotezinin reddedilmemesi eşitlik (17)'de serinin düzeyde durağan; eşitlik (18)'de trendde durağan olduğunu gösterir. Hadri yaklaşımında geriye doğru iterasyon yöntemi kullanılarak seçilen model EKK ile tahmin edilmekte ve daha sonra elde edilen hata terimlerine dayalı bir LM istatistiği hesaplanmaktadır. Bu istatistik aşağıdaki gibidir:

$$LM = \frac{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{1}{T^2} \sum_{it=1}^T S_{it}^2}{\hat{\sigma}_e^2} = \frac{1}{\hat{\sigma}_e^2} \frac{1}{NT^2} \left(\sum_{t=1}^N \sum_{it=1}^T S_{it}^2 \right) \quad (19)$$

Burada S_{it} kalıntıların kısmi toplamını ifade etmektedir.

$S_{it} = \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{it}$ ve H_0 hipotezi altında, $\hat{\sigma}_e^2, \sigma_e^2$ 'nin tutarlı tahmincisidir.

$$\hat{\sigma}_e^2 = \frac{1}{NT} \sum_{t=1}^N \sum_{it=1}^T \hat{\varepsilon}_{it}^2 \quad (20)$$

Durağanlık temel hipotezi altında Z test istatistiği ise,

$$Z = \frac{\sqrt{N} \left\{ LM - E \left[\int_0^1 V(r)^2 dr \right] \right\}}{\sqrt{\int_0^1 V(r)^2 dr}} \text{ şeklindedir.} \quad (21)$$

6.2.3.3.(2). İkinci Nesil Birim Kök Testleri

Birinci nesil birim kök testleri paneli oluşturmakta olan yatay kesit birimlerinin bağımsız olduğu ve bu birimlerden biri üzerinde yaşanan şok etkisinin tüm yatay kesit birimleri üzerinde aynı derecede etkilendikleri varsayımı üzerine hareket etmektedir. Fakat günümüzde uluslararası ekonomilerin birbirleriyle sıkı ilişki içerisinde olduğu düşünüldüğünde paneli oluşturan yatay kesit birimlerinden herhangi birinde ortaya çıkan şoktan diğer birimlerin farklı etkilenmesi durumu daha gerçekçi bir yaklaşımı temsil etmektedir. Bu eksikliğin giderilmesi amacıyla yatay kesit birimleri arasındaki bağımlılığı dikkate alan ikinci nesil birim kök testleri geliştirilmiştir. Dolayısıyla ikinci nesil panel birim kök testleri, birinci nesil panel birim testlerinin aksine yatay kesit bağımlılığını dikkate almaktadırlar. Bahsedilen ikinci nesil panel birim kök testleri ise; SURADF Testi, Phillips ve Sul (2003) Testi, Bai ve Ng (2004) Testi, Pesaran (2007) CADF Testi olarak özetlenebilir.

6.2.3.3.(2).(a). SURADF Panel Birim Kök Testi

Breuer vd. (2002) tarafından geliştirilen SURADF panel birim kök testini önceki versiyonlarından ayıran en önemli özelliği, bu panel birim kök testinde SUR (Seemingly Unrelated Regression) çerçevesinde boş ve alternatif hipotezlerin panelin her bir birimi için ayrı ayrı hesaplanabilir olanağı sunması olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca tek denklemlilerden panel birim kök testlerine geçişte daha güçlü özellikler kullanılmaktadır ve panelin hangi üyelerinin birim kök içerip içermediğinin belirlenmesini sağlamaktadır. SUR modelinde test istatistikleri standart normal dağılıma sahip değildir ve kritik değerler simülasyon yoluyla elde edilmektedir. Hesaplanan kritik değerler, test edilen seriler için tahmini kovaryans matrisi ve panelin örneklem boyutu ve sayısı için belirlenmektedir (Breuer, Mcnown & Wallace, 2002: 531).

ADF testine dayalı SURADF testi (22) nolu eşitlikte ifade edilmektedir:

$$\Delta y_{1,t} = \alpha_1 + \beta_1 y_{1,t-1} + \sum_{j=1}^{k_1} \delta_{1,j} \Delta y_{1,t-j} + u_{1,t} \quad t = 1, \dots, T \quad (22)$$

$$\Delta y_{2,t} = \alpha_2 + \beta_2 y_{2,t-1} + \sum_{j=1}^{k_2} \delta_{2,j} \Delta y_{2,t-j} + u_{2,t} \quad t = 1, \dots, T$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\Delta y_{N,t} = \alpha_N + \beta_N y_{N,t-1} + \sum_{j=1}^{k_N} \delta_{N,j} \Delta y_{N,t-j} + u_{N,t} \quad t = 1, \dots, T$$

Eşitlik (22)'de $\beta_j = (p_j - 1)$, p_j otoregresyon katsayısıdır. SURADF yönteminde her ülke için ayrı ayrı test edilen N sayıdaki boş ve alternatif hipotezler (23) nolu eşitliklerdeki gibi oluşturulmaktadır:

$$H_0^1: \beta_1 = 0; \quad H_A^1: \beta_1 < 0 \quad (23)$$

$$H_0^2: \beta_2 = 0; \quad H_A^2: \beta_2 < 0$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$H_0^N: \beta_N = 0; \quad H_A^N: \beta_N < 0$$

SURADF test istatistiğinin kritik değerlerden küçük olması durumu serinin durağan olduğu olduğunu göstermektedir.

$$\Delta \alpha_{it} = x_i + \beta_i \alpha_{i,t-1} + \rho_i f_t + u_{it} \quad (24)$$

6.2.3.3.(2).(b). Phillips ve Sul (2003) Panel Birim Kök Testi

Phillips ve Sul (2003) yöntemi, Moon ve Perron (2004) panel birim kök testi sürecine benzerdir. Phillips ve Sul panel birim kök testinin farkı ise sadece bir faktöre izin vermesi ile Moon ve Perron panel birim kök testindeki F_t zaman boyunca

aynı standart normal dağılım gibi bağımsız dağılmalı yapıya sahiptir. Çarpanlarına ayrılmış veri (de-factored), yatay kesit birimleri asimptotik korelasyonsuz ise aşağıdaki mevcut dönüşümleri uygulayarak, bağımsız yatay kesit verileri ile çalışmak üzere tasarlanmış panel birim kök testlerini yatay kesit bağımlılığı olan panel verilere de uygulanabilme olanağı sunmaktadır (Gutierrez, 2006: 524).

$$G_{OLS}^{++} = \frac{1}{\sqrt{N\sigma_{\xi}}} \sum_{i=1}^{N-1} \left[\frac{(\hat{\rho}_i^+ - 1)}{\hat{\sigma}_{\hat{\rho}_i^+}} \right] \quad (25)$$

Burada $\hat{\rho}_i^+$ ve $\hat{\sigma}_{\hat{\rho}_i^+}$ yatay kesit otoregresif tahmin edicileri olmakla birlikte, her bir yatay kesit birimi için hesaplanan hata terimleri çarpanlarına ayrılmış (de-factored) veriden elde edilmektedir. μ_{ξ} ve σ_{ξ} parametreleri sırasıyla asimptotik ortalama ve varyansı göstermektedir.

$$G_{OLS}^+ = \sum_{i=1}^{N-1} \left[\frac{(\hat{\rho}_i^+ - 1)}{\hat{\sigma}_{\hat{\rho}_i^+}} \right] \quad (26)$$

Phillips ve Sul (2003) panel birim kök testine göre, birim sayısı N ve zaman serisi boyutu olan $T(N, T \rightarrow \infty)$ sonsuza giderken denklem standart normal dağılıma yakınsamaktadır. Bai ve Ng (2004) ve Phillips ve Sul (2003) panel birim kök testleri meta-analiz testlerini önermektedir.

$$Z = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{i=0}^{N-1} \Phi^{-1}(\rho_{\hat{e}i}^c) \quad (27)$$

6.2.3.3.(2).(c). Bai ve Ng (2004) Panel Birim Kök Testi

Bai ve Ng (2004) I_0 ve I_1 gözlenemeyen değişkenlerin bir arada olduğu gözlenen değişkenlerin durağanlığını test etmeye çalışmanın zor ve genellikle yanıltıcı bir süreç olduğunu savunmaktadır. Yazar birimlerin $i = 1, \dots, N$ ve $t = 1, \dots, T$ kadar yaklaşık L faktörlü dinamik doğrusal olduğunu varsaymaktadır.

$$y_{it} = \alpha_i + \gamma_i' f_t + e_{it} \quad (28)$$

$$e_{it} = \lambda_i e_{it-1} + e_{it} \quad (29)$$

$$f_t = \beta f_{t-1} + \mu_t \quad (30)$$

Bai ve Ng (2004) gözlenmiş süreci (y_{it}) bileşenlere ayırmayı önermektedir. Bunlardan ilki gözlenemeyen kısmı oluşturan sıra dışı hatalar (e_{it}), ikinci bileşeni ise ortak faktörlerdir (f_t). Ortak faktörler f_t ve L faktör yükleri ile ilişkili γ_i' tahmini, farkı alınmış veriler (Δy_{it}) üzerinden gerçekleştirilen temel bileşenler yöntemi ile elde edilmektedir.

Her bir yatay kesit birimlerinin sıra dışı hataları Arttırılmış Dickey Fuller Testi kullanılarak ayrı ayrı test ($H_0: \lambda_i = 1$) elde edilir. $L=1$ olduğu durumda, faktörün birim kök ($H_0: \beta = 1$) sahip olup olmadığı ADF test süreci kullanılarak test edilir. Bai ve Ng havuzlandırılmış p değerlerinin bireysel tek değişkenli test istatistikleri ve Fisher testinin bir varyansını oluşturulmasını önermişlerdir.

$$P_{\hat{e}} = \frac{-2 \sum_{i=1}^N \log(P_{\hat{e}i}) - 2N}{\sqrt{4N}} \quad (31)$$

Burada $P_{\hat{e}i}$, yatay kesit birimi (i)'ler ADF testlerinden elde edilen p değerleridir. Sonuç olarak ortaya çıkan H_0 (sıfır hipotezi) altında N sonsuza giderken ($N \rightarrow \infty$) Fisher Testi standart normal dağılıma sahiptir. Test istatistiğinin pozitif değerleri için büyük ölçüde sıfır hipotezi reddedilir (De Silva, K.Hadri & Tremayne, 2009: 347-348).

Bai ve Ng (2004) panel birim kök testinin genel özellikleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

- a) Moon ve Perron (2004) ile Bai ve Ng (2004) panel birim kök testleri dengelenmiş N sayıda yatay kesit birimi ile T sayıda zaman serisinde oluşan paneller için tasarlanmıştır.
- b) Yatay kesit birimlerin olası k_0 entegrasyon ilişkilerinin varlığını göz önüne alan Bai ve Ng panel birim kök testi bir veya daha fazla faktörün entegre olması olasılığına izin vermektedir (Barbieri, 2006: 33).

6.2.3.3.(2).(d). Pesaran (2007) Panel Birim Kök Testi

Pesaran (2007) tarafından geliştirilen bu testte CADF istatistiği ile hem panelin her birimine ilişkin bireysel sonuçlar, hem de kesit ortalamaları alınarak genişletilen CIPS (Cross sectionally IPS) istatistiği ile panelin geneline ilişkin sonuçlar elde edilmektedir. CADF panel birim kök testi, bireysel serilerin birinci farkları ve gecikme düzeylerinin yatay kesit ortalamaları ile ADF regresyonunun genişletilmiş bir şekli olarak ifade edilmektedir. Bu panel birim kök testi, yatay kesit (N) ve zaman (T) boyutunun nispeten küçük olduğu durumlarda dahi oldukça tutarlı sonuçlar vermektedir. Ayrıca hem $T > N$ hem de $N > T$ olması durumlarında da kullanılabilir (Pesaran, 2007: 266-267). $\alpha_{i,t}$ 'nin t zamanda i yatay kesit biriminde gözlemlenebilir bir değer olduğu varsayılmaktadır. Buna göre $\alpha_{i,t}$, basit dinamik doğrusal heterojen panel veri modeline göre (32) numaralı denklemdeki gibi elde edilmektedir:

$$\alpha_{i,t} = (1 - \varphi_i)\mu_i + \varphi_i\alpha_{i,t-1} + \varepsilon_{it} \quad (i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T) \quad (32)$$

Burada, başlangıç değeri α_{i0} , sıklık fonksiyonu ile sonlu ortalama ve varyansa, hata terimi ε_{it} ise tek faktörlü bir yapıya sahiptir. $\varepsilon_{it} = p_i f_t + u_{it}$ eşitliğinde f_t , her ülkenin gözlemlenemeyen ortak etkilerini, u_{it} ise bireysel spesifik hata terimini ifade etmektedir. α_{it} ve ε_{it} eşitlikleri manipüle edilerek (33) numaralı denklemden elde edilmektedir:

$$\Delta\alpha_{it} = x_i + \beta_i\alpha_{i,t-1} + \rho_i f_t + u_{it} \quad (33)$$

(24) numaralı denklemde, $x_i = (1 - \varphi_i)\mu_i$, $\beta_i = -(1 - \varphi_i)$ ve $\Delta\alpha_{it} = \alpha_{it} - \alpha_{i,t-1}$ 'dir. Buna göre, $\varphi_i = 1$ olmak üzere CADF panel birim kök testinin hipotezleri aşağıdaki gibi elde edilmektedir:

$$H_0: \beta_i = 0 \quad (\text{tüm } i\text{'ler için) seri durağan değildir.}$$

$$H_A: \beta_i < 0 \quad (i = 1, 2, \dots, N, N_1\beta_i = 0, i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N) \text{ seri durağandır.}$$

$N \rightarrow \infty$ ve δ , 0'dan büyük, 1'den küçük veya 1'e eşit ($0 < \delta \leq 1$) olmak üzere 0'dan farklı ve sabit bir değere yakınsadığında, N_1/N varsayımıyla bireysel sonuçların bir kısmında durağanlık ortaya çıkmaktadır. Im vd. (2003), çalışmalarında da belirtildiği üzere bu koşul panel birim kök testlerinin tutarlılığı için gereklilik arz etmektedir. Buna göre CADF regresyonu (34) numaralı denklemdeki şekilde elde edilebilmektedir:

$$\Delta\alpha_{it} = \alpha_i + b_i\alpha_{i,t-1} + c_i\bar{\alpha}_{t-1} + d_i\Delta\bar{\alpha}_t + e_{it} \quad (34)$$

Bireysel CADF panel birim kök testinin ($\Delta\alpha_{it}$) kritik değerleri, EKK regresyonuna dayalı 50.000 replikasyon uygulanarak sabitsiz ($\alpha_{i,t-1}$), sabitli ($\bar{\alpha}_{t-1}$) ve sabitli-trendli ($\Delta\bar{\alpha}_t$) olmak üzere üç farklı durum için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Uygulamada tablo kritik değerler T ve N'nin oyutuna göre %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyine göre belirlenmektedir (Pesaran, 2007: 269).

Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF panel birim kök testinde her bir yatay kesite ait birim kök test istatistiklerinin ortalaması alınarak panelin geneli için birim kök test istatistiği (CIPS) hesaplanabilmektedir. CIPS birim kök test istatistiği, denklem (35)'teki şekilde formüle edilerek elde edilebilmektedir:

$$y_{it} = \alpha_{i,t} + \beta_{i,t} + \varepsilon_{i,t} (i = 1, 2, \dots, N, t = 1, 2, \dots, T) \quad (35)$$

6.2.3.3.(3). Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri

Son yıllarda artan küreselleşme eğilimleri, iktisadi araştırmalarda kesitler arası bağımlılığın önemini artırırken, diğer yandan da dünya ekonomisinde meydana gelen krizler ve ülkelerin ekonomik yapılarındaki dönüşümler, yapısal kırılmaları son derece önemli hale getirmektedir. Bu çalışmanın özelinde ise özellikle ülkelerin ele alınan dönemde zaman zaman farklı döviz kuru rejimi uygulamaları, farklı ekonomi politikaları geliştirmeleri ve ortaya çıktıktan sonra etkisi hızla küresel ekonomiyi kapsayan ekonomik krizler nedeniyle, yatay kesit bağımlılığın yanı sıra yapısal kırılmalara da izin veren yöntemlerin uygulanması gereği doğmaktadır.

Bu bağlamda, kesitler arası bağımlılığı ve yapısal kırılmaları dikkate alması ve çok sayıda yapısal kırılmaya izin vermesi itibarı ile son yıllarda birçok araştırmacının ilgi odağı olan; Carrion-i-Selvestre vd. (2005) tarafından geliştirilmiş PANKPSS Panel Birim Kök Testi ile Nazlıoğlu ve Karul (2017) tarafından ileri sürülen, kademeli geçişe (ani olmayan kırılmalara) ve kesitlerarası bağımlılığa izin veren LM tipi Fourier Panel Birim Kök Testleri ön plana çıkmaktadır.

6.2.3.3.(3).(a). Carrion-i Silvestre (2005) PANKPSS Panel Birim Kök Testi

Hadri (2000) tek değişkenli KPSS testine dayalı, Carrion-i Silvestre vd. (2005) tarafından geliştirilen panel KPSS (PANKPSS) testi, serilerde hem yatay kesit bağımlılığı hem de yapısal kırılmaların varlığı durumunda, paneli oluşturan serilerin durağanlığını test etmektedir. Bu test her bir yatay kesit birimi için en fazla beş kırılmaya kadar farklı tarihlerde ve sayılarda yapısal kırılmaları göstermekte, hem panelin geneli hem de her yatay kesit birimi için serilerin durağanlığını hesaplayabilmektedir (Carrion-i Silvestre, Barrio-Castro & López-Bazo, 2005: 160-172).

Serilerde yapısal kırılmaları dikkate alan panel birim kök testi olan PANKPSS aşağıda gösterilen şekilde formüle edilmektedir;

$$y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{it} + e_{it} (i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T) \quad (36)$$

(36) numaralı denklemde $\alpha_{i,t}$;

$\alpha_{i,t} = \sum_{k=1}^{m_i} \theta_{i,k} D(T_{b,k}^i)_t + \sum_{k=1}^{m_i} \gamma_{i,k} DU_{i,k,t} + \alpha_{i,t-1} + U_{i,t}$ şeklinde tanımlanmaktadır.

$\alpha_{i0} = \alpha_i$ olmakla birlikte bir sabittir. $\alpha_{i,t}$ eşitliğinde kukla değişkenler $D(T_{b,k}^i)_t$ ve $DU_{i,k,t}$ 'dir. $T_{b,k}^i$, i yatay kesit için k kırılma tarihi olmak üzere, ($k = 1, \dots, m_i, m_i \geq 1$) kukla değişkenler aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$D(T_{b,k}^i)_t = 1 \quad t = T_{b,k}^i + 1$ ve diğer durumlarda 0, $DU_{i,k,t} = 1 \quad t > T_{b,k}^i$ ve diğer durumlarda 0. Ek olarak $y_{i,t}$ ve $\alpha_{i,t}$ eşitliklerindeki hata terimlerinin ($\varepsilon_{i,t}$ ve $U_{i,t}$) karşılıklı bağımsız dağıldıkları varsayılmaktadır. Buna göre, testin hipotezleri aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır:

$H_0: \sigma_{U,i}^2 = 0$ seri durağandır.

$H_A: \sigma_{U,i}^2 \neq 0$ seri durağan değildir.

Bu hipotezler altında y_{it} ve $\alpha_{i,t}$ eşitlikleri (37) numaralı denklemdeki gibi yeniden elde edilebilir:

$$y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^{m_i} \theta_{i,k} DU_{i,k,t} + \beta_{i,t} + \sum_{k=1}^{m_i} \gamma_{i,k} DT_{i,k,t}^* + \varepsilon_{i,t} \quad (37)$$

Denklem (37)'de kukla değişken, $t > T_{b,k}^i$ ve diğer durumlarda 0 olmak üzere;

$DT_{i,k,t}^* = t - T_{b,k}^i$ olur (Carrion-i Silvestre vd., 2005: 160-161). PANKPSS panel birim kök testi, Bai-Perron (1998) yöntemini izleyerek belirlenen yapısal kırılma tarihleri, hata kareler toplamının minimum olduğu noktalar olarak tespit edilmektedir. Bai-Perron (1998) bu işlem için iki farklı süreç önermiştir. Birincisi, Liu, Wu ve Zidek (1997) (LWZ) tarafından geliştirilen, Bayesian bilgi kriteri ve değiştirilmiş Schwarz bilgi kriterine, ikincisi ise artarda F istatistiğinin hesaplanmasına dayanmaktadır. PANKPSS panel birim kök testinde yapısal kırılma sayısı belirlenirken trendli model için birinci süreç, trendsiz model için ise ikinci süreç kullanılmaktadır (Carrion-i Silvestre vd., 2005: 164).

6.2.3.3.(3).(b). Nazlıoğlu ve Karul (2017) Fourier Panel LM

Zaman serileri analizindeki gelişmeler panel çerçevesine kolayca genişletilebildiğinden, zaman serileri bağlamında Fourier yaklaşımına dayanan birim kök testleri panel birimi kök literatüründe yeni bir yönelime yol açmıştır. Lee vd. (2015) bu açıdan, yapısal değişikliklerin deterministik açıdan düzeltilmesine olanak sağlamak için Enders ve Lee (2012b) tarafından yapılan Fourier DF tipi testte panel versiyonunu geliştirmiştir (Nazlıoğlu ve Karul, 2017: 2).

Yapısal kırılmalı birim kök testlerinin güvenilirliği için en önemli husus kırılma tarihlerinin, sayılarının ve formlarının isabetli bir şekilde önceden tespit edilebilmiş olmasıdır. Burada meydana gelebilecek güçlükler Fourier birim kök testleri ile aşılmaya çalışılmaktadır. Zira bu tip testler sadece sert kırılmalara değil kademeli (gradual) kırılmalara (yumuşak geçişlere) da izin vermektedir ve testin modellenmesi aşamasında kırılma formunun ve tarihlerinin önceden biliniyor olmasına gerek yoktur. Bu çalışmada uygulanan nihai test yöntemi de Nazlıoğlu ve Karul (2017) tarafından ileri sürülen, kademeli geçiş ve kesitlerarası bağımlılığa izin veren LM tipi panel durağanlık testidir Nazlıoğlu ve Karul (2017), Becker vd. (2006)'nın Fourier durağanlık testine dayanan kademeli yapısal kırılma ile basit bir panel durağanlık testi önermektedir (Nazlıoğlu ve Karul, 2017: 2).

Nazlıoğlu ve Karul (2017), aşamalı yapısal değişimler, yatay kesit bağımlılığı ve heterojenite içeren bir panel LM testi önererek panel birim kök literatürünü ani olmayan kırılmalar ile genişletmektedir. Test prosedürü, yapısal kaymaların bir Fourier yaklaşımı ile modellendiği Enders ve Lee (2012a) tarafından geliştirilen zaman serisi LM testinin bir panel versiyonudur. Önerilen Fourier panel LM (bundan sonra FP-LM) testi, zaman serisi ve panel veri literatüründeki mevcut prosedürlere dayanmaktadır. Bununla birlikte, FP-LM testi, yapısal değişimlerin keskin bir süreç olarak modellendiği Im vd. (2005 ve 2012) ve Westerlund (2012) tarafından geliştirilen panel LM birim kök testlerinden elde edilen sonuçları karşılaştırarak şokların yapısını daha iyi analiz etmeye yardımcı olmaktadır. Bireysel istatistiğin dağılımı sadece Fourier frekansına bağlıdır ve panel istatistiği standart bir normal dağılıma sahiptir. Testin küçük örneklem özellikleri, farklı veri üretme süreçleri için Monte Carlo simülasyonları ile incelenmiştir (Nazlıoğlu ve Karul, 2017: 3). Nazlıoğlu ve Karul (2017) şu sonuca ulaşmışlardır:

(i) Zaman (T) ve yatay kesit (N) boyutlarından bağımsız olarak testin boyutu nominal boyuta yakındır.

(ii) Testin gücü T veya N veya her ikisi de arttıkça artar.

(iii) Test tutarlıdır.

Söz konusu testin boş hipotezi “birim kök vardır” varsayımı üzerine kuruludur. Bahsedilen bu boş hipotezi varsayımı altında test prosedürü şöyle açıklanmıştır;

$$y_{it} = \alpha_{i\lambda}(t) + r_{it} + \lambda_i F_t + \varepsilon_{it} \quad (38)$$

$$r_{it} = R_{i,t-1} + \mu_{it} \quad (39)$$

(38) ve (39) numaralı denklemlerde, r_{it} , rassal yürüyüş sürecini, F_t , gözlemlenemeyen ortak faktörü, λ_i , ağırlıkları temsil etmektedir ve denklemin deterministik terimi, zamanın bir fonksiyonu olan $\alpha_{i\lambda}(t)$ olarak tanımlanmaktadır. (40) numaralı denklem ise, κ , fourier frekans olmak üzere, $b_i \neq 0$ iken de sabit terimde ve

trendde oluşacak, formu önceden bilinmeyen yapısal kırılmaların fourier sürecini göstermektedir.

$$\alpha_{i,t} = a_i + b_i t + \sum_{k=1}^n \gamma_{ki} \sin\left(\frac{2\pi k t}{T}\right) + \sum_{k=1}^n \gamma_{ki} \cos\left(\frac{2\pi k t}{T}\right), n \leq T/2 \quad (40)$$

Kesitler arası bağımlılığın varlığı halinde, (31) numaralı denklem,

$Z_t = \left[1, \sin\left(\frac{2\pi k t}{T}\right), \cos\left(\frac{2\pi k t}{T}\right)\right]'$, $\delta_i = [a_i b_i \gamma_{1i} \gamma_{2i}]'$, $\widetilde{\delta}_i = \delta_i - \bar{\delta} \tilde{\lambda}_i$ ve $\tilde{\lambda}_i = \frac{\lambda_i}{\lambda}$ olmak üzere ve ortak faktörün (F_t) yerini bağımlı değişkenin kesit ortalamasına ($\bar{y}_t$) bırakması suretiyle aşağıdaki forma dönüşmektedir (Nazlıoğlu ve Karul, 2017:189-190);

$$y_{it} = \alpha_r(t) + \lambda_r \bar{y}_t + \varepsilon_{it} \quad (41)$$

Enders ve Lee (2012a) tarafından önerilen LM istatistiği;

$$\tau(k) = \phi''/se(\phi'')$$

$P_{LM}(k)$ panel istatistiği, k tane bireysel istatistiklerin ortalaması ile elde edilir ve

$$P_{LM}(k) = N^{-1} \sum_{k=1}^n \tau(k)$$

Şeklinde hesaplanır.

$T \rightarrow \infty$ ve $N \rightarrow \infty$ olduğu durumda yani Lindberg-Levy merkezi limit teoreminden, $P_{LM}(k)$, ortalama $\xi(k)$ ve varyans $\zeta(k)$ ile standart normal dağılıma yakınsayabilir. Yani;

$$Z_{LM}(k) = \frac{\sqrt{N}(P_{LM}(k) - \xi(k))}{\zeta(k)} \sim N(0,1) \quad (42)$$

Denklemi elde edilir. Burada; $\xi(k)$ ve $\zeta(k)$, k . frekanstaki bireysel istatistiklerin sırasıyla ortalama ve varyansların ortalamasını ifade etmektedir ve bu değerler, kapalı form ifadesi mevcut değilse, test istatistiğinin sınırlayıcı dağılımına ilişkin Monte Carlo simülasyonu gerçekleştirilerek elde edilebilir (Westerlund, 2012).

6.2.3.3.(3).(c). Panel Eş Bütünleşme Testi

Panel veri analizi uygulamaları yapan araştırmacılar tarafından, makroekonomik serilerin birim kök içermesi analiz sonuçlarının gerçekçi olmasını engellemekte ve sapmalı sonuçlar ortaya çıktığı görülmektedir. Serilerin durağanlığının tespiti yapılacak eşbütünleşme testleri için temel oluşturmaktadır. (Gujarati, 2003, s.822).

Ekonometrik analizlerde değişkenler arasında eştümleşmenin, bir başka deyişle uzun dönem ilişkinin var olup olmadığını tespit etmek için kullanılan çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan ilki literatürde birinci nesil panel eşbütünleşme testi olarak geçen yatay kesit bağımlılığını göz ardı eden çalışmalardır. Öte yandan (Kao (1999), Pedroni (1999; 2004), Westerlund (2005) ve Breitung (2005)) olduğu gibi, veri setlerindeki yapısal kırılmaları dikkate almayan ikinci nesil panel eşbütünleşme testleri mevcuttur. İkinci nesil testler yatay kesit bağımlılığını dikkate almakta, ancak yapısal

kırılmaları yok saymaktadır (Westerlund (2007; 2008), Westerlund ve Edgerton (2007), Gengenbach, Urbain ve Westerlund (2008)). Yapısal kırılmaların dikkate alınması uygulanacak eşbütünleşme testlerinde sapmalı sonuçlar elde etmemek için oldukça önemlidir. Bu nedenle çalışmada, paneldeki serilerin düzeyde birim kök içerdiği göz önüne alınarak, Westerlund ve Edgerton (2008)'un yapısal kırılmalı eşbütünleşme testi uygulanmaktadır. Bu test, Lagrange Multiplier (LM) temelli, (Schmidt ve Phillips (1992), Ahn (1993) ve Amsler ve Lee (1995)) birim kök testlerinden geliştirilmiştir ve değişen varyans, serisel korelasyona da izin vermektedir. Öte yandan Westerlund ve Edgerton tarafından geliştirilen bu test sabit terimde ve eğimde (trend) her bir ülke için farklı tarihlerdeki kırılmalara da olanak sağlamaktadır. Boş hipotezi, eştümleşme yoktur olarak kurulan testin, test istatistiği aşağıdaki gibidir:

$$Y_{i,t} = \alpha_i + \mu_i t + \square_i D_{i,t} + x_{i,t}^1 \beta_i + (D_{i,t} x_{i,t})^1 \gamma_i + z_{i,t} \quad (43)$$

$$x_{i,t} = x_{i,t-1} + w_{i,t} \quad (44)$$

Burada $i=1,2,\dots,N$ panel üyelerini, $t=1,2,\dots,T$ ise zaman periyodunu göstermektedir. Denklem (13) de ki $D_{i,t}$ kukla değişkeni,

$$D_{i,t} = \begin{cases} 1, t > T_i \\ 0, \text{diğer} \end{cases} \quad (45)$$

Biçiminde tanımlanmaktadır. Ayrıca α_i ve β_i kırılmadan önceki sabit terim ve eğim (trend) katsayısını göstermektedir. $\square_i$ ve γ_i kırılmadan sonraki değişimi ifade eder. $w_{i,t}$ ise, hata terimidir.

Denklem (43)'teki $z_{i,t}$ hata terimi ortak faktörlerin kullanılması yoluyla yatay kesit bağımlılığına izin veren aşağıdaki denklem ile elde edilmiştir.

$$z_{i,t} = \lambda_i^1 F_t + v_{i,t} \quad (46)$$

$$F_{j,t} = \rho_j F_{j,t-1} + u_{j,t} \quad (47)$$

$$\Phi_i(L)\Delta v_{i,t} = \Phi_i v_{i,t-1} + e_{i,t} \quad (48)$$

Burada F_t ve $F_{j,t}$ k-boyutlu ortak faktör vektörü ($j=1,2,\dots,k$) ve λ_i faktör yüklerinin uyumlu vektörü olarak tanımlanır. Bütün j 'ler için ρ_j varsayımı altında F_t durağandır. Böylelikle $\Phi_i < 0$ koşulu altında denklem eşbütünleşiktir.

Yatay kesit bağımlılığının olduğu durumunda, $\widehat{S}_{i,t}$ hata terimi eşitlik (49)'daki gibi hesaplanmaktadır:

$$\widehat{S}_{i,t} := y_{i,t} - \widehat{\alpha_i} - \eta_i t - \widehat{\square_i} D_{i,t} - x_{i,t}^1 \widehat{\beta_i} - (D_{i,t} x_{i,t})^1 \widehat{\gamma_i} - \lambda_i^1 \widehat{F_t} \quad (49)$$

$$\Delta \widehat{S}_{i,t} = \text{sabit} + \Phi_i \widehat{S}_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{pi} \Phi_{i,j} \widehat{S}_{i,t-j} + \text{hata} \quad (50)$$

Westerlund ve Edgerton (2008) yukarıdaki istatistiksel hesaplamalar doğrultusunda panel eşbütünleşme testlerini elde etmek için aşağıdaki istatistikleri tanımlamıştır:

$$LM_{\Phi}(i) := T\Phi_i\left(\frac{\widehat{w}}{\sigma_i}\right) \quad (51)$$

$$LM_{\tau}(i) := \left(\frac{\Phi\tau}{SE(\Phi\tau)}\right) \quad (52)$$

Eşitlik (21)'de $\Phi\tau$, eşitlik (20)'deki Φ_i 'nin EKK tahminidir ve σ_i tahmini standart hatasıdır. Ayrıca $\widehat{w}_i^2$, $\Delta v_{i,t}$ 'nin tahmini uzun dönem varyansıdır. Eşitlik (51)'de $SE(\Phi\tau)$ ise $\Phi\tau$ 'nin tahmini standart hatasıdır.

Westerlund ve Edgerton (2008) $LM_{\Phi}(i)$ ve $LM_{\tau}(i)$ istatistiklerini temel alarak, iki test önermiştir. Bunlar;

$$\widehat{LM}_{\Phi}(N) := \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N LM_{\Phi}(i) \quad (53)$$

$$\widehat{LM}_{\tau}(N) := \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N LM_{\tau}(i) \quad (54)$$

Sonuç olarak standartlaştırılmış test istatistikleri aşağıdaki gibidir.,

$$Z_{\Phi}(N) = \sqrt{N} (\widehat{LM}_{\Phi}(N) - E(B_{\Phi})) \quad (55)$$

$$Z_{\tau}(N) = \sqrt{N} (\widehat{LM}_{\tau}(N) - E(B_{\tau})) \quad (56)$$

6.2.3.3.(3).(d). Panel Eş Bütünleşme Tahmincisi

Değişkenler arasında eş bütünleşmenin tespiti durumunda, uzun dönemli ilişkinin büyüklüğü ve yönünün belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle değişkenler arasında uzun dönem ilişkisinin varlığının tespiti, açıklayıcı değişkenlere ait uzun dönem parametrelerin tahminini gerektirmektedir. Uzun dönem katsayı tahmincileri; Kao ve Chiang (2000) tarafından geliştirilen panel OLS, panel DOLS (Dynamic OLS) ve FMOLS (Fully Modified OLS) tahmincileri, Mark vd.'nin önerdiği Dinamik SUR, Pedroni (2000, 2001) tarafından kullanılan panel DOLS ve FMOLS ile Pesaran (2006) CCE (Common Correlated Effect) tahmincileri kullanılabilir. Çalışmanın bir sonraki aşamasında eş bütünleşme vektörü Pesaran (2006) Ortak İlişkili Etkiler (Common Correlated Effect) modeli kullanılarak tahmin edilecektir. CCE eşbütünleşme tahmincileri nispi olarak küçük N ve T değerlerinde de istatistiksel olarak güvenilir sonuçlar üretmektedir. Bu yöntem çoklu gözlemlenemeyen ortak etkilerden kaynaklı yatay kesit bağımlılığını dikkate almakta, diğer yandan heterojen panel durumunda eğim katsayısının yatay kesitlerde farklılaşmasına izin vermektedir. Doğrusal heterojen panel veri modeli şu şekildedir (Pesaran, 2006: 979);

$$y_{it} = \alpha_i' d_t + \beta_i' x_{it} + e_{it} \quad (57)$$

Burada d_t $n \times 1$ boyutundaki gözlemlenen ortak etkiler vektörü, x_{it} $k \times 1$ boyutunda gözlemlenen bireysel spesifik açıklayıcı değişkenler vektörüdür ve hata terimi;

$e_{it} = y_{it} - f_t - x_{it}\beta_i$ olarak iki kısımdan oluşmaktadır. f_t , gözlemlenemeyen ortak etkiler vektörüdür. Gözlemlenemeyen faktörler tüm değişkenlerin kesit ortalamaları regresyona dahil edilerek modellenmektedir. Pesaran (2006) iki tahminci geliştirmiştir. CCEMG (Common Correlated Effects Mean Group Estimator) bireysel CCE tahmincilerinin aritmetik ortalamasıdır. CCEP (Common Correlated Effects Pooled Estimator) ise β_i 'nin, y_{it} bağımlı değişkenin x_{it} , d_t ve onun yatay kesit ortalamaları üzerine havuzlanmış regresyonundan elde edilmektedir;

$$\hat{b}_{CCEMG} = (1/N) \sum_{i=1}^N \hat{b}_i \quad (57)$$

$$\hat{b}_{CCEMG} = \left(\sum_{i=1}^N \theta_i X_i' \bar{M}_w X_i \right)^{-1} \sum_{i=1}^N \theta_i X_i' \bar{M}_w y_i \quad (58)$$

Pesaran (2006) CCE eşbütünleşme tahmincisi test hipotezi şu şekilde kurulmuştur:

H_0 : Katsayılar istatistiksel olarak anlamsızdır.

H_1 : Katsayılar istatistiksel olarak anlamlıdır.

6.2.4. Bulgular

Analizde her iki ülke grubu için sırasıyla homojenite, yatay kesit bağımlılığı, ikinci nesil panel birim kök, eşbütünleşme ve eşbütünleşme tahmincisi testleri uygulanmakta, elde edilen bulgular ayrıntılı şekilde açıklanmaktadır.

6.2.4.1. Gelişmiş Ekonomiler Üzerine Bir Uygulama

Alt başlıklarda gelişmiş ülkeler üzerine yapılan ekonometrik tahmin sonuçlarına yer verilmektedir.

6.2.4.1.(1). Katsayı Homojenlik Test Sonuçları

Bu çalışmada, homojenliği test etmek için Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Slope Homogeneity Test (Delta test) kullanılmıştır. Homojenite testinde sıfır hipotezi H_0 : Eğim katsayıları homojendir ve alternatif hipotez H_1 : Eğim katsayıları heterojendir şeklindedir. Homojenlik testi, ülkelerden birinde gerçekleşen değişim ile diğer ülkelerin aynı düzeyde etkilenip etkilenmediğini test etmektedir. Bu bağlamda, ekonomik yapıları birbirinden farklı olan ülkeler için oluşturulan modellerde katsayıların heterojen olması; ekonomik yapıları benzer ülke grupları için oluşturulan modellerde ise katsayıların homojen olması beklenmektedir. Tablo 6.6.'da gelişmiş ülkelere ait serilerin katsayı homojenite test sonuçları yer almaktadır. Test değerleri incelendiğinde eğim parametrelerinin homojen olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Dolayısıyla ekonomik yapıları birbirine yakın olan gelişmiş ekonomiler açısından sonuçlar tutarlılık göstermektedir. Başka bir deyişle, ülkelerden birinde gerçekleşen bir değişim ile diğer ülkelerin yaklaşık olarak aynı düzeyde etkilendiği bulgusu elde edilmiştir.

Tablo 6.6. Homojenite Test Sonuçları

<i>Testler</i>	β_1		β_2	
	<i>Test İstatistiği</i>	<i>Olasılık Değeri</i>	<i>Test İstatistiği</i>	<i>Olasılık Değeri</i>
Delta Tilde	0.248	0.402	0.248	0.402
Delta Tilde _{adj}	0.257	0.399	0.257	0.398

Delta testlerinde modelin homojen olduğu üzerine kurulu H_0 hipotezi %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde reddedilememektedir. Bu durum, seçilen ülke grubunda ekonomik büyümede meydana gelen bir değişikliğin, ülkelerde karbondioksit emisyonu üzerinde benzer etkiler doğurduğunu ortaya koymaktadır.

6.2.4.1.(2). Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Küreselleşmenin hızlanmasıyla birlikte dünyada, bir ülke ekonomisinde ortaya çıkan bir şokun diğer ülkeleri de etkilemesi söz konusudur. Bu durum, ampirik analizlerde yatay kesit bağımlılık “cross-section dependency” testleri ile belirlenebilmektedir. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığın bulunması durumunda, bu durumun göz önünde bulundurulması elde edilen analiz sonuçlarını önemli ölçüde etkilemektedir (Breusch ve Pagan, 1980). Ampirik bulgulara göre sıfır hipotezinin (H_0 : “Kesitler arası bağımlılık yoktur”) reddedilememesi, ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığının olmadığını yani bir ülkede ortaya çıkan makroekonomik bir şokun diğer ülkeleri etkilemediğini göstermektedir. Bu durumda modele birinci nesil panel birim kök testleri uygulamak gerekmektedir. Ancak, sıfır hipotezi reddedilir ve kesitler arası bağımlılığının olduğu tespit edilirse bu durumda da modele ikinci nesil panel birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir (Baltagi, 2008:284). Bu anlamda, yatay kesit bağımlılığı testleri, serilerin birim kök içerip içermediğini, birinci nesil mi yoksa ikinci nesil testlerle mi sınımanın doğru olacağına karar vermeye olanak sağlamaktadır.

Değişkenlerde kesitlerarası bağımlılığı test etmek için Breusch ve Pagan (1980) LM testi, Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD ve CDLM testleri ile Pesaran vd. (2008) tarafından geliştirilen LMadj testi kullanılmıştır. Tablo 6.7.’de yatay kesit bağımlılığı test sonuçları yer almaktadır.

Tablo 6.7’de yer alan yatay kesit bağımlılığı test sonuçlarına göre %1 anlamlılık düzeyinde kesitler arası bağımlılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuca göre, bir ülkede ortaya çıkan bir değişiklik diğer ülkeleri de etkilemektedir.

Tablo 6.7. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

<i>Değişkenler</i>	<i>LC</i>		<i>LG</i>		<i>LGG</i>	
<i>Testler</i>	<i>İstatistik Değeri</i>	<i>Olasılık Değeri</i>	<i>İstatistik Değeri</i>	<i>Olasılık Değeri</i>	<i>İstatistik Değeri</i>	<i>Olasılık Değeri</i>
CD _{lm1} (BP,1980)	154.895***	0.000	990.978***	0.000	990.978***	0.000
CD _{lm2} (Pesaran, 2004)	6.157***	0.000	73.097***	0.000	73.097***	0.000
CD _{lm3} (Pesaran, 2004)	-2.739***	0.003	26.119***	0.000	26.119***	0.000
LM _{adj} (PUY, 2008)	165.884***	0.000	141.062***	0.000	141.062***	0.000
<i>Eş Bütünleşme Denklemi</i>						
	<i>İstatistik Değeri</i>			<i>Olasılık Değeri</i>		
CD _{lm1} (BP,1980)	990.978***			0.000		
CD _{lm2} (Pesaran, 2004)	73.097***			0.000		
CD _{lm3} (Pesaran, 2004)	26.119***			0.000		
LM _{adj} (PUY, 2008)	141.062***			0.000		

Not: “***” işareti %1 seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Kesitler arası bağımlılığı dikkate almamak, makro ekonomik şokların paneli oluşturan tüm ülkeleri etkilemediğini varsaymaktır. Ancak bu karşılaşılan bir durum değildir. Bu sebeple, bulguların etkinliği için kesitler arası bağımlılığı dikkate alan ikinci nesil panel birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir (Nazlıoğlu, 2010: 142).

6.2.4.1.(3). Panel Birim Kök Test Sonuçları

Yapısal kırılmalı birim kök testlerinin güvenilirliği için en önemli husus kırılma tarihlerinin, sayılarının ve formlarının isabetli bir şekilde önceden tespit edilebilmiş olmasıdır. Burada meydana gelebilecek güçlükler Fourier birim kök testleri ile aşılmaya çalışılmaktadır. Zira bu tip testler sadece sert kırılmalara değil kademeli (gradual) kırılmalara (yumuşak geçişlere) da izin vermektedir ve testin modellenmesi aşamasında kırılma formunun ve tarihlerinin önceden biliniyor olmasına gerek yoktur. Analiz sonuçları, ikinci nesil panel birim kök testlerini uygulamaya olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada uygulanan nihai test yöntemi de Nazlıoğlu ve Karul (2017) tarafından ileri sürülen, kademeli geçiş ve kesitlerarası bağımlığa izin veren İkinci Nesil Panel Fourier LM tipi panel birim kök testidir (Fourier Panel LM). Söz konusu testin boş hipotezi “birim kök vardır” varsayımı üzerine kuruludur.

Testin sıfır hipotezi, “ H_0 : Birim kök içerir”; alternatif hipotezi ise “ H_1 : Birim kök içermez” şeklinde kuruludur. Tablo 6.8.’de bağımlı değişken LC’nin Fourier LM birim kök testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 6.8. LC Değişkeni Fourier LM Birim Kök Testi Sonuçları

<i>Ülkeler</i>	<i>Fourier tau LM₁</i> <i>k=1</i>	<i>Fourier tau LM₂</i> <i>k=2</i>	<i>Fourier tau LM₃</i> <i>k=3</i>
ABD	-0.537	-2.634	-2.239
Kanada	-1.704	-3.334	-3.029
Fransa	0.209	0.332	0.067
İngiltere	-0.976	-1.034	-0.557
Hollanda	-2.171	-2.038	-3.522
Danimarka	-1.142	-1.504	-2.202
İsveç	-1.517	-0.751	-0.401
Norveç	-0.782	-1.127	-0.804
Finlandiya	-5.191	-4.178	-4.577
İspanya	-1.700	-3.315	-2.636
İtalya	-3.515	0.016	0.662
Portekiz	-1.968	0.773	1.180
İrlanda	-1.393	-0.466	0.302
Panel Sonuçları			
Z_{LM} (İstatistik Değeri)	7.212	3.652	3.882
Olasılık Değeri	1.0000	0.999	1.0000

H_0 boş hipotezi %90, %95 ve %99 güven aralığında reddedilemez sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla karbondioksit emisyonu bağımlı değişkeni seviyede birim kök içermektedir. Tablo 6.9.'da LG bağımsız değişkeninin Fourier LM birim kök testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 6.9. LG Değişkeni Fourier LM Birim Kök Testi Sonuçları

<i>Ülkeler</i>	<i>Fourier tau LM₁</i> <i>k=1</i>	<i>Fourier tau LM₂</i> <i>k=2</i>	<i>Fourier tau LM₃</i> <i>k=3</i>
ABD	0.811	1.846	2.514
Kanada	-2.566	-1.221	-1.453
Fransa	0.243	0.086	1.335
İngiltere	-0.257	-0.637	-1.160
Hollanda	-0.111	0.517	1.386
Danimarka	0.813	0.615	1.243
İsveç	1.238	1.629	1.465
Norveç	-2.630	-0.570	-0.168
Finlandiya	0.076	0.614	0.104
İspanya	0.089	-0.314	-0.665
İtalya	-0.466	-1.459	-1.639
Portekiz	0.801	-1.785	-2.012
İrlanda	0.560	1.361	0.374
Panel Sonuçları			
Z_{LM} (İstatistik Değeri)	16.68	11.28	11.95
Olasılık Değeri	1.000	1.000	1.000

H_0 boş hipotezi %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde reddedilemez sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla ekonomik büyüme bağımsız değişkeni seviyede birim kök içermektedir. Tablo 6.10.'da LGG bağımsız değişkeninin Fourier LM birim kök testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 6.10. LGG Değişkeni Fourier LM Birim Kök Testi Sonuçları

<i>Ülkeler</i>	<i>Fourier tau LM₁</i> <i>k=1</i>	<i>Fourier tau LM₂</i> <i>k=2</i>	<i>Fourier tau LM₃</i> <i>k=3</i>
ABD	0.773	1.829	2.513
Kanada	-2.569	-1.225	-1.450
Fransa	0.237	0.082	1.331
İngiltere	-0.240	-0.615	-1.139
Hollanda	-0.129	0.504	1.366
Danimarka	0.819	0.615	1.248
İsveç	1.264	1.662	1.493
Norveç	-2.639	-0.575	-0.171
Finlandiya	0.063	0.609	0.100
İspanya	0.109	-0.307	-0.657
İtalya	-0.480	-1.477	-1.650
Portekiz	0.795	-1.793	-2.027
İrlanda	0.560	1.369	0.381
Panel Sonuçları			
Z _{LM} (İstatistik Değeri)	16.66	11.28	11.96
Olasılık Değeri	1.000	1.000	1.000

H_0 boş hipotezi %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde reddedilemez sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla ekonomik büyümenin karesi olan LGG bağımsız değişkeni seviyede birim kök içermektedir.

Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin seviyede birim kök içermesi yapısal kırılmalı eşbütünleşme testlerinden biri olan Westerlund & Edgerton (2008) eş bütünleşme testinin uygulanmasına olanak sağlamaktadır.

6.2.4.1.(4). Panel Eş Bütünleşme Testi Sonuçları

Yapısal kırılmaların dikkate alınması uygulanacak eşbütünleşme testlerinde sapmalı sonuçlar elde etmemek için oldukça önemlidir. Bu nedenle çalışmada, paneldeki serilerin düzeyde birim kök içerdiği göz önüne alınarak, Westerlund ve Edgerton (2008)'un yapısal kırılmalı eşbütünleşme testi uygulanmaktadır. Bu test, Lagrange Multiplier (LM) temelli, (Schmidt ve Phillips (1992), Ahn (1993) ve Amsler ve Lee (1995)) birim kök testlerinden geliştirilmiştir ve değişen varyans, serisel korelasyona da izin vermektedir. Öte yandan Westerlund ve Edgerton tarafından geliştirilen bu test sabit terimde ve eğimde (trend) her bir ülke için farklı tarihlerdeki

kırılmalara da olanak sağlamaktadır. Tablo 6.11.'de gelişmiş ülkeler üzerine uygulanan yatay kesit bağımlılığını ve yapısal kırılmaları göz önünde bulunduran yapısal kırılmalı eş bütünleşme test sonuçlarına yer verilmektedir.

Elde edilen $Z_{\tau}(N)$ istatistik sonuçlarına göre eş bütünleşmenin olmadığı üzerine kurulu sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Benzer şekilde $Z_{\phi}(N)$ istatistik sonuçlarına göre eş bütünleşmenin olmadığı üzerine kurulu sıfır hipotezi %10 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Dolayısıyla her iki istatistik değerine göre karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Tablo 6.11.'de aynı zamanda sabitte kırılma (level shift) ve rejim kırılması (regime shift) durumları için uygulanan panel eşbütünleşme testinin belirlediği her bir ülke için birer kırılma tarihi sunulmuştur.

Tablo 6.11. Yapısal Kırılmalı Eş Bütünleşme Test Sonuçları (Westerlund & Edgerton, 2008)

	$Z_{\tau}(N)$		$Z_{\phi}(N)$	
<i>Model</i>	<i>İst. Değeri</i>	<i>Olasılık Değeri</i>	<i>İst. Değeri</i>	<i>Olasılık Değeri</i>
Kırılmasız	-1.914**	0.027	-1.401*	0.080
Sabitte Kırılma	-0.453	0.325	-0.145	0.442
Rejim Kırılması	-1.727**	0.042	-1.317*	0.093
	<i>Kırılma Tarihleri</i>			
	<i>Sabitte Kırılma</i>		<i>Rejim Kırılması</i>	
ABD	2008		2008	
Kanada	1989		1989	
Fransa	1980		1978	
İngiltere	1979		2008	
Hollanda	1981		1981	
Danimarka	1995		1995	
İsveç	2009		2009	
Norveç	1989		1989	
Finlandiya	2004		2004	
İspanya	2008		2008	
İtalya	2008		2008	
Portekiz	1988		1988	
İrlanda	1978		1978	

Not: “***” işareti %1, “**” işareti %5 ve “*” işareti %10 seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre 5 ülkede (ABD, İngiltere, İsveç, İspanya ve İtalya) 2008 küresel finans krizinin etkisi görülmektedir.

6.2.4.1.(5). Panel Eş Bütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları

Eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra eşbütünleşme katsayıları, kesitler arası bağımlılığı dikkate alan, katsayılar da heterojenite tespit edildiği durumlarda da kullanılabilen ve Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE (Common Corelated Effects) yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. CCE tahminci testleri, bağımsız değişkenlerin seviyede birim kök içermediği ya da birinci dereceden eşbütünleşik olduğu durumlarda tutarlılık göstermektedir (Gazel, 2016:48). CCE modeli hem $T > N$ durumunda hem de $N > T$ olduğunda kullanılabilmektedir. Yatay kesit bağımlılığına izin verilmekte olan modelde kullanılan değişkenlerin aynı ya da farklı durağanlık derecesinde analiz edilebilmesi mümkün olmaktadır.

CCE tahmincileri bağımsız değişkenler ve gözlenemeyen ortak etkilerin durağan ve dışsal olduğunu varsaymakla birlikte, bunların durağan $I(0)$, birinci dereceden eşbütünleşik $I(1)$ olduğu durumlarda da tutarlıdır (Pesaran vd., 2008: 50).

Panelin geneli için geçerli olan eşbütünleşme katsayısı ise uzun dönem eşbütünleşme parametreleri Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCEMG yöntemi ile hesaplanmaktadır (Pesaran, 2006:967-1012). Eşbütünleşme, CCE ile tahmin edilmekte ve değişkenlerin eşbütünleşme katsayılarının tahmin sonuçları Tablo 6.12.'de sunulmaktadır.

Tablo 6.12.'de analize dahil edilen gelişmiş ülkelerdeki ekonomik büyüme (LG) ve ekonomik büyümenin karesinin (LGG) karbondioksit emisyonu oranı (LC) üzerindeki etkisi tek tek incelenmektedir.

İlk olarak LG değişkeninin LC bağımlı değişkeni üzerindeki etkisi ülke bazında ve genel olarak analiz edilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre Kanada, İngiltere, Finlandiya ve İspanya dışındaki tüm ülkelerde ekonomik büyümenin karbondioksit emisyonu üzerine etkisi %1, %5 veya %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Ülkeler tek tek incelendiğinde ise Norveç, Danimarka, Portekiz, İsveç ve Hollanda'da ekonomik büyümenin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi diğer ülkelere göre çok daha yüksek iken Fransa, İrlanda ve İtalya'da ekonomik büyümenin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi daha düşük ve pozitifdir. Dolayısıyla söz konusu 8 ülkede ekonomik büyüme arttıkça karbondioksit emisyonu da artmaktadır. Ancak ABD'de, katsayı istatistiksel olarak anlamlı fakat değişkenler arasındaki ilişki negatif bulunmuştur. Daha açık bir ifadeyle, ABD'de ekonomik büyümedeki bir artış karbondioksit emisyonunu azaltmaktadır. Panelin genelinde ise seçilmiş gelişmiş ekonomilerde ekonomik büyüme karbondioksit emisyonu üzerinde pozitif etkiye sahiptir.

Elde edilen sonuçları ülke bazında değerlendirmek gerekirse; kişi başına düşen gelirde %1 'lik bir artış karbondioksit emisyonunu Fransa'da %0.16, Hollanda'da %0.53, Danimarka'da %0.77, İsveç'te %0.58, Norveç'te %0.85, İtalya'da %0.20, Portekiz'de %0.59, İrlanda'da %0.16 arttırmaktadır. Kanada, İngiltere, Finlandiya ve İspanya'da sonuçlar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Diğer bir bağımsız değişken LGG'nin LC bağımlı değişkeni üzerindeki etkisi yine ülke bazında ve genel olarak analiz edilmektedir. Elde edilen bulgular, ABD, Fransa, Hollanda, Danimarka, İsveç ve Norveç'te kişi başına düşen gelirin karesinin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisinin negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Söz konusu ülkelerde ekonomik büyümenin ilk safhalarında büyüme arttıkça çevre kirliliği de artmakta (ki LG değişkeninin katsayısının pozitif olmasını bunu ifade etmektedir); ekonomik büyüme belli bir seviyeye ulaştıktan sonra

büyüme devam ederken çevre kirliliği azalmaya başlamaktadır (LGG değişkeninin katsayısının negatif olması da bunu ifade etmektedir).

LGG bağımsız değişkeninin LC değişkeni üzerindeki etkisi incelendiğinde Kanada, İngiltere, Finlandiya ve İspanya’da benzer şekilde katsayılar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. İtalya ve Portekiz’de ise katsayılar istatistiksel olarak anlamlı fakat değişkenler arasında pozitif bir ilişki olduğu bulgusu elde edilmiştir. Panelin genelinde ise gelişmiş ekonomilerde ekonomik büyümenin karesi karbondioksit emisyonu üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. Dolayısıyla gelişmiş ekonomilerde ÇKE hipotezinin sağlandığı, söz konusu ülkelerin ekonomik büyümede, çevre kirliliğinin azalmaya başlamasını ifade eden dönüm noktasını yakaladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Söz konusu ülkelerde elde edilen sonuçlar farklı şekilde temellendirilebilmektedir. Örneğin karbon vergisi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönlendirmede ve karbondioksit salınımını düşürerek çevresel problemlerin azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik bu tip araçlar, maliyet azaltımı açısından etkin olmakta ve iyi tasarlandıkları zaman çevre dostu teknolojilerin yayılmasını, geliştirilmesini ve bu alanda yapılacak yenilikleri teşvik etmektedirler (Uğur, 2014:347). Karbon vergisi, daha çok karbon salınımına yol açan enerji türlerinden daha az karbon salınımına neden olan enerji türlerine doğru talepte kayma yaratmayı amaçlamaktadır. Yaklaşık 30 yıldır uygulamada olan karbon vergisinin öncülüğünü, İskandinav ülkeleri yapmıştır. Karbon vergisi, ilk olarak Hollanda (1990), Norveç (1991), İsveç (1991) ve Danimarka (1992) gibi Avrupa ülkelerinde uygulanmaya başlamıştır. Karbondioksit vergisi bu ülkelerde tüketilen enerji türüne bağlı olarak, kg, litre, metre-küp gibi ünite başına konmakta ve daha çok karbon içeren enerji türleri, daha fazla vergilendirilmektedir (Uğur, 2014:348). Bu gelişmeler, söz konusu ülkelerdeki karbondioksit emisyonu oranlarındaki düşüşü ve çevresel sürdürülebilirlik konusundaki başarılarını açıklamaktadır.

Hidro enerji ve nükleer kaynaklara sahip olmayan Danimarka’da, temel yenilenebilir enerji kaynakları, rüzgar enerjisi ve biyokütledir. Özellikle rüzgâr enerjisinden dünya üzerinde en fazla faydalanan ülkedir. Off-shore (deniz) rüzgâr santralinde ise İngiltere’den sonra ikinci sıradadır (Deloitte, 2010:10). Ülke, 2020 yılına kadar elektrik ihtiyacının %50’sini rüzgâr enerjisinden karşılamayı hedeflemektedir. Danimarka’da yenilenebilir enerji alanındaki çalışmalar 1970’li yıllarda başlamaktadır. 1973 yılı itibarıyla ülkenin toplam enerji üretimi %90 oranında ithal petrole bağlıydı. Bu durum, 1973 ve 1979 yıllarındaki iki petrol krizi ile birlikte önemli ekonomik sorunlara neden olmuştur. Yaşanan sorunlar enerji arz güvenliğinin sağlanması bağlamında adımlar atılmasını zorunlu kılmıştır. Ülkede nükleer enerji karşıtı grupların güçlü olması ise yenilenebilir kaynaklara öncelik verilmesini sağlamıştır (IRENA, 2012:54-55). Bu da Danimarka’nın karbondioksit emisyonu oranını düşürerek çevresel sürdürülebilirlik konusundaki başarısına temel oluşturmaktadır.

Yenilenebilir enerjinin “Petrolsüz Ülke” sloganı ile devlet politikası olduğu İsveç’te enerji üretiminin %65’lik kısmı yenilenebilir kaynaklar ile sağlanmaktadır. En temel enerji üretim kaynakları %67,8’lik pay ile hidro enerji ve %17’lik pay ile biyokütle enerjisi gelmektedir. Rüzgâr enerjisi %15, güneş enerjisi ise %0,08’lik bir paya sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynakları ile elde edilen enerji miktarının bu denli yüksek olmasında ülkenin izlediği teşvik politikalarının önemli bir rolü vardır.

Norveç’te elektrik üretiminin tamamına yakını yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanıyor gibi görünse de, bunun %95’lik kısmını hidro enerji oluşturmaktadır. Diğer yenilenebilir kaynakların payı az olmakla birlikte rüzgâr enerjisi öne çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji üretimini teşvik etmek amacıyla ENOVA adında

bir kamu işletmesi kurulmuştur. Kuruluş ayrıca AB ile uluslararası enerji ajansının bu konudaki projelerinin ülkedeki yürütücülüğünü de üstlenmiştir. Ülkenin vergi hukuku ise, yenilenebilir enerji alanında yapılan yatırımlara geniş bir indirim ve istisna imkânı tanımaktadır (KPMG, 2015:49). Rüzgâr enerjisi tesislerinin kurulum maliyetlerinin %25'i devlet tarafından desteklenmektedir. Tarımda ve ulaşımda kullanılan biyokütle yakıtlara ise maksimum %40 oranında destek sağlanmaktadır.

Bunun dışında enerji vergileri de çevre kirliliğini azaltmayı teşvik eden önemli bir unsurdur. Bu bağlamda enerji vergileri neredeyse tüm dünya ülkelerinde fosil yakıtlar başta olmak üzere, elektrikten nükleer enerjiye kadar her türlü enerji çeşidine uygulanmaktadır. İstisnası ise yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Birçok ülke yenilenebilir enerji üretimini artırmak için yenilenebilir enerji kaynaklarını vergi kapsamı dışında tutmakta ya da vergi indirimine gitmektedir. Uygulamalara örnek olarak Hollanda'da yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik, enerji vergisinden istisnadır. İsveç'te ise, rüzgâr enerjisi başına belli tutarlarda vergi indirimi uygulaması mevcuttur (Uğur, 2014:349).

Enerji vergilerinin başlıca iki hedefinden bahsetmek mümkündür: Birincisi, enerjinin kullanımıyla oluşan çevreye zararlı emisyonların miktarını azaltmak, ikincisi ise enerji kaynaklarının kullanımında tasarruf sağlamaktır. Enerji vergilerinin asıl amacına uygun olarak çevresel kaygılarla konulduğu ülkelerin başında Hollanda gelmektedir. Uygulamaya konan enerji vergisi ile doğalgaz, elektrik, fuel oil ve kalorifer yakıtının fiyatı yükselmiş ve bu sayede enerji kullanımı hane halkında %5-10 oranında azalma göstermiştir (Uğur, 2014:348).

ABD'nin çevre dostu enerji kullanımı incelediğinde 2018 yılında, yenilenebilir enerji sektöründe ciddi oranda büyüme sağladığı ve yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payının, %17'lik rekor bir seviyeye ulaştığı belirtilmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'ndan (IEA) elde edilen verilere göre, Amerika Birleşik Devletleri'nin karbondioksit emisyonlarını %0,5 oranında azaltmayı başardığı ifade edilmektedir. ABD hava kirliliği zararlı etkilerinin azaltılması ve asgari düzeye düşürülmesi amacıyla yeni temiz hava yasası yürürlüğe girmiştir. Yeni temiz hava yasası düzenlemeleri ve uygulamaları için Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (United States Environmental Protection Agency – USEPA) yönetmelikler yayımlamaktadır. ABD'de kaya gazı yatakları ve kayalara depolanmış ham petrol kaynakları keşfedilmiştir ve bu durum da ABD enerji profili değişiminin ana nedeni kabul edilmektedir. Yakın zamana kadar Amerika temel yük kaynağı kömür yakıtlı termik santraller bağımlılığı %50 düzeyinde iken söz konusu bağımlılık günümüzde %30 seviyesine kadar gerilemiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nin sera gazı emisyonlarında mütevazı bir azalma görmüş olsa da; ABD, Çin'den sonra dünyada en fazla karbondioksit salınımı gerçekleştiren ikinci ülke konumundadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 55).

Yüksek gelirli ülkelerin yenilenebilir enerji kullanım oranları incelendiğinde, IEA verilerine göre; ülkelerin yenilenebilir enerji kullanım ortalamasının 1990 yılında %13 civarında iken; 2015 yılında bu oranın %21 dolaylarına yükseldiği görülmektedir. Dolayısıyla söz konusu dönemlerde, fosil enerjinin yerine yenilenebilir enerji kullanıldığı ve sürdürülebilir enerjinin sağlanması hususunda olumlu gelişmelerin yaşandığı ifade edilebilmektedir.

Tablo 6.12. Panel Eş Bütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları (CCE)

	<i>LC=f(LG)</i>			<i>LC=f(LGG)</i>		
	<i>Katsayı</i>	<i>Std. Hata</i>	<i>p-değeri</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Std. Hata</i>	<i>p-değeri</i>
<i>CCE</i>	0.278***	0.096	0.004	-0.139***	0.048	0.004
<i>Ülke Sonuçları</i>						
ABD	-0.085**	0.034	0.013	-0.042**	0.017	0.013
Kanada	0.062	0.061	0.313	0.031	0.030	0.313
Fransa	0.168**	0.081	0.039	-0.084**	0.041	0.039
İngiltere	-0.082	0.071	0.249	-0.041	0.035	0.249
Hollanda	0.533***	0.091	0.000	-0.266***	0.045	0.000
Danimarka	0.767***	0.232	0.001	-0.383***	0.116	0.001
İsveç	0.582***	0.148	0.000	-0.291***	0.074	0.000
Norveç	0.852***	0.210	0.000	-0.426***	0.105	0.000
Finlandiya	0.086	0.113	0.449	0.043	0.056	0.450
İspanya	-0.208	0.174	0.231	0.104	0.087	0.231
İtalya	0.200***	0.049	0.000	0.100***	0.024	0.000
Portekiz	0.593***	0.182	0.001	0.291***	0.091	0.001
İrlanda	0.163**	0.075	0.031	-0.082**	0.038	0.031
CCEP tahmininde Newey-West varyans-kovaryans tahmincisi kullanılmıştır.						
*, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı göstermektedir.						

Eşbütünleşme testi sonucunda 13 gelişmiş ülkeyi içeren panel genelinde elde edilen sonuçlar ise aşağıdaki şekildedir:

$$LC = \alpha + 0.278 LG - 0.139LGG + \varepsilon$$

Bu durumda, gelişmiş ekonomilerde kişi başına düşen gelirdeki %1’lik bir artış kişi başına düşen karbondioksit emisyonunu %0.278 arttırırken; kişi başına düşen gelirin karesinde %1’lik bir artış kişi başına düşen karbondioksit emisyonunu %0.139 azaltmaktadır. Dolayısıyla gelişmiş ekonomiler için elde edilen sonuçlar, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezindeki ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ters U ilişkisini desteklemektedir. LG değişkeninin katsayısı olan β_1 ‘in pozitif, LGG değişkeninin katsayısı olan β_2 katsayısının ise negatif olması gerektiği yönündeki beklentinin yapılan ekonometrik uygulamalar sonucunda gelişmiş ekonomilerde gerçekleştiği ifade edilebilmektedir.

Söz konusu ülkelerde son yıllarda ekonomik büyümenin devam etmesine rağmen karbondioksit emisyonu oranlarında düşüş gözlenmektedir. Bu ülkelerin genel anlamda, elde edilen sonuçlar doğrultusunda ÇKE hipotezinde söz edilen dönüm noktasını yakaladığını ifade etmek mümkündür.

6.2.4.2. Yükselen Piyasa Ekonomileri Üzerine Bir Uygulama

Alt başlıklarda yükselen piyasa ekonomileri üzerine yapılan ekonometrik tahmin sonuçlarına yer verilmektedir.

6.2.4.2.(1). Katsayı Homojenlik Test Sonuçları

Bu çalışmada, homojenliği test etmek için gelişmiş ülkeler uygulamasında olduğu gibi Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Slope Homogeneity Test (Delta test) kullanılmıştır. Homojenite testinde sıfır hipotezi H_0 : Eğim katsayıları homojendir ve alternatif hipotez H_1 : Eğim katsayıları heterojendir şeklindedir. Homojenlik testi, ülkelerden birinde gerçekleşen değişim ile diğer ülkelerin aynı düzeyde etkilenip etkilenmediğini test etmektedir. Bu bağlamda, ekonomik yapıları birbirinden farklı olan ülkeler için oluşturulan modellerde katsayıların heterojen olması; ekonomik yapıları benzer ülke grupları için oluşturulan modellerde ise katsayıların homojen olması beklenmektedir. Tablo 6.13.'de yükselen piyasa ekonomilerine ait serilerin katsayı homojenite test sonuçları yer almaktadır. Elde edilen bulgular incelendiğinde eğim parametrelerinin homojen olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Dolayısıyla ekonomik yapıları benzer olan yükselen piyasa ekonomileri açısından sonuçlar tutarlılık göstermektedir. Başka bir deyişle, ülkelerden birinde gerçekleşen bir değişim sonucu diğer ülkelerin yaklaşık olarak aynı düzeyde etkilendiği bulgusu elde edilmiştir.

Tablo 6.13 Homojenite Test Sonuçları

β_1			β_2	
Testler	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
Delta Tilde	0.457	0.676	0.442	0.671
Delta Tilde _{adj}	0.474	0.682	0.459	0.677

Delta testlerinde modelin homojen olduğu üzerine kurulu H_0 hipotezi %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde reddedilememektedir. Dolayısıyla katsayıların homojen olduğu bulgusu elde edilmiştir. Bu durum, seçilen ülke grubunda ekonomik büyümede meydana gelen bir değişikliğin, ülkelerde karbondioksit emisyonu üzerinde benzer etkiler doğurduğunu ortaya koymaktadır.

6.2.4.2.(2). Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Bir ülke ekonomisinde ortaya çıkan bir şokun diğer ülkeleri de etkilemesi söz konusudur. Bu durum, ampirik analizlerde yatay kesit bağımlılık “cross-section dependency” testleri ile belirlenebilmektedir. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığın bulunması durumunda, bu durumun göz önünde bulundurulması elde edilen analiz sonuçlarını önemli ölçüde etkilemektedir (Breusch ve Pagan, 1980). Ampirik bulgulara göre sıfır hipotezinin (H_0 : “Kesitler arası bağımlılık yoktur”) reddedilememesi, ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığının olmadığını yani bir ülkede ortaya çıkan makroekonomik bir şokun diğer ülkeleri etkilemediğini göstermektedir. Bu durumda

modele birinci nesil panel birim kök testleri uygulamak gerekmektedir. Ancak, sıfır hipotezi reddedilir ve kesitler arası bağımlılığının olduğu tespit edilirse bu durumda da modele ikinci nesil panel birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir (Baltagi, 2008:284). Bu anlamda, yatay kesit bağımlılığı testleri, serilerin birim kök içerip içermediğini, birinci nesil mi yoksa ikinci nesil testlerle mi sınamanın doğru olacağına karar vermeye olanak sağlamaktadır.

Değişkenlerde kesitlerarası bağımlılığı test etmek için Breusch ve Pagan (1980) LM testi, Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD ve CD_{LM} testleri ile Pesaran vd. (2008) tarafından geliştirilen LM_{adj} testi kullanılmıştır. Tablo 6.14.'de yatay kesit bağımlılığı test sonuçları yer almaktadır.

Tablo 6.14'de yer alan yatay kesit bağımlılığı test sonuçlarına göre %1 anlamlılık düzeyinde kesitler arası bağımlılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuca göre, yükselen piyasa ekonomileri ülke grubunda, bir ülkede ortaya çıkan bir değişiklik diğer ülkeleri de etkilemektedir.

Tablo 6.14. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

<i>Değişkenler</i>	<i>LC</i>		<i>LG</i>		<i>LGG</i>	
<i>Testler</i>	<i>İstatistik Değeri</i>	<i>Olasılık Değeri</i>	<i>İstatistik Değeri</i>	<i>Olasılık Değeri</i>	<i>İstatistik Değeri</i>	<i>Olasılık Değeri</i>
CD_{lm1} (BP,1980)	114.691***	0.004	551.199***	0.000	551.199***	0.000
CD_{lm2} (Pesaran, 2004)	2.938***	0.002	37.886***	0.000	37.886***	0.000
CD_{lm3} (Pesaran, 2004)	-3.541***	0.003	1.984**	0.024	1.984**	0.024
LM_{adj} (PUY, 2008)	181.511***	0.000	105.740***	0.000	105.740***	0.000
<i>Eş Bütünleşme Denklemi</i>						
	<i>İstatistik Değeri</i>			<i>Olasılık Değeri</i>		
CD_{lm1} (BP,1980)	551.199***			0.000		
CD_{lm2} (Pesaran, 2004)	37.886***			0.000		
CD_{lm3} (Pesaran, 2004)	1.984**			0.024		
LM_{adj} (PUY, 2008)	105.740***			0.000		

Not: “***” işareti %1 ve “**” işareti %5 seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Kesitler arası bağımlılığı dikkate almamak, makro ekonomik şokların paneli oluşturan tüm ülkeleri etkilemediğini varsaymaktır. Ancak bu karşılaşılan bir durum değildir. Bu sebeple, bulguların etkinliği için kesitler arası bağımlılığı dikkate alan ikinci nesil panel birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir (Nazlıoğlu, 2010: 142).

6.2.4.2.(3). Panel Birim Kök Test Sonuçları

Yapısal kırılmalı birim kök testlerinin güvenilirliği için en önemli husus kırılma tarihlerinin, sayılarının ve formlarının isabetli bir şekilde önceden tespit edilebilmiş olmasıdır. Burada meydana gelebilecek güçlükler Fourier birim kök testleri ile aşılmaya çalışılmaktadır. Zira bu tip testler sadece sert kırılmalara değil kademeli (gradual) kırılmalara (yumuşak geçişlere) da izin vermektedir ve testin modellenmesi aşamasında

kırılma formunun ve tarihlerinin önceden biliniyor olmasına gerek yoktur. Analiz sonuçları, ikinci nesil panel birim kök testlerini uygulamaya olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada uygulanan nihai test yöntemi de Nazlıoğlu ve Karul (2017) tarafından ileri sürülen, kademeli geçiş ve kesitlerarası bağımlılığa izin veren İkinci Nesil Panel Fourier LM tipi panel birim kök testidir (Fourier Panel LM). Söz konusu testin boş hipotezi “birim kök vardır” varsayımı üzerine kuruludur.

Testin sıfır hipotezi, “ H_0 : Birim kök içerir”; alternatif hipotezi ise “ H_1 : Birim kök içermez” şeklinde kuruludur. Tablo 6.15.’de yükselen piyasa ekonomileri için bağımlı değişken LC’nin Fourier LM birim kök testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 6.15. LC Değişkeni Fourier LM Birim Kök Testi Sonuçları

<i>Ülkeler</i>	<i>Fourier tau LM₁ k=1</i>	<i>Fourier tau LM₂ k=2</i>	<i>Fourier tau LM₃ k=3</i>
Brezilya	-0.704	-0.733	-1.856
Çin	-3.003	1.479	1.695
Şili	-0.139	-0.666	-1.242
Endonezya	-2.188	-3.471	-2.236
Güney Afrika	-1.918	-1.572	-2.233
Hindistan	0.574	-1.789	-0.276
Türkiye	-1.263	-1.320	-0.412
Filipinler	0.556	-0.106	-2.036
Malezya	-1.946	-2.670	-0.810
Pakistan	-1.881	-0.583	-0.520
Peru	-0.840	-0.058	-0.197
Kolombiya	-1.907	-4.142	-2.452
Meksika	-1.859	-3.858	-3.044
Panel Sonuçları			
Z_{LM} (İstatistik Değeri)	9.860	3.563	4.786
Olasılık Değeri	1.000	0.999	1.000

H_0 boş hipotezi %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde reddedilememektedir. Dolayısıyla karbondioksit emisyonu bağımlı değişkeni seviyede birim kök içermektedir. Tablo 6.16.’da LG bağımsız değişkeninin Fourier LM birim kök testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 6.16. LG Değişkeni Fourier LM Birim Kök Testi Sonuçları

<i>Ülkeler</i>	<i>Fourier tau LM₁</i> <i>k=1</i>	<i>Fourier tau LM₂</i> <i>k=2</i>	<i>Fourier tau LM₃</i> <i>k=3</i>
Brezilya	-0.882	-1.427	-1.148
Çin	0.726	1.380	2.950
Şili	-1.630	-2.523	-1.798
Endonezya	-0.867	-0.408	-0.412
Güney Afrika	-1.257	-0.759	-1.249
Hindistan	-1.610	1.091	0.441
Türkiye	-3.558	-1.343	-0.456
Filipinler	-0.011	-0.142	0.379
Malezya	-1.058	-1.591	-1.624
Pakistan	-1.662	0.079	-1.154
Peru	1.169	0.3051	0.695
Kolombiya	-2.994	-1.354	-1.008
Meksika	-0.897	-1.056	-1.100
Panel Sonuçları			
Z _{LM} (İstatistik Değeri)	10.760	8.053	9.073
Olasılık Değeri	1.000	1.000	1.000

H_0 boş hipotezi %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde reddedilemez sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla ekonomik büyüme bağımsız değişkeni seviyede birim kök içermektedir. Tablo 6.17.'de LGG bağımsız değişkeninin Fourier LM birim kök testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 6.17. LGG Değişkeni Fourier LM Birim Kök Testi Sonuçları

<i>Ülkeler</i>	<i>Fourier tau LM₁</i> <i>k=1</i>	<i>Fourier tau LM₂</i> <i>k=2</i>	<i>Fourier tau LM₃</i> <i>k=3</i>
Brezilya	-0.884	-1.427	-1.149
Çin	0.724	1.367	2.938
Şili	-1.653	-2.535	-1.799
Endonezya	-0.874	-0.413	-0.417
Güney Afrika	-1.259	-0.758	-1.248
Hindistan	-1.591	1.097	0.433
Türkiye	-3.558	-1.348	-0.459
Filipinler	-0.023	-0.145	0.378
Malezya	-1.035	-1.575	-1.609
Pakistan	-1.674	0.067	-1.166
Peru	1.172	0.308	0.695
Kolombiya	-3.005	-1.357	-1.013
Meksika	-0.897	-1.055	-1.098
Panel Sonuçları			
Z_{LM} (İstatistik Değeri)	10.740	8.044	9.061
Olasılık Değeri	1.000	1.000	1.000

H_0 boş hipotezi %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde reddedilememektedir. Dolayısıyla ekonomik büyümenin karesi olan LGG bağımsız değişkeni seviyede birim kök içermektedir.

Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin seviyede birim kök içermesi yapısal kırılmalı eşbütünleşme testlerinden biri olan Westerlund & Edgerton (2008) eş bütünleşme testinin uygulanmasına olanak sağlamaktadır.

6.2.4.2.(4). Panel Eş Bütünleşme Testi Sonuçları

Yapılacak eşbütünleşme tahminlerinde sapmalı sonuçları engellemek adına yapısal kırılmaların dikkate alınması oldukça önemlidir. Bu nedenle çalışmada, paneldeki serilerin düzeyde birim kök içerdiği göz önüne alınarak, Westerlund ve Edgerton (2008)'un yapısal kırılmalı eşbütünleşme testi uygulanmaktadır. Bu test, Lagrange Multiplier (LM) temelli, (Schmidt ve Phillips (1992), Ahn (1993) ve Amsler ve Lee (1995)) birim kök testlerinden geliştirilmiştir ve değişen varyans, serisel korelasyona da izin vermektedir. Öte yandan Westerlund ve Edgerton tarafından geliştirilen bu test sabit terimde ve eğimde (trend) her bir ülke için farklı tarihlerdeki

kırılmalara da olanak sağlamaktadır. Tablo 6.18.'de yükselen piyasa ekonomileri üzerine uygulanan yatay kesit bağımlılığını ve yapısal kırılmaları göz önünde bulunduran yapısal kırılmalı eş bütünleşme test sonuçlarına yer verilmektedir.

Elde edilen $Z_r(N)$ istatistik sonuçlarına göre eş bütünleşmenin olmadığı üzerine kurulu sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Benzer şekilde $Z_\phi(N)$ istatistik sonuçlarına göre eş bütünleşmenin olmadığı üzerine kurulu sıfır hipotezi %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Dolayısıyla her iki istatistik değerine göre karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Tablo 6.18.'de aynı zamanda sabitte kırılma (level shift) ve rejim kırılması (regime shift) durumları için uygulanan panel eşbütünleşme testinin belirlediği her bir ülke için birer kırılma tarihi sunulmuştur.

Tablo 6.18. Yapısal Kırılmalı Eş Bütünleşme Test Sonuçları
(Westerlund & Edgerton (2008))

	$Z_r(N)$		$Z_\phi(N)$	
<i>Model</i>	<i>İst. Değeri</i>	<i>Olasılık Değeri</i>	<i>İst. Değeri</i>	<i>Olasılık Değeri</i>
Kırılmasız	-4.531***	0.000	-3.583***	0.000
Sabitte Kırılma	-3.015***	0.001	-1.770**	0.038
Rejim Kırılması	-3.023***	0.001	-1.879**	0.030
	<i>Kırılma Tarihleri</i>			
	<i>Sabitte Kırılma</i>		<i>Rejim Kırılması</i>	
Brezilya	1980		2008	
Çin	2002		2002	
Şili	1981		1981	
Endonezya	1997		1997	
Güney Afrika	1989		2002	
Hindistan	2009		2011	
Türkiye	2000		2000	
Filipinler	1983		1983	
Malezya	1994		1994	
Pakistan	1979		1979	
Peru	2008		2008	
Kolombiya	1998		1998	
Meksika	1989		1982	

Not: “***” işareti %1, “**” işareti %5 ve “*” işareti %10 seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Uygulanan yapısal kırılmalı eş bütünleşme test sonuçlarına göre Türkiye’de 2001 krizinin etkisi görülmektedir. Ek olarak Malezya ve Endonezya’da Doğu Asya mali

krizinin etkilerine rastlanırken, Peru ve Brezilya’da 2008 küresel finans krizinin etkileri görülmektedir.

6.2.4.2.(5). Panel Eş Bütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları

Eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra eşbütünleşme katsayıları, kesitler arası bağımlılığı dikkate alan, katsayılarda heterojenite tespit edildiği durumlarda da kullanılabilen ve Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE (Common Corelated Effects) yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. CCE tahminci testleri, bağımsız değişkenlerin seviyede birim kök içermediği ya da birinci dereceden eşbütünleşik olduğu durumlarda tutarlılık göstermektedir (Gazel, 2016:48). CCE modeli hem $T > N$ durumunda hem de $N > T$ olduğunda kullanılabilmektedir. Yatay kesit bağımlılığına izin verilmekte olan modelde kullanılan değişkenlerin aynı ya da farklı durağanlık derecesinde analiz edilebilmesi mümkün olmaktadır.

CCE tahmincileri bağımsız değişkenler ve gözlenemeyen ortak etkilerin durağan ve dışsal olduğunu varsaymakla birlikte, bunların durağan $I(0)$, birinci dereceden eşbütünleşik $I(1)$ olduğu durumlarda da tutarlıdır (Pesaran vd., 2008: 50).

Panelin geneli için geçerli olan eşbütünleşme katsayısı ise uzun dönem eşbütünleşme parametreleri Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCEMG yöntemi ile hesaplanmaktadır (Pesaran, 2006:967-1012). Eşbütünleşme, CCE ile tahmin edilmekte ve değişkenlerin eşbütünleşme katsayılarının tahmin sonuçları Tablo 6.19’da yer almaktadır.

Tablo 6.19.’da analize dahil edilen yükselen piyasa ekonomilerindeki ekonomik büyüme (LG) ve ekonomik büyümenin karesinin (LGG) karbondioksit emisyonu oranı (LC) üzerindeki etkisi tek tek incelenmektedir.

Öncelikle LG değişkeninin LC bağımlı değişkeni üzerindeki etkisi ülke bazında ve genel olarak analiz edilmektedir. Elde edilen sonuçlar, Brezilya, Hindistan ve Kolombiya dışındaki tüm ülkelerde ekonomik büyümenin karbondioksit emisyonu üzerine etkisinin %1, %5 veya %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Ülkeler tek tek incelendiğinde ise Filipinler, Pakistan, Malezya, Peru ve Güney Afrika’da ekonomik büyümenin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi diğer ülkelere göre çok daha yüksek iken Şili, Çin, Meksika ve Türkiye’de ekonomik büyümenin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi daha düşük ve pozitifdir. Daha açık bir ifadeyle, söz konusu 9 ülkede ekonomik büyüme arttıkça karbondioksit emisyonu da artmaktadır. Buna ek olarak, Endonezya’da katsayı istatistiksel olarak anlamlı fakat değişkenler arasındaki ilişki negatif bulunmuştur. Dolayısıyla Endonezya’da ekonomik büyümedeki bir artış karbondioksit emisyonunu azaltmaktadır. Panelin genelinde ise seçilmiş gelişmiş ekonomilerde ekonomik büyüme karbondioksit emisyonu üzerinde pozitif etkiye sahiptir.

Elde edilen sonuçları ülke bazında değerlendirmek gerekirse; kişi başına düşen gelirden %1 ‘lik bir artış karbondioksit emisyonunu Çin’de %0.26, Şili’de %0.20, Güney Afrika’da %0.33, Türkiye’de %0.02, Filipinler’de %0.93, Malezya’da %0.85, Pakistan’da %0.90, Peru’da %0.44, Meksika’da %0.17 arttırmaktadır. Brezilya, Hindistan ve Kolombiya’da ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Diğer bağımsız değişken LGG’nin LC bağımlı değişkeni üzerindeki etkisi yine ülke bazında ve genel olarak analiz edilmektedir. Elde edilen bulgular, Filipinler, Pakistan, Malezya, Peru, Güney Afrika, Şili, Çin, Meksika ve Türkiye’de kişi başına düşen gelirin karesinin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisinin pozitif ve

istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Söz konusu ülkelerde ekonomik büyümenin ilk safhalarında büyüme arttıkça çevre kirliliği artmakta; ekonomik büyüme belli bir seviyeye ulaştıktan sonra büyüme devam ederken çevre kirliliği halen artmaya devam etmektedir. (LGG değişkeninin de katsayısı pozitif bulunmuştur).

LGG bağımsız değişkeninin LC değişkeni üzerindeki etkisi incelendiğinde Brezilya, Hindistan ve Kolombiya’da benzer şekilde katsayılar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Endonezya’da ise katsayılar istatistiksel olarak anlamlı fakat değişkenler arasında negatif bir ilişki olduğu bulgusu elde edilmiştir. Panelin genelinde ise yükselen piyasa ekonomilerinde ekonomik büyümenin karesi karbondioksit emisyonu üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir. Özetle; yükselen piyasa ekonomilerinde ÇKE hipotezinin sağlanmadığı, söz konusu ülkelerin ekonomik büyümede konusunda, çevre kirliliğinin azalmaya başladığını ifade eden dönüm noktasını yakalayamadığı sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla söz konusu ülke grubunda enerjide çevresel sürdürülebilirliğin sağlanamadığı ifade edilebilir.

Yükselen piyasa ekonomileri için yapılan analizlerden elde edilen sonuçların birtakım dayanakları mevcuttur. Örneğin Malezya, yenilenebilir enerji kaynaklarını çeşitlendirme ve geliştirme konusunda, enerji üretimi için biyokütle hammaddesinin yüksek maliyeti, küçük ölçekli hidroelektrik projeleri için oldukça katılaşmış bürokratik süreçler, atıktan enerjiye dönüşüm projeleri için başarılı belediye örneklerinin bulunmaması gibi bazı zorluklarla karşı karşıyadır. Bu durum Malezya’nın enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlayamamasının bir nedeni olarak ifade edilebilir.

Pakistan’ın enerji sektörü incelendiğinde; ülke, büyük bir arz-talep uçurumu, yaşlanan ve verimsiz bir güç iletim sistemi, pahalı termal güç üretimi gibi zorluklarla karşı karşıyadır. Ülkenin enerji kaynaklarını çeşitlendirebilmesi ve yenilenebilir enerji kaynakları elde edebilmesi için birtakım adımlar atılmakta; Çin-Pakistan Ekonomik Koridoru (CPEC) himayesinde projeler geliştirilmektedir.

Şili’nin ise 2018’de yayınlanan Enerji Trilemma Raporu’nda, 2018 yılı itibariyle toplam birincil enerjisinin %60’ını ithal etmekte olduğu ve uluslararası emtia fiyatlarındaki dalgalanmaya maruz kaldığı ifade edilmektedir. Ülke hükümeti, orta ve küçük ölçekli yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve geliştirilmesi, elektrik dağıtım sektörü ve enerji verimliliği için düzenleyici bir kanun çerçevesi oluşturulması; bölgesel şebeke entegrasyonunu, elektrik hareketliliğini ve akıllı şehirleri teşvik etmek gibi zorluklarla başa çıkmaya çalışmaktadır. Enerji kaynaklarının çeşitlendirilmemesi hem enerjide dışa bağımlılığı hem de fosil yakıt kullanımını artırmaktadır. Bu durum ise karbondioksit emisyonunda azaltıma gitmeyi ve enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlamayı zorlaştırmaktadır.

Brezilya ve Kolombiya ise; doğal afetler, enerji kaynaklarında çeşitliliğin sağlanamaması, servet dağılımının eşitsizliği, yetersiz ve verimsiz vergi toplama yöntemleri, ara bağlantılardan ve şebeke altyapısından verimli bir şekilde faydalanamama, yolsuzluk ve istikrarsızlık gibi temel zorluklarla siyasal değişikliklere başvurarak mücadele etmektedir (World Energy Trilemma Index, 2018: 48). Ülkelerin içinde bulunduğu mevcut durumlar, bahsedilen ülkelerin temiz enerji politikalarını şekillendirmesini zorlaştırmaktadır.

Çin’in karbondioksit emisyonunda ABD’yi geçerek en büyük karbondioksit emisyon salınımını gerçekleştiren ülke konumuna geldiği görülmektedir. Çin’de yayılan karbondioksit emisyonunun büyük bir bölümü kömür kullanımından kaynaklanmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı’nın 2015’te yayınladığı raporda 2030 yılında Çin dünyanın en büyük kömür üreticisi ve tüketicisi olmaya devam edeceği ifade edilmektedir. Benzer şekilde Hindistan’ın enerji kullanımında da fosil yakıtlar

önemli bir yer tutmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre Hindistan'da enerji talebinin yaklaşık %44'ü kömürden sağlanmaktadır. Bu durum, Hindistan'ı karbondioksit salınımı konusunda dünya ülkeleri içerisinde 4.sıraya yerleştirmektedir (IEA, 2015, 51-54).

Yükselen piyasa ekonomilerinin genel durumu değerlendirildiğinde söz konusu ülkelerin enerji ihtiyacını fosil yakıtlardan karşılamaları, üretimlerinde çevre dostu kaynaklar yerine kömür gibi karbondioksit salınımı yüksek olan enerji kaynaklarını tercih etmeleri, yenilenebilir enerji çeşitliliğinin azlığı, şebeke altyapısından verimli bir şekilde faydalanamama, verimsiz vergi toplama yöntemleri gibi sebeplerle enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlayamadığı ifade edilebilmektedir.

2018'de yayınlanan Enerji Trilemma Raporu'nda, dünyanın en hızlı gelişen ekonomilerinden ikisi olan Çin ve Hindistan'ın, yüksek karbondioksit emisyonu oranlarına rağmen fosil yakıt kullanımlarını azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarını artırmak için gelişmiş ülkelere göre çok daha hızlı adımlar attığı ifade edilmektedir. Dünyadaki yenilenebilir enerji üretim kapasitesindeki büyümenin neredeyse yarısını tek başına Çin oluşturmaktadır. Ülkenin mevcut durumda, beş yıl önceki duruma göre 36 kat daha fazla güneş enerjisi kapasitesine sahip olduğu belirtilmektedir. Hindistan'ın da benzer şekilde güneş enerjisi kapasitesi 2016'dan bu yana neredeyse iki katına çıkardığı ifade edilmektedir.

Son on yılda Türkiye enerji verimliliği konusunda ciddi bir ilerleme kaydetmiştir. Ancak buna rağmen, gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında halen "enerji yoğun" ekonomilerden biri olma özelliğini taşımaktadır. Sürdürülebilir enerji konusunda başarı elde edebilmek için Türkiye'nin enerji yoğunluğunun düşürülmesi ve enerji verimliliği alanında iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. Bu amaçla onuncu kalkınma planında sürdürülebilir enerjiyi sağlamaya yönelik politika hedeflerine de yer verildiği görülmektedir. Söz konusu kalkınma planında, doğal kaynakların etkin kullanımını ve çevresel bozulmaların önlenmesini sağlayacak temiz teknolojilerin geliştirilmesine yönelik Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerin destekleneceği vurgulanmaktadır (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2013: 102-103).

Onuncu Kalkınma Planında yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik belirlenen hedefler:

- Elektrik üretimi amacıyla henüz değerlendirilememiş su potansiyelinin yapılabilirlik kriterlerini ve çevresel kriterleri sağlaması durumunda hızla yatırıma dönüştürülmesi

- Rüzgâr, güneş, biyokütle ve jeotermal kaynakların elektrik üretiminde kullanılmasına yönelik potansiyelin tam olarak tespit edilmesi, bu kapsamda jeotermal aramaların hızlandırılması

- Su kaynakları dışındaki yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin artırılması için yatırım gerçekleştirmelerine yönelik izleme ve değerlendirme yapılması

- Biyokütle, jeotermal ve güneş kaynaklarının birincil enerji amacıyla değerlendirilmesi için mevcut potansiyelin harekete geçirilmesi

şeklinde sıralanabilir. Türkiye'de enerji alanındaki son gelişmeler incelendiğinde planda belirtilen hedeflere çoğunlukla ulaşıldığı görülmektedir. Türkiye'nin devam eden ekonomik büyümesini ve enerji talebini karşılayabilmek için muazzam yatırım hacimlerinin gerektiği ifade edilmektedir. Türkiye'de, birincil enerji tüketiminin %27'si ve elektrik üretiminin %50'si yerli kaynaklar tarafından karşılanmaktadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 142).

Türkiye'de istatistiksel olarak anlamlı bulunan eş bütünleşme katsayısının diğer yükselen piyasa ekonomilerine göre düşük olması dikkat çekmektedir. Bulgulara göre

Türkiye’de kişi başına düşen gelirden %1’lik bir artış karbondioksit emisyonunu %0.02 oranında arttırmaktadır. Kişi başına düşen gelirin karesinde %1’lik bir artış ise karbondioksit emisyonunu %0.01 arttırmaktadır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre Türkiye, enerjinin çevresel sürdürülebilirliği konusunda gelecek vadetmektedir. Ülkede yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik pek çok girişimde bulunmaktadır (World Energy Trilemma Index, 2018: 142; T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 20.02.2019, www.enerji.gov.tr). 2017’de güneş enerjisi ve kara rüzgâr enerjisinden faydalanabilmek adına her biri için iki adet 1000 mw’lık enerji üretimi sağlayan iki rekabetçi ihale tamamlanmıştır. Yine 2017 yılında, yaklaşık %70’i güneş ve rüzgâr enerjisinden oluşmak üzere yenilenebilir kaynaklardan elde edilen 8222 mw’lık enerji kapasiteye ilave edilmiştir. Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) tarafından 2017 yılında 3000 mw rüzgâr enerji kapasitesi ihale tahsisleri tamamlanmıştır. Yaklaşık 300 mw’lık yeni jeotermal enerji kapasitesi 2017 yılında devreye girmiştir. Bu durum, 2017 yılında net ilave kurulu kapasite bakımından Türkiye’yi ikinci sıraya taşımıştır.

Tablo 6.19. Panel Eş Bütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları (CCE)

	$LC=f(LG)$			$LC=f(LGG)$		
	<i>Katsayı</i>	<i>Std. Hata</i>	<i>p-değeri</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Std. Hata</i>	<i>p-değeri</i>
CCE	0.310***	0.102	0.002	0.155***	0.051	0.002
Ülke Sonuçları						
Brezilya	0.008	0.065	0.897	0.003	0.032	0.897
Çin	0.198***	0.057	0.001	0.099***	0.028	0.001
Şili	0.204**	0.095	0.033	0.110**	0.047	0.033
Endonezya	-0.204*	0.112	0.068	-0.102*	0.056	0.063
Güney Afrika	0.334***	0.076	0.000	0.167***	0.038	0.000
Hindistan	0.091	0.086	0.291	0.045	0.043	0.291
Türkiye	0.023*	0.068	0.072	0.011*	0.034	0.080
Filipinler	0.927***	0.231	0.000	0.217***	0.115	0.000
Malezya	0.847***	0.114	0.000	0.313***	0.057	0.000
Pakistan	0.901***	0.244	0.000	0.443***	0.122	0.000
Peru	0.444**	0.177	0.012	0.222**	0.088	0.012
Kolombiya	0.132	0.123	0.285	0.066	0.061	0.271
Meksika	0.172***	0.053	0.001	0.086***	0.026	0.001
CCEP tahmininde Newey-West varyans-kovaryans tahmincisi kullanılmıştır.						
*, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı göstermektedir.						

Eşbütünleşme testi sonucunda 13 yükselen piyasa ekonomisini içeren panel genelinde elde edilen sonuçlar ise aşağıdaki şekilde yazılabilmektedir:

$$LC=\alpha + 0.310 LG + 0.155 LGG + \varepsilon$$

Bu sonuçlara göre, yükselen piyasa ekonomilerinde kişi başına düşen gelirdeki %1’lik bir artış kişi başına düşen karbondioksit emisyonunu %0.310 arttırırken; kişi başına düşen gelirin karesinde %1’lik bir artış kişi başına düşen karbondioksit emisyonunu %0.155 arttırmaktadır. Dolayısıyla yükselen piyasa ekonomileri için elde edilen sonuçlar, söz konusu ülke grubunda Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezindeki ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ters U ilişkisinin desteklenmediğini ortaya koymaktadır. LG değişkenin katsayısı olan β_1 ‘in pozitif, LGG değişkeninin katsayısı olan β_2 katsayısının ise negatif olması gerektiği yönündeki beklentinin yapılan ekonometrik uygulamalar sonucunda yükselen piyasa ekonomilerinde gerçekleşmediği ifade edilebilmektedir.

Karbondioksit salınım oranları incelendiğinde, söz konusu ülkelerde son yıllarda ekonomik büyümenin devam ederken karbondioksit emisyonu oranlarının da giderek arttığı gözlenmektedir. Bu ülkelerin genel anlamda, elde edilen sonuçlar doğrultusunda ÇKE hipotezinde söz edilen dönüm noktasını yakalayamadığını ve dolayısıyla enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlayamadığını ifade etmek mümkündür.

7. SONUÇ ve TARTIŞMA

Küreselleşme hareketlerinin artması, hızlı nüfus artışı, teknolojik gelişmeler gibi nedenler enerjiye olan ihtiyacı hızla arttırmakta ve nihayetinde enerji, toplumların gelişmişlik düzeyinin en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir. 1973 yılında yaşanan petrol kriziyle birlikte giderek artan petrol ve doğal gaz fiyatları, enerji çeşitliliğinin önemini ortaya koyarak bütün dünyada yenilenebilir enerjiye doğru bir yönelimi beraberinde getirmiştir. Özellikle fosil yakıt kaynaklı enerji kullanımının dünya genelinde sera etkisi yaratan gazların salınımını arttırması ve küresel ısınmaya sebep olması, çevre dostu enerji kaynaklarının önemini giderek arttırmıştır. Fosil yakıt kullanımı, insan sağlığını ve biyolojik çeşitliliği olumsuz etkileyen zararlı gazlar açığa çıkarmakta ve geleceği tehdit eden çevresel problemleri de beraberinde getirmektedir. 1990'lı yıllardan itibaren artan endüstriyel faaliyetler sonucu çevresel problemlerin hızla artmasıyla birlikte enerji ve çevre ilişkisinin ekonomi biliminin araştırma konusu haline geldiği görülmektedir. Üretim aşamasında sera gazı salınımına neden olmayan yenilenebilir kaynaklı enerjiler “temiz enerji” olarak nitelendirilmektedir. Yaşanan petrol krizi ile birlikte zaman içerisinde çevre bilincinin artması, temiz enerji kaynaklarının destek görmesini sağlamış ve enerjinin çevresel sürdürülebilirliği önem kazanmıştır.

21. yüzyılda güvenli ve sürdürülebilir enerji tedariki dünyanın karşılaştığı en büyük sorunlardan biri olmuştur. Ülkelerin enerji üretimi ve kullanımının sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için insanın sebep olduğu çevresel tahribatların önlenmesi gerekmektedir. Çevre tahribatının en önemli sonucu ise iklim değişikliğidir. Enerji tüketiminin son 30 yılda %40 arttığı ve dünya genelinde enerji kullanımının yaklaşık %80'inin fosil kaynaklı olduğu görülmektedir. Ülkelerin ağırlıklı olarak fosil yakıt kullanımları hem enerjide dışa bağımlılığı arttırmakta, hem de atmosfere yayılan sera gazı miktarında artışa neden olarak enerjinin sürdürülebilirliğini engellemektedir.

Doğada yenilenemeyen enerji kaynakları olarak nitelendirilen fosil yakıtların kullanımı, sera gazı salınımının yarattığı çevre kirliliği yoluyla insan sağlığını tehdit etmekte, yaşam kalitesini düşürmekte ve küresel ısınmaya yol açmaktadır. Küresel ısınma buzulların erimesi, verimli tarım arazilerinin yok olması ve deniz seviyelerinin yükselmesi gibi birçok problemi beraberinde getirmektedir. Küresel ısı artışını önlemenin ilk koşulu, fosil yakıt kullanımını azaltarak, enerji altyapısını yenilenebilir enerjileri kullanmaya uygun duruma getirmek olacaktır. Bu bağlamda sanayileşmiş ülkeler, sera gazı içerisinde büyük payı olan karbondioksit emisyonunu kontrol edebilmek için çevresel anlaşmalar ve toplantılar düzenlemeye başlamışlardır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde imzalanan ve 11 Aralık 1997 tarihinde Japonya'nın Kyoto şehrinde kabul edilen ve 2005 tarihinde yürürlüğe giren Kyoto Protokolü, iklim değişikliği ve bunun yol açtığı çevre sorunları ile mücadelede temel bir adım olarak kabul edilmiştir. Bu protokolü imzalayan ülkeler, başta karbondioksit olmak üzere sera etkisine neden olan gazların emisyonunu azaltmayı taahhüt etmişlerdir. İklim değişikliği ve çevresel problemlere önlem olarak düzenlenen anlaşmalardan biri de Aralık 2015'de kabul edilen ve dönüm noktası olarak nitelendirilen Paris İklim Anlaşması'dır. 195 ülke tarafından kabul edilen anlaşma, temiz enerjiye geçişte yol gösterici bir nitelik taşımaktadır. Anlaşma, uzun vadede küresel ısınmayı 1,5°C ile sınırlamayı amaçlamaktadır. Dolayısıyla, alınan küresel önlemler ışığında, enerjinin çevresel sürdürülebilirliği, ülkelerin enerji politikalarını şekillendirmesinde önemli rol oynamaktadır.

2013 Dünya Enerji Konseyi'nde adı geçen ve 2016 Dünya Enerji Konseyi'nde "Üçlü Enerji Açmazı" olarak da nitelendirilen "Enerji Trilemması" kavramı, son dönemde giderek önem kazanmıştır. Dünya Enerji Trilemma 2016 Raporu'nda, "üçlü enerji açmazı"nın temel unsurları; enerjide çevresel sürdürülebilirlik, güvenlik, enerjiye erişim olarak belirlenmiştir. Ayrıca raporda enerji verimliliği, dekarbonizasyon (karbonsuzlaştırma) gibi hedefler belirlenmiş ve sürdürülebilir bir enerji için çevre boyutunun önemi vurgulanmıştır (World Energy Trilemma Index, 2016).

Literatürde ekonomik büyüme ve çevre ilişkisi Çevresel Kuznets Eğrileri (ÇKE) hipotezi ile sınanmaktadır. İlk defa Grossman ve Krueger (1991) tarafından ortaya atılan bu hipoteze göre ekonomik büyüme öncelikle çevresel tahribata neden olmakta fakat ülkenin kişi başına düşen milli geliri belirli bir eşik değerine ulaştıktan sonra çevre kirliliği azalmaya başlamaktadır.

ÇKE, çevresel problemlerin arttığı 1990'lı yıllarda, Simon Kuznets (1955)'in geliştirdiği ve gelir dağılımındaki adaletsizlik ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen Kuznets Eğrisi'nden türetilmiştir. Kuznets eğrisi 1991'de Grossman ve Krueger tarafından çevreye uyarlanmış ve gelir dağılımındaki adaletsizlik değişkeni yerine çevre kirliliği değişkeni kullanılmıştır (Dinda, 2004:432). Diğer bir ifadeyle, ÇKE hipotezi, gelir düzeyi arttıkça çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak sera gazları emisyon düzeyinin de arttığını, fakat gelir düzeyinin belli bir eşik değere ulaşmasının ardından, emisyon düzeyinin azalmaya başladığını ifade etmektedir (Apergis ve Payne, 2010:650).

Bu çalışmada, Dünya Enerji Konseyi'nde, ülkelerin enerji konusundaki performansını değerlendirmek amacıyla ortaya atılan "Enerji Trilemması" kavramı üzerinde durulmuş ve bu kavramın en önemli kriterlerinden biri olan enerjinin çevresel sürdürülebilirliği ÇKE hipotezi sınaması yardımı ile gelişmiş ve yükselen piyasa ekonomilerinde değerlendirilmeye çalışılmıştır. Her iki ülke grubunu değerlendirirken dinamik panel veri analizi ve güncel ekonometrik yöntemlerden yararlanılmıştır. Çalışmada 1975-2016 dönemine ait yıllık veri seti kullanılmış, IMF raporlarında yer alan ve yükselen piyasa ekonomileri olarak isimlendirilen toplam 13 yükselen piyasa ekonomisine ve 13 gelişmiş ekonomiye ait kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (G) ve kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'nın karesi (GG) bağımsız değişken olarak; kişi başına düşen Karbondioksit Emisyonu (C) bağımlı değişken olarak modele dahil edilmiştir. Çalışmada, bağımsız değişkenlerin fosil enerji kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan karbondioksit emisyonunu ne yönde etkilediği ölçülmeye ve enerjide çevresel sürdürülebilirliğin söz konusu ülke gruplarında sağlanıp sağlanmadığı ÇKE hipotezi yardımı ile belirlenmeye çalışılmıştır.

Enerjide çevresel sürdürülebilirliğin sağlanıp sağlanmadığını test etmek amacıyla, önce modelde bağımsız değişken katsayısının homojenliği ve kesitler arası bağımlılık olup olmadığı test edilmiştir. Bu analizler sonucunda, güncel ikinci nesil panel birim kök testlerinden biri olan ve yapısal kırılmaları dikkate alan Nazlıoğlu ve Karul (2017) tarafından geliştirilen Panel Fourier LM Birim Kök Testinden yararlanılmış, değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin olup olmadığı ise Westerlund ve Edgerton (2008)'in yapısal kırılmaları dikkate alan eş bütünleşme testi kullanılarak analiz edilmiştir. Değişkenlerin uzun dönem katsayıları ise kesitler arası bağımlılığı dikkate alan ve Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE (Common Correlated Effects) tahmincisi ile tahmin edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; gelişmiş ekonomilerde karbondioksit emisyonu ve kişi başına düşen gelir arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu bulgusu elde edilmiştir. Gelişmiş ekonomilerin genelinde elde edilen sonuçlara göre; kişi başına düşen gelirdeki

bir artış kişi başına düşen karbondioksit emisyonunu arttırmakta; kişi başına düşen gelirin karesinde bir artış ise kişi başına düşen karbondioksit emisyonunu azaltmaktadır. Elde edilen sonuçlar, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezindeki gelir ve çevre kirliliği arasındaki ters U ilişkisini desteklemektedir. LG değişkenin katsayısı olan β_1 'in pozitif, LGG değişkeninin katsayısı olan β_2 'nin ise negatif olması gerektiği yönündeki beklentinin yapılan ekonometrik uygulamalar sonucunda gelişmiş ekonomilerde gerçekleştiği görülmektedir. Karbondioksit emisyonu verileri incelendiğinde, söz konusu ülkelerde son yıllarda ekonomik büyüme devam ederken karbondioksit emisyonu oranlarında düşüş gözlenmektedir. Dolayısıyla gelişmiş ekonomilerde gelir belirli bir eşik değere ulaştıktan sonra çevre kirliliği azalmaya başlamaktadır. Bu ülkelerin genel olarak ÇKE hipotezinde söz edilen dönüm noktasını yakaladığı ve söz konusu ülkelerin enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Uygulama sonuçları ülke bazında değerlendirildiğinde, gelişmiş ekonomilerden Norveç, Danimarka, Portekiz, İsveç ve Hollanda'da kişi başına düşen gelirin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi diğer ülkelere göre çok daha yüksek ve pozitif iken Fransa, İrlanda ve İtalya'da ekonomik büyümenin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi daha düşük ve pozitif bulunmuştur. Dolayısıyla söz konusu 8 ülkede beklenildiği gibi β_1 katsayısı pozitif bulunmuş yani kişi başına düşen gelir arttıkça karbondioksit emisyonunun da arttığı görülmüştür. Ancak ABD'de kişi başına düşen gelirdeki bir artış karbondioksit emisyonunu azaltmaktadır. ABD'nin sera gazı emisyonlarında bir azalma görülmüş olsa da ABD, Çin'den sonra dünyada en fazla karbondioksit salınımı gerçekleştiren ikinci ülke konumundadır. Kanada, İngiltere, Finlandiya ve İspanya ülkeleri için sonuçlar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Gelişmiş ülkelerde kişi başına düşen gelirin karesinin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi incelendiğinde, elde edilen bulgular; ABD, Fransa, Hollanda, Danimarka, İsveç ve Norveç'te, uygulamada β_2 katsayısı olarak gösterilen kişi başına düşen gelirin karesinin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisinin negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. İskandinav ülkelerinin temiz enerji politikaları incelendiğinde, karbon vergisinin öncülüğünü yaptıkları görülmektedir. Karbon vergisi, ilk olarak Hollanda (1990), Norveç (1991), İsveç (1991) ve Danimarka (1992) gibi Avrupa ülkelerinde uygulanmaya başlanmış olup karbon içeren enerji türleri, daha fazla vergilendirilmiştir. Bu gelişmeler, söz konusu ülkelerdeki karbondioksit emisyonu oranlarındaki düşüşü ve çevresel sürdürülebilirlik konusundaki başarılarını açıklamaktadır. Gelişmiş ekonomilerde, ekonomik büyümenin ilk safhalarında büyüme arttıkça çevre kirliliğinin de arttığı; ekonomik büyüme belli bir seviyeye ulaştıktan sonra ise büyüme devam ederken çevre kirliliğinin azalmaya başladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yükselen piyasa ekonomilerinin dahil edildiği analizlerde benzer şekilde değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Ampirik sonuçlar, yükselen piyasa ekonomilerinde; kişi başına düşen gelirdeki artışın, kişi başına düşen gelirin karbondioksit emisyonunu arttırdığını; kişi başına düşen gelirin karesindeki bir artışın da yine kişi başına düşen karbondioksit emisyonunu arttırdığını göstermektedir. Yükselen piyasa ekonomileri için elde edilen sonuçlar, söz konusu ülke grubunda Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezindeki gelir ve çevre kirliliği arasındaki ters U ilişkisinin desteklenmediğini ortaya koymaktadır. LG değişkenin katsayısı olan β_1 'in pozitif, LGG değişkeninin katsayısı olan β_2 'nin ise negatif olması gerektiği yönündeki beklentinin yapılan ekonometrik uygulamalar sonucunda yükselen piyasa ekonomilerinde gerçekleşmediği dolayısıyla enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlayamadığı ifade edilebilmektedir. Karbondioksit salınım oranları incelendiğinde,

son yıllarda söz konusu ülkelerde, ekonomik büyüme devam ederken karbondioksit emisyonu oranlarının da giderek arttığı gözlenmektedir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda bu ülke grubunun, ÇKE hipotezinde söz edilen gelirdeki dönüm noktasını yakalayamadığını ve dolayısıyla enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlayamadığını ifade etmek mümkündür.

Yükselen piyasa ekonomilerinden Filipinler, Pakistan, Malezya, Peru ve Güney Afrika'da, uygulamada β_1 katsayısı olarak gösterilen kişi başına düşen gelirin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi diğer ülkelere göre çok daha yüksek ve pozitif iken Şili, Çin, Meksika ve Türkiye'de bu etki daha düşük ve pozitifdir. Diğer bir ifadeyle, söz konusu 9 ülkede kişi başına düşen gelir arttıkça karbondioksit emisyonunun da arttığı görülmektedir. Yükselen piyasa ekonomilerinde, uygulamada β_2 katsayısı olarak gösterilen kişi başına düşen gelirin karesinin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi incelendiğinde; Filipinler, Pakistan, Malezya, Peru, Güney Afrika, Şili, Çin, Meksika ve Türkiye'de bu katsayının pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle, söz konusu ülkelerde büyümenin çevre kirliliğine neden olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebepleri arasında, yükselen piyasa ekonomilerinin ortak özellikleri olarak karbon vergisine gereken önemin verilmemesi, atıkların enerjiye dönüşümü ve atık yönetimi konusunda başarılı belediye örneklerinin bulunmaması, hükümetler tarafından yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının teşvik edilmemesi gibi unsurlar olduğu görülmektedir. Ayrıca Brezilya, Hindistan ve Kolombiya'da β_1 ve β_2 katsayıları istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Sonuç olarak elde edilen bulgulara, gelişmiş ekonomilerin enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlayabildiği ancak yükselen piyasa ekonomilerinin enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlayamadığı tespit edilmiştir. Gelişmiş ülkelerin, gelir düzeyleri yüksek olması sebebiyle çevre ile uyumlu, bilgi ve teknolojiye dayalı enerji üretim yöntemlerine yöneldiği görülmektedir. Bu ülkeler, özellikle son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranını arttırmakta ve atık yönetimi konusunda yeni politikalar geliştirmektedirler. Ayrıca uyguladıkları sıkı çevreci politikalar ve karbon vergileri ile maliyetleri arttırarak karbondioksit emisyon düzeylerini düşürmeye çalışmaktadırlar. Gelişmiş ülkelerde, karbondioksit vergilerinin çevre kirliliğini azaltmayı teşvik eden önemli bir unsur olduğu görülmektedir. Hollanda, Norveç, İsveç gibi birçok gelişmiş ülke yenilenebilir enerji üretimini arttırmak için yenilenebilir enerji kaynaklarını vergi kapsamı dışında tutmakta ya da vergi indirimine gitmektedirler.

Diğer taraftan, yükselen piyasa ekonomilerinin özellikle düşük gelir düzeyleri nedeniyle bilgi ve teknoloji odaklı, çevre ile uyumlu enerji üretimini gerçekleştiremediği görülmektedir. Ayrıca bu ülkelerin, fosil yakıt ağırlıklı üretimleri nedeniyle karbondioksit emisyon oranlarını arttırmaya devam ettiği tespit edilmiştir. Söz konusu ülkelerin enerji ihtiyacını fosil yakıtlardan karşılamaları, üretimlerinde çevre dostu kaynaklar yerine kömür gibi karbondioksit salınımı yüksek olan enerji kaynaklarını tercih etmeleri, enerji kaynaklarında çeşitliliğin sağlanamaması, yenilenebilir enerji kullanımında gerekli olan teknolojik gelişmeler için ar-ge harcamalarına önem verilmemesi ve karbon vergilerinin caydırıcı bir araç olarak kullanılmaması gibi sebeplerle enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlayamadığı ifade edilebilir.

Yükselen piyasa ekonomilerinden özellikle Çin'in son 5 yılda öncesine kıyasla 36 kat daha fazla güneş enerjisi kapasitesine sahip olması, Hindistan'ın 2016 yılından bu yana güneş enerjisi kapasitesini neredeyse iki katına çıkarması gelecek için umut vadetmektedir. Ayrıca Türkiye 2017 yılından itibaren %70'i güneş ve rüzgâr enerjisinden oluşan, jeotermal enerjiyi de içeren yenilenebilir kaynaklardan elde edilen

enerji kapasitesine yaklaşık 8300 mw'lık enerji ilave etmiştir. Tüm bu gelişmeler, öne çıkan bazı yükselen piyasa ekonomilerinin son dönemde temiz enerji politikalarına önem verdiğini göstermektedir.

Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi yükselen piyasa ekonomilerinde de enerjide çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için, bu ülkelerde gelir düzeyi artışı sağlanarak temiz üretim tekniklerinin kullanımının teşvik edilmesi ve sıkı çevre politikaları ile karbondioksit emisyonunun düşürülmesi gerekmektedir. Bunun için, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttırılması, bu kaynaklarının kullanımı için gerekli teknolojik yenilikleri destekleyen politikalara ağırlık verilmesi ve fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması şarttır. Yükselen piyasa ekonomileri, gelir düzeylerini arttırarak, bilgi ve teknoloji ağırlıklı, çevreci üretim tekniklerine geçiş yaparak enerjide çevresel sürdürülebilirliği sağlayabilecektir. Bu ekonomilerde, karbonsuzlaştırma politikalarının izlenmesi hem ekonomik hem de çevresel açıdan enerjinin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için bir çözüm olacaktır. Dolayısıyla yükselen piyasa ekonomilerinde temiz enerjiye teşvik arttırılarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımını destekleyen yasal düzenlemelerin yapılması ve temiz enerjiye geçişte gerekli olan teknolojik yenilikler konusunda ar-ge çalışmalarına destek verilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- ACAR, Y. 2002. "İktisadi Büyüme ve Büyüme Modelleri", Vipaş A.ř. Yayınevi, Bursa.
- ADOM, P.K., BEKOE, W., AMUAKWA-MENSAH, F., MENSAH, J. T. ve BOTCHWAY, E., 2012. "Carbon Dioxide Emissions, Economic Growth, Industrial Structure, And Technical Efficiency: Empirical evidence from Ghana, Senegal, and Morocco on the Causal Dynamics". *Energy*, 47(1), ss. 314-325.
- AGRAS, J. ve CHAPMAN, D., 1999. "A Dynamic Approach to the Environmental Kuznets Curve Hypothesis". *Ecological Economics*, 28(2), ss. 267-277.
- AĞCA, B., 2002. "Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi", Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi, 7(3), ss. 30-40.
- AHMAD, A., ZHAO, Y., SHAHBAZ, M., BANO, S., ZHANG, Z., WANG, S. ve LİU, Y. 2016. "Carbon Emissions, Energy Consumption And Economic Growth: An Aggregate And Disaggregate Analysis Of The Indian Economy". *Energy Policy*, 96, ss.131-143.
- AHMED, K. ve LONG, W., 2012. "Environmental Kuznets Curve and Pakistan: an Empirical Analysis", *Procedia Economics and Finance*, 1, ss. 4-13.
- AHN, S. K., 1993. "Some Tests for Unit Roots in Autoregressive-Integrated-Moving Average Models with Deterministic Trends", *Biometrika*, 80(4), ss. 855-868.
- AKBOSTANCI, E., TRT-AçIK, S. ve TUNÇ, G.İ., 2009. "The Relationship Between Income and Environment in Turkey: Is There An Environmental Kuznets Curve?" *Energy Policy*, 37(3), ss. 861-867.
- AKÇOLLU, Y., 2003. "Elektrik Sektöründe Rekabet ve Regülasyon", Rekabet Kurumu, Uzmanlık Tezleri Serisi No.31, Ankara.
- AKOVA, İ., 2003. "Dünya Enerji Sorunu ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı" İstanbul Üniversitesi Coğrafiya Dergisi, (11), ss. 47-73.
- AKSAY, C.S., KETENOĞLU, O. ve KURT, L., 2005. "Küresel Isınma ve İklim Değışikliğı", Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 1(25), ss. 29-42.
- AKSÖZ, H., 2014. "Analysis of the Relationship Between Energy Import and Current Account Deficit in Turkey". Unpublished Master's Thesis. İstanbul University, Institute of Social Sciences, Department of Economics Department of Economic Policy, İstanbul.
- AKSU, C., 2011. "Sürdürülebilir kalkınma ve Çevre". Güney Ege Kalkınma Ajansı, 1. ss. 1-34.
- ALEXANDER, G. ve BOYLE, G., 2004. "Introduction Renewable Energy", *Renewable Energy Power For a Sustainable Future*, 2nd edition., ed. Godfrey Boyle, Oxford University Press, ss. 2-18.
- ALGAN, N., 2001. "Enerji ve Çevre Etkileşimi Konusunda Uluslararası Tüzel Düzenlemeler ve Türkiye", Türkiye 3. Enerji Sempozyumu, "Küreselleşmenin" Enerji Sektöründe Yapısal Değışim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları, 5-6-7 Aralık, Ankara, ss. 263-277.
- ALHAJJI, A.F. 2007. "What Is Energy Security? Definitions and Concepts". *Midlle East Economic Survey*. 50(45), ss. 27-30.
- ALJAZEERA TÜRK., 2012. "Çevre Zirvesi 20 yıl sonra yeniden Rio'da, <http://www.aljazeera.com.tr/makale/cevre-zirvesi-20-yil-sonra-yeniden-rioda> (29.12.2018).
- ALTINAY, G. ve KARAGL, E.T., 2005. "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey". *Energy Economics*, 27, ss. 849-856.

- ALTINTAŞ, H., 2013. "Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 8(1), ss. 263-294.
- AMSLER, C., ve LEE, J., 1995. "An LM Test for a Unit Root in the Presence of a Structural Change". *Econometric Theory*, 11(2), ss. 359-368.
- ANG, J.B., 2007. "CO2 Emissions, Energy Consumption, and Output in France", *Energy Policy*, 35(10), ss. 4772-4778.
- ANGELIS-DIMAKIS, A., BIBERACHER, M., DOMINGUEZ, J., FIORESE, G., GADOCHA, S., GNANSOUNOU, E. ve AVRAAM, G.G. 2011. "Methods and Tools to Evaluate The Availability of Renewable Energy Sources", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, ss. 1182–1200.
- ANNICCHIARICO, B., BENNATO, A. R., ve COSTA, A., 2009. "Economic Growth and Carbon Dioxide Emissions in Italy, 1861-2003", ss.1-31.
- APERGIS, N. ve PAYNE, E., 2010. *The Emissions, Energy Consumption, And Growth Nexus: Evidence From The Commonwealth Of Independent States*, *Energy Policy*, 38, ss. 650–655.
- ARI, A. ve ZEREN, F., 2011. "CO2 Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi", *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2), ss. 37-47.
- ARI, V., 2007. "Energy Sources, Energy Planning and Energy Strategies". Unpublished Master’s Thesis. Çukurova University, Institute of Science Department of Mining Engineering, Adana.
- AROURI, M. E. H., YOUSSEF, A. B., M’HENNI, H., ve RAULT, C., 2012. "Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions in Middle East and North African Countries", *Energy Policy*, 45, ss. 342-349.
- ASTERIOU, D., ve HALL, S. G., 2007. "Applied Econometrics: A Modern Approach, Revised Edition". Hampshire: Palgrave Macmillan, 397s.
- ATICI, C. ve KURT, F., 2007. "Türkiye’nin Dış Ticareti ve Çevre Kirliliği: Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı", *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 13(2), ss. 61-69.
- AYTUN, C., 2014. "Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Panel veri Analizi", *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, (44), ss. 1-14.
- AZAM, M. ve KHAN, A.Q., 2016. "Testing the Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Comparative Empirical Study for Low, Lower Middle, Upper Middle and High Income Countries", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 63. 556-567. doi: 10.1016/j.rser.2016.05.052.
- AZOMAHOU, T., LAISNEY, F., ve VAN, P. N., 2006. "Economic Development and CO2 Emissions: A Nonparametric Panel Approach", *Journal of Public Economics*, 90(6-7), ss. 1347-1363.
- BAI, J., ve NG, S., 2004. "A PANIC Attack on Unit Roots and Cointegration", *Econometrica*, 72 (4), ss. 1127-1178.
- BALTAGI, B. H., 2005. "Econometrics Analysis of Panel Data", 3rd Edition. Chichester: John Wiley.
- BALTAGI, B. H., 2008. "Econometric Analysis of Panel Data". John Wiley & Sons.
- BARBIERI, L., 2006. "Panel Unit Root Tests: A Review", *Quaderni Del Dipartimento Di Scienze Economiche E Sociali. Serie Rossa*, N.43, Università Cattolica Del Sacro Cuore, Piacenza.
- BARDAKÇI TOSUN, S., 2016. Gçn Çevre Sorunlarına Etkileri, ISEM2016, 3rd International Symposium on Environment and Morality, 4-6 November 2016, Alanya – Turkey, ss. 675-684.

- BARLAS, N., 2013. Küresel Krizlerden Sürdürülebilir Topluma, Çağımızın Çevre Sorunları, 1. Baskı, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, İstanbul.
- BARTONE, C. R., 1995. "The Role of The Private Sector in Developing Countries: Keys to Success", In ISWA Conference on Waste Management-Role of the Private Sector, Singapore.
- BAŞAR, S. ve TEMURLenk, M.S., 2007. Çevreye uyarlanmış Kuznets eğrisi: Türkiye zerine bir uygulama. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 21(1), ss. 1-12.
- BAŞOL K., DURMAN M. ve ÖNDER H., 2007. Doğal Kaynakların ve Çevrenin Ekonomik Analizi, Alfa Aktüel Yayınları, İstanbul.
- BAYRAKTUTAN, Y., ve DEMİRTAŞ, I., 2011. "Gelişmekte Olan lkelerde Cari Açığın Belirleyicileri: Panel Veri Analizi". Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (22), ss. 1-28.
- BEKMEZ, S. ve NAKİPOğLU, F. (2012). Çevre vergisi-ekonomik büyüme ikilemi. Gaziantep University Journal of Social Sciences, 11(3), ss. 641-658.
- BENNETT, S., 2007. Encyclopedia of Energy, Global Media, Delhi.
- BİÇİCİ, R., 2008. "Türkiye'de Enerji Ekonomisi", Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak.
- BİLGİLİ, F., KOÇAK, E. ve BULUT, ., 2016. "The Dynamic Impact of Renewable Energy Consumption on Co2 Emissions: A Revisited Environmental Kuznets Curve Approach". Renewable and Sustainable Energy Reviews. 54, ss. 838-845.
- BİLGİNOğLU, M.A., 1989. "Ekonomik Büyüme-Enerji-Çevre İlişkisi". Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (8), ss. 79-86.
- BİRLEŞMİŞ MİLLETLER (BM)., 1992. Çevre ve Kalkınma Konferansı: Rio Bildirgesi, İlke 1.
- BİRLEŞMİŞ MİLLETLER (BM)., 2016. Kito, Habitat III Konferansı, Ekvator.
- BLAIR, M., 2008. Community Environmental Education as a Model for Effective Environmental Programmers, Australian Journal of Environmental Education, 24, ss. 45-53.
- BOCUTOğLU, E. 2015. Makro İktisat, Murathan Yayınevi, Trabzon.
- BODANSKY, D., 2004. International Climate Efforts Beyond 2012: A Survey Of Approaches", Pew Center on Global Climate Change.
- BOZLAğAN, R., 2010. "Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arka Planı". Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi, 0(50), ss. 1011-1028.
- BOZTAŞ, D., 2006. "Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Toplumlarda Çevre Sorunsalı", Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sivas.
- BÖLÜK, G., ve MERT, M., 2015. "The Renewable Energy, Growth and Environmental Kuznets Curve in Turkey: An ARDL Approach", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 52, ss. 587-595.
- BP, 2018. Coal, Statistical Review World Energy, <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/coal.html#coal-production/> (20.12.2018)
- BP, 2018. Statistical Review of World Energy. London, United Kingdom, <http://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf> (15.12.2018).
- BP, 2019. Statistical Review of World Energy. London, United Kingdom, <http://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/bp-statistical-review-of-world-energy-2019-full-report.pdf> (10.08.2019).

- BREITUNG, J., 2000. "The Local Power Of Some Unit Root Test For Panel Data", Nonstationary Panels, Panel Cointegration and Dynamic Panels, Advances in Econometrics, 15, ss. 161-177.
- BREUER, J. B., MCNOWN, R., ve WALLACE, M., 2002. "Series-Specific Unit Root Tests with Panel Data", Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 64(5), ss. 527-546.
- BREUSCH, T. S., ve PAGAN, A. R., 1980. "The Lagrange Multiplier Test And Its Applications to Model Specification in Econometrics". The Review of Economic Studies, 47(1), ss. 239-253.
- BROWN, G. ve GARNISH, J., 2004. "Introduction Renewable Energy", Renewable Energy Power For a Sustainable Future, 2nd edition., ed. Godfrey Boyle, Oxford University Press, ss. 341-383.
- BROWN, C.E., 2002. World Energy Resources. 1. Baskı, Springer, New York.
- BUDAK, Sevim. (2004), "Uluslararası Çevre Düzenlemeleri Bağlamında Politika Adalet ve Katılım". M.C. Marin ve Uğur Yıldırım (Ed.). Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar: Ekolojik, Ekonomik, Politik ve Yönetisel Perspektifler, Beta Yayıncılık, İstanbul, ss. 385-430.
- BURNETT, J. W., BERGSTROM, J. C., ve WETZSTEIN, M. E., 2013. "Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth in the US", Journal of Policy Modeling, 35(6), ss. 1014-1028.
- CAPP (Canadian Association of Petroleum Producers), 2010. <https://apps.neb-one.gc.ca/REGDOCS/File/Download/760548>, (15.12.2018)
- CARRION-I-SILVESTRE, J., DEL BARRIO-CASTRO, T. ve LOPEZ-BAZO, E., 2005. "Breaking The Panels: An Application to the GDP Per Capita", Econometrics Journal, 8, ss. 159-175.
- CENTER FOR ENERGY, PETROLEUM AND MINERAL LAW AND POLICY (CEPMLP), 2006. Security of International Oil and Gas. *A Project for the Economic and Social Research Council*. www.energyinst.org.uk/content/files/esrcinterim.pdf (01.03 2019).
- CENTER OF ENERGY ECONOMICS (CEE), 2008. Energy Security in South Asia. Energy Security Quaterly. www.sari-energy.org/EnergySecurityQuarterlies/ESQ1 January08.pdf (01.03 2019).
- CHEVALIER, J., 2005. Security of Energy Supply for the European Union www.dauphine.fr/cgemp/Publications/Articles/Chevalier%20SECURITY%20%20ENERGY%20SUPPLY.pdf (07.02.2019).
- CHICHILNISKY, G., 1997. "What is sustainable development?", Land Economics, (73), ss. 467-491.
- CHOI, I., 2001. "Unit Root Tests for Panel Data", Journal of International Money and Finance, (20), ss. 249-272.
- CHOW, P. C. Y., 1987. "Causality Between Exports and Industrial Development: Empirical Evidence from the NIC's". Journal of Development Economics, 26, ss. 55-63.
- CLEAN AIR TASK FORCE., 2001. "Cradle to Grave: The Environmental Impacts from Coal", Clean Air Task Force, Boston.
- CLINGENDAEL INTERNATIONAL ENERGY PROGRAMME (CIEP), 2004. "Study on Energy Supply Security and Geopolitics", Clingendael International Energy Programme Final Report, www.clingendael.nl/publications/2004/200401000ciep_study.pdf (12.02.2019).

- COLIN VOGEL,1999 “Coals Role in Electrical Power Generation:Will it Remain Competetive”, The Proceedings of the Technical Conference on Coal Utulization and Fuel Systems, Coal and Slurry Technology Association, USA, ss.13-24.
- CONSUMER ENERGY REPORT., 2010. “Natural Gas Storage and Delivery, Effect on the Environment”, <http://www.energytrendsinsider.com/research/natural-gas-storage-and-delivery-effect-on-the-environment/> (15.10.2018).
- COSTANTINI, V. ve GRACCEVA, F., 2004. Social Costs of Energy Disruption. FEEM Working Paper, 116 (4). <http://www.feem.it/Feem/Pub/Publications/WPapers/default>
- COŞKUN, A., 1982. Energy Saving Panel. Istanbul Chamber of Commerce Publication, January 14, Seminar Series
- ÇAĞLAR, A. E. ve MERT M., 2017. “Türkiye’de evresel Kuznets Hipotezi ve Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Karbon Salımı zerine Etkisi: Yapısal Kırılmalı EŞbütünleşme Yaklaşımı”. Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 24(1), ss. 21-38.
- ÇALISKAN, Ő., 2009. “Türkiye’nin Enerjide Dışa Bağımlılık Ve Enerji Arz Güvenliğı Sorunu”, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (25), ss. 297-310.
- ÇEPEL, N., 2008. Ekolojik Sorunlar ve zmleri, Tübitak Yayınları, Ankara.
- ÇETİN, R., 2013. “Kyoto Protokolü ve Bu erevede Kömür Sektörünün Geleceğı”, Elektrik Mühendisliğı Dergisi, (448):80-84.
- ÇINAR, S., 2010. “OECD lkelerinde Kişi Başına GSYİH Durağan mı? Panel Veri Analizi”, Marmaraniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, 29(2), ss. 591-601.
- ÇUKURÇAYIR, M. A., ve SAĞIR, H., 2008. “Enerji sorunu, evre ve alternatif enerji kaynakları”. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (20), ss. 257-278.
- DAM, M. M., Karakaya, E., ve Bulut Ő., 2013. “evresel Kuznet Eğırisi ve Türkiye: Ampirik Bir Analiz”, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, ss. 85–96.
- DE SILVA, S., HADRI, K., ve TREMAYNE, A. R., 2009. “Panel Unit Root Tests İn The Presence Of Cross- Sectional Dependence: Finite Sample Performance And An Application”, The Econometrics Journal, 12(2), ss. 340-366.
- DELOITTE, 2010. “New Life for Renewable Energy Resources: Renewable Energy Policies and Expectations”, The Energy and Natural Resources Indrusrty.
- DEMİRHAN, A., 2009. “Bankaların Sektrel Paylarındaki DeğıŐimin Nitel Bağımlı DeğıŐkenli Panel Veri Modeliyle Analizi”, İstanbl Üniversitesi İŞletme Fakültesi İŞletme İktisadı Enstitüsü Dergisi, 20 (64), ss. 78-97.
- DICKENS, M.H. ve FANELLI, M., 2005. “Geothermal Energy: Utilization And Technology”, eds. Mary H. Dickens and Mario Fanelli, CNR-Institute of Geosciences and Earth Resources, Earthscan, New York.
- DIJKGRAAF, E., VOLLEBERGH, H.R., 2005. “A Test for Parameter Homogeneity in CO2 Panel EKC Estimations”. *Environmental and Resource Economics*, 32(2), ss. 229-239.
- DİNÇER, M., 1996. evre Gönüllü Kuruluşları, Türkiye evre Vakfı, Ankara.
- DİNÇER, M.Z. ve ASLAN, ., 2008. “Sürdürülebilir Kalkınma Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Hidrojen Enerjisi: Türkiye Değerlendirilmesi”, İstanbül Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 2009-51 İstanbül.
- DINDA, S., 2004. “Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey”. *Ecological Economics*, 49(4), ss. 431–55.

- DİNLER, Z. 2003. İktisada Giriş, Ekin Kitapevi Yayınları, Bursa.
- DOĞANAY, H. ve COŞKUN, O., 2017. Enerji Kaynakları. *Pegem Atıf İndeksi*, 328s.
- DOLU, G. ve ÜREK, H., 2015. “Lisansüstü Öğrenciler “Çevre Kirliliği ve Elektromanyetik Kirlilik” Konusunda Yeterince Bilinçli mi?”. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 9(1), ss. 165-183. <http://dx.doi.org/10.17522/nefefmed.36630> (28.12.2018).
- DURA, C., 1991. “Çevre Sorunları ve Ekonomi”, Çevre Üzerine, Türkiye Çevre Vakfı Yayını.
- DURMAN, M. ve ÖNDER, H., 2015. Doğal Kaynaklar ve Çevre Ekonomisi, Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa.
- DÜNYA ENERJİ KONSEYİ TÜRK MİLLİ KOMİTESİ, 2009. "Dünya’da ve Türkiye’de Güneş Enerjisi." EKC Form Ofset, ISBN 978-605.
- DW, 2012. Rio’da Hayal Kırıklığı, <https://www.dw.com/tr/rioda-hayal-k%C4%B1r%C4%B1kl%C4%B1%C4%9F%C4%B1/a-16046999> (25.12.2018).
- DW, 2016. Çin ve ABD Paris İklim Anlaşması’nı onayladı, <https://www.dw.com/tr/%C3%A7in-ve-abd-paris-iklim-anla%C5%9Fmas%C4%B1n%C4%B1-onaylad%C4%B1/a-19524595> (25.12.2018).
- EDİGER, V.Ş., 2009. Türkiye’nin Sürdürülebilir Enerji Gelişimi. TÜBA, Günce, 39, ss. 18-25.
- EDİGER, V.Ş., AKAR, S. ve UĞURLU, B., 2006, “Forecasting production of fossil fuel sources in Turkey using a comparative regression and ARIMA model”, Energy Policy, 34(18), ss. 3836-3846.
- EGLI, H., 2004. “The Environmental Kuznets Curve-Evidence From Time Series Data for Germany” No. 03/28, Economics Working Paper Series.
- ELKIND, J., 2010. “Energy Security, Call for a Broader Agenda”, Energy Security, Economics, Politics, Strategies and Implications (Derl: Carlos Pascual ve Jonathan Elkind), Bölüm 6, ss. 119-149, Brookings Institution Press, Washington, D.C.
- ELLIOTT, D., 2004. “Tidal Power”, Renewable Energy Power For a Sustainable Future, 2nd edition., ed. Godfrey Boyle, Oxford University Press, pp.196-244.
- EMERSON, S., 2008. The Factors Encouraging High Oil Prices. The United States Senate Committee on Energy and Natural Resources, <https://energy.senate.gov/public/files/EmersonTestimony040308.pdf>
- EMREALP, S., (2005), Yerel Gündem 21 Uygulamalarına Yönelik Kolaylaştırıcı Bilgiler, IULA-EMME Yayını, İstanbul.
- ENDERS, W., ve LEE, J., 2012. “A Unit Root Test Using a Fourier Series to Approximate Smooth Breaks. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 74(4), ss. 574-599.
- ERATAŞ, F., ve UYSAL, D., 2014. “Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının “Brict” Ülkeleri Kapsamında Değerlendirilmesi”. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası, 64(1).
- ERDAL, L. ve KARAKAYA, E., 2012. “Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Ekonomik, Siyasi Ve Coğrafi Faktörler”. Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 31(1), ss. 107-136.
- ERDENER, H., ERKAN, S., EROĞLU, E., GÜR, N., ŞENGÜL, E. ve BAÇ, N., 2013. Sürdürülebilir Enerji ve Hidrojen, ODTÜ Yayıncılık, Ankara.

- ERDOĞAN, İ., TRKZ, K. ve GÖRÜŐ, M. Ő., 2015. "Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye Ekonomisi İçin Geçerliliği". Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (44).
- ERDOĞAN, M., 2014. "Turkey's Renewable Energy Potential is Examined with Thermodynamic Analysis Method, the Use of Renewable Energy Evaluate of Future Projections". Unpublished Master's Thesis. İstanbul Aydın University, Institute of Science, Department of Mechanical Engineering, İstanbul.
- ERGÜN, S., ve POLAT, M.A., 2017. G7 lkelerinde CO2 Emisyonu, Elektrik Tüketimi ve Büyüme İlişkisi. Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 5(2), ss. 257-272.
- ERSOY, A., Y., 2010. "Enerji Bağımlısı lkelerin Enerji Politikaları : Türkiye rneği" Sakarya, Yayınlanmış Doktora Tezi.
- ERTÜRK, H., 2009. Çevre Bilimleri, Ekin Yayınları, Bursa.
- ETKB, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2013). [http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSayfalar%2FNukleer Guc Santralleri ve Türkiye.pdf](http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSayfalar%2FNukleer%20Guc%20Santralleri%20ve%20Türkiye.pdf) (03.12.2018).
- ETKB, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı., 2018. Rüzgar. <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar> (02.11.2018).
- ETKB, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı., 2018. Kömür. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur> (20.12.2018).
- EULEFELD, G., 1979. "The UNESCO-UNEP Programme in Environmental Education", European Journal of Science Education, 1(1), ss. 113-118.
- EVERETT, R., BOYLE, G., PEAKE, S., ve RAMAGE, J. 2012. "Energy Systems And Sustainability: Power For a Sustainable Future", Oxford University Press.
- FARHANI, S., ve REJEB, J. B., 2012. "Energy Consumption, Economic Growth and Co2 Emissions: Evidence from Panel Data for MENA Region", International Journal of Energy Economics and Policy, 2(2), ss. 71-81.
- FISHER, R. A., 1932. Statistical Methods for Research Workers, 5th Edition, Edinburgh: Oliver & Boyd, Edinburg: Tweeddale Court London: 33 Paternoster Row, E.C., 319s.
- FODHA, M. ve ZAGHDOUD, O., 2010. "Economic Growth and Pollutant Emissions in Tunisia: An Empirical Analysis of The Environmental Kuznets Curve". Energy Policy, 38(2), ss. 1150-1156.
- FRANCIS, CD., 2012. "Noise Pollution Alters Ecological Services: Enhanced Pollination And Disrupted Seed Dispersal." Proc. R. Soc. B, The Royal Society, 279 (1739), ss. 2727-2735.
- FREDERICKS, C., 2007. Natural Gas: Fueling The Future, ed. Carrie Fredericks, Greenhaven Press.
- FREES, E. W., 2004. Longitudinal and Panel Data: Analysis and Applications in the Social Sciences, Cambridge University Press, 484s.
- FRENCH, H. 2002. "Küresel YnetiŐimi Yeniden Yapılandırma", Dünyanın Durumu 2002, TEMA Vakfı Yayınları, İstanbul, ss. 229-260.
- GAZEL, S., 2016. "Finansal Gelişme ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: 1990-2014 Yılları Zordaki Onlu lkeler Uygulaması/The Relationship Between Financial Development and Economic Growth: An Analysis on Troubled Ten Countries 1990-2014", Business and Economics Research Journal, 7(3), ss. 39-52.
- GENGENBACH, C., URBAIN, J. P., ve WESTERLUND, J., 2008. "Panel Error Correction Testing with Global Stochastic Trends", University of Maastricht, Working paper Meteor RM/08/051.

- GIULIANO, F.A., 1989. Introduction To Oil And Gas Technology, ed. Francis A. Giuliano, Prentice Hall, New Jersey.
- GLASSLEY, W.E., 2010. Geothermal Energy Renewable Energy and the Environment, CRC Press.
- GOURIRS, D.L., 1982. Wind Power Plants, Theory and Design. Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris and Frankfurt: Pergamon Press.
- GÖRMEZ K., 2007. evre Sorunları, Nobel Yayıncılık, Ankara.
- GÖRMEZ, K., 2015. evre Sorunları. Nobel Yayıncılık, Ankara.
- GREENE, W. H., 2003. Econometric Analysis. Pearson Education, India.
- GREENPEACE, 2012. Hükümet Rio'da Samba mı yapacak?, <http://www.greenpeace.org/turkey/tr/news/hukumet-rioda-samba-mi-yapacak-310512/> (29.12.2018).
- GROSSMAN, G.M. ve KRUEGER, A.B., 1995. Economic Growth And The Environment, The quarterly journal of economics, 110(2), ss. 353-377.
- GROSSMAN, G.M. ve KRUEGER, A.B., 1991. Environmental Impacts Of A North American Free Trade Agreement (No. w3914). National Bureau of Economic Research.
- GUJARATI, D., 2003. Basic Econometrics. Forth Edition, Singapura: McGraw-Hill.
- GUJARATI, D. N., ve PORTER, D., 2009. Basic Econometrics, Mc Graw-Hill International Edition.
- GUNNINGHAM, N., 2013. Managing the energy trilemma: The case of Indonesia. Energy Policy, 54, ss. 184-193.
- GUPTA, H. ve ROY, S., 2007. Geothermal Energy: An Alternative Resource for the 21st Century, Elsevier Academic Press.
- GUTIERREZ, L., 2006. "Panel Unit- root Tests for Cross- sectionally Correlated Panels: A Monte Carlo Comparison", Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 68(4), ss. 519-540.
- GÜÇLÜ, A., 2007. "Sürdürülebilir Kalkınma ve Türkiye'nin evre Politikaları", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- GLOLU, B. ve İSPİR, S., 2009. "Yeni Gelişmeler Işığında Türkiye'de Satın Alma Gücü Paritesi Önsavının Panel Birim Kök Sınaması", Pamukkale Üniversitesi İİBF Salı Seminerleri, 2009.
- GÜNELİ, S. S., FİLİMCİ, S., VE AYAN, K., 2005. "Enerji Politikalarına Genel Bakış ve Alternatif Enerji Politikaları", III. Yenilenebilir Enerji Konferansı.
- HADRI, K., 2000. "Testing for Stationarity in Heterogeneous Panel Data", Econometric Journal, 3, ss. 148-161.
- HALICIOGLU, F., 2009. "An Econometric Study of CO2 Emissions, Energy consumption, Income and Foreign Trade in Turkey". Energy Policy, 37(3), ss. 1156-1164.
- HAMILTON, C. ve TURTON, H., 2002. "Determinants of emissions growth in OECD countries". Energy Policy, 30(1), ss. 63-71.
- HAN, E. ve KAYA, A.A., 2008. Kalkınma Ekonomisi Teori ve Politika, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- HAYIRSEVER TOPÇU, F., 2012. "Biyolojik eşitlilik Sözleşmesi: Müzakereden Uygulamaya", Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi, 20(1), ss. 57-97.
- HE, J. ve RICHARD, P., 2010. "Environmental Kuznets Curve for CO2 in Canada". Ecological Economics, 69(5), ss. 1083-1093.

- HE, J., ve WANG, H., 2011. "Economic Structure, Development Policy And Environmental Quality: An Empirical Analysis of Environmental Kuznets Curves with Chinese Municipal Data", The World Bank.
- HEIDARI, H., KATIRCIOĞLU, S. T. ve SAEIDPOUR, L., 2015. "Economic Growth, CO2 Emissions, And Energy Consumption in The Five ASEAN Countries". International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 64, ss. 785-791.
- HSIAO, C., 2003. Analysis of Panel Data, Cambridge University Press, United Kingdom, 562s.
- IEA, International Energy Agency, 2011. Electricity/Heat in Brazil in 2008, Statistics, Electricity, Heat Data for Brazil, <http://www.iea.org/stats> (15.12.2018).
- IEA, International Energy Agency, 2012. World Energy Outlook 2012. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2012_free.pdf, (15.12.2018).
- IEA, International Energy Agency, 2017. World Energy Outlook 2017. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2017_free.pdf, (20.12.2018).
- IEA, International Energy Agency, 2018. World Energy Outlook 2018. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2018_free.pdf, (20.12.2018).
- IRENA, International Renewable Energy Agency, 2012. "30 Years of Policies for Wind Energy: Lessons from 12 Wind Energy Markets", International Renewable Energy Agency Report, https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_GWEC_WindReport_Full.pdf (17.02.2019).
- IRENA, International Renewable Energy Agency, <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>, (27.08.2019).
- IM, K., PESERAN, M. H., SHIN, Y., 2003. "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels" Journal of Econometrics, 115, ss. 53-74.
- INDC., 2015. Republic Of Turkey Intended Nationally Determined Contribution. [https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The INDC of TURKEY v.15.19.30.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The%20INDC%20of%20TURKEY%20v.15.19.30.pdf) (25.11.2018).
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018. IEA Headline Global Energy Data. <http://www.iea.org/t&c/termsandconditions/> (20.12.2018).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2010. https://www.ipcc.ch/pdf/IAC_report/IAC%20Report.pdf (15.12.2018).
- IŞIK, N., ENGELOĞLU, Ö. ve KILINÇ, E.C., 2015. "Kişi Başına Gelir İle Çevre Kirliliği Arasındaki İlişki: Gelir Seviyesine Göre Ülke Grupları İÇin Çevresel Kuznets Eğrisi Uygulaması". AKÜ İİBF Dergisi, 17(2), ss. 107-125.
- İLGÜN, M. F., 2016. "Mali Sürdürülebilirlik: OECD Ülkelerine Yönelik Panel Veri Analizi", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 30 (1), ss. 69-90.
- İLKİN, A. ve ALKIN, E., 1991. Çevre Sorunları, TOBB Yayın No: 203, AYDB: 94. Ankara
- İŞERİ, E., ve Özen, C., 2012. "Türkiye'de Sürdürülebilir Enerji Politikaları Kapsamında Nükleer Enerjinin Konumu". Siyasal/Journal of Political Sciences, (47).

- JALIL, A., VE MAHMUD, S. F., 2009. "Environment Kuznets Curve for CO2 Emissions: A Cointegration Analysis for China". *Energy Policy*, 37(12), ss. 5167-5172.
- JAMALI, T., 2007. "Ekolojik Vergiler (Çevre Vergileri)", Yaklaşım Yayıncılık, Ankara.
- JANSEN, J.C., ARKEL, W.G.V. ve BOOTS, M.G., 2004. "Designing Indicators of Longterm Energy Supply Security", *ECN Policy Studies*, ss.1-35.
- JAUNKY, V.C. 2011. The CO2 emissions-income nexus: evidence from rich countries. *Energy Policy*, 39(3), ss. 1228-1240.
- JENKINS, B.M., BAXTER, L.L. ve KOPPEJAN, J., 2011. "Biomass Combustion", *Thermochemical Processing of Biomass Conversion into Fuels, Chemicals and Power*, ed. Robert C.Brown, John Wiley and Sons,Ltd., ss.13-46.
- JOBERT, T. ve KARANFİL, F., 2007. "Sectoral Energy Consumption by Source and Economic Growth in Turkey", *Energy Policy* 35, ss. 5447–5456.
- KAPUSUZÖĞLU, A., 2014. Causality Relationships between Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: Results from a Multi-Country Study. *International Journal of Economic Perspectives*, 8(2).
- KAR, M. ve KINIK E. (2008. "Türkiye’de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi", *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 10(2), ss. 333-353.
- KARAÇAL, İ., 2008. *Toprak Verimliliği*. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- KARAGÖL, E., ERBAYKAL, E. ve ERTUĞRUL, H.M., 2007. "Türkiye’de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı". *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8(1), ss. 72-80.
- KARAKAYA, E. ve ÖZÇAĞ, M., 2004. "Sürdürülebilir Kalkınma Ve İklim Değişikliği: Uygulanabilecek İktisadi Araçların Analizi". *Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi I. Maliye Konferansı* 16 Nisan. Bışkek. ss.1-7.
- KARAMAN, T.Z., 1998. *Çevre Yönetimi ve Politikası*, Anadolu Matbaacılık, İzmir.
- KARLUK, R., 2007. *Türkiye Ekonomisi’nde Yapısal Dönüşüm/Cumhuriyet’in İlanından Günümüze*. Beta Basım Yayın, İstanbul.
- KASMAN, A., ve DUMAN, Y.S., 2015. "CO2 Emissions, Economic Growth, Energy Consumption, Trade and Urbanization in New EU Member and Candidate Countries: A panel Data Analysis". *Economic Modelling*, 44, ss. 97-103.
- KAYNAK, M. 2009. *Büyüme Teorileri Giriş*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- KELEŞ, R. ve HAMAMCI, C., 1998. *Çevrebilim*, 3. Baskı, İmge Kitabevi, Ankara.
- KELEŞ, R., ve HAMAMCI, C., 2002. "Çevrebilim", İmge Kitabevi, Ankara.
- KELEŞ, R. ve HAMAMCI, C., 2005. *Çevre Politikası*. 5. Baskı, İmge Kitabevi Yayınları, Ankara.
- KELEŞ, R., HAMAMCI, C., ve ÇOBAN, A., 2009. "Çevre Politikası", Ankara: İmge Kitabevi, 522s.
- KHAN, B.H., 2006. "Non-Conventional Energy Resources", Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- KİŞLALIOĞLU M. ve BERKESİ F., 2003. *Ekoloji ve Çevre Bilimleri*, Remzi Kitabevi, İstanbul.
- KIVILCIM, İ., 2013. "2020’ye Doğru Kyoto-Tipi İklim Değişikliği Müzakereleri: Avrupa Birliği’nin Yeterliliği ve Türkiye’nin Konumu", *İktisadi Kalkınma Vakfı*, Yayın No.268

- KİBRİTÇİOĞLU, A. 1998. "İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri", Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 11(3), ss. 207-230.
- KNAPP, D., 2000. "The Thessaloniki Declaration: A wake-up call for environmental education?" The Journal of Environmental Education, 31(3), ss. 32-39.
- KOÇAK, E., 2012. "Türkiye'nin Enerji Tüketimi ile Karbondioksit Emisyonu Arasındaki İlişkinin Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı Çerçevesinde Değerlendirilmesi", Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, T.C. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- KOÇAK, E., 2014. "Türkiye'de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı". İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 2(3), ss. 62-73.
- KOOP, T. ve TOLE, L., 1999. "Is there an Environmental Kuznets Curve for Deforestation?", Journal of Development Economics, 58, ss. 231-244.
- KÖSE, E., 2010. "Lise Öğrencilerinin Çevreye Yönelik Tutumlarına Etki Eden Faktörler", Türk Fen Eğitimi Dergisi, 7(3), ss. 198-211.
- KPMG, 2015. "Taxes and Incentives for Renewable Energy", KPMG International, <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2015/09/taxes-and-incentives-2015-web-v2.pdf> (17.02.2018).
- KRAFT, J. ve KRAFT, A. 1978. "On The Relationship Between Energy and GNP". Journal of Energy and Development, (3), ss. 401-403.
- KREVELEN, D.W.V., 1993. Coal Typology - Physics- Chemistry- Constitution, Elsevier Academic Press.
- KUM, H., 2009. "Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Dünya Piyasalarındaki Son Gelişmeler ve Politikalar", Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (33), ss. 207-223.
- KURT, F., 2007. "Türkiye' nin Tarımsal Ticaretindeki Liberalizasyon ve Çevre Etkilesimi". Adnan Menderes Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Yayınlanmamış Yüksek Lisan Tezi. Aydın.
- KUZNETS, S., 1955. "Economic Growth and Income Inequality", American Economic Review, 45(1), ss. 1-28.
- KÜLEKÇİ, Ö. C., 2009. "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri Ve Türkiye Açısından Önemi", Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 1(2), ss. 83-91.
- LEBE, F., 2016. "Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Türkiye için Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi", Doğu Üniversitesi Dergisi, 17 (2). Ss. 177-194.
- LEVIN, A., LIN, C. F., ve CHU, C. J., 2002. "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-sample Properties", Journal of Econometrics, 108 (1), ss. 1-24.
- LIU, H., 2015. "Biofuel's Sustainable Development under the Trilemma of Energy", Environment and Economy. Problemy Ekorozwoju – Problems Of Sustainable Development, 10(1), ss. 55-59.
- LOUBSER, C.P., ve FERREIRA, J.G., 1992. "Environmental Education in South Africa in Light of the Tbilisi and Moscow Conferences, Journal of Environmental Education, 23(4), ss. 31-34.
- MACZULAK, A. E., 2010. "Waste Treatment: Reducing Global Waste" Vol. (2), Infobase Publishing.
- MADDALA, G. S., ve WU, S., 1999. "A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and A New Simple Test," Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 61, ss. 631-652.

- MAES, A., COLLIER, M., VANDONINCK, S., SCARPA, P. ve VERSCHAEVE, L., 2000. Cytogenetic effects of 50 Hz magnetic fields of different magnetic flux densities. *Bioelectromagnetics*, 21(8), ss. 589–596.
- MAGAZZINO, C., 2016. The relationship among real GDP, CO2 emissions, and energy use in South Caucasus and Turkey. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(4), ss. 672-683.
- MAGNANI, E., 2001. The Environmental Kuznets Curve: development path or policy result?. *Environmental Modelling & Software*, 16(2), ss. 157-165.
- MAINALI, B., PACHAURI, S., RAO, N. D. ve SILVEIRA, S., 2014. Assessing Rural Energy Sustainability In Developing Countries, *Energy for Sustainable Development*, 19, ss. 15-28.
- MANAGI, S., ve JENA, P.R., 2008. “Environmental Productivity and Kuznets Curve in India”. *Ecological Economics*. 65(2):432-440.
- MANKIW, G.N. 2009. Makroekonomi. (Çev: Ö. Çolak), Eflatun Yayınevi, Ankara.
- MATHESON, G. ve GIROUX, L., 2010. “Capacity Development for Environmental Management and Governance in the Energy Sector in Developing Countries”, *OECD Environment Working Papers*, No. 25, OECD Publishing. Ss. 1-61.
- MATYAS, L., ve SEVESTRE, P., 1996. “The Econometrics of Panel Data: A Handbook of the Theory with Applications, Second Revised Edition, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 948s.
- MEADOWS H.D., MEADOWS D.L., RANDERS J. ve BEHRENS W.W., 1990. *Ekonomik Büyümenin Sınırları, İşletme İktisadı Enstitüsü Yayını*, No:112, İstanbul.
- MERRITT, R.D., 1986. *Coal Exploration Mine Planning, and Development*, Noyes Publications.
- MILLER, B.G., 2005. *Coal Energy Systems*, Elsevier Academic Press.
- MOOMAW, W.R. ve UNRUH, G.C., 1997. “Are Environmental Kuznets Curves Misleading Us? The Case of CO”. *Environment and Development Economics*, 2, ss. 451-463.
- MOON, H. R., ve PERRON, B., 2004. “Testing for A Unit Root in Panels with Dynamic Factors”, *Journal Of Econometrics*, 122(1), ss. 81-126.
- NARULA, K., ve REDDY, B.S., 2015. “Three Blind Men And An Elephant: The Case Of Energy Indices To Measure Energy Security And Energy Sustainability”. *Energy*, 80, ss. 148-158.
- NAZLIOĞLU, Ş., 2010. “Makro İktisat Politikalarının Tarım Sektörü Üzerindeki Etkileri: Gelişmiş Ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Bir Karşılaştırma”. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, T.C. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- NAZLIOĞLU, S., ve KARUL, C., 2017. “Panel LM Unit Root Test With Gradual Structural Shifts”, *40th International Panel Data Conference*, July 7-8, 2017, Thessaloniki-Greece, ss. 1-26.
- NİŞANCIOĞLU, M., 2005. *Kyoto: Sorular – Yanıtlar*, http://www.bbc.co.uk/turkish/europe/story/2005/11/051129_kyoto_explained.shtml (25.12.2018).
- NRC (National Research Council)., 2010. “Hidden Cost of Energy: Unpriced Consequences of Energy Production and Use”, <http://www.nap.edu/catalog/12794.html/> (12.11.2018).
- OECD., 2004. *Enerji İstatistikleri El Kitabı*, International Energy Agency, Eurostat.

- OH, W., ve LEE, K., 2004. "Energy Consumption and Economic Growth in Korea: Testing the Causality Relation. *Journal of Policy Modeling*, 26, ss. 973–981.
- OKUMUŞ, İ., 2013. Yeşil Ekonomi Gstergeleri Açısından Türkiye' nin Sürdürülebilir Kalkınma Performansı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.
- OLABI, A.G., 2016. "Energy Quadrilemma and the Future of Renewable Energy". *Energy* 108, ss. 1-6
- OMAY, R.E., 2013. "The Relationship Between Environment And Income: Regression Spline Approach". *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3(S), ss. 52-61.
- OMER, M., 2010. "Development of Sustainable Energy Research And Applications", *Handbook of Sustainable Energy*, eds. W.H. Lee and V.G. Cho, Nova Science Publishers, Inc.
- OMER, M., 2011. "The Future Of Energy: The Global Challenge", *Advances In Energy Research*, ed. Morena J. Acosta, Nova Science Publishers, Inc., New York, ss. 69-97.
- OPEC Statute, Organization of Petroleum Exporting Countries, Vienna, 2001, s. 1.
- OVERGAARD, S. (2008). Definition of Primary and Secondary Energy, 16.01.2019, unstats.un.org/unsd/envaccounting/londongroup/meeting13/LG13_12a.pdf
- OZCAN, B. ve GÜLTEKİN, E., 2016. Stochastic Convergence in Per Capita Carbon Dioxide (CO2) Emissions: Evidence from OECD Countries. *Eurasian Journal of Business and Economics*, 9(18), ss. 113-134.
- OZTURK, I. ve ACARAVCI, A., 2010. CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), ss. 3220-3225.
- OZTURK, I. ve ACARAVCI, A., 2013. "The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey". *Energy Economics*, 36, ss. 262-267.
- ÜNAL, E., ve YARBAY, R. Z. 2010. "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 9(18), ss. 77-96.
- ÖZCAN, B., 2015. "KE Hipotezi Yükselen Piyasa Ekonomileri için Geçerli mi? Panel Veri Analizi". *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 16 (1), ss. 1-14.
- ÖZDEMİR Z. ve ZEKİCİLU H. (2006), "Kentleşme ve evre Sorunları" Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(1), ss. 1-10.
- ÖZDİLEK, H., 2004. "Hava, Su ve Toprak Kirliliği", *evre Sorunlarına aędaŐ Yaklaşımlar* (der. Marın C.M, Yıldırım U.), Beta Basım, ss.74 – 97.
- ÖZEMRE, A. Y., BAYÜLKEN, A., ve GENÇAY, Ő., 2000. "50 Soruda Türkiye'nin Nükleer Enerji Sorunu", *İstanbul, Kaknüs Yayınları*.
- ÖZEV, M.H., 2017. Küresel Denklemdede Türkiye'nin Enerji Güvenliği. Seta Yayınları, Ankara, 111s.
- ÖZKAN, ., 2016. "Sürdürülebilir Kalkınma ve Türkiye'de evre Politikalarının Değerlendirilmesi", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- ÖZMEN, M. T. (2009). Sera Gazı, Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü ss.42-46. http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/16154_50_07.pdf (10.01.2018).

- ÖZSOY, C.E., 2015. "Düşük Karbon Ekonomisi ve Türkiye'nin Karbon Ayak İzi", Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 4(9).
- ÖZTÜRK, K., 2002. "Küresel İklım Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri". Gazi ni. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi. 22(1), ss. 47-65.
- PAMİR, N., 2007. Enerji Arz Güvenliği ve Türkiye. Stratejik Analiz, 83.
- PAMUK, ř. 2007. Dünya'da ve Türkiye'de İktisadi Büyüme (1820-2005). Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi Forumu TÜBA. (49), ss. 9-43.
- PANAYOTOU, T., 1997. "Demystifying The Environmental Kuznets Curve: Turning A Black Box into A Policy Tool", Environment and Development Economics, 2(4), ss. 465-484.
- PARASIZ, İ., 1997. "Modern Büyüme Teorileri", Ezgi Kitabevi, 251s.
- PATA, U.K., ve TERZİ, H., 2016. The Relationship between Aggregated-Disaggregated Energy Consumption and Economic Growth in Turkey 1. *Business and Economics Research Journal*, 7(4):1.
- PESARAN, M. H., 2006. "Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels with a Multifactor Error Structure", *Econometrica*, 74 (4), ss. 967–1012.
- PESARAN, M. H., 2007. "A Simple Panel Unit Root Test In The Presence Of Cross- Section Dependence", *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), ss. 265-312.
- PESARAN, M. H., ve YAMAGATA, T., 2008. "Testing Slope Homogeneity in Large Panels", *Journal of Econometrics*, Sayı:142, ss. 50–93.
- PESARAN, M.H., ULLAH, A. ve YAMAGATA, T., 2008. "A Bias-adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence", *Econometrics Journal*, Sayı:11, ss. 105-127.
- PHILLIPS, P.C.B. ve SUL, D., 2003. "Dynamic Panel Estimation and Homogeneity Testing Under Crosssection Dependence" *Econometrics Journal*, 6, ss. 217- 259.
- PIMENTEL, D., 2008. "Renewable and Solar Energy Technologies: Energy and Environmental Issues", *Biofuels, Solar and Wind as Renewable Energy Systems Benefits and Risks*, ed. David Pimentel, Springer, ss.1-17.
- PINDYCK, R. S., ve RUBINFELD, D. L., 1998. *Econometric Models and Economic Forecasts*, Fourth Edition, McGraw-Hill, New York, 634s.
- QUASCHNING, V., 2010. *Renewable Energy and Climate Change*, IEEE Press, A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- RAVI PRAKASH, V. ve BHAT, I.K., 2009. "Energy, Economics And Environmental Impacts of Renewable Energy Systems", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, ss. 2716–2721.
- REN21., 2017. *Renewables 2017 Global Status Report*. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf (11.11.2018).
- RHEINDT, F.E., 2003. "The Impact Of Roads On Birds: Does Song Frequency Play A Role İn Determining Susceptibility To Noise Pollution?." *Journal fr Ornithologie* 144(3), ss. 295- 306.
- ROSILLO-CALLE, F., 2007. "Overview of Bioenergy", *The Biomass Assessment Handbook Bioenergy for a Sustainable Environment*, eds. Frank Rosillo-Calle, Peter de Groot, Sarah L. Hemstock and Jeremy Woods, Earthscan, London, ss., 1-27.
- SAATÇI, M., ve DUMRUL, Y., 2011. "Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme ilişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk Ekonomisi İçin Yapısal Kirilmalı Eş-Bütünleşme Yöntemiyle Tahmini". *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari*

- Bilimler Fakültesi Dergisi, (37), ss. 65-86.
- SAATÇI M. ve DUMRUL Y., 2013. Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Dinamik Bir Analizi: Türkiye rneği, Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 32(2), ss. 1-24.
- SCHMIDT, P., ve PHILLIPS, P. C., 1992. "LM Tests for a Unit Root in the Presence of Deterministic Trends", Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 54(3), ss. 257-287.
- SCHNEPF, R., 2011. "Agriculture-Based Biofuels: Overwiev and Emerging Issues", Biofuels Developments and Issues, ed. Taylor C. Monahan, Nova Science Publishers, Inc., New York.
- SELDEN, T. M. ve SONG, D., 1994. "Environmental Quality And Development: İs There A Kuznets Curve For Air Pollution Emissions?". *Journal of Environmental Economics and management*, 27(2), ss.147-162.
- SENCAR, P., 2007. "Türkiye’de evre Koruma Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi", Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Edirne.
- SEVEDA, M.S., RATHORE, N.S ve KUMAR, V., 2011. "Biomass as a Source of Energy", Handbook of Renewable Energy Technology, eds. Ahmed F. Zobaa and Ramesh C. Bansal, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., ss. 323-344.
- SEVİM, C., 2013. Küresel Enerji Stratejileri ve Jeopolitik. İkinci Baskı, Seğkin Yayıncılık, Ankara.
- SEZER, . 2007. "Küresel Konferanslar ve evre Sorunları: evre Kalkınma ve Etik Açısından Eleştirel Bir Değerlendirme", Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika alışmaları Kongresi, (ICANAS 38) 10-15 Eylül 2007, Ankara.
- SHAHBAZ, M., LEAN, H.H., SHABBIR, M.S., 2012. "Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Pakistan: Cointegration and Granger Causality". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), ss. 2947-2953.
- SINHA, A., 2016. Trilateral Association Between SO2/NO2 Emission, Inequality In Energy Intensity, And Economic Growth: A case of Indian cities. *Atmospheric Pollution Research*, 7(4), ss. 647-658.
- SLABBEKOORN, H., 2010. "A Noisy Spring: The Impact of Globally Rising Underwater Sound Levels on Fish." *Trends in Ecology & Evolution*, 25(7), ss. 419-427.
- SOYDAN, S., 1978. "Hava Kirliliğinin Canlılara Etkileri ve Bazı nlemler" İstanbl Üniversitesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi, (8), ss. 57-65.
- SOYTAş, U., R. SARI and OZDEMİR, O., 2001. "Energy Consumption and GDP Relation in Turkey: A Cointegration and Vector Error Correction Analysis". *Economies and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in The Global Environment Proceedings*, ss. 838-844.
- SÖNMEZ A.Y., HİSAR, O. ve YANIK, T., 2012. Karasu Irmağında Ağır Metal Kirliliğinin Tespiti ve Su Kalitesine Göre Sınıflandırılması. *Atatürk niv. Ziraat Fak. Der*, 43, ss. 69-77.
- SPEIGHT, J.G., 2007. *Natural Gas A Basic Handbook*, Gulf Publishing Company, Texas.
- STANSFELD, S. ve CLARK, C., 2011." Mental health effects of noise. In J. Nriagu", ed. *Encyclopedia of Environmental Health*, ss. 683–689.
- STERN, D. I. 1993. "Energy and Economic Growth in the USA- A Multivariate Approach". *Energy Economics*, 15(2), ss. 137-150.

- STERN, D. I. 2000. "A Multivariate Cointegration Analysis of the Role of Energy in the U.S. Macroeconomy". *Energy Economics*, 22(2), ss. 267-283.
- STOCK, J. H., ve WATSON, M., 2011. *Dynamic Factor Models*, Oxford Handbooks Online.
- STORVICK, T. S., ve SUPPES, G. J., 2007. "Sustainable Nuclear Power". Academic Press Sustainable World Series. Elsevier Science Limited.
- SUNAY, ., 2000. Teknolojiyle Gelen Sorun Elektromanyetik Kirlilik, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, ss. 66-71.
- AHİNCİ, A., 1991. Jeotermal Sistemler ve Jeokimyasal Özellikleri, Reform Matbaası, İzmir.
- ENCAN, H., (ev.) (1996), "Habitat II Gündemi", Yeni Türkiye, S. 8 (Habitat II zel Sayısı), ss. 25-34.
- T.C. CUMHURBAşKANLIğI STRATEğİ VE BÜTÇE BAşKANLIğI, 2013. "Onuncu Kalkınma Planı", Ankara, 212s.
- T.C. ENERđİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIğI, "Kömür Nedir?", <http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fK%C3%B6m%C3%BCr+Nedir-.pdf> (20.12.2018).
- TALU, N., 1996. "Rio'dan İstanbul'a", Yeni Türkiye, S. 8 (Habitat II zel Sayısı), ss. 236-250.
- TARASOVA, N., 1994. "The Character of Russian Environmental Education", *Geographic And Environmental Education*, 3(2), ss. 65-67.
- TATOğLU, F. Y., 2012. Panel Veri Ekonometrisi, Beta Yayınevi. 306s.
- TAYLOR, N., TALOGA, K. ve TAGIVAKATINI, S., 2009. *Environmental Education in Context, An International Perspective on the Development of Environmental Education*, Sense Publishers, Rotterdam, Boston, ss. 29-35.
- TEZCAN N, ., 2013. "Dalga Enerđisi Teknoloğisi, evresel Etkisi ve Dünyadaki Durumu" II.Yenilenebilir Enerđi Kaynakları Sempozyumu, (evrimii) http://www.emo.org.tr/ekler/6a781dbfd8e524b_ek.pdf (25.12.2018).
- TEZEKİCİ, S., 2005. "Türkiye'de Enerđi Sektörü ve Elektrik Enerđisi Talep Projeksiyonu (Kaynaklar-Politikalar)" İstanbul, Yayınlanmış Doktora Tezi.
- THOMAS, L., 2002. *Coal Geology*, John Wiley&Sons, Ltd.
- TIRAŞ, H.H. 2014. "SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE ÇEVRE: TEORİK BİR İNCELEME". Kahramanmaraş Stu İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(2), ss. 57-73.
- TOBB, 2007. "21.Yüzyılın Kabusu Küresel Isınma ve Kuraklık", Ekonomik Forum, Ocak.
- TOPBA, M. T., BROHI, A. R., ve KARAMAN, M. R. 1998. "evre Kirliliği", TC evre Bakanlığı.
- TOROS, A., ULUSOY, M. ve ERGMEN, B., 1997. Ulusal evre Eylem Planı: Nüfus ve evre, DPT, Ankara.
- TORUNOğLU GEDİK, ., 2015. "Türkiye'de Yenilenebilir Enerđi Kaynakları ve evresel Etkileri", İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- TUğRUL, A.B., 2017. "Paradoksal Enerđi lemesi (Enerđi Trilemması) ve Nükleer Enerđi", 23. Uluslararası Enerđi ve evre Fuarı ve Konferansı ICCI-2017, İstanbul. ss. 6-10.
- TURAN, ., 2014. Küreselleşen Dünyada Sürdürülebilir Kalkınmanın nemi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.

- TÜRK, A., 1998. evre ve İnsan, (Ed: Merih KIVANÇ, Ersin YÜCEL), Anadolu Üniversitesi Açık ğretim Fakültesi, İlköğretim ğretmenliği Lisans Tamamlama Programı, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları No: 1017, Açık ğretim Fakültesi Yayınları No: 560
- TÜRKİYE ÇEVRE SORUNLARI VAKFI (TCSV), 1987. Ortak Geleceğimiz, Dünya evre ve Kalkınma Komisyonu Raporu, Türkiye evre Sorunları Vakfı Yayınları, Ankara.
- TÜRKİYE PETROLLERİ ANONİM ORTAKLIğI, “Petrol Nedir?” <http://www.tpao.gov.tr/?mod=sektore-dair&contID=96> (21.12.2018)
- UÇAR, H., 1991. Global Yapılaşmada evre Faktörü, Ekonomik Büyüme ve evre Korunması, YASED Yayınları, İstanbul.
- UğUR, S., 2014. “Sera Gazı Emisyonlarının Azaltımında Karbon-Enerji Vergilerinin Rolü”. FSM İlmî Araştırmalar İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi, (3), ss. 341-358.
- UğURLU, ., 2006. “Türkiye’ de evresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları”, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal evre Bilimleri Anabilim Dalı Yayımlanmamış Doktora Tezi. Ankara.
- ULUKENT, A.N., 2010. Avrupa Birliği evre Politikaları ve Türkiye, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne.
- USLU, İ., 1995. evre Sorunları, İnsan Yayınları, İstanbul.
- USTA, C., 2016. “Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Bölgesel Analizi” Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi, 2(2):181-201.
- ÜLGENER, S. F. 1991. Milli Gelir, İstihdam ve İktisadi Büyüme, Der Yayınları, İstanbul.
- ÜNAL, S. ve DIMİğKI, E., 1999. UNESCO-UNEP himayesinde evre eğitiminin gelişimi ve Türkiye’de ortaöğretim evre eğitimi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 16(17), ss. 142–154.
- VERFONDERN, K., 2008. “Safety Considerations On Liquid Natural Gas”, Natural Gas Research Progress, ed. Nathan David and Theo Michel, Nova Science Publishers, Inc., New York, pp.140-177.
- VOGEL, C. 1999. “Coal’s Role in Electrical Power Generation: Will It Remain Competitive?”, In The proceedings of the 24th International Technical Conference on Coal Utilization And Fuel Systems. Ss.13-23.
- WARWICK, P.D., 2005. “Coal System Analysis: A New Approach to The Understanding of Coal Formation, Coal Quality and Environmental Considerations, and Coal as a Source Rock for Hydrocarbons”, Coal System Analysis, ed. Peter D. Warwick, Geological Society of America, Special Paper 387, ss. 1-8.
- WESTERLUND, J., 2007. “Testing for Error Correction in Panel Data”, Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 69(6), ss. 709-748.
- WESTERLUND, J., 2008. “Panel Cointegration Tests of the Fisher Effect”. Journal of Applied Econometrics, 23(2), ss. 193-233.
- WESTERLUND, J., ve EDGERTON, D. L., 2007. “A Panel Bootstrap Cointegration Test”, Economics Letters, 97(3), ss. 185-190.
- WESTERLUND, J., ve EDGERTON, D. L., 2008. “A Simple Test for Cointegration in Dependent Panels with Structural Breaks”. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 70(5), ss. 665-704.
- WESTERLUND, J., ve LARSSON, R., 2012. “Testing for A Unit Root in A Random Coefficient Panel Data Model”, Journal of Econometrics, 167(1), ss. 254-273.

- WBG., 2016. State and Trends of Carbon Pricing. World Bank Group, Washington.
- WORLD ENERGY COUNCIL, 2016. "World Energy Trilemma Index 2016", 145s.
www.worldenergy.com/
- WORLD ENERGY COUNCIL, 2017. "World Energy Trilemma Index 2017", 145s.
www.worldenergy.com/
- WORLD ENERGY COUNCIL, 2018. "World Energy Trilemma Index 2018", 145s.
www.worldenergy.com/
- WWF- World Wide Fund For Nature, 2011. Yenilenebilir Enerji Geleceği ve Türkiye. WWF Raporu.
http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/wwftr_yenilenebilirenerjigelecegiveturkiye.pdf.
- WWF- World Wide Fund For Nature, 2016. Living Planet Report, WWF Raporu.
- YALKI, İ., 2014. Toplam enerji arzı içerisinde yenilenebilir Enerjinin Payı ve OECD lkeleri zerine Bir Uygulama, İstanbül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbül.
- YALÇIN, C., 2010, "Türkiye'de Kentleşme Sorunları zerinde Bir Tartışma", H.U. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 28, Sayı 1, ss. 225-245.
- YANDLE, B., BHATTARAI, M., ve VIJAYARAGHAVAN, M., 2004. "Environmental Kuznets Curves: a Review of Findings, Methods, and Policy Implications".
- YAO, F., BANSAL, R.C., DONG, Z.Y., SAKET, R.K ve JITENDRA., 2011. "Wind Energy Resources: Theory, Design and Applications", Handbook of Renewable Energy Technology, ed. Ahmed F. Zobaa and Ramesh C. Bansal, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., pp.3-20.
- YARMAN, T., 2011. "Geçmişte ve Bugün Nükleer Enerji Tartışması", Okan Üniversitesi Yayınları, 261s.
- YERGİN, D., 2014. Enerjinin Geleceği. . şensoy (ev.). c.1. Optimist Yayın Dağıtım, İstanbül.
- YILDIRIM, M., ve ÖRNEK, İ., 2007. "Enerjide son seçim: Nükleer enerji", Gaziantep University Journal of Social Sciences, 6(1):32-44.
- YÜCEL, F., 2003. Sürdürülebilir Kalkınmanın Sağlanması da evre Korumanın ve Ekonomik Kalkınmanın Karşıtlığı ve Birlikteliği, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11(11):100-120.
- ZHAO, Y., WANG, S., VE ZHOU, C., 2016. "Understanding The Relation Between Urbanization And The Eco-Environment In China's Yangtze River Delta Using An İmproved EKC Model And Coupling Analysis", Science of the Total Environment, 571, ss. 862-875.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı – Soyadı : Sena TÜRKMEN
Doğum Yeri ve Tarihi : Seyhan/01.01.1987

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Mersin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı
Doktora Öğrenimi : Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce
Bilimsel Faaliyetleri:

Ulusal ve Uluslararası Kongrelerde Sunulan Bildiri

KARA M. A., TÜRKMEN S., GÜNAY E., 2014. “Changing Role of the State in Regional Economic Policies” The International Conference on Eurasian Economies, 1-3 July 2014, Skopje Macedonia.

TAŞ S., KARA M. A., TÜRKMEN S., İĞDE G., 2014. “An Analysis of Fiscal Sustainability in Turkey: 1975-2012”, EconWorld 2014: The International Conference in Economics, 3-5 September 2014, Prague, Czech Republic.

ÖRNEK İ., TÜRKMEN S., 2016. “An Econometric Analysis of Relationship Between Electricity Consumption and Economic Growth in Turkey” EconWorld 2016: The Third International Conference in Economics, 1-3 February 2016, Barcelona, Spain.

UĞUR, B., TÜRKMEN, S. ve İSPIROĞLU, F., 2017. “İç Göç: Türkiye Örneği”, 1. Uluslararası Kahramanmaraş Yönetim, Ekonomi ve Siyaset Kongresi, 12-14.10.2017, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye.

ÖRNEK, İ., GÜNAY, E. ve TÜRKMEN, S., 2017. “Türkiye’de Göç Yönetimi ve Yeni Sosyal Politikalar”, 1. Uluslararası Kahramanmaraş Yönetim, Ekonomi ve Siyaset Kongresi, 12-14.10.2017, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye.

GÜNAY, E., TÜRKMEN, S., ve ÇETİNER, S., 2017. “Tarihsel Süreç İçerisindeki Göçler Üzerine Bir İnceleme”, 1. Uluslararası Kahramanmaraş Yönetim, Ekonomi ve Siyaset Kongresi, 12-14.10.2017, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye.

UĞUR, B. ve TÜRKMEN, S., 2017. “Ortalama Tüketim Eğilimi Türkiye’de

Durağan mı?”, 3. Uluslararası Sosyal Bilimler Sempozyumu, 26-28.10.2017, Kahramanmaraş, Türkiye.

TÜRKMEN, S., ÖZBEK, S. ve UĞUR, B. 2018. “Küreselleşme ve Yakınsama Üzerine Teorik Bir İnceleme”, 2 nd International Economics Research and Financial Market Congress, 2018 April 12-13-14 Cappadocia, Turkey.

GÜNAY, E., ÖZBEK S., ve TÜRKMEN, S., 2018, “Ortaçağda İslam Ve Batı Medeniyetlerinin İktisadi Düşüncelerinin Karşılaştırılması”, International Congress of Islamic, Finance and Ethics, 2018 April 7th-8th.

GÜNAY, E., AĞIR, H., ve TÜRKMEN, S., 2018, “Ortaçağ İslam Ve Batı Toplumlarının Sosyal Statülerinin Ekonomik Belirleyiciliği Ve Ortaçağın Ekonomik Uygulamalarını Etkileyen Kurumların Mukayesesi” International Congress of Islamic, Finance and Ethics, 2018 April 7th-8th

GÜNAY, E., AĞIR, H., VE TÜRKMEN, S. (2018, October). Ar-Ge Harcamalarının Ekonomik Büyümeye Etkisinin Ampirik Analizi. In *ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies)* (No. 5).

KAR, M., AĞIR, H., ve TÜRKMEN, S. (2018, October). Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ekonometrik Tahmini. In *ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies)* (No. 5).

ÖRNEK, İ. ve TÜRKMEN, S. ve ATILGAN, D., 2019. “İhracata Dayalı Büyüme Hipotezi: Yükselen Piyasa Ekonomileri Üzerine Bir Uygulama”, II. Uluslararası Kahramanmaraş Yönetim, Ekonomi ve Siyaset Kongresi, 11-12.04.2019, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye.

TÜRKMEN, S. ve AĞIR, H., 2019. “Makroekonomik Değişkenlerin Zaman Serisi Özelliklerinin İncelenmesi”, II. Uluslararası Kahramanmaraş Yönetim, Ekonomi ve Siyaset Kongresi, 11-12.04.2019, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye.

Ulusal ve Uluslararası Hakemli Dergilerde Makale

TÜRKMEN, S., ÖZBEK, S., ve KARAKUŞ, M. Türkiye’de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Ampirik Bir Analiz. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), ss. 129-142.

GÜNAY, E., TÜRKMEN, S., ve ÖZBEK, S., 2018. “İktisadi Düşünce Üzerinde Doğa Bilimlerinin Etkisi, Klasik Fiziğin İktisadi Alana İlk Uyarlaması: Fizyokrasi”, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 8, Sayı 1. 41-66 ss.

UĞUR, B. ve TÜRKMEN, S., 2018. “Ortalama Tüketim Eğilimi Türkiye’de

Durağan mı?”, Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi (Hakem Aşamasında).

ÖRNEK, İ. ve TÜRKMEN, S., 2019. “Gelişmiş ve Yükselen Piyasa Ekonomilerinde Sürdürülebilir Enerji: Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı”, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (Yayın Aşamasında).

İSPİR, T. ve TÜRKMEN, S., 2019. “G7 Ülkelerinde Sağlık Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Panel Nedensellik Analizi”, Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi (Yayın Aşamasında).

Ansiklopedi Maddesi, Kitap Bölümü

1. Kahramanmaraş Ansiklopedisi

Bölüm Adı: Anadolu Bakış Gazetesi, ÖRNEK, İ., TÜRKMEN, S., 2016. Kahramanmaraş Ansiklopedisi İçinde (ss. 288.), İBRAHİM SOLAK (Ed.), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Yayınları, Kahramanmaraş.

2. Kahramanmaraş Ansiklopedisi

Bölüm Adı:Çolakkadı,Turan, TÜRKMEN, S., 2017. Yayın Yeri: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Yayınları, Editör:Prof. Dr. İbrahim Solak, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:579, ISBN:978-975-6497-25-8, Bölüm Sayfaları:527 -528.

3. Kahramanmaraş Ansiklopedisi

Bölüm Adı:Çelik Mutfak Eşya Sektörü, TÜRKMEN, S., 2017. Yayın Yeri:Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Yayınları, Editör:Prof. Dr. İbrahim Solak, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:579, ISBN:978-975-6497-25-8, Bölüm Sayfaları:444 -445.

4. Kahramanmaraş Ansiklopedisi

Bölüm Adı: BANKACILIK, BOZKAYA, G., TÜRKMEN, S., 2017. Yayın Yeri:Kahramanmaraş, Editör:Prof. Dr. İbrahim SOLAK, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:579, ISBN:978-975-6497-25-8 (2.C), Bölüm Sayfaları:47 -47.

5. Kahramanmaraş Ansiklopedisi

Bölüm Adı:Bayazıt, Rıfat, TÜRKMEN, S., 2017. Yayın Yeri:Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Yayınları, Editör:Prof. Dr. İbrahim Solak, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:579, ISBN:978-975-6497-25-8, Bölüm Sayfaları:81 -82.

İş Deneyimi

Stajlar

: Finansbank A.Ş. Barkal Şubesi - Adana

Projeler

:

Çalıştığı Kurumlar

: -İkien Etüt Merkezi- Adana

-T. C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Trakya
Gümrük ve Ticaret Bölge Müdürlüğü, Dereköy
Gümrük Müdürlüğü, Gümrük Muhafaza
Memuru

- Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat
Anabilim Dalı, ÖYP Araştırma Görevlisi

İletişim

E-Posta Adresi

: sena_dgn01@hotmail.com

Tel.

:

Tarih

: 04.10.2019