



**T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA  
TEZİ**

**TÜRKİYE'DE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ:  
UYGULANAN POLİTİKALAR VE ETKİLERİ**

**HALİL ALPAY ÖZNAZİK**

**İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**AĞUSTOS 2019**



**TÜRKİYE'DE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ: UYGULANAN POLİTİKALAR  
VE ETKİLERİ**

**Halil Alpay ÖZNAZİK**

**DOKTORA TEZİ  
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

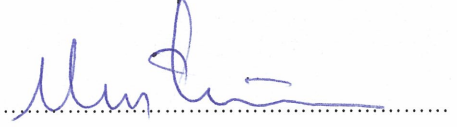
**AĞUSTOS 2019**

Halil Alpay ÖZNAZİK tarafından hazırlanan “Türkiye’de Enerji Arz Güvenliği: Uygulanan Politikalar ve Etkileri” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi İktisat Anabilim Dalında İktisat Bilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Müslüme NARİN

İktisat Teorisi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum .....



**Başkan:** Prof. Dr. Hakan Naim ARDOR

İktisat Politikası, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum .....



**Üye:** Prof. Dr. Filiz ELMAS SARAÇ

Uluslararası İktisat, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi

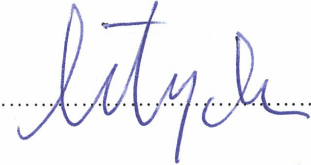
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum .....



**Üye:** Prof. Dr. Levent AYDIN

İktisat Teorisi, Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum .....



**Üye:** Doç. Dr. Serdar VARLIK

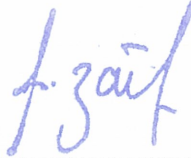
İktisat Politikası, Hitit Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum .....



Tez Savunma Tarihi: 05/08/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Doktora Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.



Prof. Dr. Figen ZAİF

Enstitü Müdürü



## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Halil Alpay Öznazik

05/08/2019

# TÜRKİYE’DE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ: UYGULANAN POLİTİKALAR VE ETKİLERİ

(Doktora Tezi)

Halil Alpay ÖZNAZİK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2019

## ÖZET

Dünyada enerji kaynakları talebi her gün hızla artmaktadır. Bu talebin karşılanması enerji kaynaklarının rezervlerine sahip olmayan ya da sahip olduğu rezervler kısıtlı olan ülkeler için ancak ithalât yoluyla mümkün olmaktadır. Ne var ki; Türkiye gibi, enerji konusunda yüksek oranda ithalât bağımlısı olan ülke ekonomilerinin uluslararası enerji piyasalarında ortaya çıkan krizlere karşı kırılganlıkları daha yüksek olmaktadır. Bu kırılganlıkların düşürülmesine yönelik olarak ortaya atılmış bir kavram olan enerji arz güvenliği enerji ithalât bağımlılığının ortadan kaldırılmasını değil, bu bağımlılığın iyi yönetilmesini ifade etmektedir. Özellikle, 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizleriyle birlikte bu ithalât bağımlılıklarının daha sistematik yöntemlerle yönetilmesi ihtiyacı doğmuştur. 1990’lı yıllardan itibaren iklim değişikliği sorunu gündeme gelmiş ve enerji arz güvenliği tanımı içerisine çevresel duyarlılık kavramı dâhil edilmiştir. Bu çalışmada temel amaç; Türkiye’de enerji politikalarının enerji arz güvenliği açısından değerlendirilmesidir. Ancak Türkiye’de uygulanan enerji politikaları Avrupa Birliği enerji politikalarına paralel olarak belirlenmektedir. Bu nedenle Türkiye’nin enerji politikalarının değerlendirmesine geçilmeden Avrupa Birliği’nde uygulanan politikalar incelenecektir. Son olarak Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinde enerji arz güvenliğinin nicel yönden değerlendirmesi yapılacak ve Türkiye için önerilerde bulunulacaktır.

Bilim Kodu : 112106

Anahtar Kelimeler : Enerji Kaynakları, Enerji Arz Güvenliği, Petrol Krizleri, İthalât Bağımlılığı, Rezervler, Kırılganlık, İklim Değişikliği

Sayfa Adedi : 235

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Müslüme Narin

SECURITY OF ENERGY SUPPLY IN TURKEY: IMPLEMENTED POLICIES AND  
THEIR EFFECTS

(Ph. D. Thesis)

Halil Alpay ÖZNAZİK

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF SOCIAL SCIENCES

August 2019

ABSTRACT

The demand of energy sources has been increasing in the world rapidly. The demand of the countries which do not have reserves of such resources or have limited capacities has being met only through imports. However, the countries, such as Turkey, which are highly dependent on imported energy are more vulnerable to crises stemming from international energy markets. Energy supply security, a concept brought up to reduce these vulnerabilities, refers to the management of energy import dependence, not its elimination. After the oil crisis of the 1970's, in particular, a need to manage systematically these import dependencies appeared. Since the 1990's, the problem of climate change has come into agenda and the concept of environmental sensitivity has become a part of energy supply security. The main purpose of this study is to assess energy policies of Turkey in terms of energy supply security. Nevertheless, energy policies implemented in Turkey are designed in parallel with the European Union energy policies. Therefore, policies implemented in the European Union will be analyzed before the assessment of energy policies of Turkey. Finally, a quantitative assessment of energy supply security in Turkey and the European Union countries will be performed and some suggestions will be proposed for Turkey.

Science Code : 112106

Key Words : Energy Sources, Security of Energy Supply, Oil Crises, Import Dependence, Reserves, Vulnerability, Climate Change

Page Number : 235

Supervisor : Prof. Dr. Müslüme Narin

## TEŞEKKÜR

Tez yazmak son derece meşakkatli ve zaman alan bir iştir. Yüzlerce sayfalık bir metin ortaya çıkarmak için sayfa sayısından çok daha fazla sayıda kaynak taranır, bu kaynakların kimilerinden hiç yararlanılmaz, kimilerinin de içerisindeki bir tek cümle bulunur ve o cümleye atıf verilir. Cümlelerin düzgün olması ve tezin bir bütün olarak tutarlı bir kurgusu olması gerekir. Kısacası, tez yazmak zaman alır. Bu sıkıntılı süreçte desteğini her zaman arkamda hissettiğim değerli hocam Prof. Dr. Müslüme Narin'e, ayrıca, tez izleme komitesi hocalarım Prof. Dr. Filiz Elmas Saraç ve Prof. Dr. Levent Aydın'a da çok kıymetli katkılarından ve eleştirilerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim. Tez yazımının özellikle son aylarında çok az vakit ayırabildiğim iyi yürekli güzel eşim Pınar İzlem Lallı Öznazik'e anlayışından dolayı çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. ENERJİ KAYNAKLARININ ÖNEMİ VE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ .....	7
2.1. Enerji Kaynaklarının Tarihsel Süreç İçerisinde Ön Plana Çıkışı.....	7
2.1.1. Fosil Yakıtlar .....	8
2.1.1.1. Kömür ve İngiliz Sanayi Devrimi.....	8
2.1.1.2. Petrol Ürünlerine Olan Bağımlılığın Ortaya Çıkışı: İkinci Sanayi Devrimi .....	10
2.1.1.2.1. Dünyada Petrol Ürünleri için Verilen Mücadeleler ve Arz Şokları .....	12
2.1.1.2.2. Birinci Dünya Savaşı ve Petrol .....	13
2.1.1.2.3. İkinci Dünya Savaşı Sonrası Gelişmeler ve Petrol Şokları .....	14
2.1.1.2.4. Günümüzde Petrol Ürünlerinin Kullanım Alanları.....	24
2.1.1.3. Doğal Gaz .....	28
2.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	30
2.1.1.1. Hidroelektrik Enerjisi.....	32
2.1.2.2. Güneş Enerjisi .....	33
2.1.2.3. Rüzgâr Enerjisi.....	36



**Sayfa**

2.1.2.4. Diğer Yenilenebilir Kaynaklar: Biyo-kütle ve Jeotermal Enerji .....	37
2.1.3. Nükleer Enerji.....	40
2.1.4. İkincil Enerji Kaynağı: Elektrik Enerjisi .....	43
2.2. Enerji Arz Güvenliği Kavramı .....	46
2.2.1. Enerji Arz Güvenliğinin Tanımı .....	47
2.2.2. Enerji Arz Güvenliğinin Boyutları .....	50
2.2.2.1. Enerji Arz Güvenliğinin Tanımında Yer Alan Kavramlar .....	51
2.2.2.2. Enerji Arz Güvenliğini Belirleyen Diğer Faktörler .....	54
<b>3. AVRUPA BİRLİĞİ ENERJİ POLİTİKASI VE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ.....</b>	<b>57</b>
3.1. Avrupa Birliği Enerji Politikasının Tarihsel Süreç İçerisinde Şekillenmesi.....	57
3.1.1. 1950’li ve 1960’lı Yıllar .....	58
3.1.2. 1970’li Yıllar .....	61
3.1.3. 1980’li Yıllar .....	65
3.1.4. 1990’lı Yıllar .....	67
3.1.4.1. Enerji Şartı Anlaşması.....	68
3.1.4.2. 1995 Yılı Yeşil Kitap ve Beyaz Kitap.....	70
3.1.4.3. 1996 Elektrik ve 1998 Doğal Gaz Yönergeleri: Birinci Enerji Paketi.....	72
3.1.5. Kyoto Protokolü .....	74
3.1.6. Yirmi Birinci Yüzyılda AB Enerji Politikası .....	75
3.1.6.1. 2000 Yılı Yeşil Kitap.....	76
3.1.6.2. 2003 Yılı Elektrik ve Doğal Gaz Yönergeleri: İkinci Enerji Paketi .....	77
3.1.6.3. 2006 Yılı Yeşil Kitap.....	79
3.1.6.4. Lizbon Antlaşması .....	80
3.1.6.5. 2008 Yılı İklim ve Enerji Paketi .....	82
3.1.6.6. 2009 Yılı Elektrik ve Doğal Gaz Yönergeleri: Üçüncü Enerji Paketi .....	83

**Sayfa**

3.1.6.7. 2009 Yılı Yenilenebilir Enerji Yönergesi.....	84
3.1.6.8. 2010 Yılı “Enerji 2020” Strateji Belgesi.....	85
3.1.6.9. 2012 Yılı Enerji Etkinliği Yönergesi.....	88
3.1.6.10. 2014 Yılı İklim ve Enerji Paketi .....	89
3.1.6.11. 2015 Yılı Enerji Birliği Paketi .....	90
3.2. AB’de Uygulanan Enerji Politikalarının Arz Güvenliği Açısından Bir Değerlendirmesi .....	92
3.3. AB Enerji Politikasına İlişkin Bir Ülke Örneği: Almanya’nın “Energiewende” Politikası.....	98
3.3.1. Energiewende Öncesi .....	99
3.3.2. Energiewende Sonrası .....	103
<b>4. TÜRKİYE’DE ENERJİ POLİTİKALARI VE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ.....</b>	<b>107</b>
4.1. Türkiye’nin Enerji Politikası.....	107
4.2. Türkiye’nin Enerji Profili.....	111
4.2.1. Fosil Yakıtlar .....	114
4.2.1.1. Petrol.....	115
4.2.1.1.1. Türkiye’de Petrol Üretim, Tüketim ve İthalatı.....	116
4.2.1.1.2. Türkiye’de Petrol Arama Faaliyetleri .....	117
4.2.1.1.3. Türkiye’de Petrol Boru Hatları .....	119
4.2.1.1.4. Türkiye’de Petrol Depolama .....	121
4.2.1.2. Doğal Gaz .....	123
4.2.1.2.1. Türkiye’de Doğal Gaz Üretim, Tüketim ve İthalatı .....	123
4.2.1.2.2. Türkiye’de Doğal Gaz Boru Hatları.....	125
4.2.1.2.3. Türkiye’de Doğal Gaz Depolama Faaliyetleri .....	128
4.2.1.3. Kömür.....	131
4.2.1.3.1. Türkiye’de Kömür Üretim, Tüketim ve İthalatı.....	131

**Sayfa**

4.2.1.3.2. Türkiye’de Kömür Rezervleri ve Arama Faaliyetleri .....	133
4.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	136
4.2.2.1. Hidroelektrik.....	137
4.2.2.2. Rüzgâr.....	139
4.2.2.3. Güneş .....	143
4.2.2.4. Diğer Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....	147
4.2.2.5. Nükleer Enerji .....	148
4.3. Türkiye’de Uygulanan Enerji Politikalarının Arz Güvenliği Açısından Bir Değerlendirmesi .....	150
<b>5. ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİNİN NİCEL YÖNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ VE BİR YÖNTEM ÖNERİSİ.....</b>	<b>155</b>
5.1. Enerji Arz Güvenliğinin Ölçülmesi.....	155
5.1.1 Herfindahl-Hirschman Endeksi ve Enerji Arz Güvenliği.....	157
5.1.2. Shannon-Wiener Endeksi ve Enerji Arz Güvenliği.....	159
5.1.3. Enerji Arz Güvenliğinin Ölçümüne Yönelik Diğer Çalışmalar .....	161
5.1.4. Dünyada Çeşitli Kurumların Önerdikleri Yöntemler .....	185
5.1.4.1. IEA Kısa Dönem Enerji Güvenliği Modeli (MOSES).....	185
5.1.4.2. Uluslararası Enerji Güvenliği Risk Endeksi.....	188
5.1.4.3. Enerji Sürdürülebilirlik Endeksi ve Enerji Üçleme Endeksi.....	192
5.1.4.4. Enerji Mimarîsi Performans Endeksi .....	194
5.2. Enerji Arz Güvenliğinin Nicel Yönden Değerlendirmesi .....	195
5.2.1. IEA’nın ESI <sub>fiyat</sub> Endeksi.....	196
5.2.2. Bu Çalışmada Kullanılacak Yöntem .....	199
5.2.2.1. Yöntemin Özellikleri .....	199
5.2.2.2. Yöntemin Uygulanışı ve Sonuçlar .....	201
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>205</b>

**Sayfa**

KAYNAKLAR .....	211
ÖZGEÇMİŞ .....	235



## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. 1973-1974'ten 2003-2008'e Petrol Şokları ve Nedenleri.....	22
Çizelge 2.2. Avrupa'da Sektörlerin Petrol Ürünleri Bağımlılığı 1990-2014 (%).....	26
Çizelge 2.3. Nükleer Güç Üretimini Azaltan ve Artıran Ülkeler 2006-2016 (%).....	42
Çizelge 3.1. 2000 Yılı Yeşil Kitap'ta Enerji Arz Güvenliğine Yönelik Öncelikler .....	76
Çizelge 4. 1. Türkiye'de Ham Petrol Üretimi, Petrol Ürünleri Tüketimi ve Petrol Ürünleri İthalâtı 1998-2017 (ton).....	117
Çizelge 4.2. Türkiye'de Petrol Ürünleri Stokları ve Net İthalâtı 2003-2017 (Bin Ton)....	121
Çizelge 4.3. Türkiye'de Doğal Gaz Üretim, Tüketim ve Net İthalâtı 1998-2017 (Milyon m <sup>3</sup> ).....	124
Çizelge 4.4. Türkiye'de Kömür Üretim, Tüketim ve İthalâtı 2011-2017 (Milyon Ton)...	132
Çizelge 4.5. Türkiye'de Taşkömürü Üretim, Tüketim ve İthalâtı 2000-2017 (Milyon Ton).....	132
Çizelge 4.6. Türkiye'de Linyit Rezervleri .....	134
Çizelge 4.7. Rüzgâr Enerjisine Dayalı Kurulu Güç Kapasitesi Bakımından Dünyada Önde Gelen Ülkeler ve Türkiye (MW).....	142
Çizelge 4.8. Güneş Enerjisine Dayalı Kurulu Güç Bakımından Dünyada Önde Gelen Ülkeler ve Türkiye 2008-2017 (MW).....	145
Çizelge 5.1. Enerji Arz Güvenliği Ölçümüne Yönelik Çalışmalar.....	161
Çizelge 5.2. MOSES'te Kullanılan Risk ve Esneme Kabiliyeti Göstergeleri .....	186
Çizelge 5.3. Ham Petrol: Yurtdışı Esneme Kabiliyeti Göstergeleri .....	188
Çizelge 5.4. Uluslararası Enerji Güvenliği Risk Endeksinde Kullanılan Göstergeler.....	189
Çizelge 5.5. Enerji Arz Güvenliğini Belirleyen Göstergeler .....	198
Çizelge 5.6. 1998 ve 2017 Yıllarında Ülkelerin ESI Bakımından Sıralanışı.....	203



## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Dünyada Ham Petrol Fiyatlarının Seyri 1861-2017 .....	13
Şekil 2.2. Dünyada Ham Petrol Fiyatlarının Seyri 1971-2017 (\$) .....	18
Şekil 2.3. Dünyada Kişi Başı GSYH Büyüme Oranı 1971-2017 (%) .....	23
Şekil 2.4. Dünyada Petrol Ürünleri Talebinin Sektörlere Göre Dağılımı 1990-2015 (%) .....	25
Şekil 2.5. Dünyada Petrol Ürünleri Talebinin Sektörlere Göre Dağılımı 2016 (%).....	27
Şekil 2.6. Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Seviyelendirilmiş Elektrik Üretim Maliyetleri (LCOE) 2010-2017 (USD/kWh) .....	45
Şekil 3.1. AB'nin Petrol Ürünleri İthalatında Tedarikçi Ülkelerin Payları 2017 (%) .....	96
Şekil 3.2. AB'nin Doğal Gaz İthalatında Tedarikçi Ülkelerin Payları 2017 (%) .....	97
Şekil 4.1. Türkiye'de Birincil Enerji Üretimi ve Tüketimi 1980-2016 (Quad Btu) .....	112
Şekil 4.2. Türkiye'de Birincil Enerji Tüketimi İçerisinde Enerji Kaynaklarının Payları 1980-2017 (%).....	113
Şekil 4.3. Türkiye'de Birincil Enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı 2016 (%) ...	113
Şekil 4.4. Türkiye'de Petrol Boru Hatları .....	120
Şekil 4.5. Türkiye'nin Ham Petrol İthalatı Yaptığı Ülkeler 2017 (%).....	122
Şekil 4.6. Türkiye'de Doğal Gaz Boru Hatları .....	126
Şekil 4.7. Türkiye'nin Doğal Gaz İthalatı Yaptığı Ülkeler 2017 (%).....	130
Şekil 4.8. Türkiye'nin Kömür İthalatı Yaptığı Ülkeler 2017 (%).....	135
Şekil 4.9. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA).....	140
Şekil 4.10. Küresel Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (GWA) .....	141
Şekil 4.11. Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA).....	143
Şekil 4.12. Küresel Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası .....	144
Şekil 4.13. Türkiye'nin Kurulu Güç Kapasitesine Enerji Kaynaklarının Katkısı 1984-2017 (%) .....	150
Şekil 5.1. Arz/Talep Endeksi.....	171

Şekil 5.2. Seçilen Ülkelerin ESI Değerleri 1998-2017 .....202



## KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklamalar</b>
<b>AB</b>	Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	Amerika Birleşik Devletleri
<b>AAET</b>	Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu
<b>AET</b>	Avrupa Ekonomik Topluluğu
<b>AKÇT</b>	Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu
<b>APERÇ</b>	Andra Pradeş Elektrik Düzenleme Komisyonu
<b>AR-GE</b>	Araştırma Geliştirme
<b>Benelüks</b>	Belçika Hollanda Lüksemburg
<b>BOTAŞ</b>	Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
<b>BP</b>	British Petroleum
<b>CO<sub>2</sub></b>	Karbondioksit
<b>EIA</b>	Amerikan Enerji Bilgi Yönetim İdaresi
<b>EİGM</b>	Enerji İşleri Genel Müdürlüğü
<b>ENAR</b>	Enerji Sektörü Araştırma-Geliştirme Projeleri Destekleme Programı
<b>EPDK</b>	Enerji Piyasaları Düzenleme Kurumu
<b>ESI</b>	Enerji Güvenliği Endeksi
<b>ETKB</b>	Enerji ve Tabî Kaynaklar Bakanlığı
<b>Eurostat</b>	Avrupa Topluluğu İstatistik Ofisi
<b>FIT</b>	Sabit Tarifeli Alım Garantisi
<b>GSYİH</b>	Gayri Sâfi Yurtiçi Hâsıla
<b>HHI</b>	Herfindahl-Hirschman Endeksi
<b>IEA</b>	Uluslararası Enerji Ajansı
<b>IRENA</b>	Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
<b>kWh</b>	Kilo-Watt Saat
<b>LCOE</b>	Seviyelendirilmiş Elektrik Maliyeti
<b>LNG</b>	Sıvılaştırılmış Doğal Gaz

**Kısaltmalar****LPG****MDA****MOSES****MW****NEPUD****NGS****NREL****OPEC****PİGM****RPS****S/D Endeksi****SSCB****SWI****TANAP****TAP****T.C.****TC****TEİAŞ****TKİ****TP****TTK****TWh****UN****UNDESA****UNDP****UNEP****UNFCCC****WEC****WEF****WMO****YEGM****Açıklamalar**

Sıvılaştırılmış Petrol Gazı

Merkezî ve Doğu Avrupa

Kısa Dönem Enerji Güvenliği Modeli

Mega-Watt

Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı

Nükleer Güç Santrali

Amerikan Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı

Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü

Petrol İşleri Genel Müdürlüğü

Yenilenebilir Portföy Standardı

Arz/Talep Endeksi

Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği

Shannon-Wiener Endeksi

Trans-Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı

Trans-Adriyatik Boru Hattı

Türkiye cumhuriyeti

Vergi Kredileri

Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

Türkiye Kömür İşletmeleri

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı

Türkiye Taşkömürü Kurumu

Tera-Watt Saat

Birleşmiş Milletler

Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Dairesi

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı

Birleşmiş Milletler Çevre Programı

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

Dünya Enerji Konseyi

Dünya Ekonomik Forumu

Dünya Meteoroloji Örgütü

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

## 1. GİRİŞ

Dünyada enerji kaynaklarına olan talep son yüzyılı aşkın süredir hızla artmaktadır. Ülkelerin enerji kaynağı tüketimleri içerisinde en büyük paylara petrol, doğal gaz ve kömür sahiptir. Ancak geleneksel enerji kaynakları olarak adlandırılan bu yakıtların rezervleri az sayıda ülkenin elinde toplanmıştır. Bu nedenle uluslararası enerji ticaret hacmi çok yüksek boyutlara ulaşmıştır. Özellikle doğal gaz ve petrol piyasalarında Rusya gibi bazı ülkeler ve OPEC gibi ülke grupları önemli bir piyasa gücünü ellerinde bulundurmaktadırlar. Enerji kaynakları ihtiyacını ithalât yaparak karşılamak zorunda olan ülkeler ise bu az sayıda ülkenin vereceği kararlardan etkilenmektedir. Zaman zaman bu kararlar, dünyada 1970’li yıllarda olduğu gibi çok derin ekonomik krizlere yol açabilmektedir. Bu durum enerji ekonomisi alanının geliştirilmesini sağlamıştır. Enerji ekonomisinin en önemli alt başlıklarından bir tanesi “*enerji arz güvenliği*”dir. Enerji arz güvenliği enerji kaynakları arzında ortaya çıkabilecek sorunlar karşısında ülke ekonomilerinin daha az kırılgan hâle getirilmesini ifade etmektedir. Enerji kaynakları taleplerini karşılamak için ithalât yapmak zorunda olan Avrupa’nın büyük bölümü ve Türkiye gibi ülkeler, bu olumsuz durumun barındırdığı riskleri azaltmanın yollarını aramaktadırlar. Enerji kaynağı rezervleri bakımından fakir coğrafyalarda yer alan bu ülkelerin enerji kaynağı üretimlerini artırmaları mümkün olmadığı için söz konusu olumsuz durum karşısında birtakım önlemler almaları gerekmektedir.

Yurtiçindeki iktisadî faaliyetlerin ithalâtı yapılan enerji kaynaklarına yüksek oranda bağımlı olması, uluslararası enerji piyasalarında yaşanan olumsuz gelişmeler karşısında ülke ekonomilerinin kırılganlıklarını artıran en önemli unsurlardan biridir. Çünkü ancak ithalât yoluyla elde edilebilen enerji kaynaklarının piyasalarında dış kaynaklı krizlerin ortaya çıkması bu tür ülkelerde, arzında sorun yaşanan enerji kaynaklarına bağımlılık yüksek olduğu için, çok geniş boyutlarda krizler yaşanmasına neden olmakta ve ülke ekonomileri durgunluğa sürüklenmektedir. Böyle bir durgunluk yaşanması ihtimalini en aza indirmek, yurtiçinde enerji kaynakları tüketiminde çeşitliliği artırmakla ve belirli enerji kaynaklarına olan bağımlılığı düşürmekle mümkün olacaktır. Kaynak çeşitliliğini artırmak belirli enerji kaynaklarının arzında yaşanacak dış kaynaklı sorunlar karşısında ülkelere diğer kaynaklardan daha fazla yararlanma olanağı tanıyacaktır. Söz konusu enerji kaynağının yüksek oranlarda bir tek ülkeden ithal edilmesi, önüne geçilmesi gereken bir diğer önemli noktadır. Çünkü ancak ithalât yoluyla elde edilebilen enerji kaynağının büyük



oranda bir tek ülkeden satın alınması bu tedarikçi ülkeye olan bağımlılığı artırmaktadır. Bu tedarikçi ülkede yaşanması muhtemel olan sorunlar ithalâtçı ülkenin ekonomisini de etkileyecektir. Ülkenin kendi iktisadî gidişatını kendisinin belirlemesi olanağı ortadan kalkacaktır. Dolayısıyla, talebi büyük oranda ithalât yoluyla karşılanabilen enerji kaynaklarının mümkün olduğu kadar çok sayıda ülkeden satın alınması gerekmektedir. Böylece, tedarikçi ülkelerden herhangi birinde sorun yaşanması durumunda ithalâtçı ülke diğer tedarikçi ülkelerden daha fazla ithalât yaparak sorunlu ülkedeki olumsuz gidişattan en az düzeyde etkilenecektir.

Türkiye enerji tüketimi hızla artan bir ülkedir. Enerji tüketiminin büyük bir bölümünü petrol, doğal gaz ve kömür oluşturmaktadır. Bununla birlikte, daha önce de ifade edilmiş olduğu gibi; Türkiye’de, özellikle petrol ve doğal gaz olmak üzere, bu kaynakların rezervleri son derece kısıtlıdır. Petrol ve doğal gaz rezervleri yok denecek kadar azken, kömür rezervleri göreceli olarak daha fazla olsa da kömür ithalâtı oldukça yüksek düzeylerde gerçekleşmektedir. Bu üç yakıtın rezervlerinin az oluşu, Türkiye’yi enerji konusunda dışa bağımlı bir ülke yapmaktadır. Son yıllarda önemli bir gelişme kaydedilememekle birlikte, Türkiye bir yandan Avrupa Birliği (AB) üyeliğine aday bir ülkedir. AB, genel itibariyle, Türkiye gibi enerji kaynağı rezervlerinden yoksun ülkelere karşı olumsuzdur. Bu nedenle, Türkiye ile AB enerji alanında birbirine benzer politikalar yürütmek durumundadır. Enerji kaynaklarının rezervlerinden yoksun olmak hem Türkiye’de hem de AB’de enerji arz güvenliği kavramını önemli bir hedef olarak ön plana çıkarmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’nin enerji arz güvenliği bakımından hangi noktada olduğunu saptamak ve bu konuda yapılması gerekenlere yönelik önerilerde bulunmaktır. Ancak önerilerin daha elle tutulur olabilmesi için enerji arz güvenliğinin belirleyicilerinin ortaya konulması ve Türkiye’nin hangi açılardan güçlü, hangi açılardan zayıf olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Güçlü ve zayıf yanların belirlenmesinde diğer ülkelerle karşılaştırmalı bir analiz yapılması, Türkiye’nin enerji arz güvenliği bakımından söz konusu ülkelere göre ne durumda olduğunu gösterecektir. AB ülkelerinin büyük bölümünün enerji ithalât bağımlılığı yüksek düzeyde olduğu için bu karşılaştırmanın AB ülkeleriyle Türkiye arasında yapılması daha doğru olacaktır. Zira Türkiye, enerji alanında da AB ile uyumlu politikalar yürütmeyi hedeflemektedir. Bu bağlamda, öncelikle enerji arz

güvenliği kavramının bütün detaylarıyla incelenmesi uygulanan politikaların ve sonuç olarak ulaşılan noktanın anlaşılır bir biçimde değerlendirilmesi bakımından önemlidir.

Çalışmanın temel konusu Türkiye'dir. Ancak Türkiye'nin enerji arz güvenliğine yönelik bir değerlendirme yapabilmek için enerji arz güvenliği kavramı incelendikten sonra AB'de uygulanan enerji politikalarının sonuçlarını incelemek gerekmektedir. Böylece Türkiye'ye ilişkin olarak yapılacak değerlendirme daha anlamlı olacaktır. Bu nedenle, çalışmanın 2. Bölümü'nde ilk olarak dünyada enerji ihtiyacını karşılayan kaynakların önemi tarihsel süreç içerisinde ön plana çıkışları ve çıkamayışları çerçevesinde ortaya konulacaktır. İlk olarak, dünyanın her yerinde birincil enerji ihtiyacının büyük bölümünü karşılayan ve "geleneksel" enerji kaynakları olan fosil yakıtlar incelenecektir. Dünya tarihinde önemli aşamaların geçilmesinde bu kaynakların oynadığı role vurgu yapılacaktır. Ancak dünya ülkelerinin çoğunda bu kaynaklar ithalât yoluyla elde edilebildikleri için bunların yerine kullanılabilir yenilenebilir enerji kaynakları ve nükleer enerji gibi alternatif kaynaklar da iktisadî ve toplumsal yönleriyle tanıtılacaktır. İkinci olarak enerji arz güvenliği kavramına geçilecektir. Enerji arz güvenliği son yıllarda üzerine çok sayıda çalışma yapılmış bir konudur. Bu çalışmalardan yararlanılarak kavramın tanımının zaman içerisinde nasıl şekillendiği çeşitli çalışmalarda yapılan tanımlar çerçevesinde tartışılacaktır. Ayrıca, enerji arz güvenliğinin tanımı içerisinde de farklı kavramlar yer almaktadır. Enerji arz güvenliğinin bu kavramlardan yola çıkılarak belirlenen boyutları detaylarıyla birlikte ortaya konulacaktır. Sonrasında enerji arz güvenliğini belirleyen diğer faktörlerin de incelenmesiyle enerji arz güvenliği kavramı kapsamlı bir biçimde incelenmiş olacaktır.

Çalışmanın 3. Bölümü tümüyle AB enerji politikalarına ayrılmıştır. Avrupa Toplulukları 1950'li yılların başından bu yana enerji politikası konusunu ön planda tutmaktadır. 1951 yılında kurulmuş olan Avrupa'daki ilk ekonomik birlik olan Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu sadece kömür kaynağına yönelmiştir. Çünkü Avrupa ülkelerinin rezervlerine sahip olduğu tek kaynak kömürdür. Yerli bir enerji kaynağı olması nedeniyle Avrupa'da kömür üretiminin enerji konusundaki bütün sorunları çözmesi arzulanmış, ancak zaman içerisinde büyüyen ekonomiler ve hızla artan enerji talebi nedeniyle böyle bir gerçek olamayacağı anlaşılmıştır. Böylece diğer enerji kaynaklarına da enerji politikaları kapsamında yer vermeye başlanmıştır. 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizleriyle birlikte alternatif enerji kaynaklarına yönelim artmış, doğal gaz ve nükleer

enerji ön plana çıkmıştır. Bir dönem Avrupa'nın enerji konusundaki tek çıkış yolu nükleer enerji olarak görülmüştür. Ancak sonrasında Three Mile Island ve Çernobil nükleer güç santrallerinde yaşanan kazalar ve yoğun fosil yakıt tüketiminin yol açtığı iklim değişikliği gibi çevresel etkiler AB'nin enerji kaynaklarını yenilenebilir enerji kaynaklarıyla çeşitlendirmesine yönelik politikalara ağırlık vermesini sağlamıştır. Böyle bir gündem içerisinde imzalanmış olan Kyoto Protokolü'nün de getirdiği zorunluluklarla birlikte AB iklim değişikliğiyle mücadeleyi enerji politikalarının en önemli hedeflerinden biri hâline getirmiştir. Günümüze gelindiğinde, bu konuda belirli oranda bir başarı elde edildiğini söylemek de mümkündür. Bu nedenle, Türkiye'nin enerji politikalarını incelemeye önce AB'de 1950'li yıllardan bu yana uygulanmış ve hâlen uygulanmakta olan enerji politikaları resmî belgelere dayandırılarak kapsamlı bir biçimde incelenecektir. Avrupa'da 1950'li yılların başından bu yana kurulan ekonomik toplulukların içerisinde Almanya hep yer almış ve hemen hemen her konuda olduğu gibi enerji politikaları konusunda da hem Avrupa'da hem de dünyada öncü ülkelerden biri olmuştur. Dolayısıyla, AB enerji politikalarının Almanya'dan tamamıyla bağımsız bir biçimde ortaya konması yeterince açıklayıcı olmayacaktır. Bu düşünceyle 3. Bölümün son kısmında Almanya'nın enerji politikalarına yer verilmiştir. Nükleer kazalar karşısındaki hassasiyeti ve yenilenebilir enerji kaynaklarına verdiği önem bakımından Almanya, Türkiye için çok önemli bir örnektir. Bu tür sermaye yoğun bir sektörün incelenmesinde Almanya gibi dünyanın en gelişmiş ülkelerinden birinin Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülke için örnek teşkil etmediği, çünkü iki ülkede iktisadî yapıların birbirinden çok farklı olduğu ileri sürülebilir. Ancak burada yapılması planlanan şey iki ülkeyi birbiriyle kıyaslamak değil, iyi durumda olan ülkeyi birtakım gelişmeleri geriden takip eden ülke için örnek göstermektir. Bununla birlikte, bilindiği gibi, Japonya da dünyanın en ileri teknolojilerini üreten ülkelerden bir tanesi olmasına rağmen, 21. Yüzyılda (2011 yılında) Fukuşima Nükleer Güç Santrali'nde yaşanan kazaya sahne olmuştur. Bu durum gelişmekte olan ülkeler için Japonya'nın nükleer enerji bakımından kötü bir örnek olduğu gerçeğini değiştirmemektedir. Buradaki amaç teknolojiyi geliştiren ülkelerin deneyimlerinden dersler çıkarmaktır.

Çalışmanın 4. Bölümü Türkiye'de uygulanan enerji politikalarının enerji arz güvenliği açısından değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu bağlamda, öncelikle enerji politikalarının hedefleri ortaya konulacaktır. Devamında her bir enerji kaynağına yönelik olarak Türkiye'de uygulanan politikalar ayrı ayrı ortaya konulacaktır. Sonrasında ise bütün bu politikaların enerji arz güvenliğinin belirleyicileri çerçevesinde bir değerlendirmesi

yapılacaktır. 4. Bölüm’de, Türkiye’nin birincil enerji ihtiyacının çok büyük bir bölümünü karşılayan fosil yakıtlara yönelik politikalar üretim-tüketim-ithalât, rezervler ve arama faaliyetleri, boru hatları ve boru hattı projeleri çerçevesinde incelenecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik olarak ise Türkiye’nin sahip olduğu potansiyel, verilen fiyat teşvikleri ve kurulu güç kapasiteleri incelenecektir. Bu inceleme yapılırken Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelleri dünyadaki diğer ülkelerin potansiyelleriyle karşılaştırılacaktır. Türkiye’nin bu kaynaklara ilişkin olarak sahip olduğu potansiyellerden hangi oranlarda yararlandığına değinilecek ve kurulu güç kapasiteleri bakımından dünyanın önde gelen ülkeleri karşısında ulaşılmış olduğu nokta saptanacaktır. Son olarak, nükleer enerji projeleri incelenecek ve Türkiye’de uygulanan enerji politikaların genel bir değerlendirmesi yapılacaktır.

Çalışmanın 5. Bölümü enerji arz güvenliğinin ölçülmesini amaçlamaktadır. Bu bağlamda, öncelikle kullanılacak ölçüm yöntemine karar verilecektir. Kullanılacak ölçüm yöntemine karar verilebilmesi için enerji arz güvenliğinin ölçümüne yönelik literatürde kullanılan yöntemlerin mümkün olduğunca detaylı bir incelemesi yapılacaktır. Söz konusu literatür taramasında hem bireysel araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar hem de dünyada enerji alanında faaliyet gösteren ulusal ve uluslararası kurumların enerji arz güvenliğini ölçmeye yönelik önerdikleri yöntemler tek tek incelenecektir. Bu incelemenin sonucunda kullanılacak olan yöntemin her şeyden önce enerji arz güvenliğinin belirleyicisi olan göstergeleri kapsamaması gerekmektedir. Ayrıca, kolaylıkla uygulanabilir olması ve yeni göstergelerle genişletilmeye açık olması göz önünde bulundurulacaktır. Diğer yandan, son yıllarda uluslararası kurumların enerji güvenliğini ölçmekte kullandıkları diğer yöntemlerle paralel ve tutarlı sonuçlar vermesi, yöntemin güvenilirliğini artıracaktır. Kullanılacak bu yöntemle elde edilecek olan sonuçlar temel alınarak Türkiye’nin diğer ülkelerle karşılaştırması yapılacaktır. Böylece Türkiye’nin enerji arz güvenliği bakımından güçlü ve zayıf yönleri saptanacak ve hangi politikalara öncelik verilmesi konusunda önerilerde bulunulacaktır.



## 2. ENERJİ KAYNAKLARININ ÖNEMİ VE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ

Enerji arz güvenliği kavramı görece yeni bir kavram olmasına rağmen, son yıllarda hem ülkelerin hem de ülkelerden oluşan Avrupa Birliği (AB) gibi toplulukların enerji politikalarında en çok önem verilen konulardan bir tanesi hâline gelmiştir. Dolayısıyla, enerji arz güvenliğinin artırılması enerji politikalarının temel hedefleri arasında sayılmaya başlanmıştır. Aslına bakılacak olursa, kavramsallaştırılması bakımından 20. Yüzyılın gerisine gitmiyor olmakla birlikte, enerji arz güvenliğinin dünyada enerji sistemleri içerisinde hep önemli bir yeri olmuştur. 20. Yüzyılın başından bu yana ise teknolojik ilerlemeler ve artan nüfusla birlikte çok hızlı bir biçimde artan tüketim olanakları hem mal ve hizmetlerin üretimi aşamasında girdi olarak kullanılan hem de tüketimin gerçekleştirilebilmesi için gereksinim duyulan enerji kaynaklarını her geçen gün daha da vazgeçilmez hâle getirmiştir. Böylece, günümüze gelindiğinde dünyada enerji kaynaklarının tüketimi çok yüksek düzeylere ulaşmıştır. Bu durum enerji kaynakları üretiminin, ticaretinin ve kullanımının daha sistematik bir biçimde ele alınması ihtiyacını doğurmuştur. Böylece ortaya çıkmış olan enerji ekonomisi alanı içerisinde enerji arz güvenliği önemli bir “başlık” olarak yerini almıştır. Enerji arz güvenliği kavramını daha iyi anlayabilmek için öncelikle enerji kaynaklarının tarihsel süreç içerisinde kitlesel tüketimlerini şekillendiren aşamaları incelemek gerekmektedir.

### 2.1. Enerji Kaynaklarının Tarihsel Süreç İçerisinde Ön Plana Çıkışı

Birincil enerji kaynaklarından hayatın her alanında sürekli olarak yararlanılmaktadır. Kara, hava ve deniz taşıtlarını hareket ettirme, ısınma, ikincil bir enerji kaynağı olan elektriği üretme gibi tüm insanlar için çok önemli yere sahip olan faaliyetler birincil enerji kaynakları sayesinde mümkün olmaktadır. Ayrıca, elektrik enerjisi de günlük yaşamdaki, aydınlanmadan bilişime dek, her türlü faaliyet için gerekli olduğu gibi, endüstriyel yaşamdaki bütün faaliyetler için de olmazsa olmaz bir girdidir. Ancak tüm bu enerji kaynaklarının önemi dünya tarihinin akışına yön veren belirli dönemlerde ortaya çıkmıştır. Bu dönemlerin her biri dünya ekonomisinde yeni bir devrin başlangıcı olarak ele alınabilir. Bu nedenle, öncelikle daha ilkel koşullarda ön plana çıkan enerji kaynaklarından başlanarak modern çağda üretimi artan daha yeni enerji kaynaklarına tarihsel süreç

içerisinde nasıl geçildiğini incelemek enerji arz güvenliği kavramına yönelik bir temel oluşturması açısından önemlidir.

### **2.1.1. Fosil Yakıtlar**

Dünyada en fazla tüketilen birincil enerji kaynakları olan fosil yakıtlar antik yaşam biçimlerinin milyonlarca yıllık kalıntılarıdır. Bilindiği gibi, üç tür fosil yakıt vardır. Bunlar kömür, petrol ve doğal gazdır. Fosil yakıtların oluşum süreçleri günümüzde de devam etmektedir. Okyanus dipleri ve bataklıklar fosilleşme sürecinin başlaması için en uygun ortamlardır. Fosil yakıtların temel bileşeni karbondur. Dolayısıyla, fosil yakıtların enerji üretimi amacıyla tüketilmesi yoğun CO<sub>2</sub> salınımına yol açmaktadır. Atmosferde CO<sub>2</sub> yoğunluğunun artması ise küresel ısınma ve iklim değişikliği sonuçlarını doğurmaktadır (Ehrlich ve Geller, 2018: 29-31). Daha önce ifade edilmiş olduğu gibi, özellikle kömür ve petrol olmak üzere, fosil yakıtların kullanımının yaygınlaşmasını sağlayan süreçler dünya tarihindeki önemli köşe taşlarıdır. Bu nedenle günümüzde, hâlen, dünyada toplam birincil enerji ihtiyacının %85,18'ini (BP, 2018a) karşılayan bu fosil yakıtların tek tek incelenmesi gerekmektedir.

#### **2.1.1.1. Kömür ve İngiliz Sanayi Devrimi**

Devrim bir olay değildir; devrim bir süreçtir. Bu sürecin ortaya çıkması birtakım olayların gerçekleşmesini gerektirmektedir (Mokyr, 1985: 3). Ancak, her zaman her ülkede aynı biçimde ortaya çıkan belirli olaylar sonucu oluşan belirli bir süreç devrimi getirir, demek doğru olmaz. Sanayi devrimi için de bu geçerlidir. Her bir sanayi devrimi kendi mekânına ve kendi dönemine göre değerlendirilmelidir. Bu bağlamda; sanayi devrimi, genel olarak, iktisadî yapıda ve yöntemlerde oluşan belirli ve gözle görülür değişikliklere denmektedir. Bu değişiklikler zamana ve mekâna göre farklılık göstermektedir (Deane, 1979: 1). Çünkü her devrin ve her coğrafi bölgenin kendine ait alışkanlıkları, bakış açıları, değer yargıları ve gelenekleri vardır. Ortaya çıkan bu değişiklikler tüm bu niteliklerin izlerini taşımaktadır.

Dünya tarihinde “ilk” olarak kabul gören sanayi devrimi 1780-1860 yılları arasında Britanya’da gerçekleşen sanayi devrimidir<sup>1</sup>. Devrim bu seksen yılda gerçekleşmiş olmasına rağmen, devrimi hazırlayan koşullar, Ortaçağ sonrasında 1500 yılından itibaren, iki yüz elli yılı aşkın bir sürede olgunlaşmıştır (Allen, 2009: 16). Bu süreçte el sanatları ve atölye işletmeciliği bir yana bırakılarak bunların yerine makineleşmenin artması ve güç kaynağı olarak da hayvan ve insan gücünün yerine su ve sonrasında da buhar gücünün geçmesi (Fülberth, 2008/2011: 149) bir enerji kaynağı olarak odun kullanımına karşı kömür kullanımının artmasına neden olmuştur (Nef, 1934: 14). Britanya’da yaşanan bu sanayi devrimiyle birlikte özellikle demir endüstrisi olmak üzere, birçok endüstri dalında odun kullanımındaki azalış ve kömür kullanımındaki artışın iki temel nedeni vardır. Bunlardan birincisi 1700’lü yıllara gelindiğinde Britanya’da ormanlık arazilerin iyice azalması sonucu odun fiyatlarındaki artışlar ve ikincisi de kömürün hem ucuz olması hem de oduna göre iki kat daha fazla ısı enerjisi yaratma kapasitesidir (Wrigley, 1988: 54-55). Böylece, sanayi devriminin gerçekleşmesiyle gelişen teknoloji yanında endüstriyel faaliyetlerin hız kazanması kentleşmeyi, sermaye birikimini, tarımsal verimlilikteki artışları ve gelir artışlarını da beraberinde getirmiştir (Allen, 2009: 1). Lokomotif teknolojisindeki ilerleme, demiryollarının ve ayrıca deniz aşırı taşımacılığının geliştirilmesi sonucu kömürün nakliye maliyetleri düşmüştür (Wrigley, 1989: 82-84). Aslına bakılacak olursa, 1800’lerin ilk yıllarında buharlı lokomotifler ve demiryolları temel olarak kömür taşımacılığı amacıyla hızla geliştirilmiştir (Freeman ve Louçã, 2013: 253). Tüm bu nedenlerle Britanya’da kömür talebi ve üretimi 1550 ile 1700 yılları arasında on kat (Hatcher, 1993: 5); 1700 ile 1830 yılları arasında ise on beş kat artmıştır (Flinn, 1984: 27). Wrigley’e (2010) göre ise 1560 ile 1859 yılları arasında bu üretimdeki artış üç yüz kattan daha fazla olmuştur. Böylece, Britanya’da yaşanan Birinci Sanayi Devrimi’nin temel girdisi kömür olmuştur (Wrigley, 2010: 37).

Endüstriyel dünyanın yükselişinde, görüldüğü gibi, bir enerji kaynağı olarak kömür önemli bir yer tutmaktadır. İlk sanayi devriminin Britanya’da gerçekleşmesinin temel nedenlerinden biri de Britanya’nın yer aldığı coğrafyadaki zengin kömür rezervleridir. Çünkü bu rezervler Britanya’ya ucuz ve verimli bir enerji kaynağı olanağı sunmuştur. Bunun yanında, demiryolları ve deniz aşırı taşımacılığındaki gelişmeler de kömür

---

<sup>1</sup> Mathias (1969), Deane (1979), Crafts (1985), McCloskey (1985) ve Wallerstein (1989/2011) gibi kaynaklarda söz konusu sanayi devriminin birinci sanayi devrimi olduğu ve 1780-1860 yılları arasında gerçekleştiği belirtilmiştir.



nakliyesinin kolaylıkla yapılabilmesini sağlamıştır (van Neuss, 2015: 10). Günümüze geldiğinde dünyada kömür tüketimi, özellikle elektrik üretimi amacıyla olmak üzere, hâlen çok yüksek miktarlarda gerçekleşmektedir. 2017 yılında dünyadaki toplam birincil enerji ihtiyacının hâlen %27,62'sini, dörtte birinden fazlasını, kömür karşılamaktadır. Yani kömür modern dünya ekonomileri için hâlen vazgeçilmez bir unsur olarak varlığını sürdürmektedir. Kömür rezervlerine bakılacak olursa, dünyada toplam kanıtlanmış rezervlerin %24,2'sine ABD'nin tek başına sahip olduğu görülmektedir. İkinci sırada yer alan Rusya'nın dünyadaki toplam kömür rezervleri içerisindeki payı %15,5, üçüncü sırada yer alan Avustralya'nın payı %14, dördüncü sırada yer alan Çin'in payı %13,4 ve beşinci sırada yer alan Hindistan'ın payı da %9,4'tür. Bunun anlamı; dünyadaki toplam kanıtlanmış kömür rezervlerinin %76,6'sına sadece bu beş ülkenin sahip olduğudur (BP, 2018a). Enerji kaynağı rezervlerindeki bu dengesiz dağılımlar rezervler bakımından fakir olan ülkelerin bu kaynaklara olan ihtiyaçlarını yüksek oranlarda ithalât yapmak yoluyla karşılamalarına neden olmaktadır. Bu da, söz konusu ülkelerin enerji ithalât bağımlılıklarını artırmaktadır. Rezervlerin dünyada sadece belli bir tek bölgede toplanması daha büyük sorunlara yol açabilmektedir.

#### **2.1.1.2. Petrol Ürünlerine Olan Bağımlılığın Ortaya Çıkışı: İkinci Sanayi Devrimi**

Temel girdi olarak kömürün ön plana çıktığı İngiliz sanayi devriminin sonuna gelirken henüz petrol sanayisinde önemli bir atılım yapılmamıştır. 1800'lü yılların ikinci yarısına geçildiğinde petrol sanayisi ilk olarak aydınlatma için gaz yağı üretimi ve ısınmak için de ağır yağyakıt üretimi yapmak amacıyla ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, kısa süre içerisinde petrol ürünlerinin kullanım alanları çeşitlenmiş, 1860'lı yıllarda içten yanmalı benzinli motorun geliştirilmesi ve 1870'li yıllarda geliştirilen dizel motorun 1892 yılında patentinin alınmasıyla kara ve deniz taşıtlarında artık petrol ürünlerinin yakıt olarak kullanıldığı bu motorlar tercih edilmeye başlanmıştır (Freeman ve Louçã, 2013: 351-363). İngiliz donanmasındaki gemilerde kömür yakıtlı motorlardan petrol yakıtlı motorlara geçiş 1882 yılında başlamıştır ve petrol ürünlerinin kömüre göre ortalama dört kat daha verimli olduğu görülmüştür (Engdahl, 2004: 20). 1900'lü yıllara geldiğinde Birinci Dünya Savaşı'nın hemen öncesinde Deniz Kuvvetleri Birinci Deniz Lordu Winston Churchill Britanya donanmasındaki bütün gemilerde güç kaynağı olarak kömür yerine petrol ürünlerinin yakılmasına karar vermiştir (Yergin, 2006: 69). 1870 yılından itibaren de Rusya'nın Hazar Denizi'ndeki buharlı gemilerinde mazot kullanımına geçilmiştir. 1800'lü

yılların sonuna doğru otomobil sadece çok aşırı zenginlerin elde edebileceği bir “oyuncak” olarak görülürken, 1885 yılında Almanya’da karadaki taşıtlar için üretilen petrol yakıtlı motor bu durumu değiştirmiştir. Böylece on dokuzuncu yüzyılın sonuna yaklaşılırken petrol ürünleri devrinin başlangıcı daha geniş çevreler tarafından hissedilmeye başlamıştır (Engdahl, 2004: 19-20). Ancak, bu gelişme Almanya’da yaşanmış olmasına rağmen, 1908 yılından itibaren Amerika Birleşik Devletleri’nde (ABD) Henry Ford tarafından dünyada ilk defa otomobilin kitlesel üretimine geçilmiştir (Freeman ve Louçã, 2013: 353). Böylece yirminci yüzyıla geçiş bir yakıt olarak kömür yerine petrol ürünlerinin hızla artan önemine sahne olmuştur.

Aslına bakılacak olursa, on dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısından itibaren petrol ürünlerinin, üretim aşamalarında hammadde olarak kullanıldığı ya da tüketim aşamalarında enerji kaynağı olarak kullanıldığı çok sayıda malın kitlesel üretimine geçilmiştir. Genel itibariyle 1870 yılından Birinci Dünya Savaşı’nın başlangıcına, yani 1914 yılına, kadar süren bu dönem ikinci sanayi devrimi olarak adlandırılmaktadır. 1870 yılı öncesinde kullanılan demiryolları, telgraf ağları, büyük kentlerdeki gaz ve su şebekeleri, kanalizasyon sistemleri ve 1870 yılı sonrasında bunlara eklenen elektrik ve telefon şebekeleri gibi mal ve hizmetlerin yaygınlaşması yeni bir sanayi devrimini ortaya çıkarmıştır (Mokyr, 1998: 2). Kısacası; bir taraftan kömür, petrol, buharlı makine ve içten yanmalı motorun, diğer taraftan demir ve çelik sanayisinin iki yüz yıllık etkileşimi sonucu ikinci bir sanayi devrimi daha gerçekleşmiş olmaktadır. İkinci sanayi devrimiyle birlikte iki yüz yıllık bu etkileşim yeni enerji kaynaklarını ve hammaddeleri kapsayan farklı alanlara da yayılmaya başlamıştır. Örneğin, taşımacılık sektöründe plastik, fiberglas ve yüksek performanslı bileşimlerin yakıt pilleriyle ve bataryalarla etkileşimi enerji ihtiyacı, hava kirliliği ve yüksek maliyetler gibi sorunları çözmek adına kullanılmıştır (Blair, 1976: 398).

Chandler (1980)’e göre, ikinci sanayi devriminin iki önemli sacayağı vardır. Bunlardan birincisi, var olan üretim süreçlerinin ilerletilmesinde ve yeni üretim biçimlerinin geliştirilmesinde bilimsel bilginin sistematik olarak kullanılmasına olanak tanıyan kurumsal yapıların yaratılmasıdır. Bu, hem ulusal hem de uluslararası piyasalarda malların pazarlanmasını mümkün kılan kitlesel üretime ön ayak olmuştur (Chandler, 1980: 40). İkinci sanayi devrimiyle birlikte üretimin çok yüksek oranlarda artırılmasını sağlayan üretim süreçlerine ilişkin yeni kategoriler ortaya çıkmıştır. Bu kategorilerden ilkinde göre, bazı sanayi dallarında üretim düzeyini artırmanın tek yolu daha fazla teçhizatla daha fazla

işçi çalıştırarak üretim yapmaktır. Bu kategoriye giren üretim biçimleri emek-yoğun sektörler olarak kalmıştır. Diğer bir kategoride makine-teçhizatın, üretim için gerekli olan diğer ekipmanların teknolojilerini ilerleterek ve enerji kaynaklarından daha fazla yararlanarak girdileri geliştirmek ve yeniden düzenlemek üretimde önemli oranlarda artışlara yol açmaktadır. Bu kategoriye giren üretim biçimleri ise sermaye-yoğun sektörler olarak adlandırılmaktadır. Sermaye-yoğun sektörlerde ölçek ekonomilerinin ortaya çıkma olanağı emek-yoğun sektörlerle nazaran çok daha fazladır. Bu nedenle, üretim hacmi arttıkça bir birim çıktı başına maliyet sürekli azaldığı için sermaye-yoğun sektörlerde büyük ölçekli tesislerde yüksek düzeylerde üretim yapmak mümkün olabilmektedir (Chandler, 1984: 480-481). İkinci sanayi devriminin Chandler (1980)'de sözü edilen ikinci sacayağı ise, o dönemde sadece kömür ve petrolden oluşan, fosil yakıtların daha etkin bir biçimde enerjiye dönüştürülmesini sağlayan daha ileri teknolojilerin icadıdır. Böylece endüstriyel ekonomilerde dizel ve benzinli motorların gelişimi petrole olan bağımlılığı, elektrik üretimi ve iletimi için gerekli olan teçhizatın gelişimi de, daha çok, kömüre olan bağımlılığı artırmıştır. Sonuç olarak, petrol rezervleri bakımından fakir olan İngiltere, Fransa ve Almanya gibi endüstriyel ülkeler Birinci Dünya Savaşı (1914-1918) itibariyle dünya çapında bu kaynağın rezervlerini ele geçirme mücadelelerine girişmişlerdir (Chandler, 1980: 40).

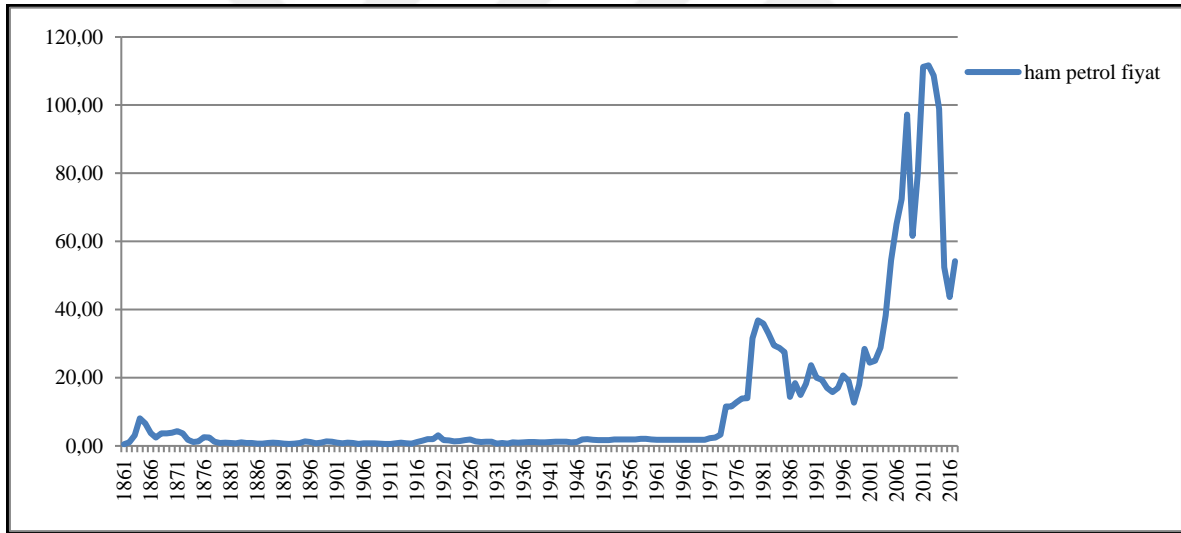
#### **2.1.1.2.1. Dünyada Petrol Ürünleri için Verilen Mücadeleler ve Arz Şokları**

Yirminci yüzyılın başında el işçiliğine dayalı küçük çaptaki üretim faaliyetlerinden büyük tesislerde kitlesel üretimin yapılabilmesi için gerekli olan teçhizatın kurulumuna geçiş, ikinci sanayi devriminin temel özelliğidir (Jevons, 1931: 1). İleri teknolojiye sahip olan bu büyük tesislerde yapılan üretim, daha önce de ifade edildiği gibi, fosil yakıtlara bağımlıdır. Kömür ve petrolden oluşan söz konusu fosil yakıtlar sanayi devrimleriyle birlikte ortaya çıkan ya da gelişen üretim biçimleri için birer girdi olarak değerlendirilmişlerdir. Birinci sanayi devrimi nasıl kömürün yükselişine sahne olmuşsa, ikinci sanayi devrimi de aynı şekilde petrolün yükselişine sahne olmuştur (Jänicke ve Jacob, 2009: 1). İkinci sanayi devrimi süreci içerisinde petrolün asıl yükselişi 1903 yılında Wright kardeşlerin icat ettiği hava aracının havayolu taşımacılığında ve 1908 yılında da Henry Ford'un kitlesel otomobil üretiminin karayolu taşımacılığında çığır açmasıyla gerçekleşmiştir (Lisserre, Sauter ve Hung, 2010: 21). Böylece kara, hava ve denizlerde faaliyet gösteren tüm taşımacılık faaliyetlerinde yakıt olarak petrol ürünleri kullanılmaya

başlamıştır. Petrol ürünlerinin bu kadar önemli bir yere sahip olması ülkeler arasında bu ürünler için sonu gelmek bilmeyen mücadelelerin de başlamasına neden olmuştur ve bu mücadeleler günümüzde hâlen devam etmektedir.

Şekil 2.1 1861-2017 yılları arasında dünyada ham petrol fiyatlarının izlediği seyri göstermektedir. Şekle bakıldığında ham petrol fiyatlarının 1861 yılından 1970'li yılların başına kadar çok büyük bir değişiklik göstermeksizin geldiği görülmektedir. Ancak 1970'li yılların başlarında ham petrol fiyatlarında birdenbire çok yüksek oranlarda sıçramalar olmuştur. 1973-1974 petrol şoklarıyla başlayan bu süreç ilerleyen yıllarda da yeni ve yine çok yüksek oranlı fiyat artışlarıyla devam etmiştir (BP, 2018a). Fiyatlarda görülen hemen hemen her sıçrama bütün bir dünyada petrol şoklarının ortaya çıkmasına neden olmuştur denilebilir.

Şekil 2.1. Dünyada Ham Petrol Varil Fiyatları 1861-2017 (\$)



Kaynak: BP (2018a).

Söz konusu petrol şoklarının neden – sonuç ilişkisi içerisinde incelenmesi dünyada petrol için verilmiş olan mücadelelerin daha iyi anlaşılabilmesi adına açıklayıcı olacaktır. Ancak öncesinde bu mücadelelerin Birinci Dünya Savaşı'yla ilişkili olarak ilk defa ortaya çıkışının ve savaşın sonuçlanmasında petrolün rolünün ortaya konması gerekmektedir.

#### 2.1.1.2.2. Birinci Dünya Savaşı ve Petrol

Petrol ürünlerinin bir girdi olarak tüm sektörlerde yaygınlaşmasıyla Hazar Bölgesi ve Orta Doğu'da bol olduğu saptanmış olan rezervlerin denetimini ele geçirmek adına İngiltere ve Almanya arasında yaşanan gerilim, 1914 yılında Birinci Dünya Savaşı'nın

patlak vermesi sonucunu doğurmuştur (Hall ve Ramírez-Pascualli, 2013: 2). Dört yıl süren bu savaş esnasında askeri stratejilerin başarılı olabilmesinin petrol ürünlerine bağlı olduğu görülmüştür. Bu nedenle savaş süresince askeri planlamaların merkezinde petrol arz güvenliğinin sağlanması yer almıştır (England, 2004: 37-38). Çünkü yirminci yüzyılın başına dek savaşlar atlı süvariler, piyade erleri, atlara koşulmuş ağır silahlar ve kömür yakıtlı savaş gemileriyle yapılmış olmasına rağmen, Birinci Dünya Savaşı, genel olarak dizel olmak üzere, petrol yakıtlı daha uzun menzilli ve daha hızlı savaş gemileri, denizaltılar, tanklar ve uçaklarla yapılmıştır. Bu büyük savaşın sonucunu da, bir anlamda, “petrol” tayin etmiştir, zira Almanya İngiltere’ye denizaltılarla yapılan petrol sevkiyatını engellemenin yollarını ararken, o dönemde dünyanın en büyük ham petrol üreticisi olan ABD’nin desteğini arkasına alan İtilaf Devletleri daha hızlı davranmış ve Almanya’yı Romanya’daki petrol kaynaklarından mahrum bırakmayı başarmıştır. Böylece Almanya, diğer yakıtlarla durumu idare etmeyi denemişse de, yaşadığı petrol sıkıntısı nedeniyle, trenlerini, uçaklarını ve gemilerini verimli biçimde kullanamaz hale gelmiştir. 11 Kasım 1917 tarihinde Almanya savaşı kaybettiğini kabul etmiştir (Heinberg, 2005: 72). Savaşın kazananı, İngiltere’nin de içerisinde yer aldığı İtilaf Devletleri olmuştur. Ancak İngiltere Irak ve Arap topraklarındaki petrol rezervlerini tek başına kontrol etme olanağına sahip olamamıştır. Çünkü bu rezervler üzerindeki hâkimiyeti Fransa ve ABD ile paylaşmak durumunda kalmıştır (Mitchell, 2011: 86).

### **2.1.1.2.3. İkinci Dünya Savaşı Sonrası Gelişmeler ve Petrol Şokları**

İkinci Dünya Savaşı sonrasında bütün dünyayı yakından ilgilendiren 1973-1974 petrol arz şokuna kadar küçük çaplı petrol krizleri yaşanmıştır. Bunların küçük çaplı olarak nitelendirilmesinin nedeni ABD dışında dünyada petrol sanayisini geliştirebilmiş bir ülkenin olmamasıdır. Bu süreçte ilk olarak, Irak petrolünü İsrail’in Hayfa şehrine taşıyan boru hattının 1948-1949 yıllarında yaşanan birinci Arap-İsrail Savaşı süresince kapatılması bir petrol arz krizine yol açmıştır. O dönemde Suudi topraklarında petrol rezervi olarak yeni keşfedilmiş olan bölgelerden çıkarak Ürdün, Suriye ve Lübnan üzerinden Akdeniz’e ulaşacak olan Trans-Arabistan petrol boru hattının faaliyete geçişi geciktirilmiştir (Issawi, 1978: 3-4). Dünyada ham petrol fiyatlarının %80 oranında artmasına neden olan bu petrol arz şoku İkinci Dünya Savaşı sonrasında yaşanan ilk petrol krizi olarak anılmaktadır (Hamilton, 2011: 9). İkinci olarak, 1951-1953 yılları arasında Orta Doğu’daki en büyük ham petrol üreticisi konumundaki İran’ın petrol sanayisini kamulaştırması ve sonrasında, bu sektörde çalışan işçilerin boykotu

sonucu, ham petrol üretimini durdurmasıyla birlikte bir petrol arz krizi daha ortaya çıkmıştır (Hamilton, 1985: 103). Böylece İran'ın ham petrol üretimi aylık 19 milyon varilden sifra inmiştir (Hamilton, 2011: 10). Aynı dönemde yaşanmakta olan Kore Savaşı nedeniyle havacılık için kullanılan petrol ürünleri başta olmak üzere tüm petrol ürünlerine olan talebin artması krizi daha da derinleştirmiştir (Issawi, 1978: 4). İkinci Arap-İsrail Savaşı esnasında, 1956-1957 yılları arasında yaşanmış olan üçüncü kriz İsrail'in Mısır'ı işgal etmesiyle Süveyş Kanalı yoluyla Akdeniz Limanlarına ulaştırılan günlük 1,5 milyon varil ham petrol arzının kesilmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Buna ek olarak günlük 500.000 varil İran ham petrolünün de yine Akdeniz limanlarına ulaşması engellenmiş, ayrıca günlük 300.000 varil Suudi ham petrolünün Basra Körfezi'ne ulaşımı kesintiye uğramıştır (Hamilton, 1985: 104). 1967 yılında patlak veren, ve Altı Gün Savaşı olarak adlandırılan (Vernon, 1975: 3), Üçüncü Arap-İsrail Savaşı'nda da yine Süveyş Kanalı kapatılmış ve on yıl önce yaşananlara benzer şeyler tekrar yaşanmıştır (Issawi, 1978: 5).

Daha önce de ifade edilmiş olduğu gibi, 1950 yılına kadar dünyada petrol sanayisini geliştirebilen tek ülke ABD olmuştur. 1950 ile 1973 yılları arasında ise dünyanın geri kalanında bu sektörün toplam hacmi yıllık ortalama %10 oranında büyümeyle dokuz kat artmıştır. ABD dışındaki diğer ülkelerde iki yüz yeni rafineri açılmış, daha önceden var olan az sayıdaki rafineriler de genişletilmiştir. Bu süreçte 2,5 milyar motorlu karayolu taşıtı üretilmiş, havayolu taşıtları transatlantiklerin ve ülkeler arası tüm yolcu taşıtlarının yerini almıştır. Çözücü, deterjan, yapıştırıcı ve plastik gibi çok geniş çapta malların üretiminde kullanılan petrokimyasallar insanların günlük yaşamında çok yaygın bir biçimde kullanılır olmuştur. Bu dönem dünyada petrolün altın çağı olarak adlandırılmaktadır (Parra, 2004: 33). Böylece artık petrol piyasalarındaki olumlu ve olumsuz gelişmelerin etkileri küresel boyutta hissedilmeye başlamıştır. Söz konusu yirmi üç yıllık sürecin sonunda tüm dünyayı yakından ilgilendiren ve bütün bir dünya ekonomisini zor durumda bırakan petrol arz şokları yaşanmıştır. Bunlardan ilki 1973-1974 petrol arz şoklarıdır.

### 1973-1974 Petrol Arz Şokları

Petrolün altın çağının ilk on yıllık evresi olan 1950-1960 yılları arasında, dünyada petrol tüketimi yıllık ortalama %7,1 oranında, son on iki yıllık evresi olan 1960-1972 yılları arasında ise yıllık ortalama %7,8 oranında artmıştır (Darmstadter ve Landsberg, 1975: 19). Ancak, dünyada petrol tüketimindeki bu hızlı artışlar petrol ihracatçısı ülkeler için bir "fırsat"

olmuştur. 1970’li yıllarda 1973-1974 ve 1979’da iki, 1970’li yılların hemen sonrasında da 1980-1981’de bir olmak üzere toplam üç büyük arz şoku yaşanmıştır. 1970 yılında bunlardan ilki olan 1973-1974 petrol arz şokunun “*müjdeleyicisi*” olarak nitelendirilebilecek bir olay gerçekleşmiştir. Suriye’de bir tarım aracının Trans-Arabistan petrol boru hattına zarar vermesi sonucu batı ülkelerine petrol sevkiyatı sekteye uğramıştır. Bu tahribatın onarılmaması nedeniyle günlük 500.000 varil Arap ham petrolünün Akdeniz limanlarına ulaşımı engellenmiştir. Sonrasında ise Libya ve Cezayir’de yaşanan üretim kesintileriyle birlikte 1970 yılından 1971 yılına geçilirken dünyada petrol fiyatlarında ciddi bir artış söz konusu olmuştur (Hamilton, 1985: 97-109).

1971 yılının Şubat ayında imzalanan Tahran Anlaşması’ndan 1973 yılının Ekim ayında patlak veren İsrail ile Arap devletleri arasındaki savaşa kadar olan yaklaşık üç yıllık süreç OPEC üyesi ülkelerin petrol sanayisi üzerindeki denetimi ele geçirme mücadeleleriyle geçmiştir. Parra (2004)’e göre, bu mücadelelerin öncelikli hedefi fiyatları ya da gelirleri artırmak değil, denetimi ele geçirmektir (Parra, 2004: 146). Ancak dünyada petrol arzı denetimini ele geçirmenin gelirleri çok yüksek oranlarda artıracığı da bir gerçektir. Bunun yanında, 1973 yılının başında bir yandan ABD’nin Arap petrolüne karşı artan bağımlılığıyla birlikte petrol talebi yükselirken, bir yandan da dolara uygulanan devalüasyon parasal istikrarı zedelemiş ve petrol fiyatlarındaki artışı hızlandırmıştır. 1973 yılının ilk dokuz ayı süresince petrol ithalâtı yapan ülkeler krizin eşiğine kadar gelmişlerdir. Genel olarak bunun nedeni parasal istikrarsızlığın ve enflasyonun sürekli hâle gelmesiyle koşulların hızla değiştiği, yapılan fiyat ve katılım anlaşmalarından kaynaklanan yeni duruma hem ithalâtçı ülkelerin hem de ihracatçı ülkelerin ayak uydurmakta güçlük çekmesidir. Ayrıca, böyle bir kaotik ortamda her bir petrol şirketinin, ayrı ayrı, kendi arzını korumak için verdiği mücadeleler de sorunlara yol açmıştır (Penrose, 1975: 46).

Sonrasında, Suriye ve Mısır’ın öncülüğünde, Arap devletlerinin İsrail ile aralarındaki savaş 6 Ekim 1973 tarihinde başlamıştır. 17 Ekim 1973 tarihinde ise OPEC üyesi olan Arap devletleri İsrail’i destekleyen ülkelere yapılan petrol ihracatına ambargo uygulayacaklarını ilân etmişlerdir (Hamilton, 2011: 14). O dönemde OPEC’in ham petrol arzı dünyadaki toplam petrol arzının %50’si düzeyinde olmasına rağmen, OPEC üyesi ülkeler tarafından yapılan petrol ihracatının dünyadaki toplam petrol ticaretinin %85’inden fazlasına ulaşmış olması, böyle bir beyanın ne gibi sonuçlara yol açtığına ilişkin fikir vermektedir (Mikdashi, 1975: 203). Bu gelişmelerin ardından, 1973 yılının Ekim – Aralık ayları arasında OPEC içerisindeki

ekonomik bakımdan az gelişmiş ve askerî bakımdan zayıf petrol ihracatçısı Arap toplumları petrol arzını kısımlar ve tüm dünyada petrol fiyatlarında yüksek oranlı bir artış olmasını sağlamışlardır. 1973 yılının Eylül ayına göre Kasım ayında %12,5 oranında azalan OPEC petrol arzı sayesinde, 1970 yılında 0,95 dolar olan petrolün varil fiyatı 1973 yılında 2,12 dolara yükselmiştir. Hemen hemen her türlü ekonomik faaliyetin yürütülebilmesi açısından petrol ürünlerine bağımlı olan dünya ülkeleri derin bir resesyon sürecine girerken, OPEC ülkeleri yıllık gelirlerini 7,3 milyar dolardan 22,8 milyar dolara yükseltmişlerdir (Issawi, 1978: 3-10-16). Çünkü küresel petrol arzının %7,5 oranında kısılmasına neden olmuşlardır. İran gibi bazı ülkelerin petrol üretimlerini artırmaları küresel petrol arzındaki bu düşüşün küçük bir bölümünü karşılayabilmiştir. Bununla birlikte, 1 Ocak 1974 tarihinde İran'ın da aralarında yer aldığı Basra Körfezi ülkeleri petrol fiyatını iki katına yükseltmişlerdir (Hamilton, 2011: 14). Sonuç olarak, 1973-1974 yılları arasında dünyada ham petrol fiyatları 3,5 katına yükselmiştir (BP, 2017).

Yani, aslına bakılacak olursa, İsrail ile olan savaş bir yana, 1973 yılı petrol arz şoku henüz sanayileşmemiş bir grup ülkenin birlikte uluslararası petrol piyasasını kontrol altında tutmak arzusuna ve gücüne sahip olduğunu fark ederek harekete geçmesinin bir sonucudur (Vernon, 1975: 2). OPEC ülkeleri tüm dünyadaki petrol sektöründe topluluk olarak ellerinde bulundurdukları tekelleri gücü kullanarak arzı kısımlar ve fiyatların yükselmesini sağlamışlardır. Petrol ürünleriyle aynı verimliliği sağlayan başka kaynakların olmayışı nedeniyle bu ürünlerin talep esnekliğinin düşük oluşu OPEC ülkelerinin gelirlerini yaklaşık üç katına yükseltmelerini sağlamıştır. 1974 yılının Mart ayında Libya dışındaki Arap devletlerinin ABD'ye uyguladıkları ambargonun kalkmasıyla dünyada petrol arzı hızlı bir biçimde artmıştır. Petrol fiyatları daha fazla artmamış olmasına rağmen, 1974 yılı süresince petrol ihracatçısı ülkeler artan ithalât maliyetlerini fazlasıyla karşılayacak kadar gelir elde etmişlerdir (Penrose, 1975: 52). Böylece sona eren 1973-1974 petrol arz şokundan edinilen deneyime göre şu yargıya varmak mümkündür (Issawi, 1978: 19): *“Dünya çapında bir felaket olmadıkça, rezervlerde mevcut olan her bir petrol damlası piyasasını bulacaktır. Bu ifade iki gerçeğe dayanmaktadır. Birincisi, son iki yüz yıllık tarihi süreç göstermiştir ki; yeni yaygınlaşan bir yakıt, hızla artan bir piyasa payına sahip olarak, daha önce yaygın olan bir yakıtın yerini aldığı anda (örneğin; kömür-odun, petrol-kömür gibi) daha eski olan yakıtın “mutlak” çıktı düzeyi birkaç on yıllık bir süreç boyunca düşmeyecektir. İkincisi, petrolün bir yakıt olarak değerlendirilmesinden daha çok işe yarayacağı kullanım alanları vardır – muazzam bir biçimde ve hızla genişleyen petrokimyasal sanayisi için hammadde oluşu gibi.”* 1973-1974 petrol arz şoku İkinci Dünya

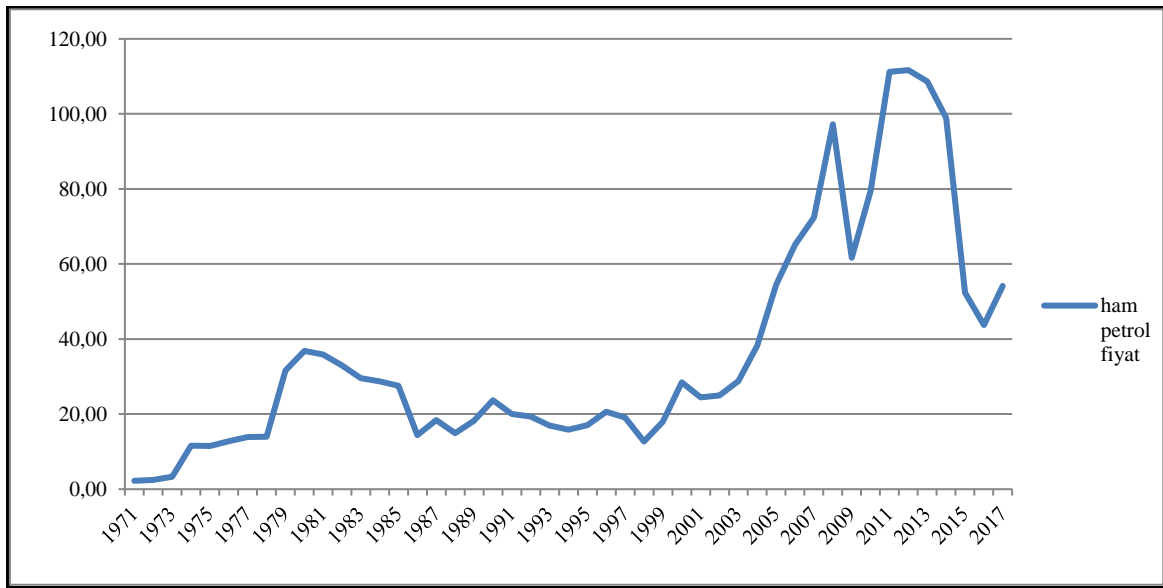


Savaşı sonrasında dünyadaki toplam petrol sektörünü büyük oranda eline geçiren OPEC üyesi ülkelerin yaratmış olduğu ilk petrol şokudur. 1974 yılı sonrasında 1978-1979 ve 1980-1981, 1990, 1999 ve 2003-2008 yıllarında petrol fiyatlarındaki yüksek oranlı artışlardan dolayı krizler yaşanmıştır.

### 1978-1979 ve 1980-1981 Petrol Krizleri

Şekil 2.2’de dünyada ham petrol fiyatlarının 1971 yılından bu yana izlediği seyir görülmektedir. Şekil incelendiğinde ilk olarak 1973-1974 yıllarında bir petrol şokunun yaşandığı yüksek oranlı fiyat artışından dolayı net bir biçimde gözlemlenmektedir. Ham petrol fiyatındaki bu sıçramanın ardından 1979-1980, 1990, 1999 ve 2003-2008 yıllarında ortaya çıkan petrol şoklarını da şekil üzerinde kolaylıkla ayırt etmek mümkündür. Ayrıca 2000’li yıllarda karşılaşılan petrol şoklarında fiyatlardaki sıçramaların geçmiştekilere göre çok daha yüksek düzeylerde olduğu da görülmektedir. Petrol fiyatlarındaki bu sıçramaların yaşandığı dönemlerde ekonomik büyüme oranlarının ve enflasyon oranlarının da nasıl birer seyir izlediklerini incelemekte yarar vardır. Ekonomik daralma ve yüksek enflasyon dönemlerinin bu şoklarla aynı yıllara denk geldiğini görmek açısından bu analizin yapılması gerekmektedir. Ancak bu analizin öncesinde her bir şok süreci sebepleriyle birlikte kısaca ortaya konmalıdır.

Şekil 2.2. Dünyada Ham Petrol Varil Fiyatları 1971-2017 (\$)



Kaynak: BP (2018a).

Şekilde görüldüğü gibi, 1979 yılında ikinci bir petrol fiyat şoku yaşanmıştır. Aslına bakılacak olursa, 1973-1974 krizi atlatıldıktan sonra 1970'li yılların sonuna yaklaşılırken OPEC içerisindeki en etkili devletlerden olan İran, Irak, Kuveyt ve Suudi Arabistan arasında göze çarpan bir uyuşmazlık durumu söz konusu değildir (Noreng, 2006: 11). Ancak, 1978 yılının Ocak ayında İran'daki iki bin beş yüz yıllık monarşi rejimine karşı başlayan kitlesel tepkiler aylar boyunca artarak devam etmiş ve 1979 yılının ilk aylarına gelindiğinde İran'da sıkıyönetim koşulları hâkim olmuştur (Smith, 2007: 159-163). Bunun üzerine, İran'ın petrol sektöründe çalışan işçilerin greve gitmesi sonucu ortaya çıkan petrol üretimindeki daralmayla birlikte ülke yönetimini şeriat yanlılarının ele geçirmesi sürecine girilmiştir (Noreng, 2006: 21). 1978 yılının Eylül ayı ile 1979 yılının Ocak ayı arasındaki dört aylık süreçte İran'ın petrol üretimindeki azalış dünyadaki toplam petrol üretiminin %9,1 oranında azalmasına yol açmıştır. Bu azalışın üçte ikisi diğer devletlerdeki petrol üretimi artışlarıyla kapatılmış olsa da, bu beklenmeyen petrol arzı artışlarını 1979 yılının ilk yarısı içerisinde yine gözle görülür orandaki fiyat artışları takip etmiştir (Hamilton, 1985: 111). Böylece bu petrol şokunun tetikleyicisi 1978-1979 yıllarında İran'da gerçekleşen İslamcı devrim olmuştur.

İran'da yaşanan bu gelişmeler Orta Doğu'nun siyasî perspektifinin tümüyle değişmesine, ve buna bağlı olarak, ham petrol piyasalarının ve fiyatlarının çok çalkantılı bir sürece girmesine neden olmuştur. Devrimin hemen peşinden, İslamcı devrim sonucu İran siyasetindeki büyük değişiklikten kaynaklanan ve 1980 yılında başlayan İran-İrak savaşı uluslararası petrol sektöründe yeni ve köklü bir dönüşüm sürecini başlatmıştır. Bu süreç içerisinde sektörde faaliyet gösteren başlıca firmaların hem üretim, hem iletim hem de dağıtım aşamalarını kapsayan dikey bütünleşik yapısı yok olmaya yüz tutmuş ve OPEC'in sektör üzerindeki hâkimiyeti büyük oranda sarsılmıştır. Bu esnada ham petrol fiyatları ve fiyat beklentileri tüm dünyada enerji sektörünün derin bir krize girmesine yol açmıştır (Parra, 2004: 215). İran'ın petrol arzındaki daralma sürerken, Irak ile aralarındaki savaş, bir yandan da, Irak'ın petrol arzını kısıması sonucunu doğurmuştur. Bu savaşla birlikte Irak'ın petrol arzındaki azalış 1980 yılı Eylül ayı ile 1981 yılı Ocak ayı arasında günlük 2,4 milyon varil olarak gerçekleşmiştir. Bu ise İran'ın petrol arzı azalışının yaklaşık yarısı kadardır (Hamilton, 1985: 111). Böylece, her ne kadar, Şekil 2.2'de görüldüğü gibi, 1979 yılından sonra fiyat artışının ivmesi azalmış olsa da, 1981 yılına gelindiğinde dünyada ham petrol fiyatları 1978 yılı fiyatlarının 2,5 katından daha yüksek bir düzeye ulaşmıştır (BP, 2017).

## 1990 Petrol Krizi

1980 yılında başlamış olan İran-İrak savaşı 1988 yılına kadar sürmüştü ve Irak'ın zaferiyle sonuçlanmıştır. Ancak sekiz yıl gibi çok uzun bir süre boyunca devam eden bu savaş Irak ekonomisini olumsuz etkilemiştir. Savaş süresince Irak'ın özellikle Kuveyt, Birleşik Arap Emirlikleri ve Suudi Arabistan'a yüklü miktarlarda borçları birikmiş, toplam dış borçları ise 100 milyar dolar düzeyine ulaşmıştır. Irak bir yandan bu borçlarla mücadele ederken, bir yandan da 1990 yılının Haziran ayına geldiğinde, Irak petrolünün en önemli pazarlarından olan Akdeniz limanlarında petrol fiyatları yılın başından o güne kadarki süreç içerisinde üçte bir oranında düşmüştür. Bu fiyat düşüşü Irak'ın aylık petrol gelirlerinin yarım milyar doların üzerinde bir kayba uğramasına neden olmuştur. Petrol fiyatlarındaki bu yüksek oranlı düşüşe rağmen, üretim kotalarını aşan Kuveyt ve Abu Dabi nedeniyle OPEC topluluk olarak aşırı petrol üretimi yapmak durumunda kalmış ve petrol fiyatlarındaki düşüşe engel olunamamıştır. Bu durum karşısında 1989 yılının sonu itibariyle OPEC'in petrol fiyatlarını artırmak adına çaba sarf etmeye başlayan Irak'ın baskıları, özellikle, belirlenen kotasından daha fazla üretim yapan Kuveyt üzerinde yoğunlaşmıştır. Bunun üzerine Temmuz ayı içerisinde OPEC ülkelerinin üretim kotalarına uymaları konusunda yenilenen anlaşmaya Kuveyt yine uyum sağlamamış ve üretim kotasını aşmaya devam etmiştir. Tüm bu gelişmelerin sonucunda 2 Ağustos 1990 tarihinde Irak Kuveyt devletinin başkenti olan Kuveyt şehrine saldırarak Körfez Savaşı'nı başlatmıştır (Parra, 2004: 295-298). Bu saldırıdan sonraki bir ay içerisinde Kuveyt'in petrol üretimi durma noktasına gelirken, Irak'ın petrol üretiminde de ciddi bir düşüş yaşanmış ve petrol fiyatları iki katına yükselmiştir. Suudi Arabistan'ın önemli oranda, Birleşik Arap Emirlikleri'nin ise daha düşük düzeyde petrol arzı artışları savaş sona ermediği sürece Basra Körfezi'nde yapılan toplam petrol üretimini eski düzeyine ulaştıramamıştır (Noreng, 2006: 23). Çünkü savaş süresince Irak'ın petrol üretimi 1970'li yıllardaki üretim düzeyine kadar düşmüştür. Kuveyt ve Irak'taki petrol arzı düşüşleri dünyadaki toplam petrol arzını %9 oranında azaltmıştır (Hamilton, 2011: 18). Savaş ABD ve Birleşmiş Milletler (BM)'in Irak'a müdahalesiyle 17 Ocak 1991 tarihinde sona ermiştir. Irak'ın askerî güçlerine karşı uygulanan Çöl Fırtınası Operasyonu ise 27 Şubat 1991'e kadar devam etmiştir (Thomchick, 1993: 40). Bu esnada savaş süreci boyunca Suudi Arabistan'ın artan petrol arzıyla birlikte dünyadaki toplam petrol üretimi savaş öncesindeki düzeyine ulaşmıştır (Hamilton, 2011: 18).

### 1999 Petrol Fiyat Şoku

1997 yılında Asya ülkelerinde yaşanan ekonomik kriz nedeniyle dünyada petrol talebi azalmış ve petrol arzının altına inmiştir (IMF, 2000: 4). Bu nedenle, oluşan arz fazlası sonucu, 1998 yılına gelindiğinde petrol fiyatları 1997 yılı fiyatlarına göre %33,4 oranında düşmüştür (BP, 2017). 1998 yılında petrol fiyatlarındaki düşüşe son vermek amacıyla görüşmeler yapmak üzere toplanan OPEC üyesi ülkeler petrol arzlarını kısımaya karar vermişlerdir. Ancak petrol fiyatlarındaki bu düşüş 1999 yılının ilk iki ayı süresince devam etmiştir. Bunun üzerine 1999 yılının Mart ayında (Barsky ve Kilian, 2004: 116) OPEC üyesi olmayan Meksika ve Norveç gibi petrol ihracatçısı ülkelerle de petrol arzlarını kısımaları yönünde anlaşmalar yapılmıştır. Dünyadaki petrol ticaretinin %60'ını, arzının %40'ını elinde bulunduran OPEC'e diğer petrol ihracatçısı ülkelerin de katılımıyla 1999 yılının ikinci çeyreğinden itibaren petrol fiyatları yükselişe geçmiştir (IMF, 2000: 4). Petrol fiyatlarının yükselişe geçmesinde Asya krizinin sona ermesinin de katkısı vardır. Bu krizin atlatılmasıyla birlikte 1999 yılı içerisinde dünyadaki toplam petrol talebi yeniden artmaya başlamıştır (Hamilton, 2011: 20). Böylece 1999 yılının sonu itibariyle petrol arzı talebinin altına düşmüştür ve 2000 yılına gelindiğinde dünyada petrol fiyatları 1998 yılı düzeyinin 2,24 katına yükselmiştir (BP, 2017). Yani 1999 petrol fiyat şoku bizzat OPEC tarafından kasıtlı bir biçimde tasarlanmıştır (Barsky ve Kilian, 2004: 125).

### 2003-2008 Petrol Fiyat Şoku

Şekil 2.2'de 2003-2008 yılları arasında petrol fiyatlarının daha önce görülmemiş biçimde arttığı görülmektedir. Arap-İsrail savaşının tetiklediği 1973-1974 şokunda, İran devriminin tetiklediği 1978-1979 şokunda, İran-Irak savaşının tetiklediği 1980-1981 şokunda, Körfez Savaşı'nın tetiklediği 1990 şokunda ve OPEC'in kendi eliyle yarattığı 1999 şokunda fiyat artışları daha kısa süreli olmasına rağmen, 2003 yılıyla birlikte başlayıp 2008 yılına kadar süren ve 2008 küresel krizinin etkisi geçtikten sonra 2012 yılına kadar tekrar devam eden petrol fiyatı artışının daha önceki örneklerden farklı olduğunu Şekil 2.2'de gözlemlemek mümkündür.

Hamilton (2011)'e göre, 2003 yılında başlayan petrol fiyatlarındaki bu artışın tetikleyicisi 2002 yılının Aralık ayında ve 2003 yılının Ocak ayında Venezuela'da yaşanan genel grev sonucu petrol üretiminin azalması ve yine 2003 yılının Nisan-Temmuz ayları

arasında gerçekleşen ABD-İrak savaşıdır (Hamilton, 2011: 20). Ancak bu unsurlar daha önceki en fazla bir yıl süren petrol şoklarının tetikleyici unsurlarıyla benzerlik göstermektedir. Oysa 2003-2008 yılları arasında gerçekleşen petrol şoku çok daha uzun yıllar boyunca devam etmiştir. Bu nedenle diğerlerinden farklı olduğu göze çarpan bu son fiyat şokunu daha öncekilerle aynı nedenlere bağlamak doğru olmayacaktır.

Bu konuda yapılmış bir diğer çalışma olan Kilian ve Hicks (2013)'te aynı noktaya değinilmiş ve böylesine uzun süreli bir fiyat şokunun dünyada sürekli artan petrol talebiyle açıklanması gerektiği savunulmuştur. 2003 yılından sonra, 2008 küresel krizi dışında, 2012 yılına kadar petrol talebinin çok hızlı bir biçimde artmasının nedeni de, başta Çin olmak üzere, Hindistan gibi çok yüksek nüfusa sahip olan Asya ülkelerinin yaptığı iktisadi atılımlardır. Kilian ve Hicks (2013)'e göre, petrol fiyatlarında son yıllarda görülen uzun süreli artışların tetikleyici unsuru Asya ülkelerinde yaşanan yüksek oranlı ekonomik büyümelerdir. Ekonomik büyümeleri daha çok sanayi sektörlerindeki gelişmelerden kaynaklanan bu ülkelerin, petrol ithalâtına olan bağımlılıkları her geçen gün artmaktadır. Böylece sürekli artan küresel petrol talebi nedeniyle petrol fiyatlarındaki artış sürekli hâle gelmiştir. Dolayısıyla, bu tür bir petrol şokunu arz şoku yerine talep şoku olarak adlandırmak daha doğru olacaktır (Kilian ve Hicks, 2013).

Çizelge 2.1. 1973-1974'ten 2003-2008'e Petrol Şokları ve Nedenleri

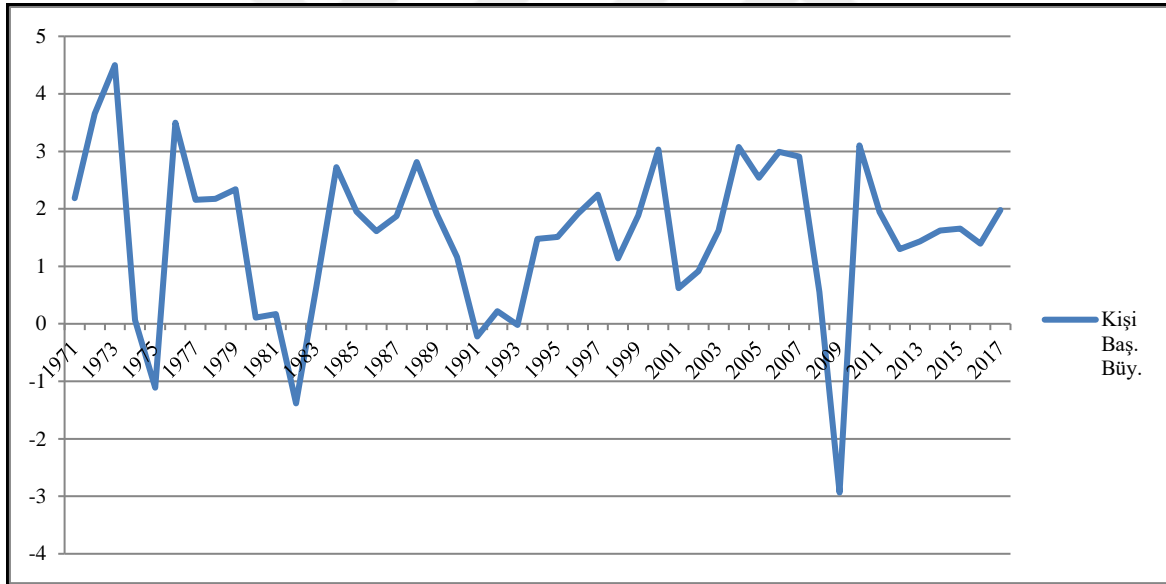
<b>1973-1974 Petrol Arz Şoku</b>	Arap Devletleri ile İsrail Arasındaki Savaş
<b>1978-1979 Petrol Krizi</b>	İran İslam Devrimi
<b>1980-1981 Petrol Krizi</b>	İran-İrak Savaşı
<b>1990 Petrol Krizi</b>	İrak-Kuveyt Arasındaki Körfez Savaşı
<b>1999 Petrol Fiyat Şoku</b>	Asya kriziyle birlikte düşen talep sonucu petrol fiyatlarındaki düşüş karşısında OPEC ve diğer petrol ihracatçısı ülkelerin petrol arzını kısması ve sonrasında Asya krizinin sona ermesiyle artan talep
<b>2003-2008 Petrol Fiyat Şoku</b>	Çin ve Hindistan gibi çok yüksek nüfuslu Asya ülkelerinde yaşanan yüksek oranlı ekonomik büyümeler sonucu artan talep

Buraya kadar 1970'li yıllar ve sonrasında dünyada petrol fiyatlarındaki anî sıçramalara yol açan süreçler analiz edilmiştir. Çizelge 2.1'de bu petrol şokları nedenleriyle birlikte kısaca özetlenmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi petrol fiyat şokları birtakım uluslararası sorunlar sonucunda ortaya çıkmıştır. Böylesine geniş çaplı sorunların petrol şoklarıyla sonuçlanmış olması ve petrol şoklarının geniş çaplı sorunlara yol açmış olması ülkelerin bir enerji kaynağı olarak petrole, ihtiyaç duyulan her an ulaşabilmek adına

uyguladıkları politikalardan ileri gelmiştir. Çünkü Norveç dışındaki gelişmiş ülkeler petrol rezervleri bakımından fakirdirler.

Petrol ürünleri, özellikle, Birinci Dünya Savaşı'ndan bu yana taşımacılık sektörlerinde ve İkinci Dünya Savaşı'ndan bu yana ise petrokimya sanayisinde olmak üzere tüm sektörlerde hem yakıt olarak hem de hammadde olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır. Daha önceki kısımlarda görüldüğü gibi, petrol uluslararası alanda çok çetin mücadelelerin merkezinde, araç olarak değil amaç olarak, yer almıştır. Bu mücadeleler çoğu defa savaşlara yol açmış, toplumlar petrol denetimini ele geçirme ihtiraslarının bedelini insanların ölümleriyle ödemişlerdir. Petrolü bu kadar değerli kılan şey, daha önce de ifade edildiği gibi, petrolün her sektörde girdi olarak kullanılabilmesi nedeniyle ekonomiler üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olmasıdır.

Şekil 2.3. Dünyada Kişi Başı GSYH Büyüme Oranı 1971-2017 (%)



Kaynak: Dünya Bankası (2019a).

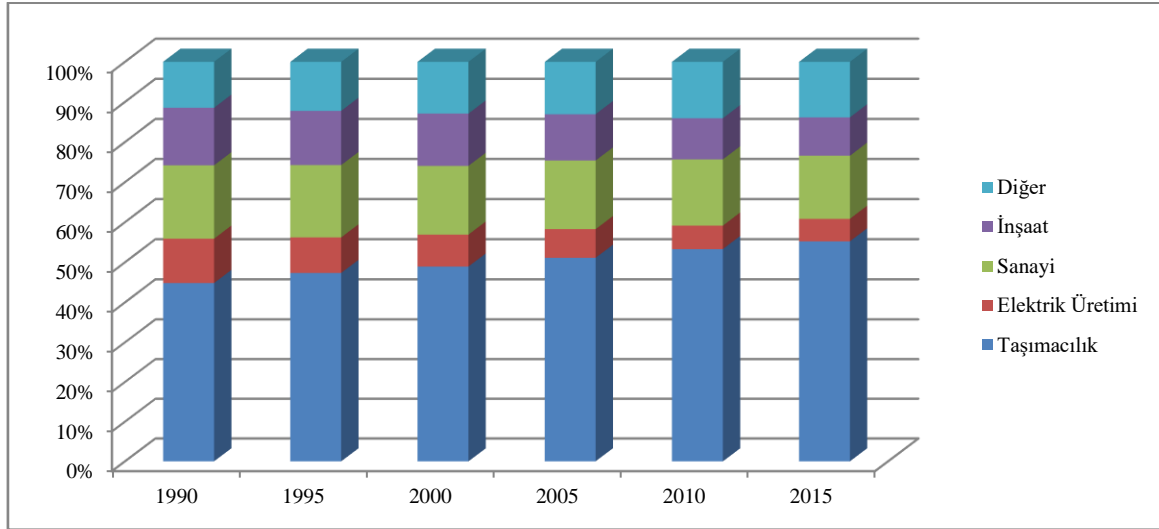
Şekil 2.3'te 1971-2017 yılları arasında dünyada kişi başına Gayri Safi Yurtiçi Hasılanın (GSYH) büyüme oranları bir grafik yardımıyla gösterilmiştir. Hatırlanacağı üzere, Şekil 2.2'de gösterilmiş olan petrol fiyatları önceki kısımlarda incelenmiş olan petrol şoku süreçlerinde hep artış göstermiştir. Şekil 2.3'te ise yine aynı dönemlerde dünyada kişi başına düşen gelirin büyüme oranlarının düştüğü görülmektedir. 1973-1974, 1979-1981, 1990-1991 ve 1999-2000 süreçlerinde kişi başına düşen gelirdeki büyümenin çok hızlı biçimde azaldığını şekil üzerinde gözlemlemek mümkündür. Ancak 2003-2008 sürecinde, yine diğerlerinden farklı olarak, çok büyük bir azalış söz konusu olmamıştır. Sonrasında

ise 2008 küresel kriziyle birlikte dünyada kişi başına düşen gelirlerdeki azalma 2009 yılında yaklaşık %3 düzeyine yaklaşmıştır. Talep şoku olarak nitelendirilebilecek olan bu son fiyat şoku dışında, diğer petrol şoku süreçlerinde dünyada kişi başına düşen gelirlerin büyüme oranlarındaki azalışların petrolün geniş çapta kullanım alanlarına sahip olmasıyla da ilişkili olduğu söylenebilir.

#### **2.1.1.2.4. Günümüzde Petrol Ürünlerinin Kullanım Alanları**

Zaman içerisinde ülkelerin ekonomileri büyüyüp geliştikçe kara, hava ve su taşıtlarına ilişkin teknoloji de hızlı bir ilerleme göstermiş ve her geçen gün, motorlarının çalışması petrol ürünlerine bağımlı olan, bu taşıtların sayısı katlanarak artmıştır. Birçok endüstri dalında da yine petrol ürünleri girdi olarak yaygın biçimde kullanılır duruma gelmiştir. Bu nedenle artan nüfusla birlikte günümüzde ülke ekonomileri için halen çok önemli bir yere sahip olan petrol ürünlerinin kullanım alanlarını incelemekte yarar vardır. Daha önce de ifade edildiği gibi, 1800'lü yıllar sona erip 1900'lü yıllar başlarken petrol ürünleri artık yalnızca aydınlatma ve ısınma ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanılan ürünler olmaktan çıkmıştır. Bunların yanında, endüstriyel makineler için yağ ihtiyacını, tıbbî ürünler ve mum üretimi için petrol mumu ihtiyacını karşılamak amacıyla da kullanılmaya başlamıştır. Ayrıca, ecza ürünlerinden çözücülere, yüksek ısılarda üretim yapan sektörlerden içten yanmalı motorlara kadar çok geniş yelpazede üretim biçimleri petrol ürünlerinin kullanım alanlarına dâhil olmuştur. 1900 yılı itibariyle insanların günlük yaşamlarına girmiş olan iki yüzden fazla ürünün arzı için petrol ürünlerine gereksinim duyulur olmuştur (Maugeri, 2006: 19). 20. yüzyılın başından günümüze gelinen süreçte bu ürünler çok daha fazla çeşitlenmiş ve petrol ürünleri talebinin en yüksek olduğu sektörler belli kategoriler altında toplanmıştır.

Şekil 2.4. Dünyada Petrol Ürünleri Talebinin Sektörlere Göre Dağılımı 1990-2015 (%)



Kaynak: BP (2017).

Şekil 2.4'te 1990-2015 döneminde dünyadaki toplam petrol ürünleri talebinin sektörlere göre dağılımı gösterilmektedir. Buna göre, 1990 yılında %44,82 olan kara, hava ve su taşımacılıklarının payları toplamı 2015 yılına gelindiğinde %55,23'e yükselmiştir. Aynı dönemde elektrik üretimi amacıyla yapılan petrol ürünleri tüketiminin payı ise %11,06'dan %5,61'e düşmüştür. Sanayi dallarında yapılan üretim için talep edilen petrol ürünlerinin payı da elektrik üretiminde olduğu gibi söz konusu dönem boyunca bir azalış sergilemiştir. 1990 yılında %18,31 düzeyinde olan bu oran 2015 yılında %15,74 düzeyinde gerçekleşmiştir. Petrol ürünleri talebinin payında düşüş görülen bir diğer sektör inşaat sektörüdür. İnşaat sektörünün bu tüketimdeki payı %14,35'ten %9,58'e düşmüştür. Görüldüğü gibi, 1990 ile 2015 yılları arasında bu sektörlerden sadece taşımacılık, petrol ürünleri tüketimindeki payını %10,41 oranında artırmıştır. Geriye kalan alanlarda ise bu oran azalmıştır. Ancak dünyada sanayi dallarında tüketilen petrol ürünleri miktarı söz konusu dönemde %16,15 oranında artmış olmasına rağmen, taşımacılık sektörlerinin petrol ürünleri tüketimi %66,52 gibi çok daha yüksek bir oranda artmış olduğu için sanayi dallarının bu tüketim içerisindeki payı azalmıştır (BP, 2017). Sanayi sektörüne göre taşımacılık sektöründe petrol tüketiminin daha yüksek oranlı artışının birkaç nedeni vardır. Örneğin, dünyadaki toplam sanayi dallarının katma değerlerindeki büyüme oranı 1990 ile 2015 yılları arasında %80,47 düzeyinde gerçekleşmiştir (Dünya Bankası, 2019a). Bunun yanında, dünyadaki toplam otomobil üretimindeki büyüme aynı dönemde %54,47 oranında gerçekleşirken, kamyon ve otobüs toplam üretimlerindeki büyüme %147,97 oranında gerçekleşmiştir (Oak Ridge National Laboratory, 2017). Diğer yandan, demiryollarında taşınan toplam yolcu sayısı bu 24 yıllık süreçte %2,08 oranında artarken, taşınan yük



miktarı %5,88 oranında artmıştır. Havayolu taşımacılığında ise taşınan yolcu sayısı %213,94 oranında artarken, taşınan yük miktarı %228,40 oranında artmıştır (Dünya Bankası, 2019a).

Sanayi sektörüne ve taşımacılık sektörlerine ilişkin bu büyüme oranları söz konusu sektörlerin petrol ürünleri tüketimini belirlemiştir. Yukarıdaki verilerde demiryolları taşımacılığının çok düşük oranlarda olmak üzere, otomobil üretiminin de toplam sanayi büyümesinden daha küçük bir oranda büyümesine karşın, otobüs ve kamyon üretimi ve havayolu taşımacılığı çok yüksek oranlarda artmıştır. Karada ve havada uzun mesafeli taşımacılıkta kullanılan bu taşıtların arzında ve talebinde ortaya çıkan söz konusu yüksek oranlı artışlar taşımacılık sektöründeki petrol ürünleri tüketiminin de yüksek bir oranda artmasına neden olmuşlardır. Taşımacılık sektörlerinin petrol ürünleri tüketimindeki bu yüksek oranlı artış dünyadaki toplam petrol ürünleri tüketimi içerisinde taşımacılık sektörlerinin payını artırırken, sanayi alanında petrol ürünleri tüketimi artmış olmasına rağmen, sanayinin payının düşmesine yol açmıştır.

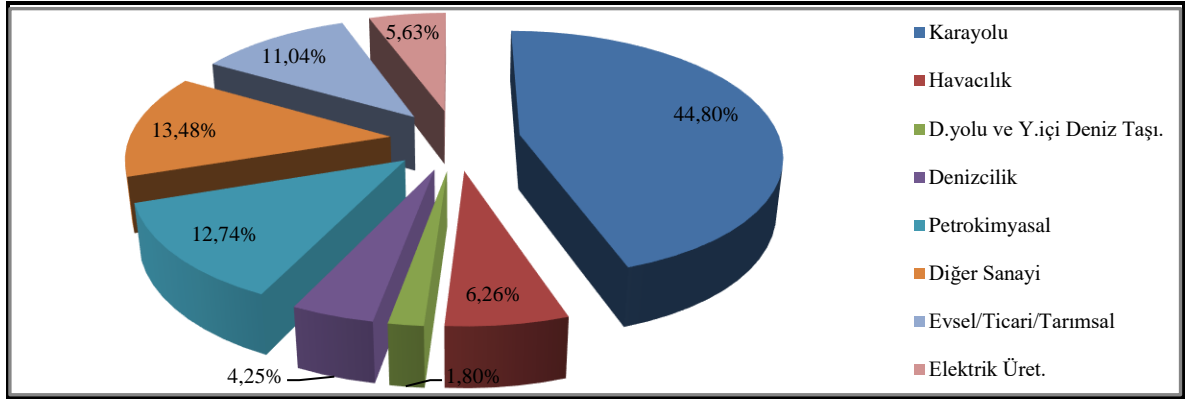
Çizelge 2.2. Avrupa’da Sektörlerin Petrol Ürünleri Bağımlılığı 1990-2014 (%)

	1990	1995	2000	2005	2010	2014
<b>Ener.Sek.Tük.</b>	46,5	47,6	46,6	47,3	43,2	40,1
<b>Ener.dışı Tük.</b>	82,4	85,4	85,3	85,8	85,9	84,5
<b>Sanayi</b>	16,0	17,1	15,9	14,4	12,5	10,1
<b>Taşımacılık</b>	97,9	97,9	97,8	96,9	94,2	93,6
<b>Evsel</b>	22,0	21,5	19,7	17,7	13,8	12,8
<b>Balıkçılık</b>	99,6	99,9	96,2	94,1	94,4	93,8
<b>Tarım/Ormanlık</b>	58,8	62,3	61,9	60,1	54,1	53,2
<b>Hizmetler</b>	24,4	21,6	18,7	16,3	12,1	10,8

Kaynak: Eurostat (2016).

Ayrıca bu sektörlerin petrol ürünlerine olan bağımlılıkları da petrol talebi içerisindeki paylarının şekillenmesinde etkili olmuştur. Çizelge 2.2’de 1990-2014 yılları arasında Avrupa’da çeşitli sektörlerin petrol ürünlerine olan bağımlılık oranları görülmektedir. Bu oranların dünyada bu çizelgedekilere yakın düzeylerde olduğu düşünüldüğünde, yine sanayi ile taşımacılık sektörleri karşılaştırılacak olursa, taşımacılık sektörüyle sanayinin petrol ürünleri bağımlılıkları arasında %93,6’ya %10,1 gibi büyük bir fark olduğu göze çarpmaktadır (Eurostat, 2016). Dolayısıyla, sanayi sektöründe bu süreçte görülen yüksek oranlı büyüme, sanayinin petrol ürünlerine olan bağımlılığı düşük olduğu için, dünyadaki toplam petrol ürünleri tüketiminde sanayinin payında bir artışı beraberinde getirmemiştir.

Şekil 2.5. Dünyada Petrol Ürünleri Talebinin Sektörlere Göre Dağılımı 2016 (%)



Kaynak: OPEC (2017).

Sonuç olarak, 2016 yılına gelindiğinde taşımacılık sektörleri toplamının petrol ürünleri talebi içerisindeki payı yükselmeye devam etmiş ve %57,11'e ulaşmıştır. Şekil 2.5'te görüldüğü gibi bu oranı oluşturan unsurlardan karayolu taşımacılığının payı %44,80, havayolu taşımacılığının payı %6,26, deniz taşımacılığının payı %4,25 ve demiryolları ve ülke içlerindeki su taşımacılıklarının payı da %1,80 olarak gerçekleşmiştir (OPEC, 2017). Bu durum, daha önce de ifade edilmiş olduğu gibi, taşımacılık sektörlerinin petrol ürünlerine olan yüksek oranlı bağımlılıklarından dolayı ortaya çıkmaktadır.

Hem sektörlerin toplam petrol ürünleri tüketimi içerisindeki paylarının hem de bunların petrol ürünlerine olan bağımlılıklarının yüksek oranlarda gerçekleşmesi, Avrupa Birliği (AB) ve Türkiye gibi ham petrol üretimi bakımından yetersiz durumda olan bölgelerde petrol ithalatına olan bağımlılığı artırmaktadır. 28 AB ülkesi için Eurostat tarafından oluşturulmuş olan Çizelge 2.2'de görüldüğü gibi, özellikle, daha önce değinilmiş olan, taşımacılık ve, asfalt üretimi gibi, enerji-dışı tüketime yönelik sektörlerin petrol ürünleri bağımlılığı çok yüksek düzeylerde seyretmektedir. Bu iki sektörden taşımacılığın petrol ürünlerine olan bağımlılığının %90'ın, enerji-dışı tüketime yönelik sektörün ise petrol ürünlerine olan bağımlılığının %80'in üzerinde olduğu çizelgede görülmektedir. Bunların yanında, tarım ve ormancılık sektörlerinin %50'nin üzerindeki ve enerji piyasalarının da %40'ın üzerindeki petrol ürünleri bağımlılıkları AB ve Türkiye için yine petrol ithalatına olan bağımlılığı artırıcı unsurlardır. Çünkü bu sektörlerde faaliyet gösterebilmek için, sektöre göre, ya yakıt olarak ya da hammadde olarak petrol kullanımı zorunludur. AB ve Türkiye'nin ise bu tür sektörlerde faaliyet gösterebilmesi için petrol ithalatı yapmaları gerekmektedir.

2017 yılında dünyada kanıtlanmış petrol rezervlerinin %71,8'i OPEC ülkelerinin elindedir. Bu yüksek oran OPEC'in küresel petrol piyasalarında çok önemli bir piyasa gücünü elinde bulundurmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, Türkiye gibi, petrol ihtiyacını karşılamak için ithalât yapmak zorunda olan ve bu ithalâta ödeme aracı olarak kendi para birimini kullanma şansı olmayan ülkelerin olası kriz durumlarına karşı önlemler alması gerekmektedir. Çünkü, Türkiye de dâhil olmak üzere, dünyadaki birçok ülkede petrol talebi ithalâta bağımlı olduğu gibi, iktisadî dinamiklerin işleyişi de petrol talebine bağımlıdır. 2017 yılında dünyadaki toplam birincil enerji ihtiyacının %34,21'ini, yani üçte birinden fazlasını, ham petrol karşılamıştır (BP, 2018a). Bu bağlamda, dünyada hâlen en fazla tüketilen enerji kaynağı olan petrolün arzında yaşanması muhtemel olan sıkıntılara karşı arama ve stoklama gibi faaliyetlere yoğunluk verilmesi gerekmektedir.

### 2.1.1.3. Doğal Gaz

Dünyada yaygınlaşan endüstriyel üretim biçimleri için girdi olarak çok önemli yerleri olan kömür ve petrol tarihteki ilk iki sanayi devriminde yaşanan verimlilik artışlarında büyük rol oynamışlardır. Bu iki fosil yakıt birinci ve ikinci sanayi devrimlerinin enerji kaynağı ayağını oluşturmuşlardır. Ancak zaman içerisinde artan nüfus ve gelişen teknolojiler sayesinde çeşitlenen tüketim kalıplarıyla birlikte enerji kaynaklarına olan ihtiyacın hızla artması her alanda yeni enerji kaynaklarının kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Örneğin, doğal gaz yakıtlı termik santrallerin artışıyla birlikte elektrik üretiminde kömüre olan bağımlılık azalmıştır. Bu da elektrik üretiminde kaynak çeşitliliğinin artması anlamına gelmektedir.<sup>2</sup> Dolayısıyla doğal gaz, son yıllarda tüm dünyada talebi çok yüksek oranlarda artan enerji kaynakları arasında başı çekmektedir.

Aslına bakılacak olursa, doğal gazın keşfi tarihte çok eski dönemlere dek uzanmaktadır. Bununla birlikte, doğal gazın bir enerji kaynağı olarak kıymetinin söz konusu çok eski dönemlerde anlaşılammış olmasından dolayı, bu kaynağa olan talep ancak İkinci Dünya Savaşı sonrasında artışa geçmiştir (Speight, 2018: 5). Antik Yunan dönemlerinde ise yer altından sızan yanıcı bir gazın tutuşturulmasıyla oluşan alevler birtakım mitlere ve bâtil inançlara kaynak teşkil etmiştir. Bunlar arasında en bilinenlerinden biri Parnassos Dağı'nda kayalıklardaki çatlaklardan yükselen alevlerdir

---

<sup>2</sup> Tezin ilerleyen bölümlerinde kaynak çeşitliliğinden söz edilecektir.

(Olah, Goepfert ve Prakash, 2009: 25).<sup>3</sup> Tahminlere göre doğal gaz, yaklaşık 3000 yıl önce bambu borularla nakledilerek, tuzlu suyun ısıtılması ve buharlaşma sonucu tuz elde edilmesi amacıyla Çin’de kullanılmıştır. Bilinen en eski tarihli, hayatı kolaylaştırmak anlamında, doğal gaz kullanımından bu şekilde söz edilmektedir (Peebles, 1980: 5-6). Ancak dünyada ilk defa endüstriyel olarak doğal gaz çıkarma faaliyeti 1825 yılında ABD’nin New York şehrine bağlı Fredonia köyünde gerçekleştirilmiştir (Viswanathan, 2017: 62).

Günümüze gelindiğinde doğal gaz ikincil enerji kaynakları olan elektrik ve ısı enerjilerinin üretilmesinde tüm dünyada çok önemli bir yere sahip olmuştur (Speight, 2007: 3). Alternatif enerji kaynaklarına ilişkin arayışta daha iyi bir hava kalitesinin ve daha iyi depolama olanaklarının hedeflenmesi gerekmektedir (Viswanathan, 2017: 59). Fosil yakıtlar arasında en temiz enerji kaynağı olan doğal gaz elektrik üretiminde büyük oranda kullanılan kömüre ve diğer fosil yakıt olan petrole göre daha az karbon salınımına yol açmaktadır. Bunun nedeni, doğal gazın yapısındaki hidrojen atomlarının karbon atomlarına oranının daha yüksek oluşudur. Böylece doğal gaz yakılarak üretilen bir birim enerjiden kömür ve petrole göre daha az miktarda CO<sub>2</sub> çıkmaktadır. Ayrıca, hem elektrik hem de ısı enerjisinin üretildiği doğal gaz yakıtlı ko-jenerasyon sistemlerinin ısıl etkinliği de kömür ve petrole göre daha yüksektir ve aynı miktarda elektrik üretiminin doğal gaz yakıtlı santrallerde yapılması kömür yakıtlı santrallerde yapılmasına göre, yukarıda ifade edilmiş olduğu gibi, daha az CO<sub>2</sub> salınımına yol açmaktadır (Nersesian, 2010: 229). Doğal gaz yakıtlı termik santrallerin hızla artmasının altında yatan unsurlardan biri de bu tip santral inşasının diğer tipteki santrallere göre daha ucuza gerçekleştirilebilmesi olanağıdır. Ancak doğal gazın satın alma maliyeti kömüre göre daha yüksek olduğu için doğal gaz yakıtlı santrallerin işletme maliyetleri daha yüksek olmaktadır. Bununla birlikte, elektrik talebindeki anî artışlar karşısında doğal gaz yakıtlı santrallerde ek kapasitenin devreye sokulması olanağı kömür yakıtlı santrallere göre daha fazladır. Diğer yandan, 2000’li yıllarda çeşitli ülkelerde büyük doğal gaz rezervlerinin keşfedilmesi ve doğal gaz dağıtım kanallarının geliştirilmesi termik santrallerle birlikte evlerde, işletmelerde ve fabrikalarda ısıl amaçlı olarak doğal gaz kullanımının yaygınlaşmasını sağlamıştır (Speight, 2018: 6).

---

<sup>3</sup> Milattan önce 1000 yıllarında Yunanistan’ın kuzeyinde yer alan Parnassos Dağı’nda bir çobanın yerden yükselen alevlerle karşılaşınca bu alevlerin etrafında bir tapınak inşa etmiş olduğuna ilişkin efsaneye (Jacobs ve Branden, 2008: 54) atıf yapılmıştır.

Doğal gazın bir yerden başka bir yere nakledilmesi boru hatlarıyla gerçekleştirilmektedir. Ancak istenildiğinde doğal gaz  $-162^{\circ}\text{C}$  ( $-260^{\circ}\text{F}$ ) sıcaklığa kadar soğutulup sıvılaştırılarak da nakledilebilmektedir. Sıvı haldeki doğal gazı sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) adı verilmektedir. Sıvı haliyle kapladığı hacim gaz haliyle kapladığı hacme göre 1/600 oranında daha azdır. Bu nedenle, yani gaz haline göre çok daha az hacim kaplaması nedeniyle, LNG nakliyesinin boru hatları yerine tankerlerle yapılması mümkün olmaktadır (Matejcek, 2017: 126).

Dünyada en büyük kanıtlanmış doğal gaz rezervlerine sahip olan bölgeler 2017 yılında toplam doğal gaz rezervlerinin %40,9'una sahip olan Orta Doğu ve %30,6'sına sahip olan Eski Sovyetler Birliği ülkeleridir. %40,9'luk rezerv payına sahip olan Orta Doğu ülkeleri içerisinde elinde en fazla doğal gaz rezervi bulunduran İran'ın dünyadaki rezerv payı %17,2'dir. Orta Doğu'da en fazla rezerve sahip ikinci ülke olan Suudi Arabistan'ın ise dünyadaki rezerv payı %12,9'dur. Eski Sovyet bölgesinde Rusya 2017 yılında %18,1'lik oranla dünyada en fazla doğal gaz rezervine sahip ülke olmuştur. Bu bölge ülkeleri arasında en fazla rezerve sahip ikinci ülke olan Türkmenistan dünyadaki toplam rezervlerin %10,1'ini elinde bulundurmaktadır. ABD ise dünyadaki toplam doğal gaz rezervlerinin %4,5'ini elinde bulunduruyor olmasına rağmen, 2017 yılında dünyadaki toplam doğal gaz üretiminin %20'sini tek başına yapmıştır ve bu konuda lider konumundadır. Dünyada en fazla rezerve sahip olan Rusya 2017 yılında dünyadaki toplam doğal gaz üretiminin %17,3'ünü yapmıştır (BP, 2018b: 26-28). Bu durum ABD'de doğal gaz rezervlerinin çok daha verimli bir biçimde kullanıldığı anlamına gelmektedir. Rusya'nın ise ürettiği doğal gazı önemli miktarlarda ihraç ediyor oluşu da önemli bir etmendir.

### **2.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

Dünyada aşırı fosil yakıt tüketiminin tetiklediği iklim değişikliği alternatif enerji kaynaklarının önemini artırmıştır (Hesmati, Abolhosseini ve Altman, 2015: 31). Bu nedenle, karbon yoğunluğu düşük ve daha sürdürülebilir niteliğe sahip olan yenilenebilir enerji kaynakları dünyada enerji geçişinin merkezinde yer almaktadır (IEA, 2019a). Fosil yakıtlar karşısında yenilenebilir enerji kaynaklarının birtakım avantajları vardır. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'na (IRENA) göre bu avantajlardan ilki istihdamdır. Yenilenebilir enerji kaynakları yeni yeni yaygınlaşmakta olan kaynaklar

oldukları için yenilenebilir enerji kaynakları sektörleri hızla genişlemeye devam etmektedir. Bu durum dünya çapında her yıl önemli miktarlarda istihdam yaratılmasını sağlamaktadır. IRENA'ya göre 2017 yılında 10,3 milyon kişi yenilenebilir enerji yatırımlarında istihdam edilmiştir. İkinci olarak, fosil yakıtlara nazaran yenilenebilir enerji kaynaklarının hava kirliliği yaratma potansiyeli ya tamamıyla sıfırdır ya da çok düşüktür. Rüzgâr, güneş ve hidroelektrik kaynakları neredeyse hiç hava kirliliği yaratmamaktadır. Diğer yenilenebilir enerji kaynakları olan biyo-kütle ve jeotermal enerji kaynaklarının hava kirliliği yarattıkları bilinmektedir; ancak fosil yakıtlara göre çok düşük düzeylerde hava kirliliğine yol açmaktadırlar. Bu nedenle “*temiz enerji kaynakları*” olarak adlandırılan yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşması canlıların sağlığını olumlu yönde etkilemektedir. Bu tip enerji kaynaklarının üçüncü avantajı yıkıcı doğa olayları sonucu enerji kaynaklarından yoksun kalan bölgelere çok karmaşık ve çok fazla vakit alan altyapı yatırımlarına ihtiyaç duymaksızın yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teknolojilerin ulaştırılabilmesidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının dördüncü avantajı ise elektrik erişiminden mahrum durumdaki kırsal kesimlere ve küçük ada devletlerine elektrik erişimi olanağı sağlanmasıdır (IRENA, 2018a). Tüm bunların yanında, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşması ülkelerin enerji sistemlerinde kaynak çeşitliliğinin artmasını sağlamaktadır. Kaynak çeşitliliğindeki bu artış fosil yakıtlara olan bağımlılığı düşürecektir. Böylece, uluslararası ticarete konu olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşması, fosil yakıt piyasalarında talebin azalması ve tedarikçi ülkeler arasında rekabetin artmasıyla fiyatların düşmesi sonucunu doğuracaktır (IEA, 2012: 166). Bu nedenle, ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşmasını birtakım politikalar yardımıyla teşvik etmeleri gerekmektedir. Bu teşvik politikalarını Vergi Kredileri (TC), Yenilenebilir Portföy Standardı (RPS) ve Sabit Tarifeli Alım Garantisi (FIT) biçiminde sıralamak mümkündür (Yamanto, 2018: 2). Bunlardan Vergi Kredileri devlet tarafından yenilenebilir enerji yatırımcılarına vergi indirimi biçiminde sağlanan bir sübvansiyondur (Usher, 2019: 57). Yenilenebilir Portföy Standardı enerji üretiminin belirli oranlarda yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı olarak yapılmasını zorunlu kılan bir uygulamadır (NREL, 2019). Sabit Tarifeli Alım Garantisi ise yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik üretiminin devlet tarafından piyasa fiyatının üzerinde bir fiyat karşılığında satın alınacağına dair üreticiye garanti verilmesi anlamına gelmektedir. Bu teşvik politikaları arasında dünyada en fazla tercih edileni Sabit Tarifeli Alım Garantisidir (Yamanto, 2018: 2).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının ayrı ayrı incelenmesi öncesinde, günümüzde tüm enerji kaynakları arasında bunların hangi oranda tercih edildiklerini görmek dünyada söz konusu kaynakların yaygınlaşması konusunda ulaşılmış olan noktaya ilişkin fikir verecektir. 2017 yılında dünyada toplam birincil enerji ihtiyacının %10,40'ı yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılanmıştır. Toplam yenilenebilir enerji tüketimi içerisinde en fazla paya sahip olan ülke ise Çin'dir. Çin, 2017 yılında dünyadaki toplam yenilenebilir enerji tüketiminin %26,2'sini tek başına yapmıştır. Bu konuda Çin'in en yakın takipçisi olan ABD'nin bu tüketim içerisindeki payı %11,52 oranında gerçekleşmiştir (BP, 2018a). Dolayısıyla, dünyada birçok ülkenin yenilenebilir enerji potansiyellerini henüz kullanmadıkları ya da çok az kullandıkları anlaşılmaktadır. Söz konusu kaynakların tek tek incelenmesi, bu kaynaklara yönelik uygulanan politikaların daha iyi anlaşılması adına kolaylık sağlayacaktır.

### **2.1.1.1. Hidroelektrik Enerjisi**

Nükleer enerji gibi ciddi tartışmalara yol açan bir diğer enerji tipi de hidroelektrik enerjisidir. Enerji ekonomisi literatüründe yenilenebilir kaynaklar olarak değerlendirilen hidroelektrik enerji kaynakları kuruldukları bölgelerin ekosistemi için tehdit unsuru teşkil etmektedirler. Hidroelektrik santralleri için kurulan barajlar sucul canlıların yukarı yönlü göç yollarını kapatmaktadır. Ayrıca, barajların alt kısımlarında kalan arazilere doğru alüvyon akışına engel olmaktadır. Bu nedenle, organik tarımın verimliliği düşmektedir (Matejcek, 2017: 165). Örneğin, ABD'de 1980 yılından sonra somon ve alabalık popülasyonlarında önemli miktarlarda azalışlar gözlemlenmiştir (Maczulak, 2010: 110). Bununla birlikte, hidroelektrik santrallerinin hava kirliliğine yol açmıyor oluşu hidro kaynakların yenilenebilir kaynaklar içerisinde dâhil edilmesi için yeterli görülmektedir (Bhatia, 2014: 240).

Hidroelektrik santrallerinin çevre üzerindeki tek olumsuz etkisi sucul canlılar ve tarım bölgeleri üzerindeki etkileri değildir. Bu tip santraller için inşa edilen barajlar çok büyük alanlar kaplamaktadır. Genelde barajların yükseklikleri 50m'den, genişlikleri de 20m'den daha fazla olduğu ve inşaatlarında çok fazla materyal kullanılması gerektiği için kurulum maliyetleri oldukça yüksek olmaktadır. Kurulan barajlar çok geniş alanların sular altında kalmasına yol açtığı için bölge insanlarını göç etmeye mecbur bırakmaktadır (Michaelidas, 2012: 319). Bugüne kadar dünya çapında 30-60 milyon arasında insanın bu barajlar nedeniyle yaşadıkları bölgeleri terk etmek zorunda kaldıkları tahmin edilmektedir. Ayrıca, suyun taşması, yetersiz taşma oluşu, temeldeki kusurlar, eğim değişkenliği, çatlaklar, erozyon ve heyelanların sebep olduğu aşırı

büyük dalgalanmalar gibi çeşitli nedenlerle barajların çökmesi de olasıdır. Tıpkı nükleer kazalar gibi, bunların da gerçekleşme ihtimalleri çok düşüktür; ancak sonuçları felakettir (Bhatia, 2014: 248).

Bir enerji kaynağı olarak suyun gücünden yararlanma 2000 yıldan fazla zamandır başvurulan bir yöntemdir. Antik Yunan ve Roma İmparatorluğu dönemlerinde tahılların öğütülmesi ve sulama amaçlarıyla su çarkları kullanılmıştır. Çarkları döndürmek için suyun bir enerji kaynağı olarak kullanılması, hidro-güç kaynaklarının tarihteki ilk örnekleridir (Pandey ve Karki, 2017: 1). Günümüzde ise hidro-güç kaynaklarından suyun deviniminin yarattığı enerjiyle elektrik üretmek amacıyla yararlanılmaktadır. Suyun elektrik üretmek amacıyla kullanılan bir enerji kaynağı hâline gelmesi, 19. yüzyılın sonlarına rastlamaktadır. Dünyada ilk hidroelektrik güç santrali inşaatı 1879 yılında Niagara Şelalelerinde başlamıştır. 1881 yılında bu santralde üretilen elektrik sokakların aydınlatılmasında kullanılmıştır (Matejcek, 2017: 165).

2017 yılına gelindiğinde, dünyada toplam elektrik üretiminin %15,89'u hidroelektrik santrallerinde yapılmıştır. Bu durum dünyada en fazla kullanılan yenilenebilir kaynakların hidro kaynaklar olduğu anlamına gelmektedir. Zira, geriye kalan bütün yenilenebilir kaynakların dünyadaki toplam elektrik üretimine katkısı %8,42 oranında gerçekleşmiştir. Hidroelektrik santrallerinde yapılan bu elektrik üretiminin %28,5'ini Çin tek başına yapmıştır. Bu konuda Çin'i %9,8'le Kanada, %9,1'le Brezilya ve %7,3'le ABD takip etmiştir (BP, 2018a). Kurulum maliyetleri oldukça yüksek olmakla birlikte, hem yağmur suyu bedava olduğu için işletme ve bakım maliyetleri düşük olan hem de 40-100 yıl arası ömürleriyle uzun süreli yatırımlar olan hidroelektrik santralleri, görüldüğü gibi, dünyada elektrik üretmek amacıyla oldukça yüksek bir oranda tercih edilmektedir (Bhatia, 2014: 249).

CO<sub>2</sub> salınımına yol açmadığı için yenilenebilir kaynaklar arasında sınıflandırılan hidro kaynakların doğada yarattığı tahribat da oldukça fazladır. Bu nedenle hidro-güç kaynaklarının yenilenebilir kaynaklar arasında sınıflandırılmasına ilişkin artışıyla ekisiyle geniş çaplı olarak tekrar bir değerlendirme yapmakta yarar vardır.

### **2.1.2.2. Güneş Enerjisi**

Gezegenimizin ısı ve ışık kaynağı güneş aynı zamanda, doğrudan ya da dolaylı olarak, bütün enerji tiplerinin de ana kaynağıdır. Yeşil bitkiler fotosentez yoluyla güneş ışığını enerjiye dönüştürmektedirler. Fotosentez sonucu ortaya çıkan bu enerji odunun yakılmasıyla



kullanılabilmektedir. Yakılarak kullanılmayıp doğada uzun yıllar boyunca toprağın altında gömülü kalan ölü organik yapılar ise jeolojik süreçlerden geçerek fosil yakıtlara dönüşmektedirler. Bununla birlikte, sadece 90 dakikalık güneş ışığı dünyadaki bütün insanların bir yıllık enerji ihtiyacını karşılamak için yeterlidir. Dolayısıyla, bilim insanları uzun zamandır bu devasa enerji kaynağından en etkin biçimde yararlanmanın çarelerini aramaktadırlar (Usher, 2019: 43). Üstelik güneşten dünyaya gelen ışınların tamamı yeryüzüne ulaşmamaktadır. %34'ü geri yansıtılmaktadır. %42'si ise doğrudan ısıya dönüştürülmekte, %23'ü su buharında depolanmakta, %1'i rüzgâr ve su dalgaları tarafından ve %0,023'ü de bitkiler tarafından tüketilmektedir (Zekry, Shaker ve Salem, 2018: 4). Weldekidan, Strezov ve Town (2019)'da güneşin enerji potansiyeline ilişkin olarak IEA (2011a)'ya atıfta bulunularak şöyle bir ifade yer almaktadır (IEA, 2011a: 31; Weldekidan, Strezov ve Town, 2019: 191): “*Bir yılda yeryüzüne yaklaşık 885 milyon TWh güneş enerjisi ulaşmaktadır ve bu enerji IEA'nın projeksiyonuna göre 2035 yılında insanoğlunun bir yılda tüketeceği toplam enerjinin 4200 katıdır.*” Güneşin bu kadar büyük bir enerji kaynağı oluşu, gelecek yıllarda ilerleyen teknolojiyle birlikte güneş enerjisi daha etkin biçimde kullanılabildiği ve depolanabildiği zaman insanoğlunun fosil yakıtlara olan bağımlılığının tamamıyla sona erebileceği anlamına gelmektedir (Price, 2018: 33). İnsanoğlunun petrole hiç ihtiyacının kalmaması dünyanın daha huzurlu bir yer olması açısından çok önemli bir gelişme olacaktır. Çünkü güneş bedava bir kaynaktır, ticarete konu olması mümkün değildir (Viswanathan, 2017: 140).

Güneş enerjisinden yararlanmanın çok önemli çevresel etkileri vardır. Bunlar arasında en başta karbon salınımı gelmektedir. Güneş enerjisine dayalı elektrik üretiminde karbon salınımı sıfır değildir, ancak en düşük karbon salınımlı fosil kaynak olan doğal gaz yakıtlı santrallere göre dahi çok daha az karbon salınımına yol açmaktadır, yani güneş enerjisi sistemlerinin yaygınlaşması hava kirliliğinin ciddi oranda azalması adına etkili olmaktadır. Bununla birlikte, çevreye zarar veren yanları da yok değildir. Fotovoltaik panellerin üretiminde pil tipine ve teknoloji düzeyine bağlı olarak belirli miktarlarda zehirli ve patlayıcı gazlar kullanılmaktadır. Ayrıca, güneş enerjisinden yararlanılarak elektrik üretmek amacıyla kurulan santraller oldukça geniş alanlara yayılmak durumundadır. Çatıya monte ya da termâl sistemlerde ise böyle bir sorun söz konusu değildir (Matejicek, 2017: 237-238).

Güneş enerjisine dayalı elektrik üretimine yönelik ilk icat 1839 yılında Fransız fizikçi Edmond Becquerel tarafından yapılmıştır. Ancak ışığın elektriğe dönüştürülmesini sağlayan ve Becquerel etkisi adı verilen bu yöntem 1905 yılında Albert Einstein'ın, daha sonra kendisine Nobel Ödülü kazandıran, fotoelektrik etkisi teorisi çalışması sayesinde anlaşılabilmiştir (Hoang,

2017: 2). Fakat bu teknoloji 1954 yılına kadar hiç kullanılmamıştır (Twidell ve Weir, 2015: 153). 1954 yılında ABD’de Daryl Chapin, Gerald Pearson ve Calvin Fuller’in işlettiği Bell Telefon Laboratuvarlarında ilk defa %4 etkinlikle çalışan fotovoltaiik güneş hücreleri geliştirilmiştir. Sonrasında bu etkinlik düzeyi %6’ya yükseltilmiştir (Hoang, 2017: 3). Güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi ancak 2000’li yıllarda yaygınlaşmaya başlamıştır. Bunun nedeni kurulum maliyetlerinin yüksek oluşudur. Aslına bakılacak olursa; ışığı kullanarak elektrik üretmek için gerekli olan ham maddeler bol miktarda mevcuttur ve pahalı değildirler. Ancak imalât süreci bir hayli karmaşık ve maliyetlidir. Fotovoltaiik sistemler güneş panellerinden oluşmaktadır. Bu panellerde çok sayıda güneş hücresi vardır. Sistemin ışığı elektriğe dönüştüren kısmı bu hücrelerdir. Günümüzde fotovoltaiik paneller ışığı elektriğe %26,3 maksimum dönüştürme etkinliğiyle çalışmaktadırlar. Dünyada bugün ticareti yapılan fotovoltaiik panellerin büyük bölümünün dönüştürme etkinliği %20 civarındadır. Bu etkinliğin daha yüksek olduğu panellerin imalât maliyeti de daha yüksektir (Usher, 2019: 44-45). Henüz imalât maliyetlerinin yüksek olması, son yıllarda bu konuda yakalanmış olan ivmeye rağmen, toplam elektrik üretimi içerisinde güneş enerjisine dayalı kısmın payının hâlen oldukça düşük olmasına neden olmaktadır. 2000 yılında %0,0076 olarak gerçekleşmiş olan dünyadaki toplam elektrik üretimi içerisinde güneş enerjisinin payı 2017 yılına gelindiğinde %1,73’e yükselmiştir. Bu oranın hâlen düşük olmasının nedeni güneş enerjisine dayalı elektrik üretiminin yeni ve hâlihazırda gelişmeye devam eden bir teknoloji olmasıdır. Teknolojiyi geliştiren ülkeler ise yalnızca gelişmiş ülkeler olduğu için güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi henüz yalnızca gelişmiş ülkelerde nispeten hızlı bir biçimde artmaktadır. 2017 yılında dünyadaki toplam güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin %68,4’ü yalnızca 4 ülkenin elinde bulunmaktadır. Bu ülkelerden Çin’in payı, tek başına, %32,8’dir. İkinci sıradaki ABD’nin payı %12,8, üçüncü sıradaki Japonya’nın payı %12,3 ve dördüncü sıradaki Almanya’nın payı da %10,6’dır. Geriye kalan ülkeler arasında dünyadaki toplam güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi içerisindeki payı %5’in üzerinde olan tek bir ülke yoktur (BP, 2018a). Güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi fotovoltaiik sistemler dışında bir de yoğunlaştırıcı güneş enerjisi sistemleriyle yapılmaktadır. Ancak yoğunlaştırıcı güneş enerjisi sistemlerinin bir birim elektrik üretimi başına maliyetleri çok daha yüksektir (IRENA, 2018b).

Görüldüğü gibi, devasa enerji potansiyeline sahip olan, bütün diğer kaynakların ana kaynağı olan ve nispeten temiz bir kaynak olan güneşten insanoğlu bir enerji kaynağı olarak yeterince yararlanmamaktadır. Bunun altında yatan temel neden, daha önce ifade edilmiş olduğu gibi, güneş enerjisine dayalı elektrik üretiminin yeni bir teknoloji olmasıdır. Dolayısıyla güneş enerjisi, henüz sadece gelişmiş ülkelerde yaygınlaşmaya başlamıştır. Ancak, Türkiye gibi, güneş

enerjisi potansiyeli yüksek olan ülkelerin zaman kaybetmeden bu konuda yoğun bir biçimde araştırma-geliştirme faaliyetlerine girişmeleri gerekmektedir. Çünkü geleceğin en önemli enerji kaynaklarından birinin, belki de en önemlisinin, güneş olduğu görülmektedir. İlerleyen yıllarda güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi için gerekli hammaddeleri kendi olanaklarıyla temin edebilen ve bu sistemlerin imalâtını, yine kendi olanaklarıyla, yapabilen ülkeler diğerlerine göre bir adım önde olacaktır.

### 2.1.2.3. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi güneş enerjisinin dolaylı bir biçimidir. Güneş ışınımının neden olduğu ısı eğim hava kütlelerinin hareket etmesine yol açmaktadır. Hareket halindeki hava kütleleri rüzgârı oluşturmaktadır (Price, 2018: 31). Daha anlaşılır bir biçimde ifade etmek gerekirse; rüzgârlar atmosferin güneş tarafından düzensiz olarak ısıtılması sonucu ortaya çıkmaktadır. Yeryüzü birbirinden çok farklı tipteki karalar ve sulardan oluştuğu için güneşten gelen sıcaklık yeryüzünün farklı kesimlerinde farklı oranlarda emilmektedir. Sonuç olarak, havanın ağırlaştığı daha serin kesimlerden daha sıcak kesimlere doğru rüzgâr ortaya çıkmaktadır (Bhatia, 2014: 184). Hava kütlelerinin hareketiyle ortaya çıkan bu rüzgârlar ciddi enerji potansiyeline sahiptirler.

Milâttan 200 yıl önce Antik Pers İmparatorluğu'nda dikey eksenli yel değirmenleri tahılların öğütülmesi amacıyla geliştirilmiştir. İnsanoğlu bir enerji kaynağı olarak rüzgârdan dünyada ilk defa bu şekilde yararlanmıştır (Usher, 2019: 29). Rüzgâr enerjisine dayalı elektrik üretimi teknolojisi ise ancak 19. yüzyılın sonlarında icat edilmiştir. İskoçya'dan James Blyth ve ABD'den Charles Brush ilk defa 1887 yılında çalışma ortamlarını aydınlatmak için elektrik üretmek amacıyla rüzgâr enerjisinden yararlanmışlardır. Ulusal şebekeye elektrik arzı amacıyla rüzgâr türbinlerinin kullanımına ise 1931 yılında Sovyetler Birliği'nde başlanmıştır (Ehrlich ve Geller, 2018: 185).

Fosil yakıtlara bir alternatif olarak rüzgâr daha bol bulunan, tükenmeyen, dünyanın her yerinde rastlanan, temiz, CO<sub>2</sub> salınımına yol açmayan ve ürettiği elektriğin birimi başına maliyetin fosil yakıtlarla rekabet edebilir düzeyde olduğu avantajlı bir enerji kaynağıdır (Bhatia, 2014: 186). Günümüzde rüzgâr türbinlerinin elektrik enerjisi üretim etkinlikleri yaklaşık %95 düzeyindedir ve iletim kayıpları %10'un altındadır (Twidell ve Weir, 2015: 303). Ayrıca küresel boyutta çok ciddi bir rüzgâr potansiyeli mevcuttur. Bu potansiyel dünyadaki toplam elektrik talebinin 20 katı civarındadır (Ehrlich ve Geller, 2018: 185). Türbinlerin konumlarına bağlı

olarak söz konusu potansiyel değişmektedir. Rüzgâr türbinleri iki şekilde konumlandırılmaktadır. Bunlar deniz üstü ve kara üstü rüzgâr türbinleridir. Deniz üstü türbinlerin elektrik üretme potansiyeli kara üstü türbinlere göre daha yüksektir. Okyanuslar da bu potansiyele dâhil edildiğinde rüzgâr potansiyeli küresel boyutta daha yüksek düzeylere çıkmaktadır (Breeze, 2015: 225).

Dünyada rüzgâr enerjisine dayalı elektrik üretimi 1980'li yılların ortasından itibaren artmaya başlamış, 2000'li yıllarda bu artış ivme kazanmıştır. 1985 yılında sıfıra yakın olan rüzgâr enerjisine dayalı elektrik üretimi, 2000 yılında dünyadaki toplam elektrik üretiminin %0,2'sine ulaşabilmiştir. 2017 yılında ise dünyadaki toplam elektrik üretiminin %4,39'u rüzgâr enerjisine dayalı olarak yapılmıştır. Bu oran yenilenebilir kaynaklar arasında hidro kaynaklardan sonra en yüksek orandır. 2017 yılında dünyada rüzgâr enerjisine dayalı elektrik üretimine en büyük katkıyı yapan ülkeler %25,5'lik payıyla Çin ve %22,9'luk payıyla ABD'dir. Üçüncü sıradaki Almanya'nın payı %9,5 olarak gerçekleşmiştir. Geriye kalan ülkeler arasında dünyada bu tipte elektrik üretimine katkısı %5'in üzerinde olan ülke yoktur (BP, 2018a).

Temiz ve yüksek potansiyelli bir enerji kaynağı olan rüzgârdan dünyada yeterince yararlanılmadığı yukarıdaki verilerde görülmektedir. Üstelik rüzgâr enerjisine dayalı elektrik üretiminin birim başına maliyetleri, güneş enerjisine dayalı maliyetlerden farklı olarak, fosil yakıtlarla rekabet edebilecek kadar düşüktür ve rüzgâr türbinleri elektrik üretiminde, yine fotovoltaik sistemlerden farklı olarak, çok yüksek etkinlikle çalışmaktadır. Bununla birlikte, dünyada bu teknoloji kullanılarak ulusal şebekeye elektrik arzının tarihi 100 yıldan kısadır. Yaygınlaşma süreci ise son 35 yıl içerisinde gerçekleşmiş olsa da hâlen belli başlı birkaç ülkenin elindedir; yani henüz yaygınlaşmamıştır. Oysa rüzgâr, birkaç ülkenin tekelindeki bir enerji kaynağı değildir. Her ülke, güneş gibi, kendi rüzgâr potansiyelini mümkün olduğunca yüksek oranda kullanmalıdır. Böylece ülkelerin diğer kaynaklara olan bağımlılıkları düşecektir. Güneş ve rüzgâr gibi kaynakların yaygınlaşmasıyla fosil yakıt kullanımının azalması hava kirliliğinin azalışını da beraberinde getirecektir. Böylece dünyada en fazla kullanılan üç yenilenebilir enerji kaynağı incelenmiş olmaktadır. Ancak yenilenebilir enerji kaynakları bunlardan ibaret değildir.

#### **2.1.2.4. Diğer Yenilenebilir Kaynaklar: Biyo-kütle ve Jeotermal Enerji**

Hidroelektrik, rüzgâr ve güneş dışında biyo-kütle ve jeotermal enerjileri geriye kalan diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Dünyada bu kaynaklardan çok az yararlanılmaktadır. Ancak biyo-kütle ve jeotermal enerjilerinin de incelenmesi çalışmanın bütünlüğü açısından gereklidir.

Öncelikle biyo-kütle enerjisine bakılacak olursa, bu enerji tipinin, özellikle antik çağlarda, insanlık için çok önemli olduğu görülmektedir. Birinci Sanayi Devrimine kadar dünya enerji kaynağı olarak tümüyle biyo-kütleye bağımlı kalmıştır (Nersesian, 2016: 72). 300 yıl öncesine kadarki bütün bir tarih boyunca biyo-kütle enerjisi yemek pişirme, ısınma ve aydınlatma amaçlı olarak kullanılan tek enerji kaynağı olmuştur. Ayrıca, biyo-kütle atların ve büyükbaş hayvanların beslenmesinde de kullanıldığı için ilkel taşımacılık faaliyetlerinde de dolaylı yoldan bir enerji kaynağı görevi görmüştür (Kaltschmitt, 2019: 1).

Biyo-kütle enerjisinin kaynağı bitkiler ve hayvanlar gibi organik unsurlardır. Odun ve tarımsal ürünler, belediyelerin topladığı organik yapıdaki çöpler ve hayvanların gübreleri bu tip enerji kaynakları olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda bu amaçla yetiştirilen otsu ve odunsu enerji mamulleri dünyada biyo-kütle enerji ihtiyacını karşılamakta kullanılmaktadır (Matejcek, 2017: 245). Bu bağlamda, biyo-kütle sürdürülebilir ve görece çevre dostu bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Kimyasal yapısı itibariyle düşük miktarda sülfür içerdiği için biyo-kütle enerjisinin yaygınlaşması sera gazı salınımlarını düşürecektir. Biyo-kütle enerji kaynaklarının yakılması aynı zamanda düşük miktarda kül ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ancak bu küller toprağa serpilerek tarımsal faaliyetlerde besleyici bir unsur olarak kullanılmaktadır. Organik yapıdaki çöplerin biyo-kütle enerji kaynakları olarak kullanılması ise hem enerji ihtiyacının karşılanmasına hem de çöplerin imhasına yönelik katkı sağlamaktadır. Tüm bunların yanında, biyo-kütle enerji kaynakları yerli kaynaklar olduğu için uluslararası ticarete konu olan enerji kaynaklarının fiyat dalgalanmalarından ve arzlarında yaşanması muhtemel belirsizliklerden etkilenmemektedir. Dolayısıyla, biyo-kütlenin enerji kaynağı olarak kullanılması çevresel ve iktisadî açıdan olumlu sonuçlar doğurmaktadır (Viswanathan, 2017: 357).

Yenilenebilir enerji kaynaklarından bir diğeri de jeotermal enerjidir. Jeotermal enerji temiz, güvenli, sürdürülebilir ve kurulumu için küçük arazilerin yeterli olduğu bir enerji tipidir (Nersesian, 2016: 500). Yeryüzünün iç katmanlarındaki ısıdan yararlanılarak ortaya çıkarılan enerji türüne jeotermal enerji adı verilmektedir. Jeotermal enerjinin en önemli avantajı yeryüzünde, zaten, var olmasıdır (Usher, 2019: 25). Yeryüzünün iç kısımlarında yaklaşık 4000<sup>0</sup>C'ye ulaşan sıcaklığın yarattığı ısı jeotermal enerjinin temel kaynağıdır. Ancak jeotermal enerjiden yararlanmak için sıcaklığın bu kadar yüksek olması zorunlu değildir. Elektrik üretimi için 150<sup>0</sup>C üzerindeki sıcaklıklara ulaşan yer altı sularının ve buharının sağladığı basınç yeterli olmaktadır (Twidell ve Weir, 2015: 497). Jeotermal enerji, hidroelektrik gibi, üretimin birimi başına maliyetleri yönünden fosil yakıtlarla rekabet edebilir durumdaki bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Ancak dünyada ulaşılabilir durumdaki jeotermal enerji potansiyeli oldukça düşüktür.

Hâlihazırda bu potansiyelin büyük bir kısmı kullanılmaktadır (Usher, 2019: 25). Magmaya daha yakın olan ya da deprem riski yüksek ve volkanik bölgeler gibi tektonik (hareketli) plakaların yer aldığı kesimlerde jeotermal enerji potansiyeli daha yüksektir. Yer kabuğundaki bu tür hareketlilikler iç katmanlardaki enerjinin açığa çıkmasına neden olmaktadır. Doğu Afrika'da derinliği yer yer binlerce metreye ulaşan Büyük Rift Vadisi, deprem riskinin yüksek olduğu Japonya ve Güneydoğu Asya, İtalya'nın Vesuvius Dağı çevresindeki ve Havai Adası'ndaki volkanik kesimler dünyada jeotermal enerji potansiyelinin en yüksek olduğu bölgelerdir (Nersesian, 2016: 500).

2017 yılında dünyada biyo-kütle ve jeotermal enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç kapasiteleri oldukça düşüktür. Bu iki yenilenebilir kaynaktan biyo-kütle enerjisine ilişkin kapasite dünyada toplam 308.418MW düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu kapasite içerisinde en fazla paya sahip olan ülke; %14,02 ile Brezilya'dır. Brezilya'yı %11,12 oranındaki payıyla ABD, %10,78 oranındaki payıyla Çin, %9,27 oranındaki payıyla Hindistan ve %4,60 oranındaki payıyla Almanya takip etmiştir. Bu beş ülkenin dünyadaki toplam biyo-kütle enerji kapasitesi içerisindeki payları toplamı, %49,79 oranında gerçekleşmiştir (IRENA, 2018c: 28-38). Dünyada jeotermal enerjiye dayalı kurulu güç kapasitesi ise 2017 yılında 14.305MW düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu kapasite içerisinde en fazla paya sahip olan ülke %26 ile ABD'dir. ABD'yi %13,5 oranındaki payıyla Filipinler, %13 oranındaki payıyla Endonezya, %7,4 oranındaki payıyla Türkiye, %6,8 oranındaki payıyla Yeni Zellanda, %6,4 oranındaki payıyla Meksika ve %4,9 oranındaki payıyla İzlanda takip etmiştir. Bu yedi ülke 2017 yılında dünyadaki toplam jeotermal enerjiye dayalı kurulu güç kapasitesinin %78'ine sahip olmuşlardır. Biyo-kütle ve jeotermal enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretimi 2017 yılında dünyadaki toplam elektrik üretiminin %2,29'u oranında gerçekleşmiştir (BP, 2018a).

Yukarıdaki sıralamalarda dikkat çekici olan noktalardan bir tanesi jeotermal enerjiye dayalı kurulu güç kapasitesi içerisinde en yüksek paya sahip olan ülkelerin, ABD dışında, diğer kaynaklardakilerden farklı olmasıdır. Bunun nedeni jeotermal enerji potansiyelinin dünyanın yalnızca belirli bölgelerinde mevcut olmasıdır. Dünyada jeotermal enerji potansiyeli bu nedenle kısıtlı olmakla birlikte, biyokütle enerji kaynaklarından çok daha fazla yararlanmak mümkündür. Bunun için hayvansal ve bitkisel atıkların enerji üretimi amacıyla değerlendirilmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları bir yandan tükenme riskiyle karşı karşıya olan, bir yandan da yoğun bir biçimde CO<sub>2</sub> salınımına yol açan fosil yakıtlar karşısında en önemli alternatiftir. İlerleyen yıllarda, teknolojiye ilerlemelerle birlikte, ülkeler bu kaynaklardan daha yüksek oranlarda yararlanacaklardır.

### 2.1.3. Nükleer Enerji

Nükleer enerji dünyada yıllardan bu yana üzerine en çok tartışma yürütülen enerji kaynaklarından biridir. Çünkü karbon salınımına yol açmadığı için temiz, ortaya çıkan atıkların bir şekilde yok edilmesi gerektiği için kirli bir kaynaktır (Nersesian, 2010: 274). Dahası, sorunsuz çalışması halinde düşük CO<sub>2</sub> salınımıyla elektrik üretimi yapılan nükleer güç santrallerinde birtakım sorunlar sonucu ortaya çıkan kazalar felakete dönüşebilmektedir. Ancak buna rağmen, dünyada elektrik üretiminde hâlen nükleer enerjiden ciddi oranda yararlanılmaktadır. 2017 yılında dünyada yapılan toplam elektrik üretiminin %10,31'i nükleer santrallerde gerçekleştirilmiştir (BP, 2018b: 48). Bunun altında yatan temel neden nükleer santrallerin maliyet avantajına sahip olmasıdır. Ham petrol fiyatlarına bağımlı durumdaki kömür ve doğal gaz maliyetleri, termik santrallerde yapılan elektrik üretimlerini doğrudan etkilemektedir. Nükleer güç santralleri ise yakıt maliyetlerine nispeten daha duyarsız bir biçimde çalışmaktadırlar. Uranyum maliyetindeki dalgalanmalar, nükleer güç santrallerinde üretilen elektrik fiyatları üzerinde çok küçük bir etkiye sahiptir (Nersesian, 2010: 274).

1960'lı yıllarda artmaya başlayan nükleer güç santral inşaatları 1973-1974 petrol fiyat şokları sonrasında daha da ivme kazanmıştır. Bu süreçte, özellikle Avrupa ve ABD olmak üzere, nükleer enerji küresel enerji profilinde önemli bir yere sahip olmuştur. Ancak 1979 yılında ABD'nin Pensilvanya eyaletindeki Three Mile Island nükleer santralinde, 1986 yılında Ukrayna'nın başkenti Kiev'e 90km mesafedeki Çernobil nükleer santralinde ve 2011 yılında Japonya'daki Fukuşima nükleer santralinde gerçekleşmiş olan kazalar, özellikle Almanya ve Japonya olmak üzere, dünyada nükleer santral kurmak için gerekli olan lisans onaylarının azalmasına neden olmuştur. Bazı ülkeler gaz türbinli kombine çevrim santralleri ve yenilenebilir kaynaklar gibi alternatif enerji kaynaklarına daha çok önem vermeye başlamışlardır. Japonya'da ise 2011 yılından sonra nükleer enerjiye dayalı kurulu güç kapasitesi büyük oranda kullanım dışı bırakılmıştır (Matejicek, 2017: 87).

1979 yılında gerçekleşen Three Mile Island nükleer kazasından sonra bölgenin radyoaktif kalıntılardan arındırılması ancak 1993 yılında tamamlanabilmiştir ve bu arındırma faaliyetleri 1 milyar dolara mal olmuştur (New York Times, 2019). Kazanın gerçekleşmesinden itibaren ortaya çıkan toplam zarar ise 2,4 milyar dolardır. 1986 yılında gerçekleşen Çernobil "*faciasının*" neden olduğu toplam zarar ise 7 milyar dolar düzeyindedir. Facia olarak değerlendirilmesi çok büyük bir kaza olmasından kaynaklanmaktadır. Çernobil'deki nükleer kazada Nagazaki ve Hiroşima'ya ABD tarafından atılan atom bombalarının neden olduğu radyasyondan 100 kat daha

fazla radyasyon ortaya çıkmıştır. 350.000'den fazla insan yaşadıkları bölgeleri terk etmek zorunda kalmıştır. Bölgedeki toprak ve dolayısıyla da tarımsal ürünler yoğun radyasyona maruz kalmıştır (Sovacool, 2008: 1807-1808). Çernobil faciasından sonraki en büyük nükleer kaza 2011 yılında gerçekleşen Fukuşima “*felaketidir*”. Fukuşima nükleer güç santralinde yaşanan kazanın etkileri 1800 km<sup>2</sup>'lik bir alana yayılmıştır. 150.000 yerleşik bölgeden tahliye edilmiştir. Arındırma ve imha etme faaliyetlerinin daha birkaç 10 yıl süreceği beklenmektedir (Bennet, 2018: 124). Bu yüzden, üzerinden 8 yıl geçmiş olan kazanın neden olduğu maliyet henüz tam olarak netleşmemiştir. Bu kazaların ortaya çıkardığı hem iktisadî hem de sosyal maliyetler bazı ülkelerde nükleer enerji üretiminin azalmasına neden olurken bazılarındaysa bu tür bir etki yaratmamıştır. Dünyanın en gelişmiş teknolojisine sahip ülkelerinden biri olan Japonya'da 21. Yüzyılda nükleer kaza yaşanması nükleer güç santrallerine yönelik bakış açılarında bir değişiklik ortaya çıkarmayan bu ülkeler zaman içerisinde nükleer enerjiden daha fazla yararlanmaya devam etmişlerdir.

2017 yılında nükleer güç santrallerinde üretilen elektriğe dünyada en büyük katkıyı bu üretimin %32,1'ini tek başına gerçekleştirmiş olan ABD yapmıştır. İkinci sıradaki Fransa'nın payı %15,1, üçüncü sıradaki Çin'in payı %9,4, dördüncü sıradaki Rusya'nın payı %7,7 ve beşinci sıradaki Güney Kore'nin payı ise %5,6'dır. Bununla birlikte, çok sayıda ülkede nükleer güç santrallerinde yapılan elektrik üretimi, özellikle 2011 yılından itibaren olmak üzere, son 10 yılda azalmıştır. Çizelge 2.3'te 2006-2016 yılları arasında nükleer güç üretimi azalan ve artan ülkeler bu üretimdeki yıllık ortalama azalış ve artış oranlarıyla birlikte görülmektedir. Çizelgeye göre, söz konusu süreçte Japonya'da nükleer güç üretimi yıllık ortalama %24,8 gibi çarpıcı bir oranda azalmıştır. Bunun temel nedeni 2011 yılında yaşanan Fukuşima nükleer kazasıdır. Zira, 2010 yılında Japonya dünyadaki toplam nükleer güç üretiminin %10,56'sını yapmış olmasına karşın, 2017 yılına gelindiğinde bu oran %1,1'e kadar düşmüştür. Daha önce de ifade edilmiş olduğu gibi, Fukuşima nükleer kazasından sonra Japonya'da nükleer enerjiye dayalı kurulu güç kapasitesi büyük oranda kullanım dışı bırakılmıştır. Japonya ile birlikte Almanya'daki nükleer güç üretiminde nispeten hızlı bir azalış olduğu görülmektedir. 2006-2016 yılları arasında Almanya'da nükleer güç üretimi yıllık ortalama %6,6 oranında azalmıştır. Bu azalışta da yine Fukuşima nükleer kazası etkili olmuştur. 2010 yılında dünyadaki toplam nükleer güç üretiminin %5,08'i Almanya'da gerçekleştirilirken, 2017 yılında bu oran %2,9'a düşmüştür. Çizelgede görüldüğü gibi, 2016 yılına kadarki son 10 yılda dünyada nükleer güç üretimini azaltmış olan 15 ülkenin 10 tanesi Avrupa ülkesidir. Bu durum Avrupa ülkelerinin alternatif enerji kaynağı arayışında olduğu anlamına gelmektedir. 2006-2016 yılları arasında nükleer güç üretimini



artırmış olan ülkelere bakılacak olursa; yıllık ortalama %14,5'le Çin, %8'le Hindistan ve %7,8'le Pakistan'ın bu tip üretimi en yüksek oranlarda artırmış ülkeler oldukları görülmektedir. Bu ülkeleri yıllık ortalama %7,2 oranındaki artışla Romanya takip etmektedir (BP, 2018a).

Çizelge 2.3. Nükleer Güç Üretimini Artıran ve Azaltan Ülkeler 2006-2016 (%)

Azaltan Ülkeler	Yıllık Ort. Azalış (%)	Artıran Ülkeler	Yıllık Ort. Artış (%)
<b>Japonya</b>	%24,8	<b>Çin</b>	%14,5
<b>Almanya</b>	%6,6	<b>Hindistan</b>	%8,0
<b>Tayvan</b>	%2,3	<b>Pakistan</b>	%7,8
<b>Bulgaristan</b>	%2,1	<b>Romanya</b>	%7,2
<b>Slovakya</b>	%2,0	<b>G. Afrika</b>	%4,7
<b>İsviçre</b>	%1,9	<b>Rusya</b>	%2,3
<b>Fransa</b>	%1,1	<b>Macaristan</b>	%1,8
<b>Ukrayna</b>	%1,1	<b>Brezilya</b>	%1,4
<b>Çekya</b>	%0,8	<b>Hollanda</b>	%1,3
<b>Belçika</b>	%0,7	<b>Arjantin</b>	%0,9
<b>İsveç</b>	%0,6	<b>G. Kore</b>	%0,9
<b>İngiltere</b>	%0,5	<b>Slovenya</b>	%0,3
<b>İspanya</b>	%0,3	<b>ABD</b>	%0,2
<b>Meksika</b>	%0,3	<b>Finlandiya</b>	%0,1
<b>Kanada</b>	%0,1		

Kaynak: BP (2018a).

Görüldüğü gibi, nükleer enerji yatırımları çok büyük riskler barındırıyor olmakla birlikte dünyada hâlen azımsanmayacak bir oranda tercih edilmektedir. Hem CO<sub>2</sub> salınımı açısından avantajının hem de, yatırımcı açısından muhtemelen daha önemlisi, maliyet avantajının getirdiği kazanç ile radyasyon sızıntısı ya da kaza olması durumunda ortaya çıkacak kayıp arasında yapılacak değerlendirmelere göre nükleer enerjiden yararlanılıp yararlanılmayacağına karar verilmektedir. Kazalar çok sık yaşanmamakla birlikte etkilerinin hem çok büyük maliyetlere yol açması, hem çok geniş çapta hissedilir olması, hem de uzun yıllar boyunca sürüp gitmesi bazı ülkelerde nükleer güç üretiminin önemli oranlarda azalmasına neden olurken, sağladığı avantajlar da bazı ülkelerde bu tip üretimin artmaya devam etmesini sağlamıştır. Ancak, Japonya gibi teknolojik açıdan çok gelişmiş bir ülkede nükleer kaza yaşanmış olması düşündürücüdür ve bir kaza olması durumunda nükleer güç üretiminin daha önce sağlamış olduğu avantajların hiçbir bağlayıcılığı kalmayacaktır.

#### 2.1.4. İkincil Enerji Kaynağı: Elektrik Enerjisi

Elektrik enerjisi günlük yaşantımızda çok önemli bir yere sahiptir. Her türlü endüstri dalında, tarımda, turizmde, kısacası bütün mal ve hizmet sektörlerinde faaliyetlerin sorunsuz biçimde ilerleyebilmesi için elektrik enerjisinin kesintisiz olarak arz edilmesi gerekmektedir. Daha önce incelenen, petrol dâhil, bütün birincil enerji kaynakları elektrik üretimi yapmak amacıyla kullanılabilir. Bu nedenle, “modern” olarak nitelendirilen her aygıtın kökeninde elektrik vardır. Elektrik pratik anlamda modernitenin tanımı gibidir (Breeze, 2014: 1). Ancak 18. yüzyıla kadar elektrik çok az anlaşılabilmiş bir olgu olarak kalmıştır. 1750’li yıllarda Benjamin Franklin meşhur “Uçurtma Deneyini” gerçekleştirmiş ve yıldırımın elektrik yüklü olduğunu ispat etmiştir.<sup>4</sup> Ancak elektrik enerjisine ilişkin uygulamalar 19. yüzyılın sonlarında Thomas Edison, Nikola Tesla, George Westinghouse gibi bilim insanlarının modern dünyanın temellerini atan buluşlarıyla gerçekleştirilebilmiştir (Usher, 2019: 10). Sürecin bu noktaya gelişinde yine birtakım buluşlar yapılmıştır. 1800 yılında Alessandro Volta’nın pili icat etmesi, 1819 yılında Hans Christian Ørsted’in elektrik akımının manyetik etkisini bulması, André-Marie Ampère’nin tam devre kavramını formüle etmesi ve elektrik akımının manyetik etkisini nicel olarak ifade etmesi ve 1831 yılında Michael Faraday’ın hantal ve ağır bataryalar olmaksızın mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmeye yönelik çalışmaları bunlar arasında en önemlileridir (Smil, 2010: 40).

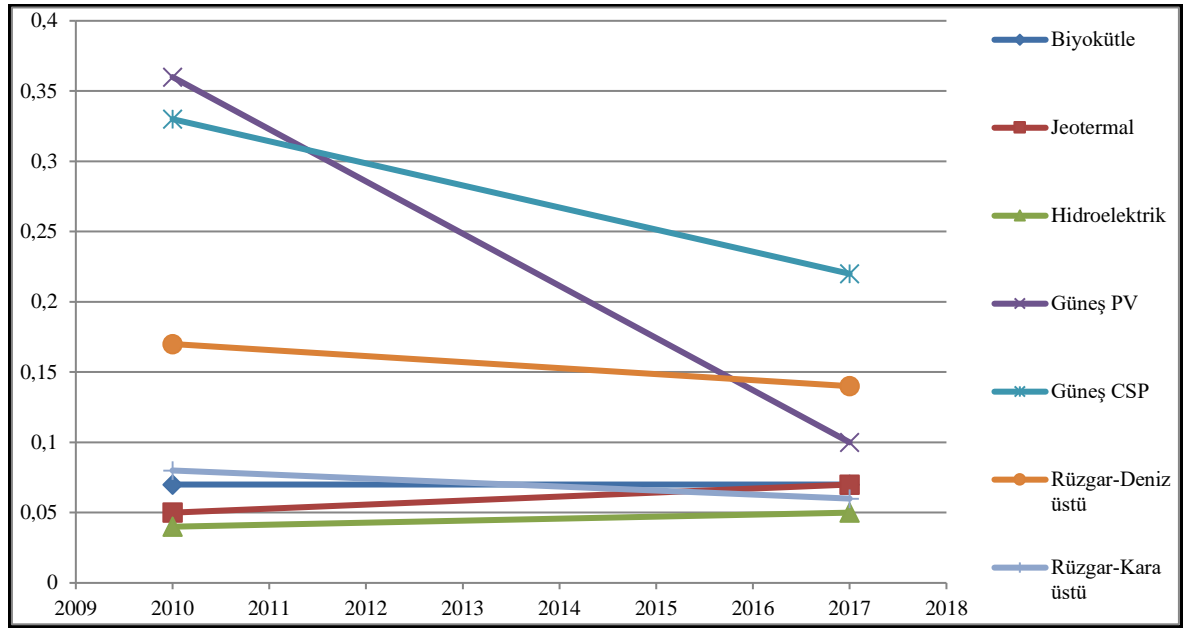
19. Yüzyılın sonlarına yaklaşılırken dünyada ilk elektrik santralleri 1880’li yıllarda kurulmuştur. Bu santrallerde birincil enerji kaynağı olarak kömür kullanılmıştır. 20. yüzyılın ortalarına kadar dünyada elektrik üretiminde kömür baskın kaynak olarak kalmıştır. Ancak kömür rezervlerinin azalışıyla fiyatlarının yükselmesi ve kömür yakıtlı termik santrallerin çok yoğun karbon salınımına yol açması gibi nedenlerle elektrik üretiminde doğal gaz yakıtlı termik santraller ve nükleer güç santralleri artmaya başlamıştır. Her iki tipteki santrallerin kömür yakıtlı termik santrallere göre kurulum maliyetleri daha yüksek olmasına rağmen, işletme ve bakım maliyetleri daha düşüktür (Usher, 2019: 11-12). Ancak, dünyada elektrik talebi hızla artmaya devam ettiği için, yeni kaynakların elektrik üretimi yapmak amacıyla daha yoğun bir biçimde kullanılması kaçınılmaz olmuştur. Çünkü kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtların rezervlerinin az oluşu

<sup>4</sup> 1752 yılında gök gürültülü bir günde Benjamin Franklin’in oğlu William’la birlikte iletken bir telin ucunu uçurtma yardımıyla elektrik yüklü bulutlarla temas ettirmesi sonucu elektriği keşfettiği deneye (Benjamin Franklin Historical Society, 2014) atıf yapılmıştır.

ve hava kirliliğine yol açarak iklim değişikliğine neden olmaları, bununla birlikte nükleer enerjinin barındırdığı riskler hem temiz, hem tükenmeyen hem de risksiz kaynaklara bir yönelim doğurmuştur (Smil, 2010: 107).

Doğal süreçler içerisinde kendiliğinden yenilenecek tükenme ihtimali bulunmayan ve çevreye zarar vermeyen bu kaynaklar, bilindiği gibi, yenilenebilir kaynaklar olarak adlandırılmaktadır (Roy ve Das, 2018: 2). Yenilenebilir enerji kaynaklarının en yoğun biçimde kullanıldıkları alan; elektrik üretimidir. Buna rağmen, yenilenebilir enerji kaynakları günümüzde hâlen elektrik üretimine kısıtlı bir katkı yapmaktadırlar. 1985-2017 yılları arasında dünyada elektrik üretimi yıllık ortalama %3,02 oranında artmıştır. Bu üretim fosil yakıtlara, nükleer enerjiye, hidro kaynaklara ve diğer yenilenebilir kaynaklara dayalı olarak yapılmaktadır. Aynı süreçte elektrik üretimi kömür yakıtlı termik santrallerde yıllık ortalama %3,05, doğal gaz yakıtlı termik santrallerde %4,60, hidroelektrik santrallerinde %2,29, nükleer santrallerde %1,85 ve yenilenebilir kaynaklarla üretim yapılan santrallerde ise %11,04 oranlarında artmıştır. Petrolün elektrik üretimine katkısı ise yıllık ortalama %0,61 oranında azalmıştır. Görüldüğü gibi, son 32 yılda dünyada elektrik üretimine yaptığı katkı en hızlı artan kaynaklar; yenilenebilir kaynaklardır. Ancak bunlar güneş, rüzgâr, jeotermal ve biyo-yakıtlardan, yani birden fazla yakıttan oluşmaktadır. Elektrik üretimine bu 4 enerji kaynağının tamamının toplam katkısı yıllık ortalama %11,04 oranında artmıştır. Söz konusu yüksek oranlı artışa rağmen, 2017 yılında bu 4 yenilenebilir kaynağın dünyadaki toplam elektrik üretimine katkısı, daha önce de ifade edilmiş olduğu gibi, %8,42 oranında gerçekleşmiştir. Dolayısıyla, CO<sub>2</sub> salınımı artmaya devam etmektedir. Yine 1985-2017 yılları arasında dünyada CO<sub>2</sub> salınımı yıllık ortalama %1,76 oranında artmıştır (BP, 2018a).

Şekil 2.6. Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Seviyelendirilmiş Elektrik Üretim Maliyetleri (LCOE) 2010-2017 (USD/kWh)



Kaynak: IRENA (2018c).

Elektrik üretiminde ortaya çıkardıkları maliyetler bakımından birincil enerji kaynaklarının karşılaştırması dünyada yaygın olarak Seviyelendirilmiş Elektrik Maliyeti (LCOE) adı verilen yöntemle yapılmaktadır (EIA, 2018a: 1). Bir elektrik santralinin LCOE'si öngörülen ömrü boyunca yaratacağı toplam inşa ve işletme maliyetlerinin, yapacağı elektrik üretim miktarına bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Yani LCOE ile bir tesisteki, açılışından kapanışına dek, yapılan bir birim elektrik üretimi başına inşa ve işletme maliyetleri hesaplanmaktadır. Böylece LCOE ile birbirinden çok farklı enerji kaynaklarının rekabetçiliklerini ölçmek mümkün olmaktadır (Usher, 2019: 13). LCOE şu formül kullanılarak hesaplanmaktadır (IRENA, 2015: 13):

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}} \quad (1.1)$$

Formülde;

- $I_t$ : Yatırım Harcamaları
- $M_t$ : İşletme ve Bakım Harcamaları
- $F_t$ : Yakıt Harcamaları
- $E_t$ : Elektrik Üretimi
- $r$ : İskonto Oranı

- n: Sistemin Ömrü
- t: Zaman

değişkenlerini ifade etmektedir. Şekil 2.6'da 2010 ve 2017 yıllarında dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim teknolojilerinin ortalama LCOE'leri bir grafik üzerinde gösterilmiştir. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) tarafından hesaplanmış olan bu verilere göre, tesis ömrü boyunca en düşük ortalama maliyetle elektrik üretiminin her iki yılda da hidroelektrik santrallerinde yapıldığı görülmektedir. Biyokütle ve jeotermal enerji kaynakları 2010 yılında hidro kaynaklarla rekabet etmeye en yakın durumdayken, 2017 yılında kara üstü rüzgâr türbinleri bu iki tip enerji kaynağının da önüne geçerek yenilenebilir enerji kaynakları arasında en rekabetçi ikinci kaynak durumuna gelmiştir. Deniz üstü rüzgâr türbinleri ise bu konuda henüz oldukça geridedir. Yoğunlaştırıcı güneş sistemlerine (CSP) yönelik teknolojide 2010-2017 yılları arasında belli bir gelişme kaydedilmiş olsa da, henüz hiçbir yenilenebilir enerji kaynağıyla rekabet edebilecek duruma gelinememiştir. Fotovoltaik güneş sistemleri (PV) şekildeki en dikkat çekici enerji tipidir. 2010 yılında rekabetçilik bakımından en son sırada yer alan fotovoltaik güneş sistemlerine yönelik teknolojide son derece hızlı bir gelişme kaydedilmiş ve hidroelektrik, kara üstü rüzgâr, jeotermal ve biyokütle enerji kaynaklarına yönelik teknolojilerle rekabet edebilecek duruma henüz gelinememiş olsa da yaklaşmıştır. Aynı hızla devam edilmesi hâlinde kısa bir süre içerisinde hepsinin önüne geçilmesini beklemek yanlış olmayacaktır (IRENA, 2018c).

İkincil enerji kaynağı olan elektrik bütün dünyadaki bütün iktisadî kesimler için hayatın olmazsa olmazı durumundadır. Bu nedenle, elektrik üretiminde kullanılan birincil enerji kaynaklarına ulaşabilme fırsatına sahip olmak çok önemlidir. Fosil yakıt rezervleri dünyanın belirli bölgelerinde yoğunlaşmış olmakla birlikte, yenilenebilir enerji kaynakları herkes için ulaşılabilir durumdadır. Dolayısıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin potansiyellerini en verimli biçimde değerlendiren ülkeler ilerleyen yıllarda daha avantajlı duruma geleceklerdir. Geçmişte olduğu gibi, gelecekte de temiz, kesintisiz ve düşük maliyetli enerji arzı, ülke ekonomilerinin en önemli hedefleri arasında yer alacaktır.

## 2.2. Enerji Arz Güvenliği Kavramı

Enerji kaynakları, görüldüğü gibi, dünya ekonomisi için yüzyıllardan bu yana çok önemli bir yere sahip olmuştur. Bu nedenle enerji kaynaklarına sürekli olarak ulaşabilmek

imkânına sahip olan bireyler ve toplumlar bu kaynakların kesintisinden dolayı ortaya çıkacak aksaklıklarla karşı karşıya kalma riskini en aza indirmektedirler. Enerji kaynaklarının kesintisi günümüzde tarımsal, turistik ve endüstriyel birçok faaliyetin de kesintiye uğraması anlamına gelmektedir. Ayrıca insanların günlük yaşamlarındaki birçok faaliyet de enerji kaynaklarının kesintisi sonucu aksamaktadır. İşte tüm bu risklerin ortadan kaldırılması, ya da daha gerçekçi bir söylemle, en aza indirgenmesi enerji arz güvenliği kavramıyla açıklanmaktadır. Enerji arz güvenliği kavramı enerji kaynaklarından mümkün olduğunca kesintisiz bir biçimde yararlanabilmeyi ifade etmektedir. Devletlerin üzerine özel olarak politikalar yürüttüğü enerji arz güvenliği konusunda bugüne dek çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Bu nedenle öncelikle bu tanımlamaların ortaya konması gerekmektedir. Sonrasında da enerji arz güvenliğinin boyutları ve enerji arz güvenliğine karşı ortaya çıkabilecek olan tehditlere değinilecektir.

### 2.2.1. Enerji Arz Güvenliğinin Tanımı

Enerji arz güvenliği kavramı görece yeni bir kavram olmasına rağmen, yine de yüz yılı aşkın bir geçmişe sahiptir. Daha önce de ifade edildiği gibi, Birinci Dünya Savaşı arifesinde Britanya donanmasındaki tüm gemilerde yakıt olarak petrol ürünlerinin kullanılmasına karar veren Churchill enerji arz güvenliği kavramını “*petrol konusunda güven ve belirliliğin, sadece ve sadece, çeşitlilik üzerine inşa edilmesi (safety and certainty in oil in variety and variety alone)*” olarak tanımlamıştır (Yergin, 2006: 70). Söz konusu yıllarda petrol ürünlerinin tüm dünyada önemi hızla artıyor olduğu için ve Churchill’in kişisel olarak da gündeminde petrol çok önemli bir yer tuttuğu için enerji arz güvenliği kavramını sadece petrol üzerinden tanımlamış olması doğaldır. Zira 1970’li yıllardaki petrol arzı şoklarının ertesinde de enerji arz güvenliği kavramı yalnızca Orta Doğu’dan yapılan potansiyel petrol arz kesintisi riskinden kaçınmakla ilişkili olarak tanımlanmıştır (APEREC, 2007: 5). Ancak ilerleyen yıllarda, petrol yine bir enerji kaynağı olarak başat rolünü koruyor olmakla birlikte, enerji kaynakları çeşitlendikçe enerji arz güvenliği kavramı üzerine yeniden düşünmek ihtiyacı doğmuştur. 1985 yılında Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)’nın Enerji Teknolojisi Politikası (Energy Technology Policy) adlı raporunda kavram “*makul bir maliyetle yeterli enerji arzı*” biçiminde tanımlanmıştır (IEA, 1985: 29 aktaran Chester, 2010: 889). 1995 yılına gelindiğinde ise yine IEA tarafından yayımlanan IEA Doğal Gaz Güvenliği Çalışması (The IEA Natural Gas Security Study) adlı raporda ise aynı kavram için “*enerji güvenliği, basitçe, piyasa aksaklıklarından kaçınmanın bir*

*başka yoludur”* ifadesi yer almıştır (IEA, 1995: 23 aktaran Chester, 2010: 889). 2014 yılına gelindiğinde ise IEA’da *“makul bir fiyat karşılığında enerji kaynaklarının kesintisiz arzı”* biçimindeki tanım kullanılmaktadır (IEA, 2014a: 13). Bugünkü modern tanımın ilk hâli ise Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Dairesi (UNDESA) ve Dünya Enerji Konseyi (WEC)’nin 2000 yılında birlikte hazırladığı Dünya Enerji Değerlendirmesi: Enerji ve Sürdürülebilirlik Tehdidi (World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability) başlıklı raporunda yapılmıştır. Bu kaynakta yapılan tanıma göre enerji arz güvenliği *“çeşitli biçimlerde, yeterli miktarlarda ve makul fiyatlar karşılığında kesintisiz enerji arzı”* anlamına gelmektedir. Hemen peşinden *“enerji sürdürülebilir kalkınmaya katkı yapacaksa, bu koşullar uzun dönemde de geçerli olmalıdır”* ifadesine yer verilmiştir (UNDP, UNDESA ve WEC, 2000: 11).

Yine 2000 yılında Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanan Yeşil Kitap’ta (Green Paper) Avrupa Birliği (AB) özelinde enerji arz güvenliği kavramının içeriği bir miktar daha genişletilmiştir. Bu çalışmada şu ifadeler yer almıştır: *“çevresel meseleleri ve sürdürülebilir kalkınmayı da göz önünde bulundurmak suretiyle, enerji arz güvenliği yurttaşların refahı ve ekonominin düzgün işleyebilmesi adına (bireysel ve endüstriyel) tüm tüketiciler için makul fiyatlar karşılığında enerji ürünleri arzının kesintisiz bir biçimde garanti altına alınmasına bağlıdır”* (Avrupa Komisyonu, 2000: 3). Buna göre, enerji arz güvenliği, en azından AB özelinde, ilk defa çevrenin korunması koşuluna bağlanmıştır. Ancak bu koşula enerji arz güvenliği kavramının genel tanımı içerisinde yer vermek de yanlış olmayacaktır. Aynı kaynakta kavramla ilgili olarak ayrıca *“arz güvenliği enerji konusunda öz yeterliliğin maksimize edilmesi ya da bağımlılığın minimize edilmesi arayışı değildir, arz güvenliği söz konusu bağımlılığa ilişkin riskleri azaltmayı amaçlar. İzlenen hedefler arasında (hem ürün hem de coğrafi bölgeler bakımından) arz kaynakları arası belli bir dengenin ve çeşitliliğin sağlanması da vardır”* ifadelerine de yer verilmiştir (Avrupa Komisyonu, 2000: 3). Görüldüğü gibi, yine AB özelinde, enerji arz güvenliği kavramı kaynak ve tedarikçi çeşitliliği koşullarına da bağlanmıştır. Çünkü AB’nin enerji konusunda öz yeterliliğini artırması ve dışa bağımlılığını azaltması, en azından petrol ve doğal gaz kaynakları bakımından, mümkün görünmemektedir. Çünkü AB petrol ve doğal gaz rezervlerinden yoksun bir coğrafyada yer almaktadır. Üstelik AB, topluluk olarak,

enerji ihtiyacının yarısından fazlasını bu iki kaynaktan karşılamaktadır<sup>5</sup>. Bu nedenle AB'nin enerji arz güvenliğini artırmasının tek yolu kaynak ve tedarikçi çeşitliliğini, hem kaynaklar arasında hem de tedarikçilerden yapılan ithalât oranları arasında belirli bir denge gözeterek, artırmaktır. Böylece, bir yandan kaynak çeşitliliğinin ve kaynaklar arası dengenin sağlanmasıyla ve bunun yanında tedarikçi çeşitliliğinin ve tedarikçilerden yapılan ithalât oranları arası dengenin sağlanmasıyla hem kesintisiz ve yeterli miktarlarda hem de makul fiyatlar karşılığında enerji arzı hedeflerine ulaşılmış olacaktır. Bu da enerji arz güvenliğini olumlu etkileyecektir. Türkiye gibi enerji konusunda dışa bağımlılığı yüksek olan ülkeler için de bu koşulları göz önünde bulundurmak enerji arz güvenliğini artıracaktır<sup>6</sup>.

2004 yılında Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Bölümü (UNDESA) ve Dünya Enerji Konseyi (WEC) tarafından yayımlanan Dünya Enerji Değerlendirmesi: Güncelleme adlı raporda enerji güvenliği kavramı “*çevresel koşullar üzerinde kabul edilemez ve geri dönüşü olmayan bir etki yaratmaksızın çeşitli biçimlerde, yeterli miktarlarda ve makul fiyatlar karşılığında kesintisiz enerji arzı*” olarak tanımlanmıştır. Bu kaynaktan da 2000 yılında yayımlanmış olan kaynaktaki gibi hemen bu tanımın peşinden sürdürülebilir kalkınma konusuna vurgu yapılmıştır (UNDP, UNDESA ve WEC, 2004: 42). Böylece 2000 yılında yayımlanan raporda kavramın tanımı içerisinde yer verilmemiş olan çevrenin korunması koşulu bu yeni raporda enerji arz güvenliğinin genel tanımı içerisinde yerini almıştır. Buna göre, artık enerji arz güvenliği ile ilgili yapılacak olan değerlendirmelerde, özellikle sera gazı salınımı olmak üzere, enerji politikalarının çevresel koşullar üzerindeki etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır.

2006 yılına gelindiğinde Chevalier (2006)'da enerji arz güvenliği kavramının tanımı “*çevresel sürdürülebilirlik göz önünde bulundurularak ekonomide aksaklık yaratmayacak bir fiyat düzeyinden enerji arzının talebini karşılaması*” biçiminde yapılmıştır (Chevalier, 2006: 2). Bundan bir yıl sonra Asya Pasifik Enerji Araştırma Merkezi (Asia Pacific Energy

<sup>5</sup> 2017 yılında AB'de doğal gaz tüketiminin ithalât bağımlılığı %74,32 ve petrol tüketiminin ithalât bağımlılığı ise %86,72 olarak gerçekleşmiştir. Bu verilere ulaşmak için bkz. [https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=sdg\\_07\\_50&language=en](https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=sdg_07_50&language=en). 2017 yılında AB'nin toplam birincil enerji tüketiminin yaklaşık %61,97'sini petrol ve doğal gaz oluşturmuştur (BP, 2018a).

<sup>6</sup> 2017 yılında Türkiye'de enerji talebinin ithalât bağımlılığı %77,14 oranında gerçekleşmiştir. Bu veriye ulaşmak için bkz. [https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=sdg\\_07\\_50&language=en](https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=sdg_07_50&language=en).



Research Centre, APERC) tarafından aynı kavram “*enerji fiyatlarının ekonomik performansı olumsuz yönde etkilemeyeceği bir düzeyinde enerji kaynaklarının sürdürülebilir biçimde ve ihtiyaç anında arzı*” olarak tanımlanmıştır (APERC, 2007: 6). Görüldüğü gibi, daha önceki yıllarda “makul” sıfatıyla nitelenen fiyat düzeyi bu son iki tanımda ekonomideki aksaklıklara vurgu yapılarak, piyasa aksaklıklarını önleyen fiyat düzeyini ifade etmektedir. Daha sonra yapılan çalışmalarda yer verilen enerji arz güvenliği tanımları bu çalışmada değinilmiş olan tanımlara yeni bir katkı bir yapmamıştır<sup>7</sup>.

Böylece enerji arz güvenliği kavramı için geçmişten bu yana yapılmış olan tanımlamalar ortaya konmuş olmaktadır. 1900’lü yılların başından 1970’li yıllara kadar sadece petrol üzerinden tanımlanan kavram, 1980’li yılların ortasından itibaren, yararlanılan enerji kaynaklarındaki çeşitlilik de göz önünde bulundurularak daha genel bir biçimde tanımlanmaya başlanmıştır. 2000 yılından itibaren ise kavramın tanımı bugünkü hâline benzer biçimini almıştır. Yıllar içerisinde bu tanımda da küçük ama önemli değişiklikler olmuştur. Ancak 2000’li yıllarda yapılan tanımlarda enerji arz güvenliğinin mevcudiyet (availability), erişilebilirlik (accessibility), hesaplılık (affordability) ve kabul edilebilirlik (acceptability) boyutları öne çıkmıştır (APERC, 2007). Tanımda yer verilen bu kavramlar dışında enerji arz güvenliği ülkenin enerji sisteminin olası kaynak kesintilerine karşı dayanıklılığına, ülkenin bulunduğu bölgede yer alan enerji kaynakları üzerindeki egemenliğine ve kendilerinden enerji ithalatı yapılan ülkelerle olan ilişkilerine ve herhangi bir enerji arz krizine karşı ülkenin farklı rezervlerden ya da farklı kaynaklardan anında yararlanabilme kabiliyetine de bağlıdır.

### **2.2.2. Enerji Arz Güvenliğinin Boyutları**

Bir ülkenin enerji kaynakları arzı konusunda herhangi bir kesintiye maruz kalıp kalmayacağını ya da böyle bir kesinti riskini ifade eden enerji arz güvenliği tanımları, görüldüğü gibi, hep bu aksaklıkların ortaya çıkmayacağı koşullar üzerinden yapılmıştır. Yani bütün bu koşullar sağlandıktan sonraki kesintisiz enerji arzına enerji arz güvenliği denmektedir. Oysa gerçek hayatta enerji arz güvenliğinin garanti altına alınması o kadar basit olmamaktadır. Kesintisiz enerji arzı için aynı anda bir araya gelmesi gereken koşullar da incelemeye değer kavramlarla adlandırılmaktadır. Bu kavramlar enerji arz güvenliğinin boyutlarını oluşturmaktadır. Bu kavramların incelemeye değer olmasının nedeni enerji arz

<sup>7</sup> Diğer çalışmalarda yapılan bu tanımların bir listesine Winzer (2011) ‘de 30-33 numaralı sayfalarda ulaşmak mümkündür.

güvenliğinin sağlanabilmesi için ne gibi enerji politikalarının uygulanması gerektiği konusunda fikir vermeleridir. Öte yandan, enerji arz güvenliğini çeşitli yollardan tehdit edecek olan olası durumların ortaya çıkmasına karşı alınabilecek önlemlerin belirlenebilmesi için de böyle bir incelemenin yapılması, çalışmanın bütünlüğü açısından bir gerekliliktir. Çünkü ilerleyen bölümlerde yapılacak olan enerji arz güvenliği ölçümlerinin sonuçlarından yola çıkılarak yapılacak olan politika önerileri böylece daha sistematik bir biçimde ortaya konabilecektir.

### 2.2.2.1. Enerji Arz Güvenliğinin Tanımında Yer Alan Kavramlar

Enerji arz güvenliği kavramı için yapılan tanımların son haline gelindiğinde enerji arz güvenliğinin sağlanabilmesi için enerji kaynaklarının öncelikle bir yerlerde mevcut olması, onlara erişebilmenin mümkün olması, onlardan makul fiyatlar karşılığında yararlanılabilmesi ve enerji politikalarının çevresel konular ve kalkınma bakımından kabul edilebilir ve sürdürülebilir olması gerekliliği göze çarpmaktadır. APERC (2007)'de enerji arz güvenliğinin bu boyutları en genel ifadesiyle üç gruba ayrılmıştır. Bunlar; fiziksel açıdan enerji güvenliği, ekonomik açıdan enerji güvenliği ve çevresel sürdürülebilirliktir. Fiziksel açıdan enerji güvenliği denildiğinde kast edilen; mevcudiyet ve erişilebilirlik iken, ekonomik açıdan enerji güvenliği denildiğinde kast edilen; enerji kaynaklarının ve enerji alt yapısı gelişiminin hesaplılığıdır. Çevresel sürdürülebilirlik ise kalkınmanın ve enerji kaynakları kullanımının sürdürülebilir olmasını; yani gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilme olanaklarını yok etmeksizin bugünün ihtiyaçlarını karşılamayı ifade etmektedir (APERC, 2007: 6). Bu da literatürde kabul edilebilirlik kavramıyla açıklanmaktadır. Buna göre, enerji arz güvenliğinin; tanım gereği; mevcudiyet, erişilebilirlik, hesaplılık ve kabul edilebilirlik kavramlarıyla anılan dört boyutu vardır.

Dünyada halen toplam enerji ihtiyacının çok büyük bir bölümünü karşılayan<sup>8</sup> fosil yakıtlar tükenebilir bir niteliğe sahiptir. Enerji arz güvenliğinin sağlanabilmesi için, yararlanılması planlanan enerji kaynağı rezervlerinin henüz tükenmemiş olması gerekmektedir. Enerji arz güvenliğinin mevcudiyet boyutu da tam olarak bunu ifade etmektedir. Mevcudiyet enerji kaynağının kesin olarak mevcut olması, yani fiziksel olarak var olması anlamına gelmektedir. Daha önce ifade edildiği gibi, dünyadaki toplam enerji ihtiyacının çok büyük bir bölümünü petrol, doğal gaz ve kömür karşıladığı için ve bu enerji

<sup>8</sup> 2017 yılında dünyadaki toplam birincil enerji ihtiyacının %85,18'i yalnızca fosil yakıtlar tarafından karşılanmıştır (BP, 2018a).

kaynakları tükenebilir bir niteliğe sahip oldukları için enerji arz güvenliğinin en önemli boyutu mevcudiyet boyutudur (Kruyt, van Vuuren, de Vries ve Groenenberg, 2009: 2167). Enerji arz güvenliğinin mevcudiyet boyutu arz-talep dengesiyle doğrudan ilişkili olduğu için enerji kaynaklarının daha uzun süre mevcudiyetinin sağlanarak enerji arz güvenliğinin artırılabilmesi yeni rezervlerin keşfedilmesine ve teknolojik imkânların geliştirilmesine bağlıdır. Keşfedilen yeni rezervler ve gelişen teknoloji sayesinde enerji kaynağı talep edildiği anda talebi karşılayacak miktarda mevcut olacaktır (Çelikpala, 2014: 85).

Bunun yanında, kaynakların üretim ve tüketim bölgeleri arasındaki geniş çaplı mekânsal ve siyasî uyuşmazlıklar, tüketim bölgelerinin enerji kaynaklarına erişememelerine neden olmaktadır. Bu da enerji arz güvenliği açısından olumsuz bir durum ortaya çıkarmaktadır. Söz konusu uyuşmazlıkların teknolojik gelişmeler sonucu ya da siyasî yöntemlerle ortadan kaldırılması tüketim bölgeleri için, üretilen enerji kaynaklarına erişim olanağı sağlamaktadır (Erdal ve Karakaya, 2012: 112). Böylece sözü edilen tüketim bölgelerinde enerji arz güvenliği artmaktadır. Enerji arz güvenliğinin bu jeopolitik boyutuna erişilebilirlik adı verilmektedir (Kruyt, vd., 2009: 2167). Erişilebilirlik boru hatlarının inşasına, iletim ve ulaşım kanallarının varlığına ve açık olmalarına bağlıdır (Çelikpala, 2014: 85).

Hesaplılık enerji arz güvenliği tanımındaki makul fiyatları ifade etmektedir. Enerji kaynaklarının düşük fiyatlardan arz edilmesi, enerji kaynakları bütün endüstri dallarında girdi olarak kullanıldığından dolayı, ekonominin geri kalanı için de çok önemlidir. Enerji kaynaklarının fiyatlarındaki artış tüm endüstri dallarında üretim maliyetlerini artırdığı için enflasyonun yükselmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla enerji kaynaklarının fiyatları sadece düşük olmakla kalmamalı, istikrarlı da olmalıdır. Bunlar da daha etkin ekipman kullanımıyla ve daha etkin enerji korunum yöntemlerinin yaygınlaşmasıyla; yani teknolojik ilerlemeyle mümkün olmaktadır (Sovacool ve Brown, 2009: 10-11). Yani aslına bakılacak olursa, enerji arz güvenliğinin hesaplılık boyutu enerji etkinliğiyle bir bakıma benzerlik göstermektedir. Çünkü hesaplılık boyutu enerji kaynaklarının maliyetleriyle doğrudan ilişkilidir (Kruyt, vd., 2009: 2167). Buna göre, kaynak ve tedarikçi çeşitliliğinin artırılması da enerji kaynaklarının hesaplılığı bakımından olumlu etki yaratacaktır.

Bugünkü enerji kaynağı tüketimlerini gelecek nesillerin gereksinimlerine göre dengeli bir biçimde gerçekleştirmek anlamında kullanılan enerji arz güvenliğinin kabul edilebilirlik boyutu yenilenebilir enerji kaynaklarından kendilerini yenilemelerini

engellemeyecek oranda yararlanmayı, atık salınımının ekosistemin özümleme kapasitesini aşmayacak düzeyde yapılmasını ve yenilenebilir olmayan kaynak rezervlerinin yenilenebilir kaynak yaratılmasıyla eşit hızda tüketilmesini gerektirmektedir (Sovacool ve Brown, 2009: 11). Böylece enerji kaynaklarının bugünkü tüketimi hem gelecek nesillerin enerji kaynağı gereksinimlerini baltalamamış olacak hem de, ve daha önemlisi, enerji kaynakları tüketimi doğaya, ve dolayısıyla, canlıların sağlığına zarar vermemiş olacaktır. Daha önce, enerji arz güvenliğinin tanım gereği sıralanmış olan bu dört boyutu arasından mevcudiyet boyutunun enerji arzı yapılabilmesi için her şeyden önce bir enerji rezervinin var olması anlamında diğerlerine göre daha önemli olduğu belirtilmiştir. Ancak ekosistemde canlıların sağlıklı bir biçimde mevcudiyeti enerji kaynağı mevcudiyetini anlamlı kılan çok daha önemli bir etkidir; yani ekosistemdeki canlılar yok edildikten sonra enerji kaynaklarının var olup olmamasının bir anlamı kalmayacaktır. Bunun yanında enerji arz güvenliğinin kabul edilebilirlik boyutu, sürdürülebilir bir enerji kaynağı kullanımını da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, kabul edilebilirlik enerji kaynağı rezervlerinin tükenmesinin önüne geçecek ve mevcudiyetin söz konusu olabilmesi için öncelikle kabul edilebilirlik koşulunun sağlanması gerekecektir.

Mevcudiyet ve erişilebilirlik enerji arz güvenliğinin kesin ifadelerle değerlendirilebilecek olan mutlak boyutlarıdır. Yani bir enerji kaynağı ya vardır ya da yoktur. Veya enerji kaynağının var olan miktarı talebi ya karşılar ya da karşılamaz. Erişilebilirlik açısından da aynı kesin ifadeler kullanılabilir. Yani bir enerji kaynağına erişmek ya mümkündür ya da değildir. Enerji arz güvenliğinin tanımında yer alan “kesintisiz” ifadesi de doğrudan mevcudiyet ve erişilebilirlik kavramlarıyla ilişkilidir. Enerji arz güvenliğinin daha önce sözü edilen diğer boyutları hesaplılık ve kabul edilebilirlik ise nispi niteliktedirler. Yani bir enerji kaynağının fiyatının makul olup olmadığı gelir düzeyine göre değişebilmektedir. Ekonomide herhangi bir aksaklığa yola açmayacak fiyat düzeyi söylemi de akla tam rekabetçi fiyatları getirmektedir. Ancak enerji piyasasında tam rekabetçi fiyat uygulamasının olanağı yoktur. Kabul edilebilirlik ya da sürdürülebilirlik kavramı da tıpkı hesaplılık kavramı gibi genel geçer bir niteliğe sahip değildir (Chester, 2010: 891).

### 2.2.2.2. Enerji Arz Güvenliğini Belirleyen Diğer Faktörler

Enerji arz güvenliğinin buraya kadar incelenmiş olan boyutları kavramın tanımında yer alan kavramlardır. Bunların yanında enerji arz güvenliği bakımından tehdit unsuru oluşturabilecek olaylara karşı enerji sistemlerinin sahip olması gereken dayanıklılık (robustness), egemenlik (sovereignty) ve esneme kabiliyeti (resilience) boyutları da vardır (Cherp ve Jewell, 2014: 419). Bu kavramlar enerji arz güvenliğiyle ilişkili olarak Aleh Cherp ve Jessica Jewell tarafından yapılan çalışmalarda incelenmiştir<sup>9</sup>. Bunlardan dayanıklılık kaynak kıtlığı, talepteki hızlı yükselişler, altyapının eskimesi ve enerji fiyatlarındaki artışlar gibi tahmin edilebilir ve kasıtsız doğal, teknik ve ekonomik faktörlerin neden olduğu kesintilerden korunmayı ifade etmektedir. Enerji arz güvenliği üzerinde yine önemli bir etkiye sahip diğer bir kavram olan egemenlik karşıt siyasî güçler ve fazlasıyla güce sahip olan piyasa birimleri gibi çeşitli aktörlerin kasıtlı faaliyetlerinin neden olduğu kesintilerden korunmaya odaklanmaktadır. Bu üç kavramdan sonuncusu olan esneme kabiliyeti ise siyasî istikrarsızlık, işlerin birdenbire değişmesine yol açan buluşlar ve iklim koşullarındaki anî değişiklikler gibi daha az tahmin edilebilir olan olaylardan kaynaklanan kesintilerden korunmanın yollarını bulmakla ilişkilidir (Cherp, vd., 2012: 330).

Bir enerji sisteminin teknolojik olarak daha gelişmiş, daha dinamik ve bütünleşik oluşu olası enerji arzı kesintilerine karşı enerji sisteminin dayanıklılığını artırmaktadır. Bu nedenle, enerji sistemlerinin zamanında kontrollerinin yapılarak eskiyen ya da risk barındıran unsurların yenilenmesi enerji arz güvenliği bakımından olumlu sonuçlar doğuracaktır (Jewell, Cherp ve Riahi, 2014: 745-746). Bunun yanında, daha bol olan enerji kaynaklarının kullanımına geçiş yapmak ve enerji talebindeki artışları yönetmek de enerji arz güvenliğinin dayanıklılık boyutu bağlamında değerlendirilmektedir (Cherp ve Jewell, 2011: 6).

Enerji arz güvenliğinin egemenlik boyutu daha çok uluslararası ilişkiler ve siyaset bilimi alanlarının konusudur. Çünkü özellikle yabancı aktörlerin kasıtlı faaliyetlerinden doğan risklere karşı uluslararası alanda menfaatlerin, iktidarın, kasıtların ve manevra alanlarının üzerinde durulmasını gerektiren bu kavram, enerji kaynakları rezervleri üzerinde ülkelerin hâkimiyet kurma mücadelelerini konu almaktadır (Cherp ve Jewell, 2014: 419). Enerji kaynaklarına hâkim olan ya da kolaylıkla ulaşma olanağına sahip olan

<sup>9</sup> Bu çalışmalar Cherp ve Jewell (2011), Cherp, vd. (2012), Jewell (2014) ve Cherp ve Jewell (2014)'tür.

ülkeler enerji arz güvenliğini artırmayı başarmaktadırlar. Enerji kaynağı rezervlerine karşı düzenlenen sabotaj ve terörist saldırılar, siyasî ambargolar ve piyasa gücünün suistimal edilmesi gibi egemenlik kavramı bakımından enerji arz güvenliğini tehdit eden olaylara karşı altyapının etkin bir biçimde korunması, enerji sistemleri üzerinde siyasî ve ekonomik denetimin ele geçirilmesi, güvenilir tedarikçilerden enerji temin edilmesi ve yerel kaynaklardan daha fazla yararlanılması gibi önlemlere başvurulmaktadır (Cherp ve Jewell, 2011: 6).

Son olarak, beklenmeyen durumlar karşısında enerji kesintisi tehdidinin savuşturulması ancak kesintiye uğrayan enerji kaynağının yerine enerji sistemlerinin başka kaynakları devreye sokabilme kabiliyetine sahip olmasıyla ya da başka rezervlerden enerji temin edebilmesi yoluyla mümkün olabilecektir. Bunun için de sistemin enerji arz kaynağı seçeneklerinin çeşitlendirilmiş olması gerekmektedir. Böylece enerji sistemlerinin esneme kabiliyeti daha yüksek olacaktır ve enerji arz güvenliği artacaktır (Cherp, vd., 2012: 331).

Tüm bunların yanında enerji arz güvenliğinin burada sözü edilen tüm boyutları bakımından enerji sistemlerini zora sokacak tüm tehditlere karşı ülkelerin enerji kaynaklarını depolamaları gerekmektedir. Böylece enerji sistemlerinde yaşanacak krizlerin önüne geçilecektir. Çünkü enerji arzı krizleri ortaya çıkmadan önce oluşturulacak bu, yeterli miktarlardaki, yedek kapasiteler enerji arz güvenliğine karşı ortaya çıkabilecek her türlü tehdidin kolaylıkla savuşturulmasını sağlayacaktır (Cherp ve Jewell, 2011: 6).

UNDP, UNDESA ve WEC tarafından 2004 yılında yayımlanan Dünya Enerji Değerlendirmesi: Güncelleme adlı çalışmada oluşabilecek bu tür tehditlere karşı alınabilecek önlemler, Aleh Cherp ve Jessica Jewell tarafından yapılan çalışmalarda önerilen önlemlerle paralel olmakla birlikte, yenilenebilir enerji konusunda yapılması gerekenler daha somut ifadelerle ortaya konmuştur. Bu çalışmada öncelikle ülkelerin, özellikle fosil yakıtlar olmak üzere, enerji kaynağı taleplerinin aşırı ithalât bağımlısı bir duruma düşmesinden kaçınmaları gerektiği belirtilmiştir. Bunun için de ithalâtı yapılan enerji kaynaklarının ve kendilerinden ithalât yapılan tedarikçilerin mümkün olduğunca çeşitlendirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretme yollarının aranması önerilmiştir. Böylece aşırı derecede yüksek maliyetlere neden olmaksızın ve kıt olan kaynakları israf etmeksizin yenilenebilir enerjinin teşvik edilmesiyle hem ekonomide yeni iş olanaklarının yaratılması hem de çevre kirliliğinin engellenmesi gibi pozitif dışsallıkların ortaya çıkacağı ifade edilmiştir. Söz konusu çalışmada yer alan yenilenebilir

enerjiye ilişkin önerilerin yanında ÷lke içerisindeki siyasî istikrarın da kendilerinden ithalât yapılan ÷lkelerle ilişkiler bakımından enerji arz güvenliğini artırıcı bir etkide bulunacağına değinilmiştir (UNDP, UNDESA ve WEC, 2004: 43).

Buraya kadar enerji arz güvenliği kavramı hem tanımlarıyla hem de belirleyici nitelikteki çeşitli boyutlarıyla, olası tehditler karşısında neler yapılması gerektiği bağlamında, tanıtılmaya çalışılmıştır. B÷ylece artık uygulanacak enerji politikalarının belirlenmesi açısından, bir amaç olarak, enerji arz güvenliği m÷mk÷n olduğunca detaylı bir biçimde ortaya konmuş olmaktadır.

G÷rece kısa bir geçmişe sahip olan bu kavrama ilişkin olarak yapılan tanımlamalardan da g÷r÷ld÷đü gibi enerji arz güvenliğinin kapsamına y÷nelik tartışmalar g÷n÷m÷zde hâlen devam etmektedir. Bu çalışmada bug÷ne kadar gelinmiş olan ve genel olarak kabul g÷ren son aşama dikkate alınmaktadır. Bu aşamadan sonra bir ÷lkenin enerji arz güvenliği bakımından hangi noktada olduğunun saptanmasına sıra gelmektedir. Bu saptamanın somut bir biçimde yapılabilmesi için, enerji arz güvenliğinin sayısal olarak ölç÷lmesi gerekmektedir. Ancak bu ölç÷m yapılmadan önce Avrupa Birliği'nde ve T÷rkiye'de enerji arz güvenliğine y÷nelik uygulanan politikaların incelenmesi ölç÷m sonuçlarının bu politikalar temelinde değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır.

### 3. AVRUPA BİRLİĞİ ENERJİ POLİTİKASI VE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ

Avrupa Birliği (AB) birbirinden çok farklı ülkelerden oluşan bir topluluk olarak, diğer konularda olduğu gibi, enerji konusunda da tüm üye ülkelerde ortak bir enerji politikası uygulamayı amaçlamaktadır. Ancak hem düşük nüfuslu hem yüksek nüfuslu ülkelerin, hem dünyanın en gelişmiş ülkelerinin hem de bazı gelişmekte olan ülkelerin her konuda ortak politikalar yürütebilmesi birtakım sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle, enerji gibi kritik bir alanda AB ülkelerinin topluluk olarak birlikte hareket etmesi, çok sayıda yasal düzenlemeyle mümkün olabilmektedir. Bu yasal düzenlemeler ise zamanın iktisadî, siyasî, toplumsal ve teknolojik koşullarına ayak uydurmak durumundadır. Dolayısıyla, günümüze ilişkin bir durum değerlendirmesi yapmak için, öncelikle, AB enerji politikasının tarihsel süreç içerisinde nasıl şekillenmiş olduğunu incelemek gerekmektedir.

#### 3.1. Avrupa Birliği Enerji Politikasının Tarihsel Süreç İçerisinde Şekillenışı

Bir topluluk olarak, 1990'lı yıllarda “*Avrupa Birliği*” adını almış olmakla birlikte, Avrupa ülkelerinin bir çatı altında toplanmaya yönelik planlarının geçmişi 1950'li yılların başına dayanmaktadır. 1944 yılında kurulmuş olan Benelüks bir tarafa bırakılacak olursa, 1951 yılında kurulmuş olan Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu'ndan bu yana bütün Avrupa toplulukları için enerji politikalarının çok önemli bir yeri olmuştur. Türkiye gibi bu Avrupa topluluklarına üye olmak için yıllardır çaba sarf eden bir ülkenin enerji politikalarını daha anlaşılır bir biçimde ortaya koyabilmek için, söz konusu Avrupa topluluklarının enerji alanında uygulamış oldukları politikaları incelemek gerekmektedir. 1951 yılından günümüze dek Avrupa'da enerji politikalarına yönelik olarak yapılan yasal düzenlemelerin resmî belgelere dayandırılarak incelenmesi AB enerji politikasının son hâline nasıl geldiğini ortaya koymak ve bugün gelinen noktada enerji arz güvenliğine ilişkin ayakları yere basan bir değerlendirme yapmak açısından da önemlidir. Bu bağlamda, Avrupa topluluklarında son 65 yılı aşkın süredir uygulanan enerji politikaları kronolojik sırayla incelenecektir. Bu inceleme yapılırken enerji politikalarına yönelik olarak yayımlanmış yasal bağlayıcılığı olan belgeler arasından en önemli olanları seçilerek tarihsel süreç içerisinde enerji politikalarının şekillenışı bu belgeler yoluyla ortaya



konacaktır. Sonrasında yapılacak enerji arz güvenliği değerlendirmesi ve ülke örneği incelemesi daha anlamlı olacaktır.

### 3.1.1. 1950’li ve 1960’lı Yıllar

Avrupa ülkeleri tarafından kurulmuş olan topluluklar, birtakım amaçlar doğrultusunda bu topluluklarda yer alan ülkelerin ortak hareket etmesiyle, iktisadî açıdan dünyada daha güçlü yapılara ulaşmayı hedeflemişlerdir. Bu anlamda, Avrupa’da kurulan ilk topluluk Belçika, Hollanda ve Lüksemburg’dan oluşan Benelüks’tür. 5 Eylül 1944 tarihinde bu üç ülke hükümetlerinin imzasıyla topluluğun kurulmasını sağlayan gümrük birliği anlaşması 1 Ocak 1948 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Topluluğun kurulmasındaki asıl amaç Birinci ve özellikle de İkinci Dünya Savaşları’nın ortaya çıkardığı sorunlar karşısında üç ülkenin işbirliği içerisinde hareket etmesidir (Lüksemburg Hükümeti, 2018). Daha çok bölgesel olarak savaş ortamlarında kendilerini müdafaa etmek amaçlı kurulmuş olan Benelüks, Avrupa Birliği’nin temelleri arasında sayılmamaktadır.

AB’nin temeli 1951 yılında Paris Antlaşması imzalanarak atılmıştır. Bu antlaşmayla ilerleyen yıllarda Avrupa’nın tamamını kapsayacak ilk topluluk olan Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu (AKÇT) kurulmuştur (Laursen, 2012: 14). AKÇT Fransa, Almanya, İtalya ve Benelüks ülkelerinden oluşmuştur. Bu ülkelerin kömür ve çelik sektörlerine ilişkin karar verme yetkisi Paris Antlaşması’yla ülkeler üstü yeni bir “Yüksek Otoriteye” devredilmiştir. Aslına bakılacak olursa, kömür ve çelik kaynaklarının bir merkezde toplanması ve bir yüksek otoritenin oluşturulmasına ilişkin strateji planı 9 Mayıs 1950 tarihinde Fransız dışişleri bakanı Robert Schuman tarafından kamuya tanıtılmış ve buna Schuman Planı adı verilmiştir. 1951 yılının Nisan ayında imzalanan Paris Antlaşması’nın 24 Temmuz 1952 tarihinde yürürlüğe girmesiyle Schuman Planı da fiilî olarak uygulamaya geçirilmiştir (Glockner ve Rittberger, 2012: 16). Böylece İkinci Dünya Savaşı sonrasında Avrupa’daki ilk ekonomik topluluk oluşturulmuştur.

Paris Antlaşması’na göre, topluluğa üye ülkelerin kömür ve çelik sektörleri tamamıyla Yüksek Otorite’nin sorumluluğu altında faaliyetlerine devam edeceklerdir. Antlaşmanın 55. Maddesi uyarınca, üye ülkelerdeki kömür ve çelik üretimine ve tüketimine ilişkin teknik ve iktisadî araştırmaların, yine Yüksek Otorite gözetiminde olmak kaydıyla, artırılması hedeflenmiştir. Bu araştırmalara yönelik düzenlemeler Yüksek Otorite tarafından yapılacaktır (Paris Antlaşması, 1951: Madde 55). Bununla birlikte, ekonomik

kriz dönemlerinde yüksek otorite üye ülkelere üretim kotaları ya da ithalât kısıtlamaları getirme yetkisine sahip olmuştur (Paris Antlaşması, 1951: Madde 58). Antlaşmanın 60. Maddesi fiyat uygulamalarını düzenlemiştir. Buradaki amaç, ortak kömür ve çelik piyasalarında haksız rekabetin önlenmesiyle tekelleşmenin önüne geçmektir (Paris Antlaşması, 1951: Madde 60). Ayrıca üye ülkeler kömür, çelik ve diğer ham maddelerle ilgili ticarî politikalarına ilişkin olarak Yüksek Otoriteyi bilgilendirmeye zorunlu tutulmuşlardır (Paris Antlaşması, 1951: Madde 75). Görüldüğü gibi, Avrupa'da kurulan ilk ekonomik topluluğun enerji politikası daha çok kömür piyasalarını ön planda tutmuştur. Bunun nedeni AKÇT'yi oluşturan 6 ülkede o yıllarda yapılan toplam enerji tüketiminde kömür kaynağının %70 oranında paya sahip olmasıdır (Reichert, 1979: 117).

1957 yılına gelindiğinde Avrupa'da nükleer enerji geniş çevreler tarafından tüm diğer enerji kaynakları arasında en umut vaat eden kaynak olarak ön plâna çıkarılmıştır. Bununla birlikte, AKÇT ülkeleri arasında henüz gümrük birliği çerçevesinde bir sektörel bütünleşme ya da ortak pazar oluşturulmasına yönelik anlaşmaya varılamamıştır. Bu nedenle 1957 yılının Mart ayında Roma Antlaşması imzalanarak Avrupa Ekonomik Topluluğu (AET) ve Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu (AAET) kurulmuştur (Roy, 2012: 48-49). Hem AET'nin hem de AAET'nin kurulmasını sağlayan ve ilkelerini belirleyen iki ayrı antlaşma metni hazırlanmıştır. Roma Antlaşması'nda kömür ve çelik sektörlerine yönelik olarak Paris Antlaşması'yla belirlenen hükümlerin AET tarafından aynen sürdürüleceği ve AAET Antlaşması'yla belirlenen hükümlerin ihlâl edilmeyeceği ifade edilmiştir (Roma Antlaşması, 1957: Madde 232). Böylece, aynı 6 ülkeden oluşan üç topluluk eş zamanlı olarak faaliyetlerini sürdürmeye başlamıştır.

AAET Antlaşması'nda, temel olarak, nükleer enerji alanında ilerleme sağlanması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda, üye ülkelerde nükleer araştırmalar yapılması öngörülmüştür (AAET Antlaşması, 1957: Madde 4). Böylece, söz konusu 6 Avrupa ülkesinin ortak enerji politikasına nükleer enerji de dâhil edilmiştir. AAET'nin asıl misyonu atom enerjisi arzını sağlamaktır. Bu bağlamda, AAET nükleer enerjiye yönelik bilgi birikiminin, altyapının ve finansmanın bir merkezde toplanması üzerine tasarlanmıştır. Yani aslına bakılacak olursa; AAET'nin kurulmasının altında yatan düşünce 1950'li yıllarda fosil yakıtlar bakımından bir dar boğazda olan üye ülkelerde bu olumsuz durumun ortaya çıkardığı sıkıntıları hafifletmek ve ilerleyen yıllarda nükleer enerji arzındaki artış sayesinde enerji bağımlılığını sona erdirmektir (Roy, 2012: 68).

1964 yılına kadar enerji politikası konusunda önemli bir gelişme kaydedilememiştir. Bir yandan da 1962 yılından itibaren kömürün toplam birincil enerji tüketimi içerisindeki payı %50'nin altına düşmüştür. Bu durum topluluk ülkelerindeki en bol kaynak olan kömür sektörünün desteklenmesi gerektiğine yönelik bir tutum oluşmasına neden olmuştur. Böylece tekrar gelişecek olan kömür sektörü sayesinde ciddi bir istihdam yaratılacaktır. Diğer yandan, topluluğun enerji ihtiyacını diğer endüstriyel güçlerle rekabet edebilmesine olanak sağlayan fiyatlardan karşılması gerektiğine ilişkin düşünceler de dile getirilmiştir. Yani bir tarafta enerji arzının garanti altına alınması, diğer tarafta bu arzın en düşük fiyatlar karşılığında sağlanması ağır basmıştır. Bu iki görüşün bir çatı altında toplanması amacıyla 21 Nisan 1964 tarihinde “*enerji meselelerine ilişkin bir anlaşma protokolü*” imzalanmıştır. Bu protokolde bir dizi hedef belirlenmiştir. Bunlar arasında ucuz enerji arzı, arz güvenliği, ithal ikamecilik, serbest tüketicilik, enerji kaynakları arasında rekabet en önemlileridir. Anlaşmada, ayrıca, taşkömürü madenciliğinin ağır yakıt ve ithal kömür sektörleriyle rekabet edebilecek düzeye getirilmesi şart koşulmuştur (Reichert, 1979: 119-120). Bu rekabetçiliğin diğer kaynak fiyatlarının artırılmasıyla değil, kömür sektörüne hükümetlerce sübvansiyon desteği sağlanmasıyla yaratılması planlanmıştır (Bilginöglü, 1984: 46).

1958 yılında önerilen 3 Avrupa topluluğunun bir çatı altında birleştirilmesine yönelik çalışmalar 1960 yılında başlamıştır. Beş yıl süren bu çalışmaların sonucunda 8 Nisan 1965 tarihinde Birleşme Antlaşması imzalanmış, birleşmenin fiilî olarak yürürlüğe girmesi, 1 Temmuz 1967 tarihinde gerçekleşmiştir. Birleşme Antlaşması Avrupa entegrasyon tarihindeki ilk gelişme olması açısından önemlidir (Laurson, 2012: 77-78). 1967 yılında “ortak enerji politikası” oluşturulması yönünde bir düşünce uyandıran “*Topluluğun Petrol Endüstrisinde On Yıllık Faaliyetler (1958-1967)*” başlıklı kapsamlı bir rapor hazırlanmıştır. Raporda, özellikle, topluluğa üye ülkelerdeki petrol politikaları incelenmiştir. Sonrasında ise 1968 yılının Aralık ayında topluluğun enerji politikasına ilişkin “*Topluluk Enerji Politikasının Ana Esasları*” başlıklı bir rapor yayımlanmıştır. Bu raporda ortak enerji piyasasının oluşturulmasına yönelik bir eylem plânı önerilmiştir. 1964 yılında imzalanmış olan anlaşma protokolünün şart koştuğu politikaların, temel olarak ucuz ve güvenli enerji arzı, amaçları yeniden gündeme getirilmiştir (Carmoy, 1979: 100). Enerji tüketim maliyetleri bakımından ülkeler arası farklılıklar üye ülkelerdeki enerji politikalarının birbirinden uzaklaşmasına neden olmuş, bu durumun yüksek miktarlarda enerji tüketimi yapılan endüstrilerde rekabeti olumsuz etkilemesiyle yatırım kararları

alınırken topluluk bünyesindeki belirli bölgelerin doğrudan saf dışı kaldığı belirtilmiştir. Söz konusu olumsuz koşulların, ancak, enerji sektörünü ortak piyasa içerisinde tam olarak bütünleştiren bir topluluk enerji politikası ile değiştirilebileceği vurgulanmıştır. Ayrıca, üye ülkelerde yaşanan çok yüksek oranlı ithalât bağımlılığının ve yetersiz arz çeşitliliğinin neden olduğu riskleri dengelemek için de bir ortak enerji politikasının gerekli olduğu öne sürülmüştür (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1968: 5-6). 23 Aralık 1968 tarihinde L 308/14 sayılı Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi yayımlanmıştır. Burada yer alan 20 Aralık 1968 tarihli Bakanlar Konseyi yönergesi üye ülkelerdeki ham petrol ve petrol ürünleri stoklarına yönelik olarak hazırlanmıştır. Yönergenin ilk maddesinde üye ülkelerin en az 65 günlük ihtiyaçlarını karşılayacak miktarda petrol ve/veya petrol ürünleri stokunu hazırda bulunduracakları belirtilmiştir. Yönergede bu önlemin Topluluk'un enerji arzında ham petrol ve petrol ürünleri ithalâtının artan önemi nedeniyle, geçici de olsa, yaşanması olası, enerji krizleri gibi, güçlükler karşısında iktisadî faaliyetlerde ciddi kesintiler yaşanmaması adına alınmış olduğu ifade edilmiştir (Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi No: L 308/14, 1968: 586). Böylece, enerji arz güvenliği bakımından önemli bir düzenleme olan ham petrol ve petrol ürünlerinin depolanmasına yönelik faaliyetler Avrupa Topluluğu'nun enerji politikasında yerini almıştır.

### 3.1.2. 1970'li Yıllar

1972 yılının Mayıs ayında hidrokarbon ithalâtı ve petrol, doğal gaz ve elektrik sektörlerinde yapılması planlanan yatırımlarla ilgili olarak Topluluk Komisyonu ile Daimî Temsilciler Komitesi arasında sürekli bir iletişimi gerektiren düzenlemeler kabul edilmiştir. Böylece Komisyon bu faaliyetler konusunda daha iyi bir biçimde bilgilendirilmiş olacaktır. Ancak bu düzenlemeler uygulamaya geçirilmemiştir (Carmoy, 1979: 102). 28 Aralık 1972 tarihinde ise enerji arz güvenliği açısından daha önemli bir gelişme olmuştur. Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi'nin bu tarihte yayımlanmış olan L 291/154 sayılı nüshasında üye ülkelerdeki ham petrol ve petrol ürünleri stoklarına ilişkin yeni bir düzenleme yapılmıştır. Burada yer alan 19 Aralık 1972 tarihli Konsey Yönergesi'nin birinci maddesine göre, daha önce 1968 yılında getirilmiş olan, üye ülkelerin en az 65 günlük petrol ve/veya petrol ihtiyacını karşılayacak miktarda stok bulundurma zorunluluğu, en az 90 günlük ihtiyacı karşılayacak kadar stoku hazır bulundurmaya zorunlu hâle getirilerek değiştirilmiştir. İkinci maddede ise bu yönergede öngörülen ham petrol ve/veya petrol ürünleri stok artışının üye ülkeler tarafından en geç 1

Ocak 1975 tarihine kadar gerçekleştirilmiş olması gerektiği belirtilmiştir (Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi No: L 291/154, 1972: 69).

1973 yılında yaşanan petrol krizi nedeniyle Batı Avrupa savaş yıllarından sonraki en büyük resesyona dönemine girmiştir. İşsizlik oranlarındaki artışlar ve ekonomik büyüme oranlarındaki düşüşler Avrupa ülkelerini yeni arayışlara itmiştir (Knudsen, 2012: 100). Çünkü denetimsiz kaynak israfının aynı şekilde devam etmesi hâlinde iktisadî ve toplumsal kalkınmanın çökmesine yaklaşıldığı görülmüştür. Doğal kaynak kısıtlılığının farkında olarak hareket etmek hayati önem taşıdığı için enerji araştırmaları politikasının kısa, orta ve uzun dönemlerde ortaya çıkan çeşitli talep düzeylerine karşılık verebilecek esnekliğe sahip bir sistem yaratması gerekliliği ön plana çıkmıştır. Yeni enerji kaynakları geliştirme yanında, var olan kaynakların verimliliğini artırarak enerji tasarrufu sağlama ve alternatif kaynak tiplerinin insan ve çevre üzerindeki etkilerini değerlendirme ihtiyacı doğmuştur (Guzzetti, 1995: 56). Bu nedenle, 1973 petrol krizi hem üye ülkelerde hem de Komisyonda enerji politikalarının tekrar gözden geçirilmesini sağlamıştır. 16 Ağustos 1973 tarihinde yayımlanan Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi'nde ham petrol ve petrol ürünleri arzında karşılaşılan güçlüklerin etkilerini hafifletmek amacıyla 24 Temmuz 1973 tarihli Konsey Yönergesi'ne yer verilmiştir. Bu yönergeyle üye ülkeler tarafından hazırda bulundurulması gereken ham petrol ve/veya petrol ürünleri stoklarına dair bilgilerin Komisyon ile paylaşılması zorunluluğu getirilmiştir. Ayrıca, yine aynı yönergede, yaşanacağı tahmin edilen petrol kıtlığına karşı üye ülkeler tarafından petrol tüketimine kısıtlamalar getirilmesi, petrol ürünleri arzında belirli kullanıcı gruplarına öncelik verilmesi, aşırı fiyat artışlarını önlemek amacıyla fiyat düzenlemelerine başvurulması gerektiği belirtilmiştir. Tüm bu müdahalelerin yaratacağı sonuçlara ilişkin olarak da yine Komisyon'un bilgilendirilmesi istenmiştir (Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi No: L 228, 1973: 1-2).

Enerji arz ve talep yönetimine ilişkin stratejik bir yaklaşım geliştirmek amacıyla 1974 yılında "*Avrupa Topluluğu İçin Yeni Bir Enerji Politikası Stratejisine Doğru*" başlıklı strateji planı Komisyon'dan geçmiştir. 1985 yılına yönelik hedeflerin belirlenmiş olduğu bu strateji planında enerji meselelerinde üye ülkeler arasındaki koordinasyonun önemine vurgu yapılmakla birlikte, enerji arz (topluluğa ait nükleer enerji, hidrokarbon ve katı yakıt sektörlerinin geliştirilmesi ve kaynak çeşitliliğinin sağlanması) ve talebine (enerji kaynaklarını daha rasyonel bir biçimde kullanma) ilişkin bir yol haritası çizilmiştir (Langsdorf, 2011: 5). Buna göre, 1985 yılı itibarıyla gerçekleştirilmesi planlanan hedefleri şu biçimde özetlemek mümkündür (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1974: 10a):

- 1985 yılı için tahmin edilen enerji tüketiminin, daha etkin enerji kullanımıyla, %10 oranında düşürülmesi,
- 1972 yılında toplam enerji tüketiminin %25'ini oluşturan elektrik enerjisinin 1985 yılında bu tüketim içerisindeki payının, nükleer enerji olanaklarının geliştirilmesiyle %35'e yükseltilmesi,
- 1973 yılında %63 düzeyinde olan Topluluk enerji ithalât bağımlılığının 1985 yılı itibariyle %40'a düşürülmesi,
- 1973 yılında toplam enerji arzının %60'ını oluşturan petrolün bu arz içerisindeki payının %40'a düşürülmesi,
- 1973 yılında %98 oranında gerçekleşmiş olan petrol talebi ithalât bağımlılığının, petrol üretimi artırılarak %75'e düşürülmesi,
- Elektrik santrallerinde ağır yakıt tüketiminin düşürülmesiyle petrol talebinin dizginlenmesi,
- Kömür üretim düzeyinin korunması, ithalâtının artırılması, 1973 yılında %23 olan toplam enerji arzındaki payının %15'in üzerinde tutulması,
- Petrol ve doğal gaz yakıtlı elektrik santrallerinin mümkün olduğunca kömür yakıtlı hâle getirilmesi,
- 1973 yılında %2 olan toplam enerji arzı içerisinde doğal gaz payının 1985 yılı itibariyle %25 düzeyine yükseltilmesi (bu hedefin tutturulması hem Topluluk enerji üretiminin iki katına çıkarılmasını hem de kendilerinden ithalât yapılan köken bölgelerinin çeşitlendirilmesini sağlayacaktır.),
- Termal güç santrallerinde ve belirli endüstri dallarında doğal gaz tüketiminin düşürülmesi,
- 1985 yılı itibariyle toplam elektrik üretiminin %50 oranında nükleer güç santrallerinde yapılması.

Görüldüğü üzere, 1974 yılında belirlenmiş olan “*Yeni Strateji*”, temel olarak kömür ve nükleer enerji gibi yerli kaynaklara yönelerek ve ithal edilen kaynakların üye ülkelerde üretimini artırarak enerji ithalât bağımlılığının azaltılması ve doğal gaz ithalâtında tedarikçi çeşitliliğinin artırılması hedeflerine odaklanmıştır. 1973 yılında yaşanan krizden itibaren petrol fiyatlarındaki artışla birlikte üye ülkelerdeki kömür üreticilerinin büyük ölçüde rekabet edebilir duruma geldikleri ifade edilmiş, bir nevi krizin fırsata dönüştürülmesi amaçlanmıştır (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1974: 22). Nükleer enerji için ise hem nükleer maliyetlerinin düşük olması sayesinde fosil yakıt maliyetlerinin

elektrik fiyatları üzerindeki yukarı yönlü baskısı kırılarak bu fiyatların düşmesine hem de kaynak çeşitliliği sayesinde ve ithalât bağımlılığının düşmesi sayesinde arz güvenliğinin artmasına olanak sağlayacağı ileri sürülmüştür (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1974: 17). Ancak 1977 yılının Temmuz ayında 1985 yılı için Topluluk enerji ithalât bağımlılığı hedefi %40'tan %50'ye revize edilmiştir (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1977: 1). Bu arada, 13 Haziran 1975 tarihli Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi'nde üye ülkelerdeki termik santrallerde hazırda bulundurulması gereken fosil yakıt miktarlarını düzenleyen 20 Mayıs 1975 tarihli Konsey Yönergesi yer almıştır. Bu yönergenin ilk maddesi ile termik santrallerde en az 30 günlük elektrik ihtiyacını karşılamak için yeterli miktarda fosil yakıt stokunun hazırda bulundurulması zorunlu hâle getirilmiştir. Üye ülkeler tarafından bu zorunluluğun en geç 1 Ocak 1978 tarihine kadar yerine getirilmesi ve Komisyon'un bilgilendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesi, No: L153, 1975: 35-36).

1979 yılında İran kaynaklı petrol kriziyle birlikte petrol fiyatlarında yeni bir sıçrama yaşanmıştır. Bu gelişmeye bağlı olarak, 4 Ekim 1979 tarihinde "*Avrupa Toplulukları Enerji Programı*" başlıklı rapor yayımlanmıştır (Pittsburgh Üniversitesi, 2019). Bu raporun en dikkat çekici yanı enerji fiyatlarının düşürülmesine yönelik ifadelerdir. Fiyatlardaki düşüşün enerji tasarruflarıyla sağlanması önerilmiştir. Bu enerji tasarrufları için uygulanması öngörülen politikalar ise üçe ayrılmıştır. Bunlardan birincisi, belirli faaliyetlerin durdurulması ya da tayınlanması yoluyla enerji kullanımının zorunlu olarak azaltılmasıdır. Bu politika genellikle kısa dönemli olarak tasarlanmaktadır. İkincisi, daha etkin tesis ve teçhizat kullanılarak enerji tüketiminin düşürülmesidir. Buradaki amaç aynı miktarda enerji girdisiyle daha fazla çıktı elde etmektir. Üçüncüsü ise ekonominin daha az enerji yoğun bir yapıya kavuşturulmasıdır. Bu politika uzun dönemli bir planlamayı gerektirmektedir (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1979: 9). Yukarıda sıralanan üç politika önerisi aslında enerji arz ve talebine yönelik politikalarlardır. Enerji arzı artırılarak ya da talebi azaltılarak enerji fiyatlarının düşürülmesi amaçlanmıştır. Bu raporda belirlenen hedefler 1990 yılı itibariyle gerçekleşmesi planlanan hedeflerdir. Bu bağlamda, 1990 yılı için belirlenen diğer hedefler şu biçimde sıralanmıştır (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1979: 8):

- Topluluk'un enerji ithalât bağımlılığının %50'ye düşürülmesi,
- Petrol ithalâtının 470 mtoe'ye düşürülmesi,

- Kömür ve nükleer enerji kullanımı artırılarak elektrik üretimindeki paylarının %70-%75 düzeyine yükseltilmesi,
- Topluluk kömür üretiminin yeniden 1973 yılı düzeyine yükseltilmesi, kömür ithalâtının artırılması, bunlara bağlı olarak Topluluk'un kömür kaynağı tüketme kapasitesinin artırılması,
- Petrol ve doğal gaz üretimlerinin mümkün olan en yüksek düzeylere yükseltilmesi,
- İktisadî ve saydam enerji fiyatlama politikalarının geliştirilmesi,
- Enerji tüketimindeki büyümenin iktisadî büyümeye oranının 0,7'nin altına düşürülmesi.

İthalat bağımlılıklarının düşürülerek yerli kaynaklardan daha fazla yararlanılmasını öngören 1979 yılında hazırlanmış olan bu programda da yine enerji arz güvenliğinin ön planda tutulduğu görülmektedir.

### 3.1.3. 1980'li Yıllar

1973 yılında Danimarka, İrlanda ve İngiltere'nin, 1981 yılında ise Yunanistan'ın katılımıyla Avrupa Topluluğu 1970'li yıllar sona erdiğinde 10 ülkeden oluşan bir topluluk hâline gelmiştir (Avrupa Komisyonu, 2019a). Dünyanın en büyük petrol ithalâtçısı olan Topluluk için enerji krizleri çok ciddi tehdit unsuru teşkil etmiştir. Petrol ithalâtının yarısından fazlasını sadece Suudi Arabistan, Libya ve Nijerya'dan yapan Topluluk, 1981 yılında toplam enerji ihtiyacının %51'ini petrolden karşılamıştır. 1973 yılında %61 olan bu oran, 1981 yılına dek %10 oranında azalmıştır. Buna bağlı olarak, net ithalât %40 oranında düşmüştür. Petrol ithalâtındaki azalış Kuzey Denizi'nden çıkarılan petrol sayesinde yerli petrol üretiminin artması, petrol yerine diğer kaynakların ikâme edilmesi, enerji tasarrufu ve talep artışının yavaşlamasıyla ortaya çıkmıştır. Ancak tüm bunlara rağmen, 1973-1981 yılları arasında Avrupa Topluluğu'nun petrol maliyeti 8 katına yükselmiştir (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1982: 1). Bu verilere göre, petrol maliyetleri bakımından Avrupa Topluluğu için çok olumsuz bir durum söz konusu olmakla birlikte, petrol ihtiyacının azaltılabildiği olması olumlu bir gelişme olarak değerlendirilebilir. Çünkü petrol krizlerine bağlı olarak ortaya çıkan petrol maliyetlerindeki artışlar Avrupa'nın kontrolü altında değildir.

1985 yılında İç Piyasa konulu Beyaz Kitap yayımlanmıştır; ancak bu Beyaz Kitap enerji alanını kapsamamıştır. 1988 yılında yayımlanmış olan "*Enerji İç Piyasası*" başlıklı



yönerge ise bütünüyle Topluluk enerji piyasasını konu almıştır (Matlary, 1997: 20). Ortak enerji piyasasının oluşturulmasını amaçlayan Topluluk'un önündeki güçlükler yönergede, öncelikle, enerji piyasalarının nitelikleri ortaya konularak incelenmiştir. Burada, temel olarak, enerji piyasalarının heterojen yapısı ya da homojen olmaması dikkat çekmektedir. Bu homojen olmayan yapı enerji piyasalarının doğası gereği ortaya çıkmaktadır. Enerji piyasalarında üretilen ürünler ve bu ürünlerin kullanım alanları birbirinden çok farklılaşabilmektedir. Bazı kaynakların piyasaları daha rekabetçi yapıda özellikler taşıırken, diğer kaynakların piyasaları, üretim artışıyla birlikte sürekli azalan ortalama maliyet koşullarıyla, doğal tekel yapısındadırlar. Bununla birlikte, enerji piyasalarında faaliyet gösteren piyasa aktörleri, küçük dükkânlardan uluslararası şirketlere, çok farklı büyüklüklerde olabilmektedir. Ayrıca bir topluluğun ortak bir enerji piyasası olabilmesinin önündeki en önemli engellerden biri de, topluluk ülkelerinde siyasî geleneklerin, vergi politikalarının ve enerji kaynağı rezervlerinin birbirinden farklı olmasıdır (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1988: 4-5). Tüm bu güçlüklerle rağmen, Topluluk'un enerji sektöründe bir ortak piyasası olması yönünde çalışmalar devam etmiştir. 1988 yılında yayımlanmış olan yönergede bu konuda birtakım öneriler sunulmuş, sonrasında öncelikler belirlenmiştir. Her şeyden önce, enerji kaynakları, daha önce de ifade edildiği gibi, iktisadî açıdan stratejik öneme sahiptir. Bu nedenle, tüm üye ülkelerin enerji politikaları ortak enerji piyasasına hizmet etmelidir. Ayrıca, ortak enerji piyasasının oluşturulması önündeki engellere ilişkin olarak saydamlık ilkesinin benimsenmesi, kurumlar arasında yeterli düzeyde bilgi alışverişinin sağlanması ve karşıt fikirlerin dile getirilebildiği tartışma ortamlarının yaratılması da gerekmektedir. Rekabetçilik hedefinin yasalarla güvenceye alınması ve üye ülkeler arası dayanışma ortamının oluşturulması söz konusu yönergede dile getirilen diğer önerilerdir (Avrupa Toplulukları, 1988: 11-12).

Bu önerilerin hayata geçirilebilmesi için öncelikle yapılması gereken birtakım düzenlemeler vardır. Bunlardan birincisi, üye ülkelerde enerji piyasalarına yönelik yasalar arasında uyum sağlanması, sektörün kamusal mülkiyete açık olması ve üye ülkelerin vergi politikaları arasındaki farklılıkların giderilmesiyle malî bariyerlerin kaldırılmasıdır. İkincisi, malların serbest dolaşımı ve üye ülkelerde tekelleşmenin önlenmesiyle rekabetçiliğin desteklenmesidir. Üçüncüsü, çevreye duyarlılıktır. Dördüncüsü ise üye ülkeler arasında enerji piyasalarına ilişkin maliyet yapılarında, fiyatlamalarda ve uygulanan tarifelerde uyum sağlanması ve altyapı yatırımlarının üretimde esnekliği ve arz güvenliğini artırmasıyla ortak enerji piyasasını geliştirmesidir (Avrupa Toplulukları, 1988:

13-29). Görüldüğü gibi, Avrupa Topluluğu'nda bir iç enerji piyasasının oluşturulması ve geliştirilmesi yönünde daha ciddi ve detaylı çalışmaların 1988 yılında yayımlanmış olan yönergeyle birlikte başlamış olduğunu söylemek mümkündür (Matlary, 1997: 20).

1989 yılında da bir dizi yönerge yayımlanmıştır. Bu yönergeler iç enerji piyasası açısından önemli bir özelliğe sahiptir. Enerji sektöründe iç piyasa tasarımının tamamlanarak 1992 yılı sonrası için ortak enerji politikasına yönelik çalışmalar bu yönergelerle birlikte 1968 ve 1970'li yıllardan sonra tekrar gündeme getirilmiştir (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1989a: 6). Yönergelerde bu politikanın temelini yüksek kalitede, ulaşılabilir ve makul fiyatlar karşılığında elde edilebilen düzenli ve istikrarlı enerji arzının oluşturduğu ifade edilmiştir (Avrupa, Toplulukları Komisyonu, 1989b: 7). Ancak bir ortak iç piyasanın oluşturulması tüm üye ülkelerin ortak enerji politikasıyla hareket edeceği anlamına gelmemektedir. 1989 yılının Aralık ayında yayımlanmış olan yönergede Komisyon tarafından üye ülkelere, etkili bir ortak enerji politikasına ilişkin genel bir çerçeve sunulmasına yönelik çalışmaların başlayacağı duyurulmuştur (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1989a: 6). Böylece 1980'li yıllar Avrupa Topluluğu'nda enerji iç piyasası tasarımının tamamlanarak ortak enerji politikasına zemin hazırlanmasıyla geçmiştir.

#### **3.1.4. 1990'lı Yıllar**

1990'lı yıllar Avrupa'da siyasî açıdan çok önemli değişikliklere sahne olmuştur. 1990 yılının Kasım ayında Berlin Duvarı yıkılmış, Doğu Almanya ile Batı Almanya birleşmiştir. Bununla birlikte, 1991 yılının Aralık ayında Sovyetler Birliği çözülmüş, Merkezî ve Doğu Avrupa (MDA) ülkeleri Rus denetiminden çıkmışlardır. Bu gelişmeler Avrupa'nın siyasî yapısında önemli gelişmeler olmasına neden olmuştur. 9-10 Aralık 1991 tarihinde Hollanda'nın Maasricht kentinde yapılan Zirve Toplantısı'nda başlayan görüşmelerin sonucu olarak 1 Kasım 1993 tarihinde Maasricht Antlaşması yürürlüğe girmiştir. Bu antlaşmayla Avrupa Toplulukları, Avrupa Birliği (AB) adını almıştır (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2013). Böyle bir ortamda girilen 1990'lı yıllarda Avrupa enerji politikası adına en önemli gelişmenin Enerji Şartı Anlaşması olduğunu söylemek mümkündür.

### 3.1.4.1. Enerji Şartı Anlaşması

Bu on yıllık süreç boyunca Komisyon, Enerji Şartı Anlaşması yoluyla, enerji arz güvenliğini artırmak adına Topluluk mevzuatını üye olmayan diğer ülkelere ihraç ederek çok yanlı piyasa anlayışını temel alan kuralları ve karşılıklı bağımlılık ilkesini geliştirmek için çabalamıştır. Tabi ki, burada hedef Sovyet denetiminden çıkmış olan MDA ülkelerinin petrol ve doğal gaz rezervlerinden yararlanmaktır (Maltby, 2013: 438). Enerji Şartı Anlaşması 1991 yılının Aralık ayında Hollanda'nın Lahey kentinde, aralarında Türkiye ve ABD'nin de bulunduğu 38 ülke ve AB tarafından siyasî deklarasyonun imzalanmasıyla, henüz bir bağlayıcılığı olmamakla beraber, benimsenmiştir. Bu tarihten sonra anlaşma metninin imzalanması için geçen süre üç yılı bulmuştur. 1991 yılının sonundan itibaren yürütülen çalışmaların sonucunda 1994 yılının Aralık ayında Anlaşma Lizbon'da imzalanmıştır. Anlaşmanın yürürlüğe girmesi ise bundan yaklaşık üç buçuk yıl sonra 1998 yılının Nisan ayında gerçekleşmiştir (Enerji Şartı Genel Sekreterliği, 2015 ve Kılavuz, 2009: 182). Elli bir Asya ve Avrupa ülkesi tarafından imzalanan Anlaşma'yı Rusya imzalamış olmasına rağmen, 2009 yılının Ağustos ayında Anlaşmadan imzasını geri çekmiştir (Maltby, 2013: 438).

Sınır ötesi enerji geçişlerinde güvenilirliği garanti altına almaya ve enerji etkinliğini artırmaya yönelik genel kurallar belirleyen Enerji Şartı Anlaşması'nın hedefi enerji yatırımlarına ve ticaretine ivme kazandırmaktır. Bunun yanında, Eski Sovyet ülkelerinin enerji sektörleriyle Avrupa enerji sektörünün entegrasyonu da Anlaşma'nın altında yatan en önemli düşüncelerden biridir. Bu entegrasyon ve yeniden yapılandırma sürecinin sağlıklı bir biçimde ilerleyebilmesi yatırımlar ve enerji arz güvenliği bakımından istikrarlı koşulların oluşturulabilmesine bağlıdır (Jegen, 2014: 6). Genel olarak bu şekilde özetlenebilecek olan hedefler 1991 yılında hazırlanmış olan siyasî deklarasyon metninde ayrıntılı olarak ortaya konmuştur. *“Enerji arz güvenliğini artırmak, enerji alanında üretim, dönüştürme, iletim, dağıtım ve tüketim etkinliklerini maksimize etmek, çevresel sorunları minimize etmek ve enerji ticaretinde emniyetli bir ortam geliştirmek arzusunda olan”* söz konusu ülkeler tarafından imzalanmış olan *“Avrupa Enerji Şartı”* başlıklı bu metinde hedefler üç başlık altında toplanmıştır. Bunları şu biçimde sıralamak mümkündür (Enerji Şartı Genel Sekreterliği, 2016: 29-30):

#### 1. Enerji Ticaretinin Geliştirilmesi

- Dışa açık ve rekabetçi piyasalar,

- Enerji kaynaklarına ulaşma olanağı ve bu kaynakların ticarî amaçlı keşfi ve geliştirilmesi,
- Yerel ve uluslararası piyasalara ulaşma olanağı,
- Enerji ve enerjiye ilişkin teçhizat, teknoloji ve hizmet ticaretinde teknik, idarî ve diğer bariyerlerin kaldırılması,
- Enerji üretimi, dönüştürmesi, iletimi, dağıtımı ve tüketimine ilişkin hizmet ve kurulum endüstrilerinde yenileme faaliyetlerine girişilmesi,
- Enerji iletimine ilişkin altyapının geliştirilmesi,
- Finansal kuruluşlar aracılığıyla en iyi yollardan sermayeye ulaşma olanağı,
- İletim altyapısına kolaylıkla ulaşma olanağı,
- Enerji kaynaklarının keşfi, geliştirilmesi ve tüketimine ilişkin teknolojilere ticarî koşullar altında ulaşma olanağı,

## **2. Enerji Alanında İşbirliği**

- Enerji politikalarının koordinasyonu,
- Karşılıklı olarak teknik ve iktisadî verilere ulaşma olanağı,
- Enerji kaynaklarının geliştirilmesini sağlayan koşulları yaratacak istikrarlı ve saydam yasal çerçevenin oluşturulması,
- Emniyet ilkelerinin koordinasyonu ve uyumu, enerji alanında daha fazla kurulum, üretim ve iletim,
- Enerji ve çevre alanlarında teknolojiye ilişkin bilgi birikimlerinin paylaşımının artırılması,
- Araştırma, teknolojik ilerleme ve tanıtım projelerinin geliştirilmesi,

## **3. Enerji Etkinliği ve Çevresel Koruma**

- Düzenleyici ve piyasa temelli araçlar yardımıyla enerjinin mümkün olduğunca iktisadî ve etkin kullanılmasına yönelik mekanizmalar ve koşullar yaratmak,
- Enerji kaynaklarından en düşük maliyetlerle olumsuz çevresel sonuçları minimize edecek biçimde yararlanılması.

Görüldüğü gibi, bu hedefler temelinde oluşturulan Enerji Şartı Anlaşması, AB'nin dış enerji politikasını tasarlamıştır (Eriksson, 2011: 37). 1980'li yılların sonuna kadar tamamlandığı düşünülen iç enerji piyasası ve ortak enerji politikası ilkeleri böylece uluslararası nitelik kazandırılarak zenginleştirilmiştir. Tabi ki, bu uluslararası açılımın 1990'lı yıllara denk gelmesinin tesadüf olduğunu ileri sürmek yanıltıcı olacaktır. Sovyetler Birliği'nin dağılmasının sürecin bu şekilde ilerlemesinde etkili olduğunu ileri sürmek ise

yanlış olmayacaktır. Zira petrol ve doğal gaz rezervleri bakımından, daha önce de ifade edilmiş olduğu gibi, fakir bir coğrafyada yer alan Avrupa için Eski Sovyet ülkeleriyle bu konularda işbirliğine gitmek, enerji arz güvenliğinin artırılması adına olumlu bir gelişme olmuştur.

### 3.1.4.2. 1995 Yılı Yeşil Kitap ve Beyaz Kitap

1990'lı yıllar boyunca bir yandan Enerji Şartı Anlaşması'na yönelik çalışmalar sürdürülürken, bir yandan da 1995 yılı içerisinde Komisyon tarafından enerji politikasına ilişkin iki çalışma yayımlanmıştır. Bunlardan birincisi 23 Şubat tarihli Yeşil Kitap, ikincisi ise 13 Aralık tarihli Beyaz Kitap'tır.

Öncelikle Yeşil Kitap incelenecek olursa; burada, Topluluk'un enerji tüketiminin yavaşça arttığı ancak enerji alanında talep yapısının petrol ve doğal gaz yönünde değiştiği ifade edilmiştir. Çevresel kısıtlamalar nedeniyle bu değişimin de daha büyük oranda doğal gaz yönünde olacağını beklendiği belirtilmiştir. Doğal gaz konusunda net ithalâtçı konumunda olan Topluluk'un toplam enerji ithalât bağımlılığının, özellikle, bu nedenle artacağı, doğal gaz ithalâtına olan bağımlılıkta ise tüm kaynakların ithalât bağımlılıkları arasında en hızlı artışın yaşanacağı ileri sürülmüştür (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1995a: 13). Buna bağlı olarak, yatırımlar için sözleşmeler yapılması ve koşulların belirlenmesi yoluyla piyasa kurallarının oluşturulması üzerinde durulmuştur (Jegen, 2014: 6). Yeşil Kitap'ta ortak enerji politikasının gelecekteki hedefleri üç temel başlık altında toplanmıştır. Bunlardan birincisi, enerji piyasalarının rekabetçi bir yapıya kavuşturulması, ikincisi enerji arz güvenliğinin artırılması ve üçüncüsü de çevresel duyarlılıktır. Enerji arz güvenliğinin artırılması hedefinin gerçekleştirilebilmesi için yerine getirilmesi gereken koşullar şu biçimde sıralanmıştır (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1995a: 22):

- Firmaların iktisadî faaliyetlerine uygun bir ortamın yaratılması,
- Enerji tasarrufu için kararlı bir biçimde çaba sarf edilmesi,
- Hem iktisadî hem de çevresel olarak kabul edilebilir yollardan yerli enerji kaynaklarının, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının, geliştirilmesine yönelik yoğun çaba harcanması,
- Kaynak ve tedarikçi çeşitliliğinin artırılması,
- Şebekenin enterkonnekte hâle getirilmesiyle ve çevre bölgelere ve üretim alanlarına dek genişletilmesiyle enerji kullanımında esnekliğin artırılması,

- Avrupa Topluluğu ile arz bölgelerinde yer alan ortakları arasında uluslararası işbirliğinin güçlendirilmesi,
- Ticarî yollarla enerji-etkin teknolojilerin transferini kolaylaştırmak amacıyla, özellikle gelişmekte olan ülkeler olmak üzere, üçüncü ülkelerle enerji işbirliği sağlanması,
- Arz kesintileriyle karşı karşıya kalındığında devreye sokmak amacıyla depolamaların ve diğer işbirliğine dayalı arz güvenliği önlemlerinin artırılması,
- Büyük yatırımlar için finansal teşvik sağlanması,
- Arz kısıtlamalarına daha az bağımlı olan enerji kullanımı.

Görüldüğü gibi, enerji arz güvenliği açısından belirlenen öncelikler içerisinde çeşitlilik, yatırım teşvikleri, enerji tasarrufu, iktisadî ve çevresel duyarlılıklar, uluslararası işbirliği, depolama ve bağımlılık kavramları dikkat çekmektedir.

1995 yılında yayımlanmış olan Beyaz Kitap ise daha çok Avrupa Enerji Piyasasına ilişkin bir durum değerlendirmesi niteliği taşımaktadır. Bu çalışmada her bir kaynak için ayrı ayrı değerlendirmeler yapılmıştır. Bunlar arasında en dikkat çekici olanlar doğal gaz ve nükleer enerji konularında yapılmış olan değerlendirmelerdir. Doğal gaz konusunda artan ithalât bağımlılığına karşı Komisyon tarafından uluslararası bağlamda bir işbirlikçi sürecin başlatılmasının arzu edildiği belirtilmiştir (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1995b: 2). Bu ifade akla Enerji Şartı Anlaşması'nı getirmektedir, ki zaten Anlaşma 1994 yılında imzalanmış, ancak 1995 yılında henüz yürürlüğe girmemekle beraber, 1998 yılında yürürlüğe girmesine kadar üzerinde yapılan çalışmalar devam etmiştir (Enerji Şartı Genel Sekreterliği, 2015). Dolayısıyla, söz konusu süreç içerisinde kaleme alınmış olan Beyaz Kitap'ta yer verilen yukarıdaki ifadelerin böyle bir çağrışım yapması doğaldır. Nükleer enerji konusunda ise Topluluk'un enerji hedefleri doğrultusunda bir katkısının olduğu, ancak toplum ve siyasî liderler tarafından güvenlik bağlamında yaşanan tereddütler nedeniyle kabul edilebilirliğinin sorgulandığı ifade edilmiştir (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1995b: 24). Beyaz Kitap'ta enerji politikasının uygulanmasına ilişkin detaylı bir yol haritasına da yer verilmiştir (Duffield ve Birchfield, 2011: 4). Enerji politikasının rekabetçilik, arz güvenliği ve çevresel duyarlılık genel hedefleri çerçevesinde sunulan önerilerin belirttiği yol haritasında piyasa entegrasyonu, ithalât bağımlılığı, sürdürülebilir kalkınma, enerji teknolojisi ve araştırma başlıkları altında yapılması gerekenler sıralanmıştır. Piyasa entegrasyonu başlığı altında her şeyden önce elektrik ve doğal gaz iç piyasalarının liberal hâle getirilmesi gerektiği öne sürülmüştür. Sonrasında ise

rekabetçiliğin uygulanmasında saydamlık ve tutarlılık ilkelerinin ön planda tutulması ve yaşanan gelişmelerin Komisyon gözetiminde değerlendirilmesi önerilmiştir. İthalât bağımlılığı başlığı altında öncelikle petrol krizlerinin etkileri ortaya konularak kriz dönemlerinde Topluluk içerisindeki işbirliğine vurgu yapılmış ve petrol stoku zorunluluklarına önem verilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bunun yanında, diğer yakıtların arz durumlarına göre uluslararası işbirliklerinden yararlanma ve özellikle elektrik üretimine yönelik olarak, kaynak ve tedarikçi çeşitliliklerinin artırılması ihtiyacına dikkat çekilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma konusuna gelindiğinde çevrenin korunması, teknolojik ilerlemeleri yakından takip ederek enerji etkinliğinin artırılması, yenilenebilir kaynaklara yönelme ve taşra bölgelerinde yatırımların artırılması doğrultusunda çalışmalar önerilmiştir. Enerji teknolojisi ve araştırma başlığı altında ise enerji sektörüne yönelik araştırma-geliştirme (AR-GE) faaliyetlerine yoğunluk verilerek sektörde en modern enerji teknolojilerinin kullanılması gerektiği ifade edilmiştir (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 1995b).

### **3.1.4.3. 1996 Elektrik ve 1998 Doğal Gaz Yönergeleri: Birinci Enerji Paketi**

30 Ocak 1997 tarihinde yayımlanmış olan L27 sayılı Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi'nde 19 Aralık 1996 tarihli Avrupa Parlamentosu ve AB Konseyi'nin ortak yönergesine yer verilmiştir. İç elektrik piyasasında üretim, iletim ve dağıtım aşamalarında uyulması gereken ortak kuralların belirlendiği bu yönerge sekiz bölüm altında toplanmış 29 maddeden oluşmaktadır. Yönergenin dikkat çekici yanlarından biri, üye ülkelerdeki enerji piyasalarında tekelleşmeyi önleyici, rekabetçiliği destekleyici yasal önlemlerin alınması yönündeki uyarılardır (Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi, L27, 1997: 23). Buradaki en önemli nokta, elektrik piyasasında dikey bütünleşik yapıya sahip olan üretim, iletim ve dağıtım teşebbüslerinin birbirinden ayrılarak her birinin kendi hesabına çalışması yönünde yapılan düzenlemedir. Böylece ayrımcılık, çapraz sübvansiyon ve anti-rekabetçi faaliyetlerin önleneyeceği belirtilmiştir (Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi, L27, 1997: 25). Elektrik piyasası yönergesinin diğer bir dikkat çekici yanı ise on dokuzuncu maddeye göre, iç elektrik piyasasında dağıtımçı firmaların kendi bölgeleri dışında kalan büyük tüketicilere satış yapabileceğinin belirtilmesidir, yani üye ülkelerde elektrik piyasasının dışı açılacağıdır. İstedikleri dağıtımçıdan elektrik satın alabilme hakkına sahip olacak bu büyük tüketiciler yıllık elektrik tüketimi 40GW/h'den fazla olan tüketiciler olarak belirlenmiştir. Üç yıl sonra bu serbest tüketicilik hakkının yıllık elektrik tüketimi 20

GW/h'den, altı yıl sonra ise 9GW/h'den fazla olan tüketicilere dek genişleteceği belirtilmiştir (Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi, L27, 1997: 27). Bu bağlamda yönerge, enerji politikasının üye ülkelerden tüm Avrupa'ya yayılmasına yönelik olarak yürürlüğe giren ilk resmî belgedir (Jegen, 2014: 6).

İç doğal gaz piyasasına ilişkin iletim, dağıtım, arz ve depolama faaliyetlerine yönelik genel kuralların belirlenmiş olduğu 22 Haziran 1998 tarihli Doğal Gaz Piyasası Yönergesi ise 21 Temmuz 1998 tarihinde Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi'nde yayımlanmıştır. Yönergede, elektrik piyasası yönergesinde olduğu gibi piyasanın rekabetçi bir yapıya kavuşturulmasının amaçlandığı ifade edilmiş, hak ve zorunluluklar bakımından teşebbüsler arasında ayırım yapılmayacağı belirtilmiştir. Bununla birlikte, iletim, dağıtım ve depolamada enterkonnekte sistemin arz güvenliği gözetilerek ve etkin bir biçimde işletilmesi amacıyla teşebbüsler arasında koordinasyon ve bilgi paylaşımının sağlanması hedeflenmiştir (Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi, L204, 1998: 5-6). Bu yönergede de elektrik piyasası yönergesinde olduğu gibi, üye ülkelerde doğal gaz teşebbüslerinin kendi dağıtım bölgeleri dışındaki büyük tüketicilere açılacağı ifade edilmiştir. Yönergenin on sekizinci maddesinde, bunlar doğal gaz tüketimi yıllık 25 milyon m<sup>3</sup>'ten fazla olan büyük tüketiciler olarak belirlenmiştir. Serbest tüketicilik hakkı verilen bu büyük tüketicilerin ise beş yıl sonra yıllık 15 milyon m<sup>3</sup>'ten, on yıl sonra ise yıllık 5 milyon m<sup>3</sup>'ten fazla doğal gaz tüketimi yapan tüketicilere dek genişletilmesine karar verilmiştir. Bu bağlamda, üye ülkelerde doğal gaz tüketiminin en az %20 oranında istediği tedarikçiden doğal gaz satın alma hakkına sahip olan serbest tüketicilere açık hâle getirileceği, beş yıl sonra bu oranın %28'e, yirmi yıl sonra da %33'e yükseleceği belirtilmiştir (Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi, L204, 1998: 8). Aslına bakılacak olursa; hem 1996 yılında kabul edilmiş olan Elektrik Piyasası Yönergesi hem de 1998 yılında kabul edilmiş olan Doğal Gaz Piyasası Yönergesi iç enerji piyasası oluşumunun tamamlanması yönünde yürütülen faaliyetlerdir ve bu iki yönerge Birinci Enerji Paketi olarak bilinmektedir (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2018).

1991 yılında tasarlanmış, 1994 yılında kabul edilmiş, 1998 yılında yürürlüğe girmiş olan Enerji Şartı Anlaşması'nda piyasanın dışa açılmasına yönelik çalışmalar, 1995 yılında yayımlanmış olan Yeşil ve Beyaz Kitap'larda enerji piyasalarında rekabetin, arz güvenliğinin ve çevresel duyarlılığın artırılmasına yoğunluk verilmesi yönünde belirlenen hedefler, 1996 yılında imzalanmış, 1997 yılında yürürlüğe girmiş olan Elektrik Piyasası Yönergesi'nde ve 1998 yılında yürürlüğe girmiş olan Doğal Gaz Piyasası Yönergesi'nde



elektrik ve doğal gaz piyasalarına yönelik getirilen kurallar AB enerji politikasının şekillenişinde 1990'lı yılların bir özetini sunmaktadır. Bu on yıllık sürecin başından itibaren Avrupa'da enerji politikasının daha çok piyasa koşullarına ilişkin konular temelinde şekillendiği görülmektedir (Jegen, 2014: 6).

Böylece sona eren 1990'lı yıllarda artık AB enerji politikasının üç temel hedefi belirlenmiş olmaktadır. Bunlar rekabetçilik, arz güvenliği ve sürdürülebilirlik, veya diğer bir ifade ile çevresel duyarlılıktır. Rekabetçilik bakımından, daha çok, enerji piyasalarının her aşamasında etkinlik artışlarıyla maliyetlerin ve fiyatların düşürülmesi ve piyasa katılımcıları arasında hiçbir ayırım gözetilmemesi yönünde kurallar getirilmiştir. Arz güvenliği bakımından ithalât bağımlılıklarının düşürülmesi ve kaynak ve tedarikçi çeşitliliklerinin artırılması yönünde düzenlemeler yapılmıştır. Sürdürülebilirlik bakımından ise çevrenin korunması, teknolojik ilerlemelerin yakından takip edilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması ve bölgesel kalkınma yönünde öncelikler belirlenmiştir. Aslına bakılacak olursa, bunların tamamı makul fiyatlar karşılığında, çevreye duyarlı ve kesintisiz enerji arzı tanımı içinde değerlendirilebilecek düzenlemelerdir. Yirmi birinci yüzyılda da AB enerji politikasının çerçevesini bu üç temel hedef belirleyecektir.

### **3.1.5. Kyoto Protokolü**

Avrupa'da 1950'li yılların başından itibaren enerji politikası hep ön planda olmakla birlikte, iklim değişikliğine yönelik politikaların geçmişi ancak 1980'li yılların sonlarına kadar uzanmaktadır. İlk defa 1988 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından bu konuya yönelik olarak İklim Değişikliği Üzerine Hükümetlerarası Panel kurulmuştur. Bu kuruluşun amacı iklim değişikliğine ve iklim değişikliğinin olası çevresel ve sosyoekonomik etkilerine yönelik olarak bilimsel bir bakış açısının oluşturulmasıdır. 1992 yılında ise Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde toplanmış olan Yeryüzü Zirvesi'nde iklim değişikliğine yönelik politika önerilerinde bulunmak üzere ilk uluslararası kuruluş olan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kurulmuştur. Bu kuruluşun çalışmaları sonucunda, 1997 yılında gelişmiş ülkelerin sera gazı salınımlarını düşürmeleri yönünde bağlayıcı zorunluluklar getiren bir metin hazırlanmıştır. Böylece, iklim değişikliğiyle mücadele konusu küresel ölçekte ön plana çıkmıştır (Cotella, Crivello ve Karatayev, 2016: 17). 11 Aralık 1997 tarihinde

Japonya'nın Kyoto kentinde 37 endüstrileşmiş ülke ve AB tarafından bu sözleşme metni imzalanmıştır. Kyoto Protokolü adı verilen bu sözleşme, 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir (UNFCCC, 2019; Eurostat, 2019b).

Kyoto Protokolü ile, metnin altına imza atan ülkelere, 2008-2012 dönemi içerisinde sera gazı salınımlarının 1990 yılı düzeyinin en az %5 oranında altına düşürülmesi zorunluluğu getirilmiştir (UN, 1998: Madde 3). Bununla birlikte, Kyoto Protokolünde sera gazı salınımlarının düşürülmesine ilişkin yükümlülüğünü yerine getiremeyen ülkeler için asgarî yükümlülüğünden fazlasını yerine getiren ülkelerle salınım ticareti olanağı da tanınmıştır (UN, 1998: Madde 17). Kyoto Protokolünün yürürlüğe girmiş olduğu 16 Şubat 2005 tarihi itibarıyla, AB ile birlikte 191 devletin protokolde imzası yer almıştır. 21 Aralık 2012 tarihinde Kyoto Protokolü'yle getirilen sera gazı salınımlarının düşürülmesine yönelik zorunluluk 2020 yılına revize edilmiştir (Eurostat, 2019b). Buna göre, Kyoto Protokolünü imzalamış olan AB ve 191 devletin 2013-2020 yılları arasında sera gazı salınımlarını 1990 yılı düzeylerinin en az %18 oranında altına düşürmeleri gerekmektedir (UNFCCC, 2012: Madde 1C). AB enerji politikası içerisinde iklim değişikliği konusuna özel olarak önlemlerin alınmasına yönelik çalışmaların başlaması ise 2005 yılında Kyoto Protokolünün yürürlüğe girmesinden sonra 2007 yılında hazırlanan ve 2008 yılında kabul edilen İklim ve Enerji Paketi ile olacaktır.<sup>10</sup>

### **3.1.6. Yirmi Birinci Yüzyılda AB Enerji Politikası**

Yirmi birinci yüzyıla girilirken 1999 yılında ortaya çıkmış olan petrol krizinin yine bütün dünyayı etkilediği görülmektedir. AB'nin petrol ve doğal gaz rezervlerinde artış olmamakla birlikte, bu kaynakların tüketim düzeyleri hızla artmayı sürdürmüştür (BP, 2018a). Bununla birlikte, Çin ve Hindistan gibi kalabalık nüfusa sahip olan ülkelerin yükselişle küresel enerji talebindeki artış önemli bir ivme kazanmıştır (de Jong ve van der Linde, 2008: 3-4). Bu yeni durum uluslararası enerji piyasalarında fiyatların hızla artmasına neden olmuştur (Eriksson, 2011: 5). Böyle bir ortamda girilen 2000'li yıllarda AB enerji piyasalarında yeni düzenlemeler yapılmaya devam edilmiştir.

<sup>10</sup> Bu bölümün ilerleyen kısımlarında İklim ve Enerji Paketi incelenecektir.

### 3.1.6.1. 2000 Yılı Yeşil Kitap

2000 yılında “*Enerji Arz Güvenliğine Yönelik Bir Avrupa Stratejisine Doğru*” başlıklı Yeşil Kitap yayımlanmıştır. Burada, enerji arz güvenliğine yönelik olarak belirlenecek uzun dönemli bir stratejinin temel amacının çevreye duyarlı bir biçimde sürdürülebilir kalkınma hedeflenerek, tüm tüketiciler için makul fiyatların uygulandığı piyasalarda enerji ürünlerine kesintisiz ulaşılabilirliğin garanti altına alınması olması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca, “*aktif bir enerji politikası olmaksızın, AB artan enerji bağımlılığından kendisini kurtaramayacaktır.*” ifadesine yer verilmiştir. (Avrupa Komisyonu, 2000: 2). Görüldüğü gibi, bu Yeşil Kitap büyük oranda artan ithalât bağımlılığı üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak enerji yoğun endüstriler dolayısıyla ithalât bağımlılığının düşürülebilmesinin mümkün olmadığı belirtilmiştir. Küresel enerji talebinin yaklaşık %15’i AB’ye ait olmasına rağmen, enerji fiyatları üzerinde AB’nin etkili olmadığı, bu konuda en büyük etkiyi Çin, Hindistan ve Latin Amerika ülkeleri gibi gelişmekte olan ülkelerin taleplerindeki hızlı artışların yaptığı ifade edilmiştir (Avrupa Komisyonu, 2000: 27). Bu bağlamda, AB’nin yüksek enerji ithalât bağımlılığından kaynaklanan kırılganlığın üstesinden ancak kaynak ve dış tedarikçi çeşitliliğini sağlayarak gelebileceği ileri sürülmüştür (Avrupa Komisyonu, 2000: 30).

Çizelge 3.1. 2000 Yılı Yeşil Kitap’ta Enerji Arz Güvenliğine Yönelik Öncelikler

Talebe Yönelik	Arza Yönelik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Yatay Politikalar</b></li> <li>a) İç Piyasanın Tamamlanması</li> <li>b) Vergi Politikaları</li> <li>c) Enerji Tasarrufu</li> <li>d) Yeni Teknolojilerin Yaygınlaşması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>İç Piyasada Arz</b></li> <li>a) Alternatif Enerji Kaynaklarının Geliştirilmesi</li> <li>b) Kaynaklara Erişim Kolaylığı</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sektörel Politikalar</b></li> <li>a) Taşımacılık Biçimleri Arasında Dengesizlik</li> <li>b) Binalarda Enerji Tasarrufu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Rekabetçilik</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dış Kaynaklı Enerji Arzı</b></li> <li>a) Üretici Ülkelerle İlişkiler</li> <li>b) Uluslararası Arz Şebekelerinin Geliştirilmesi</li> </ul>

Kaynak: Avrupa Komisyonu (2000: 68-74).

Ayrıca, 2000 yılında yayımlanmış olan Yeşil Kitap’ta enerji arz güvenliğinin artırılmasına yönelik olarak gelecekte hayata geçirilmesi düşünülen birtakım öncelikler belirlenmiştir. Çizelge 3.1’de bu öncelikler görülmektedir. Bunlardan birincisi, enerji talebindeki büyümenin kontrol altına alınmasıdır.

Talebe yönelik bu politikalar iki gruba ayrılmıştır. İlk grup yatay politikalaradır. Yatay politikalar arasında ilk sırada iç enerji piyasasının daha rekabetçi bir hâle getirilerek tamamlanması gelmektedir. İkinci sırada yakıt tüketiminin vergilendirilmesi yoluyla talebinin düşürülmesine yönelik maliye politikaları, üçüncü sırada enerji etkinliğinin artırılması yoluyla enerji tasarrufuna yönelik politikalar ve dördüncü sırada da daha az enerji tüketimine yol açan yeni teknolojilerin yaygınlaştırılmasına yönelik politikalar gelmektedir.

Talebe yönelik politikaların diğer grubunda sektörel politikalar yer almaktadır. Sektörel politikalarda ilk sırayı taşımacılık biçimleri arasındaki dengesizlik almıştır. Karayolu taşımacılığında petrol ürünleri talebi diğer türlerdeki taşımacılık biçimlerine göre çok daha yüksek olduğu için çok fazla karbon salınımının ortaya çıktığı belirtilmiştir. Bu konuda yapılması gereken şeyin bu yoğun karbon salınımının azaltılmasına yönelik politikaların uygulanması olduğu ifade edilmiştir. İkinci sırada ise binalarda daha yüksek enerji etkinliğine sahip olan teknolojilerin kullanılmasına yönelik politikalar gelmektedir. İkinci öncelik arz bağımlılığının yönetilmesidir. Arza yönelik bu politikalar üç gruba ayrılmıştır. Bunlardan birincisi yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ve nükleer enerjiye yönelik politikalarla ve kaynaklara erişim kolaylığının sağlanmasına yönelik politikalarla iç piyasada toplam enerji arzının artırılmasıdır. İkincisi rekabetçiliğin artırılmasıdır. Üçüncüsü ise uluslararası enerji piyasalarında üretici ülkelerle iyi ilişkiler kurarak ve boru hatları gibi arz şebekelerini geliştirerek dış kaynaklı enerji arzını sağlama almaya yönelik politikalar (Avrupa Komisyonu, 2000: 68-74).

### **3.1.6.2. 2003 Yılı Elektrik ve Doğal Gaz Yönergeleri: İkinci Enerji Paketi**

Bilindiği gibi, birinci enerji paketi 1996 yılı Elektrik Piyasası Yönergesi ve 1998 yılı Doğal Gaz Piyasası Yönergesi'nden oluşmaktadır. Bunlardan ilki olan Elektrik Piyasası Yönergesi'nde istedikleri dağıtımçıdan elektrik satın alma hakkına sahip serbest tüketiciler yıllık elektrik tüketimi 40GW/h'den fazla olan tüketiciler olarak belirlenmiştir. Üç yıl sonra bu sınırın 20GW/h'ye, altı yıl sonra da 9GW/h'ye düşürüleceği belirtilmiştir. Doğal Gaz Piyasası Yönergesi'nde ise yıllık doğal gaz tüketimi 25 milyon m<sup>3</sup>'ten fazla olan tüketiciler serbest tüketiciler olarak belirlenmiş, beş yıl sonra bu sınırın 15 milyon m<sup>3</sup>'e, on yıl sonra ise 5 milyon m<sup>3</sup>'e düşürüleceği belirtilmiştir. 2003 yılında yeni birer Elektrik Piyasası Yönergesi ve Doğal Gaz Piyasası Yönergesi yayımlanmıştır. 15 Temmuz 2003

tarihinde yayımlanmış olan L176 sayılı AB Resmî Gazetesi'nde yer verilmiş olan bu iki yönergeye İkinci Enerji Paketi adı verilmektedir. Bu yönergelerin hedefi tam olarak âdil bir rekabet ortamı için daha elverişli koşulların yaratılması ve gerçek bir tek piyasanın devreye girmesidir (Jegen, 2014: 7).

İkinci Enerji Paketi'nde öncelikle piyasaların dışa açıklığına bakılacak olursa, her iki yönergede de istediği teşebbüsten elektrik veya doğal gaz satın almaya yönelik serbest tüketicilik hakkının 1 Temmuz 2004 tarihine kadar hane halkı olmayan tüm tüketicilere verileceği belirtilmiştir. 1 Temmuz 2007 tarihinden itibaren ise hane halkları da dâhil olmak üzere bütün tüketicilere bu hakkın verileceği ifade edilmiştir (AB Resmî Gazetesi, L176, 2003: 48) (AB Resmî Gazetesi, L176, 2003: 69). Bununla birlikte, elektrik piyasasında faaliyet gösteren teşebbüslerin iletim ve dağıtım aşamalarına ilişkin hesapları birbirinden ayırarak yine 1 Temmuz 2007 tarihine kadar serbest tüketicilere yapılan satışlarla diğer tüketicilere yapılan satışların hesaplarını ayrı ayrı tutmaları gerektiği bildirilmiştir. Böylece piyasanın her aşamasında yürütülecek her faaliyetin ayrı bilançosu düzenlenmiş olacaktır (AB Resmî Gazetesi, L176, 2003: 48). Doğal Gaz Piyasası Yönergesi'nde ise bu dikey ayrıştırma iletim, dağıtım, LNG ve depolama faaliyetlerine ilişkin hesapların birbirinden ayrılması biçiminde ifade edilmiştir. Tabi bu dikey ayrıştırmanın, Birinci Enerji Paketi'nde belirtildiği gibi, ayrımcılığı, çapraz sübvansiyonu ve anti-rekabetçi faaliyetleri önlemek adına yapılacağı belirtilmiştir. 1 Temmuz 2007 tarihine kadar serbest tüketicilere ve diğer tüketicilere yapılan satışlar için ayrı ayrı hesapların tutulması gerektiğine burada da yer verilmiştir (AB Resmî Gazetesi, L176, 2003: 67). Bununla birlikte, her iki yönergede de elektrik ve doğal gaz piyasalarında uygulanacak olan tarifelerle ilgili düzenleyici otoritelerin dikkate alması gerekenler belirtilmiştir. Buna göre, tarifelerin objektif, saydam ve tüketiciler arasında ayrımcılığı önleyen âdil bir biçimde uygulanması ve yeni yatırımların önünde engel teşkil etmemesi yönünde önerilerde bulunulmuştur (AB Resmî Gazetesi, L176, 2003: 49) (AB Resmî Gazetesi, L176, 2003: 70).

Görüldüğü gibi, İkinci Enerji Paketi, Birinci Enerji Paketi'nin tam olarak devamı niteliğindedir. Burada da yine elektrik ve doğal gaz piyasalarının, temel olarak dikey bütünlük yapılarından kurtulmaları, daha rekabetçi bir hâle getirilmeleri ve dışa açıklıklarının artırılması hedeflenmiştir. Elektrik ve doğal gaz piyasalarında gerçekleştirilmiş olan bu düzenlemelere Avrupa İç Enerji Piyasasının tamamlanması

bakımından önem verilmektedir (AB Resmî Gazetesi, L176, 2003: 37; AB Resmî Gazetesi, L176, 2003: 57).

### 3.1.6.3. 2006 Yılı Yeşil Kitap

İkinci Enerji Paketi'ne rağmen, yüksek tarifelere ve dikey bütünleşik yapıya sahip firmalardan elektrik ve doğal gaz satın almak konusundaki ayrımcılık sorunlarına ilişkin olarak tüketicilerin rahatsızlıkları devam etmiştir. 2005 yılının Haziran ayında Komisyon elektrik ve doğal gaz sektörlerine yönelik bir inceleme başlatmıştır. 2006 yılında bu incelemenin sonucu olarak, çoğu üye ülkede enerji altyapısına erişimde yaşanan aksaklıkların Avrupa'da yüksek enerji fiyatlarına ve tüketicilerin refah kaybına neden olduğu belirtilmiştir (Eikeland, 2011: 21). Bunun üzerine, 2006 yılında bir Yeşil Kitap daha yayımlanmıştır. Sürdürülebilir kalkınma, rekabetçilik ve arz güvenliği biçiminde sıralanan genel hedeflere yönelik yeni bir strateji belgesi olan bu Yeşil Kitap'ın amacı, yakın gelecekte yeni enerji teknolojilerinin keşfiyle AB'nin karşı karşıya kalacağı güçlüklerin ve fırsatların ortaya konması ve enerji politikasına ilişkin sorunların çözülmesidir. Ancak bu Yeşil Kitap'ta ulaşılan sonuçlar ve öneriler daha önce AB tarafından yayımlanmış olan politika önerilerinden farklı değildir (Biresselioğlu, 2011: 33). Burada da daha önceki çalışmalarda yer verilmiş olanlara benzer altı öncelik sıralanmıştır. Bunları kısaca şu biçimde ifade etmek mümkündür (Cotella, Crivello ve Karatayev, 2016: 22):

- Rekabetçilik ve iç enerji piyasasının tamamlanması (elektrik ve doğal gaz piyasalarına getirilen düzenlemelerle),
- Enerji kaynağı çeşitliliği,
- Dayanışma,
- Sürdürülebilir kalkınma,
- Yeni teknolojiler,
- Dış politika.

Bu öncelikler arasında daha öncekilerden farklı görünen bir tek "*dış politika*"dır. Dış politika önceliğiyle kast edilen şey yüksek ve oynak enerji fiyatlarına, artan ithalât bağımlılığına, hızla büyüyen küresel enerji talebine ve küresel ısınmaya karşı AB'nin ortak bir dış enerji politikası olmasıdır. Bu dış enerji politikasının net bir biçimde ortaya konması için ise yine birtakım önerilerde bulunulmuştur. Bu öneriler, AB enerji arz

güvenliği için gerekli olan yeni altyapı inşasına yönelik önceliklerin belirlenmesi, bütün bir Avrupa'yı kapsayacak Enerji Topluluğu Anlaşması'nın geliştirilmesi, Rusya'yla yeni bir enerji ortaklığının kurulması, AB enerji arzı üzerinde derin etkilere yol açan dış kaynaklı enerji arz şoklarına ivedilikle ve koordine bir biçimde tepki verebilme olanağı sağlayacak yeni bir mekanizmanın geliştirilmesi, başlıca üretici ve tüketicilerle enerji ilişkilerinin derinleştirilmesi ve enerji etkinliğine ilişkin uluslararası bir anlaşma varılmasıdır (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 2006: 19-20).

Ayrıca çalışmada, çalışmanın neredeyse tamamında, temel sorunun stratejiler değil, ulusal ve uluslar üstü faaliyetler arasındaki kopukluklar olduğu vurgulanmıştır. Bu bağlamda, öncelikle yapılması gereken; bu stratejilerin ve politikaların AB çapında tutarlı bir biçimde uygulanmasının sağlanmasıdır. Ulusal ve uluslar üstü tüm faaliyetlerin AB'nin bütünlüğünü yansıtmaması gerektiği ifade edilmiş, dolayısıyla, enerji politikasının da kapsam olarak ulusal çapta değil, Avrupa çapında düşünülmesi ve üye ülkeler arasında bir dayanışma içerisinde yürütülmesi önerilmiştir (Avrupa Toplulukları Komisyonu, 2006). Bu önerilerin gerçekleştirilmesi kurumsal yapıda birtakım düzenlemeler yapılmasını da gerektirmiştir.

#### **3.1.6.4. Lizbon Antlaşması**

2007 yılına gelindiğinde, Avrupa'da enerji politikasına olan bakış açısı hâlen 1990'lı yıllardaki bakış açısıyla aynıdır. Serbest tüketici anlayışına geçişle tüketimin liberalleştirilmesi, enerji tasarrufunun artırılması, enerji etkinliğinin geliştirilmesi ve çevresel kriterlere uyum, bu bakış açısının temellerini oluşturmaktadır. Zaten var olan uluslar üstü kurumlara ve enerji piyasalarında liberalleşmenin ilerletilmesine yönelik ulusal mekanizmalara dayalı AB enerji politikasında bir değişiklik olmamıştır (Termini, 2009: 102-103). AB'de bu tür yapısal değişikliklerin ivme kazanmasına yönelik olarak 13 Aralık 2007 tarihinde Lizbon Antlaşması imzalanmıştır (Pederson, Behrens ve Egenhofer, 2008: 16). Yürürlüğe girmesi ise 1 Aralık 2009 tarihinde gerçekleşmiştir (Pielow ve Lewendel, 2011: 148).

Birçok iktisadî alanda düzenlemeler öngören Antlaşma'nın neredeyse tamamında “dayanışma” kavramı dikkat çekmektedir. Öngörülen düzenlemelerde hep bir “dayanışma ruhu” ön plâna çıkmaktadır. “Yetki Kategorileri ve Alanları” başlığı altındaki Madde 2C'de enerjinin de dâhil olduğu temel alanlarda Birlik kurumlarının ve üye ülkeler

kurumlarının yetkileri paylaşacağı ifade edilmiştir. Buna göre, araştırma ve teknoloji geliştirme faaliyetleri Birlik kurumları tarafından planlanacak, planlanan faaliyetlerin uygulamaya geçirilmesi ise üye ülkelerin yetkisine verilecektir (Lizbon Antlaşması, 2007: 47). Lizbon Antlaşması'nda bir “Enerji” başlığı da açılmıştır. Bu başlık altındaki Madde 176A'ya göre, çevrenin korunması ve çevresel duyarlılığın artırılması da göz önünde bulundurularak, üye ülkeler arasında sağlanacak dayanışmayla iç piyasanın oluşturulması ve işlevsel hâle getirilmesi bağlamında enerji politikasının amaçları şu biçimde sıralanmıştır (Lizbon Antlaşması, 2007: 88):

- Enerji piyasasının işlevselliğinin garanti altına alınması,
- Birlik içerisinde enerji arz güvenliğinin garanti altına alınması,
- Enerji etkinliğinin ve enerji tasarrufunun artırılması ve yeni ve yenilenebilir enerji biçimlerinin geliştirilmesi,
- Enterkonnekte enerji şebekeleri arasındaki bağlantıların geliştirilmesi.

Böylece Roma Antlaşması'ndan beri tekdüze bir biçimde ilerleyen AB enerji politikasına çevresel duyarlılık bağlamında yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik düzenlemeler ilk defa Lizbon Antlaşması'yla dâhil edilmiş olmaktadır (Termini, 2009: 103). Daha önceki antlaşmalar gereğince hayat bulmuş olan uygulamaların sonuçları Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından, yasal prosedüre uygun bir biçimde hareket edilerek, ulaşılması planlanan yukarıdaki hedefler bakımından değerlendirilecektir. Bununla birlikte, yapılacak değerlendirmeler üye ülkelerin kendi enerji kaynaklarından yararlanmak, farklı enerji kaynakları arasındaki tercihleri ve enerji arzlarının genel yapısı konularında karar verme haklarını kısıtlamayacaktır (Lizbon Antlaşması, 2007: 88).

Lizbon Antlaşması'nın enerji politikası bakımından arz güvenliği hedefine yoğun bir biçimde odaklanmış olduğu görülmektedir. Enerji etkinliği ve enerji tasarrufunun ön planda tutulmasıyla hem maliyetler ve fiyatlar düşürülerek hem de talep kısılarak enerji arzının her koşulda kesintisiz bir biçimde sürdürülmesi yönünde önlem alınması planlanırken, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesiyle kaynak çeşitliliğinin artırılması, ithalât bağımlılığının düşürülmesi ve karbon salınımlarının azaltılması planlanmıştır. Ayrıca, yukarıdaki hedefler arasında üye ülkelerin enterkonnekte enerji şebekeleri arasındaki bağlantıların geliştirilmesine yer verilmekle birlikte, kendi enerji kaynaklarından yararlanma, farklı enerji kaynakları arasında tercih yapma ve enerji arzlarının genel yapısını belirleme hakları verilerek bu ülkelere belirli bir esneklik de



tanınmıştır (Pedersen, Behrens ve Egenhofer, 2008: 16). Böylece, ortak enerji politikası önündeki en önemli engellerden biri olan ulusal ve uluslar üstü yetkiler arasında bir denge sağlanması amaçlanmıştır (Tekin ve Williams, 2011: 118). Enterkonnekte sistemler arasındaki bağlantıların geliştirilmesi, bir yandan da, enerji politikasının resmen “Avrupalılaştırılması” olarak yorumlanmıştır (Biresselioğlu, 2011: 33). Bu antlaşma enerji konusuna özel olarak yer veren, enerji piyasasının işlevselliğini garanti altına almayı amaçlayan ve diğer enerji piyasası meselelerini ele alan ilk antlaşmadır. Sonrasında, AB enerji politikasına yönelik yönergeler yayımlanmaya devam edilerek enerji piyasalarının rekabetçi bir yapıya kavuşturulmasına yönelik çalışmalar sürdürülmüştür (Karan ve Kazdağlı, 2011: 29).

### 3.1.6.5. 2008 Yılı İklim ve Enerji Paketi

2007 yılının Mart ayında bir yandan enerji piyasalarında rekabetçilik desteklenirken, bir yandan da iklim değişikliğine karşı mücadele etmeyi ve enerji arz güvenliğini artırmayı amaçlayan bütünleşik bir yaklaşımın geliştirilmesine karar verilmiştir (AB Çevre, Kamu Sağlığı ve Gıda Güvenliği Komitesi, 2011: 1). Bu doğrultuda yapılan çalışmaların sonucu olarak 2008 yılında Avrupa Komisyonu tarafından bir “İklim ve Enerji Paketi” yayımlanmıştır (Jegen, 2014: 7). 2008 yılının Ocak ayında hazırlanmış olan Paket Aralık ayında imzalanmıştır. Bu Paketin yürürlüğe girmesi ise 2009 yılının Haziran ayında gerçekleşmiştir (AB Çevre, Kamu Sağlığı ve Gıda Güvenliği Komitesi, 2011: 1).

Bu Paket ile, 2020 yılı itibariyle gerçekleştirilmiş olmak üzere, iklim değişikliğini doğrudan etkileyecek üç hedef belirlenmiştir. Bunlardan ilki, sera gazı salınımının en az %20 oranında düşürülmesidir. İkinci hedef AB'nin enerji ihtiyacını %20 oranında yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılıyor duruma gelmesidir. Üçüncü hedef ise enerji etkinliğindeki artışla enerji tüketiminin azalması ve %20 oranında enerji tasarrufu sağlanmasıdır (Avrupa Komisyonu, 2008). 2009 yılında Paket'in yürürlüğe girmiş olan hâlinde yukarıdaki ilk hedef sera gazı salınımının “1990 düzeyinin %20 oranında altına düşürülmesi” biçiminde değiştirilmiştir. Buradaki 2020 yılı itibariyle gerçekleşmiş olması planlanan üç hedefin her birinde %20'lik bir oran belirlenmiş olduğu için söz konusu hedefler “20-20-20 Hedefleri” olarak da bilinmektedir (AB Çevre, Kamu Sağlığı ve Gıda Güvenliği Komitesi, 2011: 2). Yenilenebilir kaynaklar ve enerji etkinliğine yönelik hedefler ise Paket metninin hazırlanmış olduğu tarih olan 2007 yılı baz alınarak

değerlendirilecektir, yani 2020 yılı itibariyle enerji etkinliğindeki artışa bağlı olarak enerji tüketimindeki azalışla birlikte enerji tasarrufunun 2007 yılı düzeyine göre %20 oranında artması gerekmektedir (Avrupa Komisyonu, 2008: 7). Lizbon Antlaşması'ndan sonra bu Paket'in altına imza atarak üye ülkeler ortak enerji politikası için yeniden Komisyon'un yönlendirmesiyle hareket etme zorunluluğuna geri dönmüşler ve iklim ve enerji politikaları arasında bağlantı kurulmasına yönelik bir mutabakata varmışlardır (Jegen, 2014: 7). Bununla birlikte Paket'te, söz konusu hedeflere yönelik olarak tamamlayıcı unsurlar da belirlenmiştir. Bunlardan ilki, Salınım Ticareti Sistemi'dir (STS). Güç üretimi, havacılık ve endüstri sektörlerindeki büyük ölçekli tesislerden kaynaklanan sera gazı salınımının azaltılması amacı doğrultusunda, STS temel araç olarak görülmektedir. STS sera gazı salınımına ilişkin bir kota belirlenerek ülkeler arasında bu kota çerçevesinde karbon ticareti anlamına gelmektedir. Bu sistemde sera gazı salınımı yüksek olan ülkeler sera gazı salınımı düşük olan ülkelere ek kota satın almaktadır. Önemli olan tüm ülkelerin sera gazı salınımları toplamının kotayı aşmamasıdır. İkincisi, AB'nin toplam sera gazı salınımının %55'ine neden olan konut, tarım, çöp ve taşımacılık (havacılık hariç) sektörlerine yönelik düzenlemeler yapılmasıdır. Üçüncüsü yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin ulusal hedeflerin belirlenmesidir. Dördüncüsü düşük karbonlu teknolojilerin ya da karbon yakalama ve depolama teknolojilerinin geliştirilmesidir. Beşincisi ise enerji etkinliği artırılarak daha az enerji girdisiyle daha fazla çıktı sağlanmasıdır. 2020 yılı itibariyle gerçekleşmiş olması planlanan söz konusu hedeflerin tutturulması hâlinde AB'de enerji ithalat bağımlılığının düşmesiyle enerji arz güvenliğinin artacağı, doğa dostu bir büyüme gerçekleştirilmesiyle yeni iş alanlarının yaratılacağı ve AB'nin enerji konusunda daha rekabetçi bir duruma geleceği ileri sürülmüştür (Avrupa Komisyonu, 2019b).

### **3.1.6.6. 2009 Yılı Elektrik ve Doğal Gaz Yönergeleri: Üçüncü Enerji Paketi**

14 Ağustos 2009 tarihinde yayımlanmış olan L211 sayılı AB Resmî Gazetes'inde 13 Temmuz 2009 tarihli Elektrik Piyasası Yönergesi'ne ve Doğal Gaz Piyasası Yönergesi'ne yer verilmiştir. Öncelikle Doğal Gaz Piyasası Yönergesi'ne bakılacak olursa, altıncı ve yedinci maddelerde “*Bölgesel Dayanışma*” ve “*Bölgesel İşbirliğinin İlerletilmesi*” başlıklarının açıldığı görülmektedir. Bu maddelerde üye ülkelerin doğal gaz arz güvenliğini artırmaya yönelik olarak, enterkonnekte sistemler, karşılıklı yardımlaşma ve işbirliği gibi yollarla, bölgesel ve karşılıklı dayanışmayı ilerletmeleri gerektiği belirtilmiştir

(AB Resmî Gazetesi, L211, 2009: 105). Elektrik Piyasası Yönergesi'nde ise Avrupa toplumunun kalkınması, sürdürülebilir bir iklim değişikliği politikasının uygulanması ve iç piyasada rekabetçiliğin ilerletilmesi bakımından elektrik arz güvenliğinin hayati öneme sahip olduğu ileri sürülmüştür. Bu bağlamda, Topluluk içerisinde tüketiciler ve endüstriler için en rekabetçi fiyatlardan tüm enerji kaynaklarının arz güvenliğinin sağlanmasına yönelik sınır ötesi enterkonnekte sistemler arasındaki bağlantıların geliştirilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Bununla birlikte, elektrik piyasalarında üretim, iletim ve dağıtım faaliyetlerini birbirinden ayıran dikey ayrıştırmanın hâlen tamamlanmamış olduğuna dikkat çekilmiş, bu konuda etkili bir yasal düzenlemenin yapılması önerilmiştir (AB Resmî Gazetesi, L211, 2009: 55-56). Elektrik Piyasası Yönergesi'nin bir diğer önemli yanı İletim Sistemi Operatörü'nün ayrıştırılmasıdır. Bu ayrıştırma için üç yol önerilmiştir (Jakovac, 2012: 328): Tam Mülkiyet Ayrıştırması, Bağımsız Sistem Operatörü ve Bağımsız İletim Operatörü. Tam Mülkiyet Ayrıştırması şebeke sahibinin sistem operatörü olarak atanmasıyla her türlü arz ve üretim faaliyetinden tümüyle bağımsız hâle getirilmesi anlamına gelmektedir. Böylece aynı kişi veya kişiler aynı anda hem üretim veya arz teşebbüsü yönetip hem de iletim sistemi operatörü olarak faaliyette bulunamayacaktır (AB Resmî Gazetesi, L211, 2009: 56). Bağımsız Sistem Operatörü şebekelerin bakımından sorumludur. Ancak dikey bütünleşik yapıdaki şirketin denetiminden ve şebeke sahibinden bağımsızdır. Bağımsız Sistem Operatörü iletim sistemi operatörü sorumluluğuna sahiptir, ancak Bağımsız Sistem Operatörü'nün varlıkları dikey bütünleşik yapıdaki şirketin mülkiyetindedir (AB Resmî Gazetesi, L211, 2009: 71). Bağımsız İletim Operatörü ise iletim sistemi operatörünün dikey bütünleşik yapıdaki şirkette kalması, ancak varlıklarının kendi tasarrufunda olması anlamına gelmektedir (AB Resmî Gazetesi, L211, 2009: 73-74). Sonuç olarak, bu İletim Sistemi Operatörlerinin bölgesel dayanışma, raporlama, ticaret kanunu ve şebeke yönetmeliğinin geliştirilmesi, şebeke işletiminin koordinasyonu ve yatırım planlaması gibi konularda işbirliği içerisinde faaliyetlerini sürdürmeleri beklenmektedir (Jakovac, 2012: 328). Ayrıştırma ile birlikte dayanışma, işbirliği ve enterkonnekte sistemler arasındaki bağlantıların geliştirilmesi gibi öneriler sunan bu yönergelerin Lizbon Antlaşması'ndan izler taşıdığını söylemek yanlış olmayacaktır.

### **3.1.6.7. 2009 Yılı Yenilenebilir Enerji Yönergesi**

AB Resmî Gazetesi'nin 5 Haziran 2009 tarihinde yayımlanmış olan L140 sayılı nüshasında 23 Nisan 2009 tarihli Yenilenebilir Enerji Yönergesi'ne yer verilmiştir. İlk

maddede, Yönerge'nin yenilenebilir kaynaklardan enerji üretiminin artırılmasına yönelik bir genel çerçeve oluşturduğu ifade edilmiştir. Bu doğrultuda Yönerge toplam enerji tüketimi içerisinde ve taşımacılıkta yenilenebilir kaynakların payına ilişkin ulusal hedefleri belirleyen bir niteliğe sahiptir (AB Resmî Gazetesi, L140, 2009: 27). Yönerge'nin üçüncü maddesinde, 2020 yılına kadar üye ülkelerin toplam enerji tüketimleri içerisinde yenilenebilir enerji payının, 2008 yılında yayımlanmış olan İklim ve Enerji Paketi'nde AB için hedeflenmiş oran olan, en az %20 olması gerektiği belirtilmiştir. Bununla birlikte Yönerge'ye göre, üye ülkelerdeki taşımacılık sektörlerinde yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma oranı ise 2020 yılı itibariyle en az %10 olacaktır. Bu oranlara ulaşılabilmesi için yenilenebilir enerji sektörlerinin ne şekilde destekleneceğine ilişkin kararlar üye ülkelere bırakılmıştır (AB Resmî Gazetesi, L140, 2009: 28). Yenilenebilir Enerji Yönergesi'nin diğer bir dikkat çekici yanı ise üye ülkeler arasında ortak projelerin yürütülmesine yönelik işbirliği yapılması konusuna yer verilmiş olmasıdır (AB Resmî Gazetesi, L140, 2009: 30). Yenilenebilir enerji alanında üye ülkelerin işbirliği içerisinde ortak proje yürütmesi 2020 yılı itibariyle gerçekleştirilmesi planlanan hedeflere ulaşmakta hem AB açısından hem de üye ülkeler açısından kolaylık sağlayacaktır. Ayrıca Yönerge'de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimine yönelik olarak bu tür ortak projeleri üye ülkelerin AB'ye üye olmayan ülkelerle birlikte yürütebilecekleri de belirtilmiştir (AB Resmî Gazetesi, L140, 2009: 31).

2009 yılında yayımlanmış olan bu Yenilenebilir Enerji Yönergesi'nde, bir yandan, yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanmaya yönelik belirlenen hedeflerle kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı salınımlarının azaltılması ve ithalât bağımlılığının düşürülmesi amaçlanmıştır. Diğer yandan, hem üye ülkeler arasında yürütülecek ortak projelerle dayanışma ortamının geliştirilmesi hem de üye olmayan ülkelerle ortak projelerin yürütülebilmesiyle dış ilişkilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

### **3.1.6.8. 2010 Yılı “Enerji 2020” Strateji Belgesi**

“*Enerji toplumumuzun can damarıdır.*” Bu cümle 2010 yılında yayımlanmış olan “*Enerji 2020: Rekabetçi, Sürdürülebilir ve Enerji Güvenliği için Bir Strateji*” başlıklı strateji belgesinin ilk cümlesidir (Avrupa Komisyonu, 2010: 2). Bu yeni strateji belgesinde AB enerji piyasalarına ilişkin olarak beş öncelik belirlenmiştir. Bunları şu biçimde sıralamak mümkündür (Avrupa Komisyonu, 2010: 5-6):

- Enerji etkin Avrupa'ya ulaşmak,
- Tümüyle Avrupalı bütünleşik enerji piyasasının inşası,
- Tüketicie güç vermek ve en yüksek düzeyde güvenliğe ulaşmak,
- Enerji alanında teknoloji ve inovasyon konularında Avrupa'nın liderliğini geniş boyutlara ulaştırmak,
- AB enerji piyasasının dış ilişkiler boyutunu güçlendirmek.

AB'nin 2020 yılına yönelik stratejisini belirleyen ve Avrupa Komisyonu tarafından 10 Kasım 2010 tarihinde yayımlanmış olan bu çalışma tamamıyla bu beş önceliğin ayrıntılı biçimde açıklanmasından ibarettir.

Sırasıyla gidilecek olursa, öncelikle, enerjinin etkin kullanımıyla 2020 yılına kadar bu etkinlik artışının %20 oranında enerji tasarrufuna dönüştürülmesi amaçlanmıştır. Petrol ve doğal gaz rezervlerinden yoksun olan Avrupa'nın enerji israfı yapmak gibi bir lüksü olmadığı belirtilen strateji belgesinde, 2020 yılına yönelik olarak yapılması gereken en önemli işlerden birinin uzun dönemli enerji ve iklim hedeflerine ulaşmak olduğu ileri sürülmüştür. Bu nedenle AB'nin yeni bir enerji etkinliği stratejisi geliştirmesi gerektiği ifade edilmiştir. Çünkü enerji etkinliğinin salınımları azaltmak, arz güvenliğini ve rekabetçiliği artırmak, enerji tüketimini makul fiyatlardan gerçekleştirmek ve istihdam yaratmak amaçlarına yönelik olarak en düşük maliyetli yol olduğu belirtilmiştir (Avrupa Komisyonu, 2010: 6).

İkinci öncelik olan "*tümüyle Avrupalı bütünleşik bir enerji piyasasının inşası*" ise enerji ürünlerinin AB içerisinde serbest dolaşımının sağlanmasıyla açıklanmıştır. Serbest dolaşımın geliştirilebilmesi için AB'nin kendi enerji kaynaklarını üretebilir duruma gelmesi çok önemlidir. AB'nin kendi olanaklarıyla üretebileceği söz konusu kaynaklar ise yenilenebilir kaynaklardır. 2020 yılına yönelik olarak 2008 yılında kabul edilmiş olan İklim ve Enerji Paketi'yle belirlenmiş olan yenilenebilir kaynakların AB enerji ihtiyacının %20'sini karşılayacak duruma getirilmesi hedefi bu nedenle "*Enerji 2020*" strateji belgesinde tekrar vurgulanmıştır. Böylece, üye ülkelerdeki enerji piyasalarının bütünleşmesi ve AB iç enerji piyasasının bir tek piyasa olarak işlerlik kazanması mümkün olacaktır. Söz konusu strateji belgesine göre, yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasıyla AB'nin enerji ihtiyacını önemli oranda kendi kaynaklarıyla karşılaması iç enerji piyasasında kaynak çeşitliliğinin ve rekabetçiliğin artışını da beraberinde getirecek, ulusal piyasalardaki tekolci yapılar kırılacaktır (Avrupa Komisyonu, 2010: 9).

Üçüncü öncelik “*tüketicilere güç vermek ve en yüksek düzeyde güvenliğe ulaşmak*” olarak belirlenmiştir. Bu önceliğe ilişkin olarak “*Enerji 2020*” strateji belgesinde iyi işleyen, bütünleşik yapıdaki bir iç piyasanın daha geniş tercih olanağı ve daha düşük fiyatlar sunarak tüketicilere yarar sağlayacağı ifade edilmiştir. Bu nedenle serbest tüketici anlayışının geliştirilmesi çok önemlidir. Çünkü bu strateji belgesine göre, serbest tüketici enerji piyasalarında fiyatları düşürüp tercih olanağını genişleteceği gibi, inovasyon anlayışını da geliştirecektir (Avrupa Komisyonu, 2010: 12).

Dördüncü olarak, enerji alanındaki teknoloji ve inovasyon konularına yönelik öncelik gelmektedir. Bu önceliğin ancak teknolojik yenilikler gerçekleştirilerek hayata geçirilmesi mümkün olacaktır. Daha düşük karbon salınımlarına yol açan teknolojilerin takip edilmesi ya da geliştirilmesi hem arz güvenliği hem de çevresel duyarlılıklar bakımından 21. yüzyıl enerji piyasalarında hayati öneme sahiptir. Tabii ki bunların AB içerisinde geliştirilmesi söz konusu teknolojilerin AB iç piyasasına hızla yayılmasını ve daha düşük maliyetlerle kullanılmasını sağlayacaktır (Avrupa Komisyonu, 2010: 14-15).

Beşinci ve son öncelik ise enerji alanında dış ilişkileri güçlendirmeye yöneliktir. Burada AB enerji piyasasının dünyanın en geniş çaplı bölgesel piyasası ve en büyük enerji ithalâtçısı olduğu vurgulanmıştır. Bu nedenle, üretici ülkeler ve boru hattı güzergâhları üzerinde yer alan geçiş ülkeleriyle olan ilişkilerin enerji politikasının üç temel hedefi olan arz güvenliği, sürdürülebilirlik ve rekabetçilik açısından çok önemli olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, enerji tüketimi yüksek olan ülkelerle ve, özellikle de, yükselen ya da gelişmekte olan ülkelerle olan ilişkilerin de her geçen gün daha önemli bir hâle geldiği ifade edilmiştir (Avrupa Komisyonu, 2010: 17).

Görüldüğü gibi, 2010 yılında yayımlanmış olan “*Enerji 2020*” strateji belgesi 2007 yılında imzalanmış olan Lizbon Antlaşması’yla nispeten biçim değiştirmiş olan yeni AB enerji politikasının uzantılarından biridir. “*Enerji 2020*” strateji belgesinde “*dayanışma*” kavramının yerini “*Avrupalılaştırma*” kavramı almıştır denilebilir. “*Avrupalılaştırma*” kavramı büyük oranda AB’nin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek enerji arzının yerleştirilmesine ve daha düşük karbon salınımlarına yol açan teknolojiler geliştirmesine yönelik olarak kullanılmıştır. Ayrıca, enerji etkinliğinin ve enerji tasarruflarının artırılmasına ilişkin daha somut ifadeler “*Enerji 2020*” strateji belgesinde yer verilmiştir.

### 3.1.6.9. 2012 Yılı Enerji Etkinliği Yönergesi

14 Kasım 2012 tarihinde yayımlanmış olan L315 sayılı AB Resmî Gazetesi'nde 25 Ekim 2012 tarihli Enerji Etkinliği Yönergesine yer verilmiştir. Burada “*enerji etkinliği*” kavramı “*performans, hizmet, mal ya da enerji çıktısının enerji girdisine oranı*” biçiminde tanımlanmıştır. Bu Yönerge 2020 yılı itibariyle gerçekleştirilmesi planlanan %20 oranındaki enerji etkinliği artışı hedefine ulaşılmasının garanti altına alınması adına enerji etkinliği konusuna yönelik bir genel çerçeve oluşturmak amacıyla hazırlanmıştır (AB Resmî Gazetesi, L315, 2012: 10). Yönerge'nin üçüncü maddesinde her bir üye ülkenin, ya birincil ya da nihai enerji tüketimini, birincil ya da nihai enerji tasarruflarını ve enerji yoğunluğunu temel alan kendi koşulları çerçevesinde, bir ulusal enerji etkinliği hedefi belirleyeceği belirtilmiştir (AB Resmî Gazetesi, L315, 2012: 10). Dördüncü maddede bina yenileme faaliyetlerine değinilmiştir. Buna göre, üye ülkeler bina yenileme faaliyetleri çerçevesinde yapacakları yatırımları artırmak üzere uzun dönemli bir ulusal strateji belirleyeceklerdir. Bu kapsamda bina tipleri ve iklim koşulları göz önünde bulundurularak maliyet açısından etkin yaklaşımların geliştirilmesi çok önemlidir. Bununla birlikte beşinci maddede, 1 Ocak 2014 tarihinden itibaren, üye ülkelerde kamuya ait olan binaların dış yüzeylerinin yıllık %3'ünün enerji gereksinimlerinin karşılanması amacıyla yenilemeye tâbi tutulacağı ifade edilmiştir. Bu madde toplam dış yüzeyleri 500m<sup>2</sup>'den daha fazla olan kamusal binalar için getirilmiştir. 9 Temmuz 2015 tarihinden itibaren ise bu zorunluluğun toplam dış yüzeyi 250m<sup>2</sup>'den büyük olan tüm kamusal binalar için geçerli olmasına karar verilmiştir (AB Resmî Gazetesi, L315, 2012: 13).

Enerji Etkinliği Yönergesi'nin sekizinci maddesinde üye ülkelere enerji tüketimi yapılan her alanda enerji etüdü yapılması zorunluluğu getirilmiştir. Enerji etüdü Yönerge'de “*bir binanın ya da binalar grubunun, endüstriyel ya da ticarî faaliyetin, kuruluşun ya da özel veya kamu hizmetinin enerji tüketimi kalıplarına ilişkin bilgi toplayıp, enerji tasarrufuna yönelik fırsatlar da belirtilerek bir rapor hazırlanması*” biçiminde tanımlanmıştır (AB Resmî Gazetesi, L315, 2012: 11). Enerji etüdü faaliyetlerinin üye ülkelerdeki uzmanlar tarafından bağımsız ve saydam bir biçimde ayrımcılık gözetilmeksizin yürütüleceği ifade edilmiştir. Bu tür enerji etüdü faaliyetlerinin KOBİ'lerde de geliştirilmesi amacıyla üye ülkeler destekleme programları oluşturacaklardır (AB Resmî Gazetesi, L315, 2012: 17). On altıncı maddede, bu enerji etüdü faaliyetleri de dâhil olmak üzere, tüm enerji hizmeti faaliyetlerine yönelik olarak

eğitim ve sertifika programlarının açılacağı belirtilmiştir. Böylece enerji alanında yürütölen faaliyetlerin daha yüksek bir niteliğe kavuşturulması amaçlanmıştır (AB Resmî Gazetesi, L315, 2012: 23). On dokuzuncu maddede ise piyasalarda uygulanacak teşvikler ve hukukî düzenlemeler gibi müdahalelerin enerji etkinliğini olumsuz yönde etkilememesine dikkat edilmesi; aksine artırıcı yönde etkide bulunması gerektiği ifade edilmiştir (AB Resmî Gazetesi, L315, 2012: 25).

### **3.1.6.10. 2014 Yılı İklim ve Enerji Paketi**

2014 yılının Ekim ayında 2030 yılı itibariyle gerçekleştirilmesi planlanan sera gazı salınımlarının azaltılmasına, yenilenebilir enerjiye ve enerji etkinliğine yönelik hedeflere ilişkin İklim ve Enerji Politikası Çerçevesi kabul edilmiştir (Avrupa Komisyonu, 2019c). 2008 yılında kabul edilmiş olan İklim ve Enerji Paketi'nde olduğu gibi, bu Çerçeve'de yine üç hedef belirlenmiştir. 2014 yılında belirlenmiş olan hedefleri şu biçimde sıralamak mümkündür (Avrupa Konseyi 2014: 2-6):

- 2030 yılı itibariyle AB sera gazı salınımlarının 1990 yılı düzeyine göre en az %40 oranında azaltılması,
- AB enerji ihtiyacının en az %27 oranında yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak karşılanması,
- Enerji etkinliğinin %27 oranında artırılması.

Ancak 2018 yılında bu hedefler revize edilmiştir. Sera gazı salınımlarına ilişkin hedefte bir değişiklik yapılmazken, yenilenebilir enerji kaynaklarının AB enerji tüketimi içerisindeki payına yönelik %27 oranında belirlenmiş olan hedef %32'ye ve enerji etkinliğinin artırılmasına yönelik yine %27 oranında belirlenmiş olan hedef de %32,5'e yükseltilmiştir. Bu hedeflerin tutturulması hâlinde ekonomide düşük karbonlu bir sürece girileceği, tüm tüketiciler için makul enerji fiyatlarının garanti altına alınacağı, enerji arz güvenliğinin artacağı, enerji ithalât bağımlılığının düşeceği, büyüme ve istihdama yönelik yeni fırsatların yaratılacağı ve çevre ve sağlık açısından bundan yarar sağlanacağı ileri sürölmüştür (Avrupa Komisyonu, 2019c).



### 3.1.6.11. 2015 Yılı Enerji Birliği Paketi

AB içerisinde bir Enerji Birliği oluşturmak amacıyla hazırlanmış olan ilk rapor 25 şubat 2015 tarihinde Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanmış olan “İleriye Dönük Bir İklim Değişikliği Politikasıyla Birlikte Dirençli Bir Enerji Birliği için Bir Çerçeve Strateji” başlıklı çalışmadır. Enerji Birliği oluşturulmasının altında yatan düşünce karbon salınımlarının düşük, arz güvenliğinin ve rekabetçiliğin yüksek olduğu iç enerji piyasasına geçişte yeni bir ivme yakalamaktır (Avrupa Komisyonu, 2019d). Raporunda Enerji Birliği stratejisinin birbirleriyle yakından bağlantılı beş boyutu vardır (Avrupa Komisyonu, 2015: 4):

- Arz güvenliği, dayanışma, karşılıklı itimat,
- Tümüyle bütünlük yapıda bir Avrupa enerji piyasası,
- Talebin kısılmasına katkıda bulunan enerji etkinliği,
- Düşük karbon salınımı,
- Araştırma, İnovasyon ve Rekabetçilik.

Bu beş boyut 2007 yılında imzalanmış olan Lizbon Antlaşması’ndan itibaren ulaşılması planlanan hedeflerle aynı doğrultuda yer almaktadır (Lizbon Antlaşması, 2007: 88). Burada arz güvenliği boyutuna dört farklı açıdan yaklaşılmıştır. Birincisi; kaynakların, tedarikçilerin ve kaynakları AB’ye ulaştıran rotaların çeşitlendirilmesidir. Bu çeşitliliklerin sağlanması, Avrupa’daki ticarî ve ticarî olmayan tüm tüketicilere enerji arzlarının güvenli ve dirençli bir biçimde sağlanması bakımından hayatî öneme sahip olduğu belirtilmiştir. İkincisi; üye ülkeler arasında karşılıklı güvene dayalı olarak dayanışma ortamının geliştirilmesidir. Böyle bir dayanışma ortamı arz kesintilerine ilişkin riskleri azaltarak arz güvenliği üzerinde olumlu etkiler yaratacaktır. Üçüncüsü; küresel enerji piyasalarında Avrupa’nın rolünün artırılmasıdır. Burada daha güçlü ve daha bütünlük bir Avrupa’nın ortaklarıyla, karşılıklı çıkarları açısından, daha yapıcı ilişkiler kurabileceği ifade edilmiştir. Bu yapıcı ilişkiler ise enerji alanında ithalât bağımlısı olan AB’nin enerji arzında kesintiler yaşanması olasılığını düşürecektir. Dördüncüsü; gaz arzında saydamlığın artırılmasıdır. Doğal gaz ithalât bağımlılığı %70’ler düzeyine varmış olan AB’de üye ülkelerin tedarikçi ülkelerle bu alanda yapacağı uluslararası anlaşmaların detaylarını Avrupa Komisyonu’yla paylaşmalarının bu alanda yapılacak değerlendirmeler açısından önemli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca tüm üye ülkelerin yapacağı bu türden anlaşmaların

detaylarına Komisyon'un hâkim olması ilerleyen zamanlarda AB ülkelerinin yapacakları görüşmelerde ağız birliği yapmalarını kolaylaştıracaktır (Avrupa Komisyonu, 2015: 4-7).

2015 yılında yayımlanmış olan bu Enerji Birliği Paketi'nin diğer dört boyutu da, daha önce ifade edilmiş olduğu gibi, Lizbon Antlaşması'nda belirlenmiş olan hedeflerle tam olarak uyumludur. Buradaki ikinci boyut olan tümüyle bütünleşik yapıdaki iç enerji piyasası Avrupa Topluluklarının 1988 yılından bu yana hep gündeminde olan bir konudur. Enerji Birliği Paketi'nde AB iç enerji piyasası tasarımının henüz yatırımların hızla artması için yeterli olmadığı, piyasalarda yoğunlaşmaların yüksek, rekabetçiliğin zayıf olduğu ve Avrupa'da enerji profiline hâlen parçalı bir yapıya sahip olduğu ifade edilmiştir. Bu nedenle, piyasaların enterekte sistemler aracılığıyla hızla birbirine bağlanmasının ve bir Enerji Birliği oluşturmak önceliğiyle, enerji piyasalarına yönelik yasaların tam olarak uygulanmasının çok önemli olduğu belirtilmiştir (Avrupa Komisyonu, 2015: 8-9). Bununla birlikte, enerji talebinin kısılmasına yönelik olarak enerji etkinliğinin artırılması, iklim değişikliğiyle mücadele ederek ve yenilenebilir kaynaklardan daha fazla yararlanarak karbon salınımlarının düşürülmesi ve yeni teknolojiler geliştirerek hem, yine, yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanmak hem de enerjiyi depolamanın yollarını üretmek amaçlarıyla araştırma ve inovasyon faaliyetlerine yoğunluk verilmesi, oluşturulması planlanan Enerji Birliği'nin sağlam bir yapıya kavuşturulmasını sağlayacaktır. Ayrıca, araştırma ve inovasyonlarla desteklenmiş bir biçimde düşük karbon salımlı bir yapıya geçiş, yeni teknolojilerin geliştirilmesi dolayısıyla, yeni iş alanlarının yaratılmasına ön ayak olacak ve hem ekonomik büyümeyi hem de istihdamı olumlu yönde etkileyecektir (Avrupa Komisyonu, 2015: 12-17).

1951 yılında imzalanan Paris Antlaşması'yla kurulan AKÇT'den bu yana Avrupa Toplulukları'nda enerji politikalarının evrimi söz konusu altmış yılı aşkın süreç boyunca yayımlanmış olan – ilgili – resmî belgelerde yer verilmiş ifadelerle dayandırılarak detaylı bir biçimde incelenmiştir. 1950'li yıllarda sadece kömüre yönelik politikalarla başlayan bu evrim süreci 2015 yılından itibaren büyük oranda düşük karbon salımlı teknolojiler ve doğal gaz üzerine yoğunlaşarak son hâlini almıştır. 1968 yılında ilk defa gündeme gelen ortak enerji politikası söylemi 1988 yılından itibaren enerji iç piyasası söylemine dönüşmüş ve enerji alanında bütünleşik yapıda bir iç piyasanın oluşturulması temel hedef durumuna gelmiştir. 1990'lı yıllarda oluşturulması hedeflenen bütünleşik yapıdaki iç enerji piyasasının en önemli hedefleri sürdürülebilirlik, rekabetçilik ve arz güvenliği olarak belirlenmiştir. 1990'lı yıllardan sonra 2007 yılına kadar önemli bir gelişme olmaksızın

gelen enerji politikalarına Lizbon Antlaşması'yla dayanışma boyutu kazandırılmış, enerji etkinliği, ve buna bağlı olarak, enerji tasarrufu boyutlarına daha çok önem verilmeye başlanmıştır. 2007 yılından itibaren Lizbon Antlaşması temelinde ilerleyen AB enerji politikaları son yıllarda yeni ve yenilenebilir teknolojilerin geliştirilmesiyle AB'nin enerjiiyi kendi olanaklarıyla üretmesine odaklanmış, bu sayede kaynak çeşitliliğinin artırılması, dolayısıyla, enerji maliyetlerinin ve fiyatların düşürülmesi, rekabetçiliğın artırılması ve sera gazı salınımlarının azaltılmasına yönelik çalışmalar ön plana çıkmıştır. Bunun yanında, tamamıyla bütünleşik yapıda bir AB enerji piyasasının oluşturulması konusu yukarıda sıralanan çalışma alanlarının tamamı için bir "çatı" niteliğinde önemini korumaktadır.

### **3.2. AB'de Uygulanan Enerji Politikalarının Arz Güvenliğı Açısından Bir Değerlendirmesi**

1951 yılından günümüze dek AB bünyesinde uygulanması önerilen bütün enerji politikaları, aslına bakılacak olursa, doğrudan ya da dolaylı olarak enerji arz güvenliğini etkileyecek politikalarlardır. Bu nedenle, AB enerji politikalarının temel hedefleri arasında enerji arz güvenliğı de sayılmaktadır. 2010'lu yıllarda bu konuda yapılan çalışmalara daha da yoğunluk verilmiştir. Mayıs 2014 tarihinde Avrupa Komisyonu tarafından "Avrupa Enerji Güvenliğı Stratejisi" başlıklı rapor yayımlanmıştır. Bu raporun geçmişte karşı karşıya kalınan enerji arz şokları karşısında AB'nin verdiği tepkilerin ve hâlihazırda takip edilen enerji politikalarının sonuçları temel alınarak enerji alanına ilişkin güçlü ve zayıf yanların göz önünde bulundurulmasıyla hazırlanmış olduğu ifade edilmiştir. Raporunda enerji arz güvenliğine yönelik olarak kısa, orta ve uzun dönemlerde alınması gereken kararlara ya da uygulamaya geçirilmesi gereken somut faaliyetlere zemin teşkil eden alanlar sekiz temel hedef çerçevesinde şekillenmiştir. Bu sekiz temel hedef şunlardan oluşmaktadır (Avrupa Komisyonu, 2014: 3):

- AB'nin enerji arzındaki aksamaların üstesinden gelebilme kapasitesini artırmayı amaçlayan acil eylem planı,
- Risk değerlendirmelerinde koordinasyon gibi yollarla dayanışma mekanizmalarının geliştirilmesi,
- Enerji talebinin kısılması,
- İyi işleyen ve tümüyle bütünleşik yapıda bir iç piyasanın inşa edilmesi,

- AB’de enerji üretiminin artırılması,
- Enerji teknolojilerindeki ilerlemenin devam ettirilmesi,
- Dış tedarikçilerin ve bunlarla ilişkili altyapıların çeşitlendirilmesi,
- Ulusal enerji politikaları arasında koordinasyonun ilerletilmesi ve dış enerji politikasında tüm üye ülkelerin bir ağızdan konuşması.

Günümüze gelindiğinde, Raporda belirlenmiş olan sekiz temel hedefe ulaşmak konusunda AB’nin hangi noktada olduğunun saptanması geçmişten bu yana enerji arz güvenliğine yönelik olarak yapılmış çalışmaların, uygulanmış ve uygulanmakta olan politikaların sonuçlarının değerlendirilmesi açısından çok önemlidir. Bu bağlamda, enerji arz güvenliğine ilişkin değerlendirmeler belirli verilerden yararlanılarak yapılacaktır.

AB, daha önce ifade edilmiş olduğu gibi, fosil yakıt rezervleri bakımından fakir bir coğrafya üzerinde kurulmuştur. 2017 yılı itibariyle dünyadaki toplam kanıtlanmış petrol rezervlerinin %0,3’ü yirmi sekiz AB (AB-28) ülkesine aittir. AB’ye üye olmayan Avrupa ülkesi Norveç’in payı %0,5’tir. Doğal gaz rezervlerine bakıldığında, AB-28 ülkelerinin toplam kanıtlanmış rezervlerinin dünyadaki toplam rezervlerin %0,6’sını oluşturduğu görülmektedir. Bu alanda da Norveç %0,9’luk payla AB-28 toplamından daha fazla doğal gaz rezervine sahiptir. Kömür rezervlerine gelindiğinde, AB-28 toplamının diğer iki fosil yakıtta göre daha iyi durumda olduğunu söylemek mümkündür. 2017 yılı itibariyle, dünyadaki toplam kömür rezervlerinin %7,4’ü AB-28 ülkelerine aittir. AB-28 ülkeleri arasında en fazla kömür rezervine sahip olan ülke ise dünyadaki payı %3,5 olan Almanya’dır (BP, 2018a).

Bilindiği gibi, AB’nin 2008 yılında yayımlanmış ve 2009 yılında yürürlüğe girmiş olan İklim ve Enerji Paketi’ndeki 2020 yılına yönelik hedefleri arasında enerji etkinliğinde gerçekleştirilecek artış yoluyla enerji tüketiminin düşürülmesi ve buna bağlı olarak 2007 yılı düzeyine göre %20 oranında enerji tasarrufu sağlanması da vardır (Avrupa Komisyonu, 2008: 8). Özellikle, 2014 yılında yayımlanmış olan “*Avrupa Enerji Güvenliği Stratejisi*” ve 2015 yılında yayımlanmış olan “*Enerji Birliği Paketi*” adlı çalışmalarda daha yoğun bir biçimde üzerinde durulmakla birlikte, bu tarihten sonra yayımlanmış olan raporlarda da enerji etkinliğinin ve enerji tasarrufunun artırılmasıyla enerji talebinin kısılmasına yönelik bu hedef yer almıştır (Avrupa Komisyonu, 2014: 3; Avrupa Komisyonu, 2015: 5). Bu bağlamda, AB’de enerji tüketiminin seyrine bakılacak olursa, 2006 yılından 2014 yılına kadar enerji tüketiminin kademeli olarak düştüğü görülmektedir.

Ancak 2014 yılından itibaren tekrar artışa geçen AB enerji tüketimi 2017 yılına kadar artmaya devam etmiştir (Eurostat, 2019c). Son birkaç yıldır AB'nin birincil enerji tüketiminde yaşanan bu artışın 2014 yılından sonra Avrupa'da ekonomik büyüme oranlarının artışı, petrol fiyatlarının düşüşü ve kış mevsimlerinin soğuk geçmesi gibi nedenlerle gerçekleşmiş olduğu belirtilmektedir. Bununla birlikte, enerji kaynaklarının ham hâlleriyle kullanılmasını ifade eden birincil enerji tüketimi son yıllarda gerçekleşen bu artışla 2017 yılında 2020 yılı hedefinin %5,3 oranında üzerinde gerçekleşmiştir. Enerji kaynaklarının işlenmesiyle nihaî tüketiciler tarafından kullanılmasını ifade eden nihaî enerji tüketimi ise 2017 yılında 2020 yılı hedefinin %3,3 oranında üzerinde gerçekleşmiştir (Avrupa Komisyonu, 2019e). AB'de enerji tüketimi artmaya devam ederse, 2020 yılı hedefinin tutturulamayacağı görülmektedir. Bir yandan da AB'de birincil enerji üretimi 2006-2016 yılları arasında %14,7 oranında azalmıştır (Eurostat, 2018). Ancak aynı dönemde birincil enerji tüketimindeki azalış %10,54 oranında gerçekleşmiştir (Eurostat, 2019c). Üretimdeki azalış tüketimdeki azalıştan daha büyük olduğu için üretimin tüketimi karşılama oranı %51,21'den %48,83'e düşmüştür.

2017 yılında AB'nin yaptığı toplam birincil enerji tüketimi içerisinde petrolün payı %38,21, doğal gazın payı %23,76, kömürün payı %13,87, nükleer enerjinin payı %11,13, hidroelektriğin payı %4,01 ve diğer yenilenebilir kaynakların toplam payı ise %9,02'dir. Görüldüğü gibi, 2017 yılında AB'nin toplam birincil enerji tüketiminin %75,84'ünü fosil yakıtlar, bunun içerisinde %61,97'lik kısmı da son derece kısıtlı rezervlere sahip olduğu petrol ve doğal gaz oluşturmuştur. Üretimini tümüyle kendi olanaklarıyla yapmış olduğu düşük karbon salınlı kaynaklar olan nükleer enerji, hidroelektrik ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil enerji tüketimi içerisindeki paylarının toplamı ise %24,16 olarak gerçekleşmiştir. 2007 yılında fosil yakıtların birincil enerji tüketimi içerisindeki toplam payı %81,99 (bunun içerisinde %63,99'lük kısım petrol ve doğal gaza ait olmakla beraber), düşük karbon salınlı kaynakların toplam payı ise %18,01 oranlarında gerçekleşmiştir (BP, 2018a). Bu veriler AB'de kaynak çeşitliliği artırılarak petrol ve doğal gaza olan bağımlılıkların düşürülmesi konusunda önemli bir mesafe kat edilemediği anlamına gelmektedir.

2009 yılında yürürlüğe girmiş olan İklim ve Enerji Paketi'nde belirlenen temel hedeflerden bir diğeri yenilenebilir enerji kaynaklarının nihaî enerji tüketimi içerisindeki payının 2020 yılı itibariyle %20 oranında gerçekleştirilmesidir. Nihaî enerji tüketimlerine bakıldığında, 2007 yılında %10,60 düzeyinde olan yenilenebilir enerji kaynaklarının nihaî

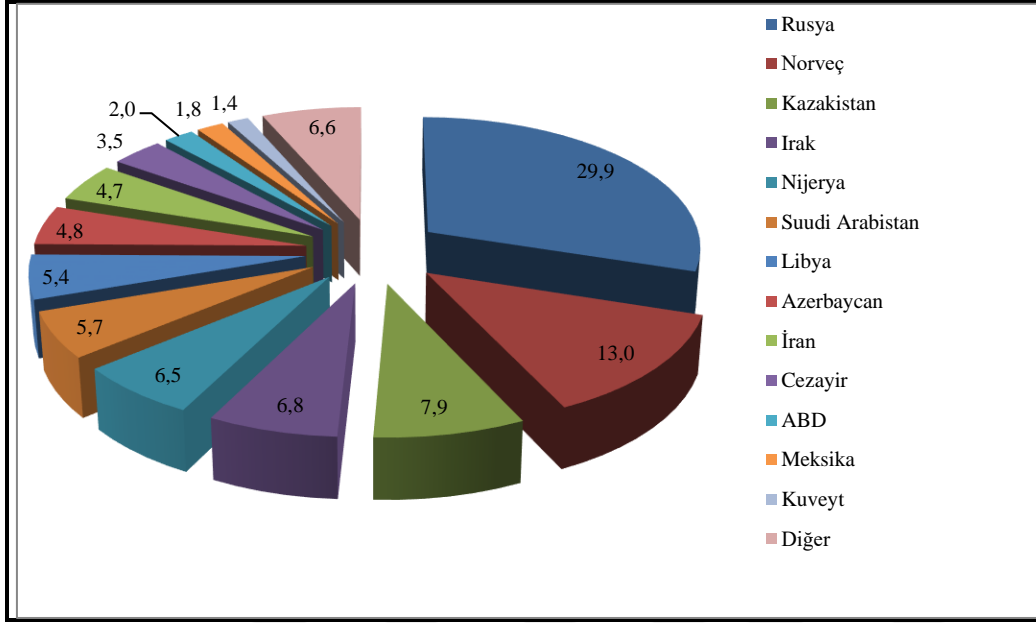
enerji tüketimi içerisindeki payı 2017 yılında %17,52 oranında gerçekleşmiştir (Eurostat, 2019c). Bununla birlikte, 2017 yılında AB toplam elektrik üretiminin %20,49'unu hidroelektrik dışındaki yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak yapmıştır. Elektrik üretiminde en büyük paya sahip olan kaynak %25,27'lik payıyla nükleer enerjidir. Hidroelektriğin payı ise %9,12'dir. Yani AB'de 2017 yılında toplam elektrik üretiminin %54,88'i sera gazı salımları düşük olan enerji kaynakları kullanılarak yapılmıştır. Elektrik üretiminde kömürün payı %21,11 ve doğal gazın payı da %20,04 oranlarında gerçekleşmiştir (BP, 2018a). Ancak, nükleer güç santrallerinin çok büyük riskler barındırdığı ve hidroelektrik santrallerinin de kuruldukları bölgelerde doğal yaşamı olumsuz etkilediği biliniyor olsa da, enerji ithalât bağımlılığının düşürülebilmesi ve kaynak çeşitliliğinin artırılabilmesi adına elektrik üretiminde bu kaynaklardan yüksek oranlarda yararlanılmaya devam edilmektedir.

AB'nin bir yandan fosil yakıt rezervleri bakımından fakir oluşu, bir yandan da birincil enerji tüketimi içerisinde fosil yakıtların oldukça yüksek paylara sahip oluşu, enerji ithalât bağımlılığının yüksek olmasına neden olmaktadır. Dünyadaki en büyük enerji ithalâtçısı olan AB'nin 2017 yılında enerji ithalât bağımlılığı %55,13 oranında gerçekleşmiştir. Bunun anlamı AB'nin enerji ihtiyacının yarısından fazlasını ithalât yoluyla karşılıyor olduğudur. Petrol ve doğal gazda bu oranlar çok daha yüksektir. 2017 yılında AB'nin petrol ürünleri talebinin ithalât bağımlılığı %86,72, doğal gaz talebinin ithalât bağımlılığı %74,32 oranlarında gerçekleşmiştir. Kömür talebinin ithalât bağımlılığı ise diğer iki fosil yakıtı göre oldukça düşük bir oran olan %43,99'dur (Eurostat, 2019c).

Şekil 3.1'de 2017 yılında AB'nin petrol ürünleri ithalâtında tedarikçi ülkelerin payları görülmektedir. AB, %86,72 gibi yüksek bir oranda ithalât bağımlılığıyla karşılanan petrol ürünleri ihtiyacına yönelik olarak çok sayıda ülkeyle ticarî ilişkiler yürütmüştür. Ancak söz konusu ithalâtın %29,9'u sadece Rusya'dan yapılmıştır. Bu konuda Rusya'yı %13'lük payıyla Norveç takip etmiştir. Üçüncü sıradaki Kazakistan'ın payı ise %7,9 olarak gerçekleşmiştir. Dolayısıyla, 2017 yılında AB-28 ülkelerinde toplam petrol ürünleri ithalâtının %50,8'i sadece üç ülkeden yapılmıştır. Geriye kalan çok sayıda ülkenin bu ithalâtındaki payları toplamı %49,2 oranında gerçekleşmiştir (Eurostat, 2019d: 5). AB'de çok yüksek oranda ithalât bağımlılığıyla karşılanabilen petrol ürünleri ihtiyacına ilişkin arz güvenliğinin riske girmemesi bakımından tedarikçilerin mümkün olduğunca çeşitlendirilmiş olduğu görülmektedir. Ancak, yüksek ithalât bağımlılığıyla birlikte birincil enerji kaynakları tüketimi içerisindeki payı da yüksek olan petrol konusunda tedarikçi ülke

paylarının daha dengeli bir yapıya kavuşturulması arz güvenliğini olumlu yönde etkileyecektir.

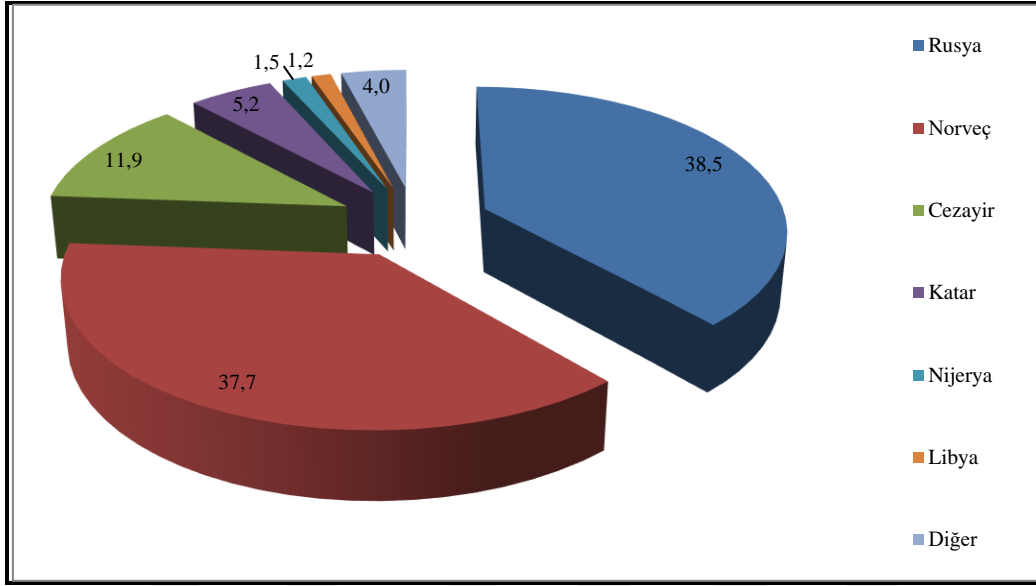
Şekil 3.1. AB'nin Petrol Ürünleri İthalatında Tedarikçi Ülkelerin Payları 2017 (%)



Kaynak: Eurostat (2019d: 5).

Şekil 3.2 ise AB'nin topluluk olarak 2017 yılında yaptığı doğal gaz ithalâtı içerisinde tedarikçi ülkelerin paylarını göstermektedir. AB-28 ülkelerinin toplam doğal gaz ithalâtı içerisinde Rusya ve Norveç'in payları sırasıyla %38,5 ve %37,7 oranlarında gerçekleşmiştir. Bu iki ülkeye %11,9'luk Cezayir'in payı eklendiğinde, 2017 yılında AB doğal gaz ithalâtının %88,1 oranında sadece üç ülkeden yapıldığı görülmektedir. Geriye kalan %11,9'luk oran diğer tedarikçi ülkelerin payları toplamına eşittir. Şekilde görüldüğü gibi, doğal gaz ithalâtı tedarikçi ülke çeşitliliği bakımından da zayıftır. Talebinin ithalât bağımlılığı %74,32 gibi yüksek bir oranda gerçekleşmiş olan doğal gaz bir yandan da, daha önce ifade edilmiş olduğu gibi, birincil enerji tüketimi içerisinde en yüksek paya (%23,76) sahip olan ikinci kaynaktır (Eurostat, 2019d: 4). Tüm bu olumsuz koşullar AB'de doğal gaz arz güvenliğinin düşük olmasına neden olmaktadır. Ancak doğal gaz ithalâtında tedarikçi çeşitliliğini artırmak güç bir iştir. Çünkü dünyadaki toplam doğal gaz rezervlerinin yaklaşık %78'i sadece on ülkenin elindedir (BP, 2018a).

Şekil 3.2. AB'nin Doğal Gaz İthalatında Tedarikçi Ülkelerin Payları 2017 (%)



Kaynak: Eurostat (2019d: 4).

Bununla birlikte, AB'de doğal gaz ithalatında tedarikçi çeşitliliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Özellikle, Rus doğal gazına olan bağımlılığın azaltılmasına yönelik bu çalışmalar daha çok Rusya'nın güneyinde yer alan Hazar Bölgesi'ndeki doğal gaz rezervlerine bir yönelimin doğmasına yol açmıştır. Avrupa'ya Güney Gaz Koridorundan doğal gaz ulaştıracak olan bu proje Trans-Adriyatik Boru Hattı (TAP) Projesi adıyla anılmaktadır. Türkiye'nin Yunanistan sınırında TANAP Projesi'yle<sup>11</sup> birleşecek olan TAP Yunanistan'dan Arnavutluk'a, Arnavutluk'tan da Adriyatik Denizi'ni geçerek İtalya'ya uzanacaktır. Yunanistan'da 550 km, Arnavutluk'ta 215 km, Adriyatik Denizi'nde 105 km ve İtalya'da 25 km olmak üzere TAP toplam 895 km uzunluğa sahip olacaktır. 2019 yılı Mayıs ayı itibariyle bu boru hattının %88,2'si tamamlanmıştır. Bu projeye sadece boru hattı güzergâhı üzerindeki ülkelere değil, Avusturya, Almanya, Fransa, İngiltere, Bulgaristan, Hırvatistan, Karadağ ve Bosna Hersek'e de doğal gaz ulaştırılacaktır. Bu bağlamda, Güney Gaz Koridoru AB enerji politikası açısından önemli bir bileşen hâline gelecektir (TAP, 2019).

Sera gazı salınımlarının düşürülmesi de AB'nin İklim ve Enerji Paketleri'nde yer alan bir diğer hedefdir. 2008 yılında yayımlanmış olan birinci Paket'te bu hedef 2020 yılı itibariyle sera gazı salınımlarının 1990 yılı düzeyine göre en az %20 oranında düşürülmüş olmasıdır (AB Çevre, Kamu Sağlığı ve Gıda Güvenliği Komitesi, 2011: 2). İkinci Paket'te ise 2030 yılı itibariyle yine 1990 yılı düzeyine göre sera gazı salınımlarının en az %40

<sup>11</sup> TANAP Projesi 4. Bölüm'de incelenecektir.



oranında düşürülmüş olması hedeflenmiştir (Avrupa Konseyi 2014: 2). 2016 yılında AB’de sera gazı salınımları 1990 yılı düzeyinin %23,02 oranında altına düşürülmüştür. 2020 yılı hedefinin dört yıl öncesinden önüne geçilmiş olduğunu ifade eden bu düşüş özellikle 2003 yılından itibaren gerçekleşmiştir. 2003-2016 yılları arasında AB’de enerji sektöründen kaynaklanan sera gazı salınımlarındaki düşüş %19,31 oranında gerçekleşmiştir (Eurostat, 2019a). Bu verilere göre, enerji sektöründen kaynaklanan sera gazı salınımlarının düşürülmesine yönelik olarak AB’nin hedefleri doğrultusunda ilerlediği görülmektedir. Hem çevresel duyarlılık bakımından sürdürülebilirlik hedefini doğrudan ilgilendiren hem de düşük karbon salınımlı yerli teknolojilere geçilerek kaynak çeşitliliğinin sağlanması ve arz kesintisi risklerinin azaltılması bakımından arz güvenliği hedefini dolaylı yoldan ilgilendiren sera gazı salınımlarının düşürülmesi konusunda AB’nin önemli bir mesafe kat etmiş olduğunu söylemek mümkündür.

### **3.3. AB Enerji Politikasına İlişkin Bir Ülke Örneği: Almanya’nın “Energiewende<sup>12</sup>” Politikası**

AB’de ortak enerji politikasının geliştirilmesi aşamasında Almanya’nın stratejik bir önemi olmuştur. Zira, 2017 yılında dünyadaki toplam birincil enerji tüketiminin %2,5’ini, AB’nin toplam birincil tüketiminin ise %17,01’ini yapmış olan Almanya, hâlen, AB’de en fazla enerji tüketen ülkedir (BP, 2018a). Bu cümlede “*hâlen*” ibaresinin yer alması Almanya’da uzun yıllardır enerji politikasının temel hedeflerinden birinin enerji etkinliğini artırarak enerji tüketimini düşürmek olmasından kaynaklanmaktadır. Almanya’da 2020 yılı itibariyle enerji tüketiminin 2008 yılı düzeyine göre %20, 2050 yılı itibariyle ise %50 oranlarında düşürülmüş olması hedeflenmektedir (Federal Dışişleri Bakanlığı, 2019). Aynı zamanda, Avrupa’nın en fazla enerji ithalatı yapan ülkesi de Almanya’dır (Eurostat, 2019c). Avrupa Toplulukları’nın 1950’li yıllardan bu yana en önemli aktörlerinden biri (belki de en önemlisi) olan Almanya’da (Duffield ve Westphal, 2011: 169) enerji politikaların bugünkü hâline nasıl geldiğinin ve bugün nasıl bir yapıya sahip olduğunun incelenmesi Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkenin enerji politikalarına yönelik çıkarımlar yapmak adına gereklidir.

<sup>12</sup> Energiewende, Almanca’da “enerji geçişi” ya da “enerji dönüşüm noktası” anlamında kullanılmaktadır (Beveridge ve Kern, 2013: 4). Almanya’nın güncel enerji politikası tüm dünyada bu isimle anıldığı için burada da aynı isimle yer verilmiştir.

### 3.3.1. Energiewende Öncesi

1960'lı yılların sonlarına yaklaşıırken 1955 yılından beri devam eden Vietnam Savaşı'na karşı tepkiler artmış, tüm dünyada "68 Kuşağı" adı verilen gençlik hareketi doğmuştur. İlk olarak savaş karşıtlığı paydasında buluşmuş olan bu büyük kitle, 1970'li yıllara gelindiğinde daha çok ekolojik meseleler konusundaki hassasiyetleriyle ön plana çıkmışlardır. Tüm dünyada olduğu gibi, Almanya'da da gün geçtikçe artan bu çevresel duyarlılık birtakım baskı gruplarının oluşmasını sağlamıştır. Batı Almanya hükümetinin çevre ve enerji politikalarını etkilemeye başlayan bu grupların ortak noktalarından bir tanesi de nükleer enerji karşıtlığı olmuştur (Hake, Fischer, Venghaus ve Weckenbrock, 2015: 535). Böylece 1970 yılında kapsamlı bir çevre koruma programı kabul edilmiştir. Hava, su ve gürültü kirliliğinin denetlenmesi, atıkların yok edilmesi, kimyasallara karşı mücadele ve doğanın korunmasına yönelik çalışmaları kapsayan bu program çerçevesinde 1971 yılının Eylül ayında Federal Hükümet tarafından Çevre Programı yürürlüğe konmuştur. Program metninde çevre koruma faaliyetlerinin finansal yönden destekleneceğine, çevresel duyarlılıklara yönelik teknolojik faaliyetlerin yürütüleceğine ve uluslararası bir mutabakatla çevre koruma çalışmalarının sürdürülmesi gerekliliğine vurgu yapılmıştır (Weidner, 1995: 4-5).

1980 yılında Meclis tarafından "Gelecekte Nükleer Enerji Politikası" konusunda görevlendirilen Soruşturma Kurulu'nun yaptığı çalışmaların sonucunda çoğunluğun görüşüyle şu yargıya varılmıştır (Hake, vd., 2015: 536): "Eğer enerji talebi azaltılabilir ve alternatif enerji kaynakları geliştirilebilirse, Batı Almanya'da nükleer güç kullanımına gerek yoktur." 1986 yılında yaşanan Çernobil Faciası'yla Almanya'da toplumun her kesiminde nükleer güç santrallerinin kapatılması yönünde bir fikir birliği oluşmuştur. Alman toplumunun ilk defa doğrudan radyasyona maruz kalışı nükleer enerji karşıtı tepkileri körüklemiş, nükleer enerjinin emniyetli ve iktisadî enerji arzı için iyi bir seçenek olmadığı yönündeki görüşün yaygınlaşmasını sağlamıştır. Bu durum nükleer güç santrallerinin kapatılması düşüncesine zemin hazırlamıştır. Alman toplumunda ortaya çıkan kitlesel tepkiler sonucu Bavyera kentinin Wackersdorf beldesinde açılması planlanan nükleer enerjinin işlenmesi çalışmalarının yürütüleceği fabrikaya yönelik hazırlıklar durdurulmuştur (von Hirschhausen, 2018: 28-29).

1990'lı yıllara gelindiğinde, Almanya'da iklim değişimi konusu ön plana çıkmıştır. Kömür madenciliği ve kömürün bir yakıt olarak kullanılması yoğun tartışmalara yol

açmıştır. Ancak, aslına bakılacak olursa, Almanya'daki geleneksel taşkömürü endüstrisiyle ilgili sorun o yıllarda daha çok çevresel değil, iktisadî bir sorundur. Çünkü Almanya'da üretilen kömür Polonya ya da Avustralya'dan ithal edilen kömüre göre çok daha maliyetli bir hâle gelmiştir. Bir yandan da sivil toplum örgütlerinin ve çevreci aktivistlerin artan çevresel duyarlılıklarıyla birlikte Almanya'da kömür endüstrisi 1985 yılından itibaren gerilemeye başlamıştır (Renn ve Marshall, 2016: 5). Bu nedenle, 1990'lı yıllar Almanya'da iklim politikalarının yükselişe geçtiği dönem olarak bilinmektedir (von Hirschhausen, 2018: 30). 1990-1998 yılları arasında Almanya'da enerji politikasının en önemli hedeflerinden biri elektrik piyasasında yenilenebilir kaynak kullanımının yaygınlaştırılması olmuştur (Hake, vd., 2015: 538). Sonuç olarak, ilk defa 1991 yılında yenilenebilir kaynaklara yönelik Elektrik Destekleme Kanunu (Feed-in Law) çıkarılmıştır. Bu kanunla yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak yapılan elektrik üretimi için hükümet tarafından Sabit Tarifeli Alım Garantisi (Feed-in Tariff, FIT) verilmiştir. Bu kapsamda belirlenen fiyat destekleri bir önceki yıl yapılan tüm elektrik satışlarından elde edilen, tüm tüketiciler tarafından ödenmiş olan ortalama fiyat gibi, belirli bir gelir ortalamasının yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Bir önceki yılın ortalama fiyatına uygulanan en yüksek oranlı (%90 oranında) fiyat destekleri rüzgâr ve güneş enerjisi santrallerine yapılmıştır (IEA, 2019b). Kısacası bu uygulama altında Almanya'daki enerji kuruluşlarına yenilenebilir enerjiye dayalı üretim yapan santrallerden elektriği bir önceki yılın ortalama fiyatlarına göre belirli oranlarda daha yüksek olan fiyatlardan satın alma zorunluluğu getirilmiştir. Böylece yatırımcılar için yenilenebilir enerji kaynaklarının cazibesinin artırılması hedeflenmiştir (Kuittinen ve Velte, 2018: 6).

Sonrasında 1998 yılında Almanya'da yaşanan iktidar değişikliğiyle sürdürülebilir kalkınma vurgusu yapılarak enerji politikasında yeni düzenlemeler yapılması planlanmıştır. Yeni düzenlemelerin temelini arz güvenliği, iktisadî etkinlik ve çevresel duyarlılık oluşturmuştur. Bu çerçevede iklim değişimine karşı mücadele, enerji etkinliğinin artırılması, yurtiçi taşkömürü ve linyit kaynaklarının kullanımı, daha liberal bir enerji piyasasının yaratılmasıyla bu piyasada rekabetçiliğin artırılması, yenilenebilir enerji kaynağı kullanımının yaygınlaştırılması ve Avrupa'nın tamamında enerji şirketlerine yönelik olarak haksız rekabetin ortadan kaldırılması öncelikleri belirlenmiştir (Renn ve Marshall, 2016: 5).

1998 yılından itibaren uygulamaya konulan bu program, nükleer güç santrallerinin aşamalı olarak kapatılmasını ve 2022 yılı itibariyle Almanya'da nükleer enerji üretiminin

tamamıyla ortadan kaldırılmasını öngören, hükümetle enerji kurumları arasında 2000 yılında varılan anlaşmayla tamamlanmıştır (IEA, 2007a: 8). Bu anlaşmanın sonucu olarak yine 2000 yılında Alman Yenilenebilir Enerji Yasası yürürlüğe girmiştir.

Yasa'nın hedefi, temel olarak, iklimin ve çevrenin korunması olmuştur. İklim ve çevre koruma hedefine ise yenilenebilir enerji üretiminin artırılmasıyla ulaşılması öngörülmüştür. Yenilenebilir enerjiye ilişkin yapılacak düzenlemelerin gerçekleştirilebilmesi için iki temel koşul belirlenmiştir. Bunlardan ilki, enerji şebekesi operatörlerinin yenilenebilir enerji üreticilerine erişim imkânı sağlaması ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretimine erişim önceliği tanınmasıdır, yani diğer kaynaklarla yapılan elektrik üretimi karşısında yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretiminin tüketilmesine öncelik verilmesidir. İkincisi ise yenilenebilir enerji üreticilerine piyasada oluşan fiyatların üzerindeki fiyatlardan ödeme yapılmasının garanti altına alınması, yani Sabit Tarifeli Alım Garantisi verilmesidir. Sabit Tarifeli Alım Garantisi, 1991 yılında çıkmış olan Elektrik Destekleme Kanunu'nda olduğu gibi, çoğu yenilenebilir enerji tesisinin iktisadî bakımdan avantajlı olmaması nedeniyle yenilenebilir enerji payının artırılmasına yönelik bir teşvik olarak sunulmuştur (Inhoffen, Siemroth ve Zahn, 2018: 5).

1991 yılında yürürlüğe girmiş olan Elektrik Destekleme Kanunu'nun yerine geçen bu yasada, görüldüğü gibi, yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik üretimini destek fiyatlarından alım zorunluluğu enerji kuruluşlarından şebeke operatörlerine geçmiştir. 2000 yılında yürürlüğe girmiş olan yasada da farklı tiplerdeki yenilenebilir enerji teknolojilerine, üretim maliyetlerine bağlı olarak, farklı oranlarda fiyat destekleri uygulanmıştır (IEA, 2019b). Bu konuda en yüksek fiyat destekleri bir kilo Watt saat (kWh) elektrik üretimi başına en az €50,62 cent ile güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesine verilmiştir. Ancak yasa metnine göre 1 Ocak 2002 tarihinden itibaren bu destekleme fiyatının yıllık %5 oranında düşürüleceği belirtilmiştir. Sonrasında, 500kW'tan küçük biyokütle enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesine sahip tesislere kWh başına en az €10,23 cent, 500 kW ile 5 mega Watt (MW) arası kurulu güç kapasitesine sahip tesislere en az €9,21 cent ve 5 MW'tan büyük kurulu güç kapasitesine sahip tesislere en az €8,7 cent destekleme fiyatları verilmiştir. Biyokütle enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi tarafından yapılacak elektrik üretimine verilen bu destekleme fiyatlarında da 1 Ocak 2002 tarihinden itibaren yıllık %1 oranında indirim yapılacağı ifade edilmiştir. Üçüncü sırada rüzgâr enerjisi gelmektedir. Rüzgâr enerjisine dayalı kurulu kapasitesince üretilen elektriğe kWh başına en az €9,1 cent

destekleme fiyatı verilmesine ve yine 1 Ocak 2002 tarihinden itibaren bu fiyatta yıllık %1,5 oranında indirim yapılmasına karar verilmiştir. Dördüncü sıradaki jeotermal enerjide 20 MW'tan küçük kurulu güç kapasitesine sahip tesislerde yapılan elektrik üretimine kWh başına en az €8,95 cent, 20MW'tan büyük kurulu güç kapasitesine sahip tesislerde yapılan elektrik üretimine ise kWh başına en az €7,16 cent destekleme fiyatı verileceği belirtilmiştir (Çevre, Doğayı Koruma ve Nükleer Güvenlik Federal Bakanlığı, 2000: Kısım 5,6,7,8). Birbirinden farklı kurulum ve işletim maliyetlerine sahip olan bu yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen fiyat desteklerinin de birbirinden farklı oluşunun ve bu fiyatlar üzerinden yıllık farklı oranlarda indirimler yapılacak oluşunun altında yatan düşünce bütün bu yenilenebilir kaynaklara dayalı kurulu güç kapasitelerinin dengeli bir biçimde büyümesinin amaçlanmasıdır (IEA, 2019c). Ayrıca, üreticilerin yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretimini zaman içerisinde daha düşük maliyetlerle gerçekleştirmeleri için bir motivasyon sağlanması da önemli bir noktadır. Bununla birlikte, güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin diğer yenilenebilir kaynaklara göre çok daha yüksek bir fiyatla desteklenmesi dikkat çekicidir. Güneş enerjisine dayalı elektrik üretimine ilişkin kurulum maliyetlerinin o yıllarda diğer kaynaklara göre çok daha yüksek oluşu, böyle bir durumu ortaya çıkarmıştır.<sup>13</sup>

Yirmi birinci yüzyılın ilk on yılı sona ererken Almanya'da uzun dönemde enerji arzının büyük bölümünü yenilenebilir kaynakların oluşturmasına yönelik alınan karar 2010 yılının Eylül ayında yayımlanmış olan "*Enerji Konsepti*" başlıklı çalışmayla resmen ilân edilmiştir (IEA, 2013a: 26). Bu Konsept'te yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılmasına, enerji etkinliğinin artırılmasına ve CO<sub>2</sub> salınımlarının düşürülmesine yönelik olarak belirlenen hedefler ortaya konmuştur (Kuittinen ve Velte, 2018: 7). Bu hedefleri şu biçimde sıralamak mümkündür (Çevre, Doğayı Koruma ve Nükleer Güvenlik Federal Bakanlığı, 2010: 4-5):

- Sera gazı salınımlarının 1990 yılı düzeyine göre; 2020 yılı itibariyle %40, 2030 yılı itibariyle %55, 2040 yılı itibariyle %70 ve 2050 yılı itibariyle %80-%95 arası oranlarda azaltılması,

<sup>13</sup> Çalışmanın ikinci bölümünde yer alan Şekil 2.6'da 2010-2017 yılları arasında yenilenebilir enerji kaynaklarının LCOE'lerindeki değişimleri görmek mümkündür. Şekil 1.6'ya göre, 2010 yılında güneş enerjisine dayalı teknolojilerde LCOE diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının LCOE'lerinden oldukça yüksektir. 2000 yılına ilişkin böyle bir hesaplama mevcut değildir. Ancak aradaki bu farkın daha da yüksek olduğu tahmin edilmektedir.

- Nihai enerji tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının 2030 yılı itibariyle %30, 2040 yılı itibariyle %45 ve 2050 yılı itibariyle %60 oranlarında paya sahip olması (Çevre, Doğayı Koruma ve Nükleer Güvenlik Federal Bakanlığı, 2010: 5),
- Birincil enerji tüketiminin 2008 yılı düzeyine göre; 2020 yılı itibariyle %20, 2050 yılı itibariyle %50 oranlarında düşürülmesi (Çevre, Doğayı Koruma ve Nükleer Güvenlik Federal Bakanlığı, 2010: 5),
- Binalarda enerji performansının artırılmasına yönelik olarak gerçekleştirilen yenileme oranının yıllık %1'den %2'ye yükseltilmesi (Çevre, Doğayı Koruma ve Nükleer Güvenlik Federal Bakanlığı, 2010: 5).

Bunların yanında, 2050 yılı itibariyle CO<sub>2</sub> salınımının %80 oranında azaltılması da bir diğer hedef olarak belirtilmiştir (Çevre, Doğayı Koruma ve Nükleer Güvenlik Federal Bakanlığı, 2010: 16). Ancak diğer yandan, 2000 yılında yürürlüğe girmiş olan Yenilenebilir Enerji Yasası'yla kabul edilmiş olan nükleer enerji üretiminin tamamıyla ortadan kaldırılması hedefi bu Konsept ile rafa kaldırılmıştır (Hake, vd., 2015: 541). Konsept'te bu tür bir iklim değişikliğiyle mücadelenin ve yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılmasının hem uzun bir zaman alacağı hem de iktisadî bakımdan etkin bir biçimde yapılandırılması gerekeceği belirtilmiştir. Bu nedenle, söz konusu dönemde Almanya'da elektrik üretiminde en fazla kullanılan kaynaklardan biri olan nükleer enerjiden bir süre daha yararlanılmasının söz konusu geçiş sürecinde bir köprü görevi göreceği ileri sürülmüştür. Bu çerçevede ülkede var olan nükleer güç santrallerinde iyileştirmeler yapılarak ömürlerinin uzatılmasına karar verilmiştir (Çevre, Doğayı Koruma ve Nükleer Güvenlik Federal Bakanlığı, 2010: 14-15). Ancak işler tam olarak planlandığı gibi gitmemiştir. 2011 yılında Japonya'da yaşanan nükleer santral kazası Almanya'da nükleer güç santrallerine ilişkin planların değişmesine neden olmuştur.

### 3.3.2. Energiewende Sonrası

Almanya'da 2010 yılının Eylül ayında ilân edilmiş olan Enerji Konsepti'nden sonra 2011 yılının yaz mevsimine kadar geçen sürede enerji politikası konusunda önemli gelişmeler yaşanmıştır. Bu gelişmelerin tetikleyicisi ise 11 Mart 2011 tarihinde Japonya'nın Fukushima Daichi nükleer güç santralinde yaşanan kazadır. Bu tarihte gerçekleşen deprem ve sonrasında doğu kıyılarını vuran tsunami söz konusu nükleer güç

santralinin yer aldığı bölgede elektriğin kesilmesine yol açmıştır. Santralin bu tür acil durumlarda elektrik arzını sağlayan sistem de arızalanmış ve üç reaktörün çekirdeklerinde erime meydana gelmiştir. Bu erimeler ve ortaya çıkan patlamalar sonucu önemli miktarda radyoaktif madde havaya karışmıştır (von Hirschhausen, 2018: 36). Japonya’da yaşanmış olan bu nükleer santral kazasından üç gün sonra, 14 Mart 2011 tarihinde Almanya’da hükümet tarafından nükleer güç santrallerine ilişkin açıklama yapılmıştır. Bu açıklamada iyileştirmeler yapılarak ömrü uzatılması planlanan nükleer güç santrallerinin tekrar açılışlarının üç ay kadar ertelendiği duyurulmuştur. Bu üç aylık sürede Almanya’da yenilenebilir enerji kaynaklarının nasıl daha hızlı bir biçimde yaygınlaştırılabileceğine yönelik çalışmalar yapılacağı belirtilmiştir (Almanya Federal Hükümeti, 2019). 2000 yılında yürürlüğe girmiş olan Yenilenebilir Enerji Yasası’yla faaliyetlerine son verilmiş olan ve bu kapsama dâhil edilerek üç ay sonra faaliyetlerine devam edeceği ilân edilen yedi nükleer güç santrali bir daha hiç açılmamıştır (von Hirschhausen, 2018: 36). Böylece Almanya’da enerji politikası bakımından yeni bir döneme girilmiştir.

2011 yılında Almanya’da nükleer enerjinin tamamıyla ortadan kaldırılması, enerji etkinliğinin artırılması, bu etkinlik artışıyla elektrik üretiminde fosil yakıtlardan yararlanma oranının düşürülmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması ve CO<sub>2</sub> salınımlarının düşürülmesi hedefleri yeniden resmîyet kazanmıştır. Enerji alanında girilen bu sürece “*enerji geçişi*” anlamına gelen “*energiewende*” adı verilmektedir (Beveridge ve Kern, 2013: 9-10). Energiewende Almanya’nın düşük karbon salımlı bir enerji sistemine ulaşmayı amaçlayan uzun dönemli ulusal stratejisini ifade etmektedir. Bu stratejinin iki temel noktası yenilenebilir enerji ve enerji etkinliğidir. Bu nedenle, Energiewende’nin başarısı araştırma ve geliştirme faaliyetleri yoluyla gerçekleştirilmesi planlanan teknolojik inovasyonlara bağlıdır (Kuittinen ve Velte, 2018: 19). Çünkü yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşması da, enerji etkinliğinin artırılması da ancak teknolojik ilerlemelerle gerçekleştirilmesi mümkün olabilecek gelişmelerdir.

Almanya’da 2011 yılında girilen bu yeni sürecin hedefleri şu biçimde sıralanmaktadır (İktisadî İşler ve Çevre Federal Bakanlığı, 2019):

- 2025 yılı itibariyle elektrik tüketiminin %40-%45 arası bir oranda yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak karşılanması,
- 2022 yılı itibariyle kalan tüm nükleer güç santrallerinin kapanmış olması,

- 2030 yılı itibariyle sera gazı salınımlarının 1990 yılı düzeyine göre %55 oranında azaltılması,
- 2050 yılı itibariyle birincil enerji tüketiminin 2008 yılı düzeyine göre %50 oranında düşürülmesi.

Görüldüğü gibi, Almanya'nın güncel enerji politikası bir yandan enerji tüketimi düşürülerek, bir yandan da yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yaygınlaştırılarak hem enerjide ithalât bağımlılığının düşürülmesine hem de sera gazı salınımları azaltılarak iklim değişikliğine karşı mücadeleye dayanmaktadır. Günümüze gelindiğinde, belirlenen bu hedefler bakımından hangi noktaya ulaşıldığının saptanması birtakım verilerin incelenmesiyle mümkün olmaktadır.

Öncelikle yenilenebilir enerji kaynaklarının durumuna bakılacak olursa, elektrik üretimi içerisinde hidroelektrik dışındaki diğer yenilenebilir kaynakların payının 2011-2017 yılları arasında %17,35'ten %30,28'e yükselmiş olduğu görülmektedir. Hidroelektrik de dâhil edildiğinde aynı dönemde bu oran %20,23'ten %33,29'a yükselmiştir. Nükleer güç santrallerinde yapılan elektrik üretiminin Almanya'daki toplam elektrik üretimi içerisindeki payı ise %17,61'den %11,60'a düşmüştür. 2050 yılı itibariyle, 2008 yılı düzeyine göre %50 oranında düşürülmesi hedeflenen birincil enerji tüketimi söz konusu altı yıllık süreçte %0,13 oranında düşürülmüştür (BP, 2018a). Son olarak, enerji sektöründen kaynaklanan sera gazı salınımlarına bakıldığında, bu değer 1990 yılı düzeyine göre 2017 yılı itibariyle %26,14 oranında azaltılmış olduğu görülmektedir (Eurostat, 2019c).

Bu veriler incelendiğinde, nükleer güç santrallerinin 2022 yılı itibariyle tamamıyla kapatılmış olması ve birincil enerji tüketiminin düşürülmesi hedeflerine Almanya'nın henüz oldukça uzak olduğunu söylemek mümkündür. Bunun yanında, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması ve sera gazı salınımlarının azaltılması hedefleri bakımından Almanya'nın önemli mesafe kat ettiği görülmektedir. Aslında, birbiriyle doğrudan bağlantılı olan bu iki hedeften yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılmasına daha da ivme kazandırılması hâlinde sera gazı salınımları da daha hızlı bir biçimde azalacaktır. Yaygınlaşan yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin teknolojilerin ilerletilmesi ise enerji etkinliğini artıracak, birincil enerji tüketimi de daha yüksek oranlarda düşürülebilecektir. Nükleer güç santrallerine olan ihtiyaç da ancak bu yolla ortadan kalkacaktır. Kısacası, bütün bu hedefleri gerçekleştirmenin yolu, doğrudan ya



da dolaylı olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının hangi hızla yaygınlaştırılacağına ve bu kaynaklara ilişkin teknolojik ilerlemelere bağlıdır. Böylece, AB enerji politikası ve AB içerisinde iyi bir örnek olan Almanya enerji politikası incelenmiş olmaktadır. AB üyeliğine aday bir ülke olarak Türkiye'nin enerji politikalarının temel hedefi bu politikalara uyum sağlamaktır. Dolayısıyla, Türkiye'de uygulanan enerji politikalarının değerlendirilmesi yapılmadan önce AB enerji politikalarının detaylı biçimde ortaya konmuş olması, Türkiye'deki politikaların daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.



## 4. TÜRKİYE'DE ENERJİ POLİTİKALARI VE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ

AB üyeliğine aday bir ülke olarak Türkiye'nin enerji politikasına AB enerji politikası ile uyumlu bir biçimde yön vermesi gerekmektedir. Ancak Türkiye ile AB arasındaki müzakerelerde Enerji Faslı henüz hiç açılmamıştır (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, 2019). Bu bölümde enerji politikasını AB enerji politikası paralelinde şekillendiren Türkiye için enerji arz güvenliğine yönelik bir değerlendirme yapılması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, öncelikle, Türkiye'de uygulanan enerji politikaları enerji kaynakları özelinde incelenecektir. Sonrasında, AB bölümünde olduğu gibi, Türkiye'nin enerji arz güvenliği bakımından gelmiş olduğu noktaya ilişkin genel bir değerlendirme yapılacaktır.

### 4.1. Türkiye'nin Enerji Politikası

Türkiye'nin enerji politikasına ilişkin olarak iki kurumun birbirleriyle tutarlı, fakat farklı biçimlerde ifade edilmiş çeşitli hedef ve unsurlar ortaya koydukları görülmektedir. Bu kurumları Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) ve Dışişleri Bakanlığı olarak sıralamak mümkündür. Türkiye'de enerji politikası genel hatlarıyla AB enerji politikasına uyumlu olarak belirlenmiş olduğundan dolayı, öncelikle Türkiye Cumhuriyeti Avrupa Birliği Bakanlığı'nın ifadelerine yer verilecek olursa, Türkiye'de enerji politikasının temel hedeflerinde enerji arz güvenliği tanımında yer alan kavramlar dikkat çekmektedir. Avrupa Birliği Bakanlığı'na göre, Türkiye'de enerji politikasının temel hedefleri “*enerjinin ekonomik büyümeyi gerçekleştirecek ve sosyal gelişmeyi destekleyecek şekilde, zamanında, yeterli, güvenilir, rekabet edilebilir fiyatlardan, çevresel etki de göz önüne alınarak temin edilmesidir.*” (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı, 2017). Görüldüğü gibi, bu hedefler içerisinde yer alan “*zamanında*”, “*yeterli*”, “*güvenilir*”, “*rekabet edilebilir fiyatlar*” ve “*çevresel etki*” kavramları enerji arz güvenliği tanımında da yer verilen kavramlardır. Bu nedenle enerji politikasının hedeflerine ulaşıp ulaşmadığının incelenmesi Türkiye'nin enerji arz güvenliği konusunda hangi aşamaya ulaştığını da gösterecektir. Yine aynı bakanlık tarafından Türkiye'de enerji politikasının temel öncelikleri şu biçimdedir (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı, 2017):

- Maliyet, zaman ve miktar yönünden enerjinin tüketiciler için erişilebilir olması,
- Serbest piyasa uygulamaları içinde kamu ve özel kesim olanaklarının harekete geçirilmesi,
- Dışa bağımlılığın azaltılması,
- Enerji alanında ülkemizin bölgesel ve küresel etkinliğinin artırılması,
- Kaynak, güzergâh ve teknoloji çeşitliliğinin sağlanması,
- Yenilenebilir kaynakların azami oranda kullanılmasının sağlanması,
- Enerji verimliliğinin artırılması,
- Enerji ve tabii kaynakların üretiminde ve kullanımında çevre üzerindeki etkilerin en aza indirilmesi.

Türkiye enerji konusunda ithalât bağımlısı bir ülkedir. Bu nedenle; enerji talebindeki artışlar ve ithalât bağımlılığı göz önünde bulundurularak enerji arz güvenliğine yönelik faaliyetlere öncelik verilmesinin, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi amacıyla enerji piyasalarındaki her aşamada çevresel kaygıların dikkate alınmasının, yapılacak reformlarla ve liberalleşmenin sağlanmasıyla şeffaf ve rekabetçi enerji piyasaları oluşturularak verimliliğin artırılmasının ve çeşitli kaynaklar kullanılarak yapılacak enerji üretimi teknolojilerine yönelik AR-GE faaliyetlerinin artırılmasının enerji stratejisinin temel unsurları olduğu ifade edilmiştir. Bunların gerçekleştirilebilmesi için ithalât bağımlılık oranları yüksek olan petrol ve doğal gaz konusunda kaynak ve güzergâh çeşitlendirmesine gitmek, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanmak, enerji verimliliğini artırmak ve nükleer kaynaklarla enerji üretimi yapmak biçiminde amaçlar belirlenmiştir (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, 2019).

ETKB tarafından 2014 yılında yayımlanmış olan 2015 – 2019 Stratejik Planı'nda ise Türkiye'nin enerji stratejisinin çatısını "*sürdürülebilirlik*" kavramı oluşturmaktadır. Bu çatı altında 8 temaya yer verilmiş ve 2015 – 2019 yılları arasında gerçekleştirilmek üzere 16 amaç ve bu amaçlara ilişkin olarak ilgili kurumlar, müdürlükler ve daire başkanlıklarının koordinatörlüklerinde ulaşılması planlanan 62 hedef belirlenmiştir (ETKB, 2014). Söz konusu 8 tema ve 16 amaç şunlardan oluşmaktadır (ETKB, 2014: 121-129):

- Tema 1: Enerji Arz Güvenliği
  - Amaç 1: Güçlü ve Güvenilir Enerji Altyapısı
  - Amaç 2: Optimum Kaynak Çeşitliliği
  - Amaç 3: Etkin Talep Yönetimi

- Tema 2: Enerji Verimliliği ve Enerji Tasarrufu
  - Amaç 4: Enerjisini Verimli Kullanan Bir Türkiye
  - Amaç 5: Enerji Verimliliğine ve Tasarrufuna Yönelik Gelişmiş Kapasite
- Tema 3: İyi Yönetişim ve Paydaş Etkileşimi
  - Amaç 6: Kurumsal Kapasitesi Güçlü Bir Bakanlık
  - Amaç 7: Bilgi Teknolojilerini Etkin Kullanan Bir Bakanlık
  - Amaç 8: Koordinasyon Gücü Yüksek Bir Bakanlık
- Tema 4: Bölgesel ve Uluslararası Etkinlik
  - Amaç 9: Bölgesel Enerji Piyasalarına Entegre Bir Türkiye
  - Amaç 10: Uluslararası Arenada Güçlü Bir Aktör
- Tema 5: Teknoloji, AR-GE ve İnovasyon
  - Amaç 11: Enerji ve Doğal Kaynaklarda Yerli Teknoloji
  - Amaç 12: Sonuç Odaklı Bir AR-GE Yaklaşımı
- Tema 6: Yatırım Ortamının İyileştirilmesi
  - Amaç 13: Rekabetçi ve Şeffaf Piyasalar
  - Amaç 14: İyileştirilmiş Yatırım Süreçleri
- Tema 7: Hammadde Tedarik Güvenliği
  - Amaç 15: Enerji Dışı Hammadde Tedarik Güvenliği
- Tema 8: Verimli ve Etkin Hammadde Kullanımı
  - Amaç 16: Enerji Dışı Doğal Hammaddeleri Verimli ve Etkin Kullanmak

Bu 8 tema içerisinde ilk sırada enerji arz güvenliği gelmektedir. Enerji arz güvenliği teması altında ise 3 amaç belirlenmiştir. Bu amaçların her birine ilişkin olarak çeşitli alt hedefler vardır. Birinci sırada yer verilmiş olan Güçlü ve Güvenilir Enerji Altyapısı amacına ilişkin olarak Enerji İşleri Genel Müdürlüğü'nün (EİGM) koordinatörlüğünde ulaşılmaya planlanan iki hedef konmuştur. Birincisi, doğal gazın depolanmasına yöneliktir. Buna göre, uzun dönemde, yıllık doğal gaz ihtiyacının %20'sini karşılayacak kapasiteye sahip depolama olanağı olan yatırımlara yönelik adım atılması ve 2019 yılının sonu itibariyle yıllık doğal gaz tüketiminin en az %10'u düzeyinde bir depolama olanağına sahip olunması hedeflenmiştir. İkincisi, elektrik enerjisi ve doğal gaz iletim sistemi içerisinde herhangi bir parçanın arızalanması ihtimaline karşı, arz kesintisi yaşanmaması adına gerekli önlemlerin alınmasıdır. Enerji arz güvenliği teması altındaki ikinci amaç Optimum Kaynak Çeşitliliğidir. Bu amaca ilişkin olarak ise 11 hedef belirlenmiştir. Birinci hedef, 2019 yılının sonu itibariyle yerli kömür kullanılarak yapılan

elektrik üretiminin 60 milyar kWh düzeyine çıkarılmasıdır. Bu amaç altında belirlenmiş olan hedeflerden ikincisi, hâlihazırda mevcut olan yerli kömür kaynaklarının elektrik enerjisi yatırımlarında değerlendirilmesi ve yeni kaynakların bulunmasına yönelik faaliyetler yürütülmesidir. Bu iki hedefe EİGM'nin koordinatörlüğünde ulaşılması planlanmaktadır. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün (YEGM) koordinatörlüğünde ulaşılması planlanan üçüncü hedef, birincil enerji arzında ve elektrik enerjisi arzında yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırmaktır. Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı'nın (NEPUD) koordinatörlüğünde ulaşılması planlanan dördüncü hedef, elektrik üretiminde nükleer enerjiden de yararlanmaktır. Beşinci ve altıncı hedefler Petrol İşleri Genel Müdürlüğü'nün (PİGM) koordinatörlüğünde ulaşılması planlanan hedeflerdir. Bunlar, Türkiye'nin yurtiçi ve yurtdışı ham petrol üretiminin tüketimi karşılama oranının %13,6'ya yükseltilmesi ve kaya gazı gibi hidrokarbon potansiyellerinin ortaya çıkarılmasıdır. Yedinci hedef, kendilerinden doğal gaz ithalâtı yapılan tedarikçi ülke çeşitliliğinin ve bu ithalâta kullanılan güzergâh çeşitliliğinin artırılmasıyla tedarikçi ülke ve güzergâh dağılımında belli bir denge yakalamaktır. Bu hedefe AB ve Dış İlişkiler Dairesi Başkanlığı'nın (DİAB) koordinatörlüğünde ulaşılması planlanmıştır. PİGM'nin koordinatörlüğünde ulaşılması planlanan sekizinci hedef, 2019 yılının sonuna kadar petrol ve doğal gaza yönelik arama ve üretim çalışmalarını artırmaktır. Dokuzuncu hedef, EİGM'nin koordinatörlüğünde ulaşılması planlanan hedeflerden bir diğeridir. Buna göre, 2019 yılı sonu itibarıyla elektrik üretiminde doğal gaz payının %38'e indirilmiş olması hedeflenmiştir. PİGM koordinatörlüğünde ulaşılması planlanan bir diğer hedef olan onuncu hedef doğal gazın ulaştırılmasında sorun yaşanan yerlerde LPG ve dökme LNG kullanımına yönelik fizibilite çalışmalarının tamamlanması ve uygun koşullara sahip olan bölgelere yönelik bir yol haritası çizilmesidir. Bu amaca ilişkin son hedef olan on birinci hedef ise NEPUD'un koordinatörlüğünde ulaşılması planlanan hedeflerdendir. Bu hedef de kurulması planlanan nükleer güç santrallerinde kullanılması için uranyum ve toryum kaynaklarına yönelik arama ve geliştirme faaliyetlerinin yürütülmesidir. Enerji arz güvenliği teması altında belirlenmiş olan üçüncü ve son amaç Etkin Talep Yönetimidir. Bu amaca ilişkin olarak ulaşılması planlanan iki hedef vardır. Bunlardan birincisi, elektrik enerjisi piyasasında talep tarafının yönetilmesine yönelik çalışmalar yürütülerek puant talep/ortalama talep oranının düşürülmesidir. İkincisi ise doğal gaz piyasasında tüketimin düşürülmesi amacıyla talep yönetimi çalışmalarının yürütülmesidir (ETKB, 2014: 122-123). ETKB tarafından yayımlanmış olan Stratejik Plan'a göre, Türkiye'de enerji politikasının genel çerçevesini bu temalar altında belirlenmiş amaçlar doğrultusunda

konulan hedefler çizmektedir. Enerji arz güvenliği teması altında belirlenmiş 3 amaca ilişkin olarak ulaşılmaması planlanan toplam 15 hedef böylece sıralanmış olmaktadır. Enerji piyasalarının tamamına yönelik olarak 8 tema altında 62 hedef belirlenmiş olduğu düşünülürse, bu hedeflerin yaklaşık dörtte birini enerji arz güvenliğine yönelik hedeflerin oluşturuyor oluşu Türkiye’de enerji arz güvenliğine teorik olarak önem verildiğini göstermektedir.

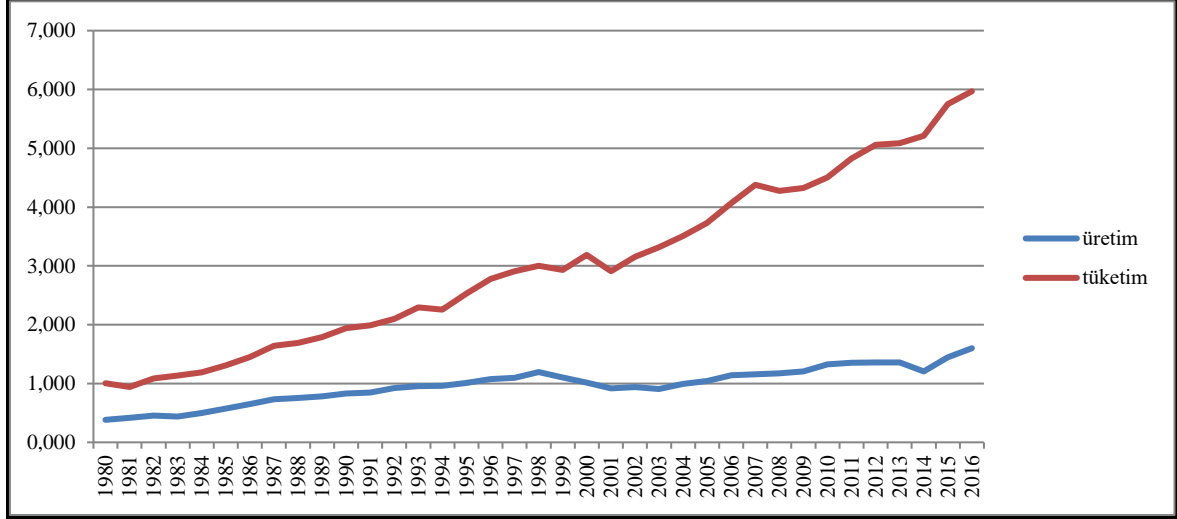
Türkiye’nin enerji politikasına yönelik çalışmalar yapan bakanlıkların ikisinin de belirlediği temel hedeflerde enerji arz güvenliği konusu önemli bir yer tutmaktadır. Dışişleri Bakanlığı bu hedefleri özet biçiminde ortaya koymuş, ancak ETKB oldukça ayrıntılı bir çerçeve çizmiştir. ETKB’nin asıl misyonu “*Enerji kaynaklarını ve doğal kaynakları verimli ve çevreye duyarlı şekilde değerlendirerek ülke refahına en yüksek katkıyı sağlamak*” olarak belirlenmiş olduğu için bu konuda daha detaylı çalışmanın ETKB’de yapılmış olması şaşırtıcı değildir (ETKB, 2019a). Dışişleri Bakanlığı için enerji piyasaları çalışma alanlarından yalnızca bir tanesiyken, ETKB’nin temel çalışma alanı enerji piyasalarıdır. Bu çalışmanın konusu enerji arz güvenliği olduğu için çalışmada yalnızca bu temaya ayrıntılı olarak yer verilmektedir. Enerji arz güvenliği teması altında belirlenen amaçlar doğrultusunda konulan bu hedeflere ne kadar yaklaşıldığının incelenmesi Türkiye’nin enerji arz güvenliği bakımından hangi noktada olduğunu saptamak adına yararlı olacaktır.

## 4.2. Türkiye’nin Enerji Profili

Türkiye enerji konusunda dışa bağımlı bir ülkedir. 2017 yılında Türkiye’deki tüm enerji kaynakları talebinin toplulaştırılmış olarak ithalât bağımlılığı %77,14 oranında gerçekleşmiştir. Bu oran, 2003 yılından bu yana %70’in altına hiç düşmemiştir (Eurostat, 2019a). Şekil 4.1 1980-2016 yılları arasında Türkiye’de birincil enerji üretimi ve tüketimini bir grafik üzerinde göstermektedir. Bu grafiğe göre, 1980 yılında Türkiye’de birincil enerji üretiminin birincil enerji tüketimini karşılama oranı %38,22 düzeyindeyken, 2016 yılına gelindiğinde bu oran %26,81 düzeyine kadar gerilemiştir. Dolayısıyla, 1980 yılında birincil enerji üretiminin 2,62 katı olan birincil enerji tüketimi, 2016 yılında birincil enerji üretiminin 3,73 katına yükselmiştir. Birincil enerji üretiminin birincil enerji tüketimini karşılama oranı 1994 yılına kadar genel olarak %40’ın üzerinde seyretmiş, 1994 yılından itibaren %40’ın, 2002 yılından itibaren de %30’un altına düşmüştür (EIA, 2019).

Enerji tüketimiyle üretimi arasındaki bu fark, tüketimin üretimden her geçen gün artan oranlarda daha yüksek oluşu, Türkiye’de enerji talebinin ithalât bağımlılığının artmasına neden olmuş ve Türkiye enerji konusunda net ithalâtçı bir konuma gelmiştir.

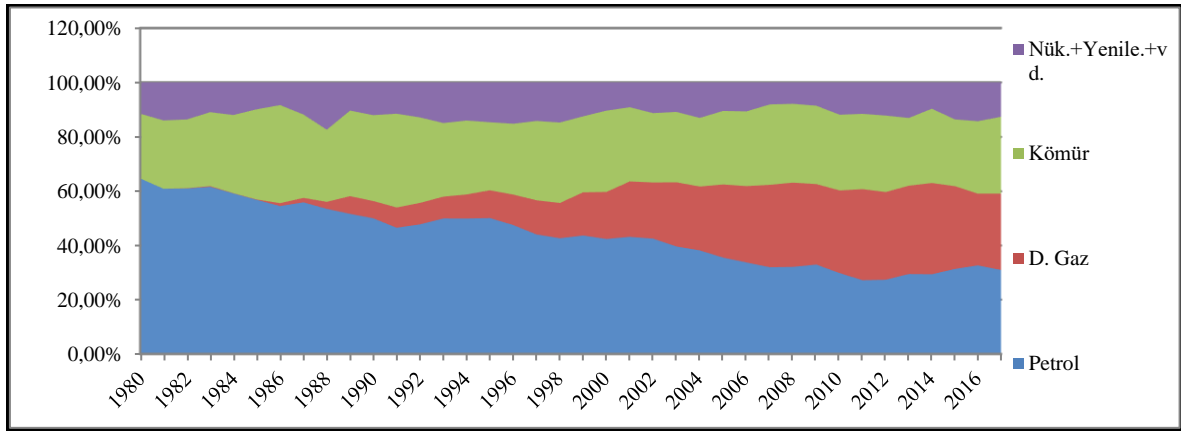
Şekil 4.1. Türkiye’de Birincil Enerji Üretimi ve Tüketimi 1980-2016 (Quad Btu)



Kaynak: EIA (2019).

Türkiye’de enerji talebinin ithalât bağımlılığının bu kadar yüksek oranlarda seyretmesinin altında hangi nedenlerin yattığını incelemek için öncelikle toplam birincil enerji tüketimi içerisinde enerji kaynaklarının paylarına bakmak gerekmektedir. Şekil 4.2’de 1980 – 2017 yılları arasında Türkiye’de enerji kaynaklarının toplam birincil enerji tüketimi içerisindeki payları bir grafik üzerinde görülmektedir. Buna göre, 2017 yılında Türkiye’nin toplam birincil enerji ihtiyacının %30,95’ini petrol, %28,28’ini kömür ve %28,17’sini doğal gaz karşılamıştır. 2017 yılı birincil enerji ihtiyacının %87,4’ü yalnızca, taleplerinin ithalât bağımlılıkları oldukça yüksek olan, bu üç fosil yakıtla karşılanmıştır. Bunun yanında, hidroelektrik kaynaklarının payı %8,39 ve güneş, rüzgâr ve biyoenerji gibi diğer yenilenebilir kaynakların toplam payı da %4,21 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye’de 2017 yılında henüz nükleer enerji üretimine geçilmemiştir (BP, 2018b: 9). 1980 yılında ise toplam birincil enerji ihtiyacının %64,71’i petrolden, %23,81’i kömürden ve %11,48’i de yenilenebilir kaynaklardan karşılanmıştır. Böylece, fosil yakıtların toplam payı %88,52 olarak gerçekleşmiştir. Doğal gazın ise Türkiye’de tüketimi ilk defa 1982 yılında %0,09’luk bir oranla başlamıştır (EIA, 2018b).

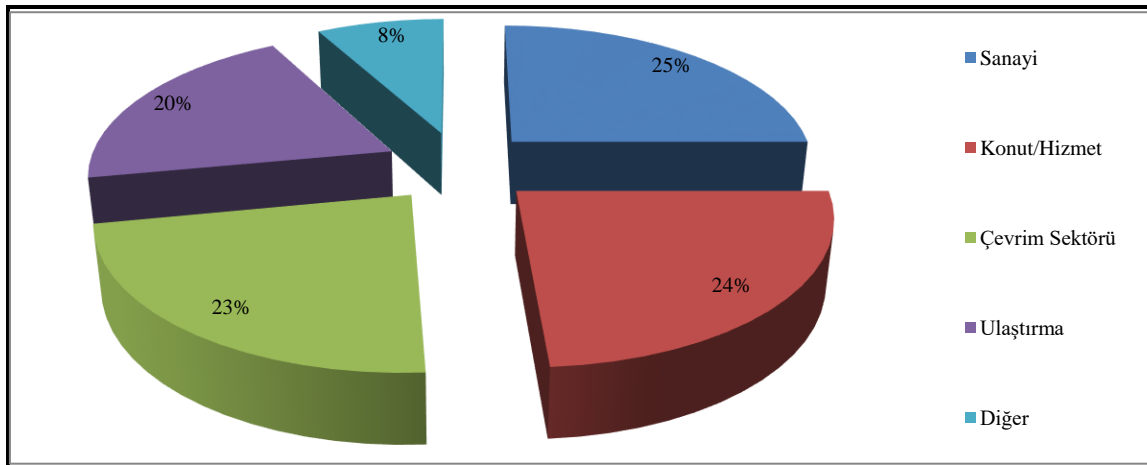
Şekil 4.2. Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi İçerisinde Enerji Kaynaklarının Payları 1980-2017 (%)<sup>14</sup>



Kaynak: EIA (2018b) ve BP (2018a).

Şekil 4.3 2016 yılında Türkiye’nin birincil enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımını göstermektedir. Buna göre, birincil enerji talebinin sanayi, konut/hizmet, çevrim ve ulaştırma sektörleri arasında dengeli dağıldığı söylenebilir. 2016 yılında Türkiye’de birincil enerji tüketiminin en fazla yapıldığı sektör %25’lik paya sahip olan sanayidir. Sanayi sektörünü %24’lük bir oranla konut/hizmet, %23’lük bir oranla çevrim, yani elektrik üretimi, ve %20’lik bir oranla ulaştırma sektörleri takip etmiştir. Diğer sektörlerin bu tüketim içerisindeki payları toplamı ise %8 olarak gerçekleşmiştir (TP, 2018a: 35). Tarım sektörünün, bu tüketimdeki payları düşük olan diğer sektörler arasında yer alması Türkiye’de tarımın önemini yitirdiğinin bir göstergesi olarak yorumlanabilir.

Şekil 4.3. Türkiye’de Birincil Enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı 2016 (%)



Kaynak: TP (2018a: 35).

<sup>14</sup> 1980-2015 yılları arası verileri EIA (2018)’den, 2016 ve 2017 yıllarının verileri BP (2018a)’dan alınmıştır.



Buraya kadar Türkiye'nin enerji profili, birincil enerji tüketimi içerisinde bütün kaynakların payları ve bu tüketimin sektörlere göre dağılımı temelinde ortaya konmaya çalışılmıştır. Böylece genel bir durum tespiti yapılmış olmaktadır. Buradan itibaren ayrı ayrı tüm birincil enerji kaynaklarının Türkiye'deki durumları ve bu kaynaklara yönelik olarak uygulanan politikalar incelenecektir. İncelemeye birincil enerji tüketimi içerisinde en fazla paya sahip olan fosil yakıtlardan başlanacak ve sonrasında yenilenebilir kaynaklar, nükleer enerji ve ikincil enerji kaynağı olan elektrik enerjisiyle devam edilecektir. Yapılacak tüm bu incelemelerin sonucunda enerji arz güvenliğine yönelik olarak uygulanan ve uygulanması gereken politikaların değerlendirmesini yapmak daha kolay olacaktır.

#### 4.2.1. Fosil Yakıtlar

Fosil yakıtların çok yüksek oranlarda tüketiliyor oluşu Türkiye'nin enerji konusunda neden dışa bağımlı bir ülke olduğunu açıklamaktadır. 1980 – 2017 yılları arasında birincil enerji tüketimi içerisinde petrolün payındaki %33,76'lık ve kömürün payındaki %4,47'lik düşüşün yerini büyük oranda doğal gazın payındaki %28,17'lik artış almış ve fosil yakıtların toplam payı bu süreçte sadece %1,12 oranında azalmıştır. ETKB'nin 2009 yılında yayımlanmış olduğu 2010-2014 Stratejik Planı'na göre, "*Türkiye, başta Orta Doğu ve Hazar Havzası olmak üzere, dünyanın ispatlanmış petrol ve doğal gaz rezervlerinin yaklaşık %72'sinin bulunduğu bir coğrafyada yer almaktadır*" (ETKB, 2009: 29). Buna rağmen, 2017 yılında Türkiye'de söz konusu üç fosil yakıt talebinin de ithalât bağımlılıkları oldukça yüksek oranlarda gerçekleşmiştir.<sup>15</sup> Türkiye'nin enerji konusundaki dışa bağımlılığının temelinde fosil yakıtlar taleplerinin bu yüksek ithalât bağımlılıkları yatmaktadır. Daha önce sözü edilmiş olan, Türkiye'de enerji politikasının hedefleri bu bağımlılığı azaltmak amacıyla belirlenmiş hedeflerdir. Bu nedenle enerji arz güvenliği konusu Türkiye'nin enerji politikası içerisinde de çok önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye'nin birincil enerji tüketimi içerisinde fosil yakıtların paylarını düşürüp yenilenebilir kaynakların payını artırması gerekmektedir. Zira Türkiye, özellikle güneş ve rüzgâr enerjileri olmak üzere, yenilenebilir kaynaklar bakımından nispeten yüksek potansiyellere sahip olan bir ülkedir. Bu kaynakların tüketimi artırılarak fosil yakıtlar tüketiminin azaltılması mümkün olabilecektir. Ancak yenilenebilir kaynaklardan daha fazla yararlanmak için AR-GE faaliyetlerinin yoğunlaştırılmasına ihtiyaç vardır.

<sup>15</sup> Bu ithalât bağımlılıklarına ilerleyen kısımlarda verileriyle birlikte değinilecektir.

Tüm dünya için olduğu gibi, Türkiye için de çok önemli bir yeri olan fosil yakıtlara, yani petrol, doğal gaz ve kömüre yönelik olarak uygulanan politikaların incelenmesi, bugün gelinen noktanın tespit edilmesi ve bunlara ilişkin çıkarımlarda bulunulması enerji arz güvenliği konusunda neler yapılması ya da yapılmaması gerektiğinin saptanması bakımından önemlidir.

Bilindiği gibi, fosil yakıtlar tükenen enerji kaynaklarıdır. Bu nedenle bu kaynakların rezervlerine ilişkin verilerin, yıllık üretim, tüketim, ithalât ve ihracat verilerinin ayrıntılı olarak ortaya konması gerekmektedir. Ayrıca enerji arz güvenliği açısından değerlendirme yapılabilmesi için ithalâtın hangi ülkelerden ve hangi oranlarda yapıldığı da belirtilmelidir. Bunun yanında taleplerinin ithalât bağımlılıkları oldukça yüksek olan bu yakıtların depolama ve arama faaliyetleri enerji arz güvenliğinin artırılabilmesi adına ciddi bir biçimde üzerinde durulması gereken konulardır. Son olarak petrol ve doğal gaz gibi sıvı ve gaz halindeki kaynakların ülkeler arasında nakledilmesini sağlayan boru hatları detaylı bir biçimde incelenmelidir. Türkiye'nin toplam birincil enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılayan petrol, doğal gaz ve kömür için yapılacak bu incelemeler geleceğe yönelik politika önerilerinde bulunabilmek adına çok önemlidir.

#### **4.2.1.1. Petrol**

Petrol, birinci bölümde ifade edilmiş olduğu gibi, tüm dünyada özellikle hava, kara ve su taşımacılığında olmak üzere, sanayi, inşaat ve, az da olsa, elektrik üretiminde aramalı olarak kullanılan ve uğruna savaşlar çıkan, sayesinde savaşlar kazanılan ve kaybedilen çok önemli bir enerji kaynağıdır. Türkiye ise dünyada en fazla petrol rezervine sahip olan Hazar Havzası ve Orta Doğu'ya yakın olmasına rağmen, petrol üretimi yetersiz bir ülkedir. Bu yetersizlik nedeniyle Türkiye'de petrol talebinin ithalât bağımlılığı çok yüksektir. Bu bağımlılığın azaltılabilmesi için yeni rezervlerin keşfedilmesi yoluyla yurtiçi üretimin artırılması gerekmektedir. Türkiye'de mevcut rezervlerin %7'si 25 milyon varilden büyük, %93'ü ise 25 milyon varilden küçüktür. Bu nedenle bu petrol sahalarının %93'ü küçük saha, %7'si orta büyüklükteki sahalar. Ayrıca bu sahaların büyük bölümü yaşlı petrol sahaları olduğu için verimlilikleri de düşmüştür. 2017 yılında Türkiye'deki üretilebilir petrol rezervleri 324 milyon varil düzeyindedir. Bu rezervlerin %73'ü Türkiye Petrolleri'ne (TP), kalan %27'si ise diğer şirketlere aittir. Yeni rezervlerin keşfedilmemesi ve mevcut üretimin sürdürülmesi durumunda bu ham petrol rezervlerinin kalan ömrü 18

yıldır (TP, 2018a: 39). Dolayısıyla üretimin artması halinde rezervlerin kalan ömrü daha da azalacaktır, ancak Türkiye’de yıllar itibariyle petrol üretiminin ciddi bir artış sergilediğini söylemek mümkün değildir.

#### **4.2.1.1.1. Türkiye’de Petrol Üretim, Tüketim ve İthalâtı**

Türkiye’de petrol ürünleri üretimi ihtiyacın küçük bir bölümünü karşılayabilmektedir. Daha önce sözü edilmiş olan petrol ürünleri talebinin ithalât bağımlılığının yüksek oluşu da bundan kaynaklanmaktadır. Çizelge 4.1’de 1998 -2017 yılları arasında Türkiye’de petrol ürünleri üretim, tüketim ve net ithalât verileri görülmektedir. Bu süreçte petrol ürünleri üretiminde önemli bir değişim olmamasına rağmen, petrol ürünleri tüketimi oldukça hızlı yükselmiştir. 1998 yılında Türkiye’de petrol ürünleri üretimi 3.223.000 ton iken, 2017 yılına gelindiğinde 3.190.000 ton düzeyine düştüğü görülmektedir. Aynı süreç içerisinde petrol ürünleri tüketimine bakılacak olursa; 1998 yılında 29.240.000 ton düzeyinde olan petrol ürünleri tüketimi 2017 yılında 48.523.000 ton düzeyine ulaşmıştır. Çizelgedeki verilere göre, 1998 yılında Türkiye’de petrol ürünleri tüketimi üretiminin 9,07 katı olarak gerçekleşmiştir. Bu oran yurtiçi petrol ürünleri sektöründe üretimin tüketimi karşılama oranının 1998 yılında %11,03 düzeyinde olduğunu ifade etmektedir. 2017 yılında petrol ürünleri tüketimi üretiminin 15,21 katına kadar yükselmiş ve yurtiçi üretimin tüketimi karşılama oranı %6,57’ye düşmüştür. Bu oranlardaki olumsuz yönlerde ortaya çıkan değişimlerin nedeni 1998 – 2017 yılları arasında petrol ürünleri tüketiminde %65,95 oranında bir artış yaşanırken, petrol ürünleri üretiminin %1,02 oranında azalmış olmasıdır (IEA, 2001a-2003a-2004a-2005a-2006a-2007b-2008a-2009a-2010a-2011b-2012a-2013b-2014b-2015a-2016a-2018a). Bu veriler Türkiye’de petrol arz güvenliğinin oldukça düşük olduğu anlamına gelmektedir. Petrol üretiminin tüketim karşısında çok düşük düzeylerde gerçekleşmesi petrol ürünleri ihtiyacının karşılanabilmesi için petrol ihraç eden ülkelere olan bağımlılığın yüksek düzeylere ulaşmasına neden olmaktadır. Petrol gibi önemli bir kaynağa ilişkin bu bağımlılık yalnızca petrol ürünlerinin arzına yönelik değil, bütün bir ekonominin işleyişine yönelik önemli risklerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bu riskler olası kriz zamanlarında Türkiye’yi zor durumlara sokmaktadır.

Çizelge 4. 1. Türkiye’de Ham Petrol Üretimi, Petrol Ürünleri Tüketimi ve Petrol Ürünleri İthalâtı 1998-2017 (ton)

	Üretim	Tüketim	Net İthalât (İth.-İhr.)
1998	3223	29240	26681
1999	2941	28896	26119
2000	2762	30346	28942
2001	2520	28449	26463
2002	2420	30148	28167
2003	2351	29603	28158
2004	2251	29860	28678
2005	2258	29492	27889
2006	2182	30825	30147
2007	2148	31463	31215
2008	2180	31255	29194
2009	2412	32197	27605
2010	2515	31252	28940
2011	2390	30805	28716
2012	2364	32798	32178
2013	2635	34887	32713
2014	2758	35526	32974
2015	3069	42465	40887
2016	3171	46075	43247
2017	3190	48523	45569

Kaynak: IEA (2001a-2003a-2004a-2005a-2006a-2007b-2008a-2009a-2010a-2011b-2012a-2013b-2014b-2015a-2016a-2018a).

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi, Türkiye petrol ihtiyacını büyük oranda ithalât yoluyla karşılamaktadır. Petrol ürünleri talebinin ithalât bağımlılığını azaltmak adına yapılması gereken şey yurtiçi ham petrol üretiminin artırılmasıdır. Ancak yeni rezervler keşfedilip bu rezervlerden yararlanmaya başlamaksızın mevcut rezervlerden yapılan yıllık ham petrol üretiminin artırılması söz konusu mevcut rezervlerin ömrünü kısaltacaktır. Hem petrol konusundaki ithalât bağımlılığını azaltmanın hem de yeni rezervler keşfederek mevcut rezervlerin ömrünü uzatmanın tek yolu petrol arama faaliyetlerine hız vermektir.

#### 4.2.1.1.2. Türkiye’de Petrol Arama Faaliyetleri

Türkiye’de 1954 yılında çıkarılmış olan 6326 sayılı petrol kanunu (TMMOB, 2017: 12) ile birlikte Türkiye’de petrol aramacılığı yerli ve yabancı özel şirketlere açılmıştır (6326 Sayılı Kanun, 1954: Birinci Kısım, Bölüm 4, Madde 6). Aynı yılın Aralık ayında çıkarılan 6327 sayılı kanun ile de Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO)

kurulmuştur (6327 Sayılı Kanun, 1954: Madde 1). Bu kurum yurtiçi petrol sektöründeki tüm alanlarda faaliyet göstermeye başlamıştır (TMMOB, 2017: 12). Özel şirketlere petrol arama faaliyetleri yapma ruhsatı vermek de bu kurumun sorumluluğundadır (6326 Sayılı Kanun, Birinci Kısım, Bölüm 4, Madde 6). 16 Şubat 2006 tarihinde limited şirket yapısına kavuşturulan kurum 16 Temmuz 2009 tarihinden itibaren ise Türkiye Petrolleri Dağıtım Anonim Şirketi (TP) olarak faaliyetlerini sürdürmektedir (TP, 2018b).

Bugünkü Türkiye Cumhuriyeti (T.C.) topraklarında petrol aramalarına ilk defa 1882 yılında Trakya'da başlanmıştır. Sonrasında 1887 yılında İskenderun'un Çengen köyünde petrol aramacılığı yapılmıştır. 1914 yılında ise Standard Oil şirketi yine Trakya'da jeolojik zemin etüdü yaptırmıştır. Birinci Dünya Savaşı esnasında 1916-1917 yılları arasında Erzurum ve Van'da Ruslar tarafından etütler yapılmıştır. Ancak bu girişimlerin hiçbiri başarılı olamamıştır. Cumhuriyet kurulduktan sonra 1925 yılında ve 1930'lu yıllarda petrol olasılığı bulunan çeşitli bölgelerde jeolojik etüd çalışmalarına devam edilmiştir. Genel olarak sonuçsuz kalan bu çalışmalardan sonra ilk defa 1939 yılında Batman'daki Raman Dağı'nın Maymune boğazında açılan kuyuda petrole rastlanmış, 1940 yılında bu kuyudan günlük 10 ton petrol çıkarılmaya başlanmıştır. Ancak Türkiye'de ham petrol üretimi bu bölgeyle sınırlı kalmıştır (PİGM, 1995: 5-14).

Günümüze gelindiğinde, 2015 yılında Türkiye'de 62 adet kuyuda ham petrol üretimi gerçekleştirilmiştir. 2016 yılında düşen petrol fiyatlarıyla birlikte sondaj yapılan kuyuların sayısı 45'e düşmüştür. 2017 yılında ise 86 adet kuyu açılmıştır. Bunların 41'i arama ve tespit kuyusu, 45'i de üretim kuyusudur (TP, 2018a: 40). Bu 41 adet arama ve tespit kuyusundan 21'i arama, 20'si ise tespit kuyusudur (ETKB, 2018: 58). TP tarafından 2018 yılında yayımlanan 2017 Yılı Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu'nda belirtildiğine göre, Türkiye'de arama ve sondaj faaliyetleri 2015 ve 2016 yıllarında azalmıştır. Bunun nedeni olarak, dünyada petrol fiyatlarının azalışı gösterilmektedir. Yine aynı raporda 2017 yılında artan petrol fiyatlarıyla birlikte bu faaliyetlerin tekrar artışa geçtiği ifade edilmiştir (TP, 2018a: 40).

Görüldüğü gibi, daha Cumhuriyet kurulmadan önce Anadolu ve Trakya'da sürdürülen petrol arama faaliyetleri, beklenen sonuçları doğurmamıştır. Dünyanın en büyük petrol rezervlerine yakın konumda olan Türkiye'nin bu bakımdan fakir oluşu şaşırtıcıdır. Petrol rezervlerinin az oluşu nedeniyle ilk defa 1940'lı yıllarda Batman'da başlayan Türkiye'de ham petrol üretimi bu bölgeye hapsolmuştur. Bu yüzden, petrol arama

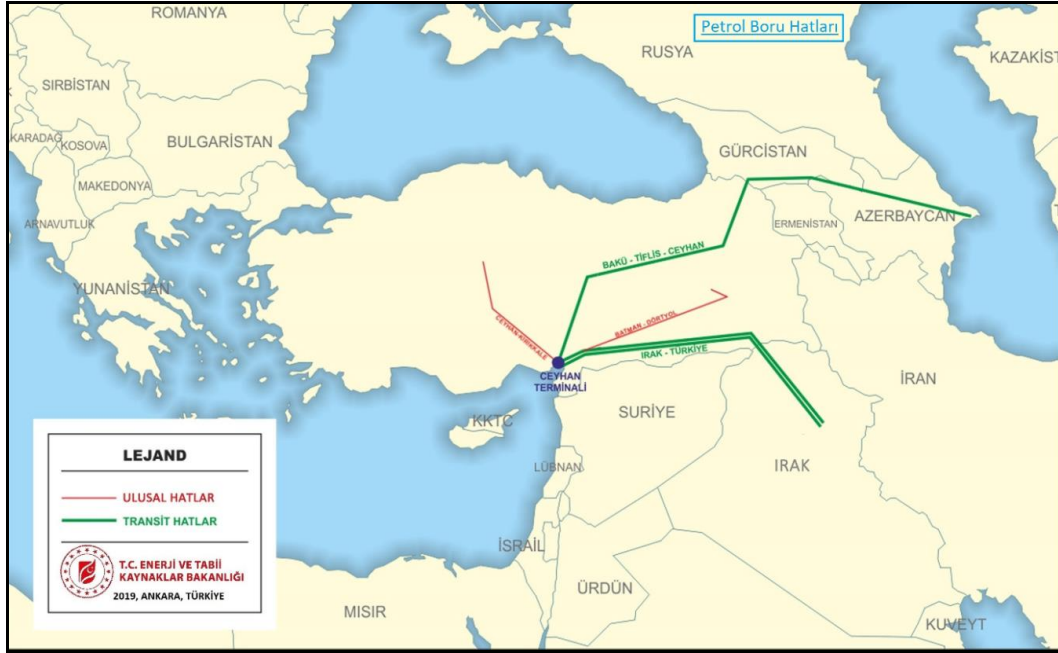
faaliyetleri de bu bölgeyle kısıtlanmıştır. Rezervlerin az olması nedeniyle ham petrol üretimini artırmak konusunda güçlük yaşayan Türkiye'nin petrol ithalât bağımlılığını düşürmesi mümkün olmadığından, kendilerinden petrol ithalâtı yapılan tedarikçi ülke çeşitliliğine ve bu ithalâtın gerçekleşmesini sağlayan petrol boru hatlarının çeşitliliğine önem vermesi gerekmektedir.

#### **4.2.1.1.3. Türkiye'de Petrol Boru Hatları**

Türkiye coğrafi olarak petrol rezervleri bakımından zengin konumda bulunan Hazar Havzası ve Orta Doğu ile Avrupa ve dünyadaki diğer petrol ithalâtçısı ülkeler arasında konumlanmıştır. Bu nedenle Irak'tan Adana'daki Ceyhan deniz terminaline uzanan Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı (ITB) ve Hazar Havzası'ndan yine aynı deniz terminaline uzanan Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı (BTC) sadece Türkiye için değil, dünyadaki diğer petrol ithalâtçısı ülkeler için de önemli ithalât rotalarıdır. Bu rotalar Şekil 4.4'te görülmektedir (ETKB, 2019b). Türkiye'nin enerji arz güvenliği açısından bu iki petrol boru hattının incelenmesi gerekmektedir.

Bunlardan ilki olan Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı'na ilişkin olarak 27 Ağustos 1973 tarihinde Türkiye ile Irak arasında Ham Petrol Boru Hattı Anlaşması imzalanmıştır. İki ülke arasında yapılan bu anlaşma çerçevesinde Irak'ın Kerkük ve diğer petrol sahalarında üretilen ham petrolün Ceyhan deniz terminaline ulaştırılmasına karar verilmiştir. Bu amaçla inşasına başlanan 986 km uzunluğundaki ilk hat 1976 yılında faaliyete geçirilmiştir. 1985 yılında inşasına başlanan ikinci hat ise 1987 yılında faaliyete geçmiştir. Böylece bu iki hat yıllık 70,9 milyon ton ham petrol taşıma kapasitesiyle Irak petrolünün Türkiye'ye nakledilmesini sağlamıştır. 19 Eylül 2010 tarihinde bu ham petrol boru hattına ilişkin olarak süresi dolan anlaşmalar ve ilgili protokoller yenilenmiş ve imzalanan Değişiklik Anlaşması ile bu anlaşma ve protokollerin 15 yıl daha uzatılmasına karar verilmiştir. Bugüne gelindiğinde 2014 yılı Mayıs ayından bu yana günlük 500-600 bin varil ham petrol Irak'tan Ceyhan deniz terminaline ulaştırılmaktadır (ETKB, 2017: 67). Ancak bu hattın günlük kapasitesi 1,4 milyon varildir (TP, 2018a: 51).

Şekil 4.4. Türkiye’de Petrol Boru Hatları



Kaynak: ETKB (2019b).

Türkiye için diğer bir çok önemli petrol boru hattı da, Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı'dır. Yıllık ham petrol taşıma kapasitesi 50 milyon ton olan bu hat 4 Haziran 2006 tarihinde faaliyete geçmiştir. Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı, özellikle Azerbaycan'dan ithal edilen ham petrol olmak üzere, Hazar Havzası'nda üretilen petrolün Türkiye'ye ve diğer petrol ithalâtçısı ülkelere nakledilmesi amacıyla inşa edilmiştir. 2017 yılının sonuna kadar yaklaşık 2 milyar 872 milyon varil petrol 3.758 tanker aracılığıyla dünya piyasalarına bu hattan geçerek ulaştırılmıştır (ETKB, 2018: 82). Günlük kapasitesi 1,2 milyon varil olan Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı'ndan 2018 yılında günlük yaklaşık 700-750 bin varil petrol Türkiye'ye ve dünyaya nakledilmektedir (TP, 2018a: 51). 2018 yılının ilk çeyreğinde 63 milyon varil (yaklaşık 8,3 milyon ton) ham petrol Ceyhan'a ulaştırılmıştır. 1076 km'lik kısmı Türkiye'de yer alan bu hattın toplam uzunluğu 1768 km'dir. Azerbaycan dışında Türkmenistan ve Kazakistan'da üretilen ham petrol de bu hatla Ceyhan'a taşınmaktadır (BP, 2019). Petrol arz güvenliği açısından bir diğer önemli konu da petrol ürünlerine yönelik depolama faaliyetleridir.

#### 4.2.1.1.4. Türkiye’de Petrol Depolama

7 Mart 1954 tarihinde kabul edilerek 16 Mart 1954 tarihinde yürürlüğe girmiş olan 6326 sayılı Petrol Kanunu, yapılacak petrol ürünleri depolamasının miktarına ilişkin bir düzenleme getirmemiştir. Yalnızca, petrol ürünleri sektöründe faaliyet gösteren işletmecilere depoladıkları petrolden sekizde bir oranında devlete ödeme yapma zorunluluğu getirmiştir (6326 Sayılı Kanun, 1954: Üçüncü Kısım, Bölüm 5, Madde 78). 4 Aralık 2003 tarihinde kabul edilerek 20 Aralık 2003 tarihinde yürürlüğe girmiş olan 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu’nda ise kriz ve/veya olağanüstü durumlarda yaşanması muhtemel olan arz kesintisi risklerine karşı piyasada süreklilik sağlanmasına yönelik olarak her an bulundurulması gereken ulusal petrol stoklarının miktarına ilişkin düzenleme yapılmıştır. Buna göre, hem AB üyeliğine aday hem de IEA üyesi bir ülke olarak Türkiye’de yıllık, bir önceki yılın net petrol ithalâtının en az 90 günlük kısmını karşılayacak miktarda petrol ürünleri stokunun hazırda bulundurulması gerekmektedir (5015 Sayılı Kanun, 2003: Birinci Kısım, Altıncı Bölüm, Madde 16).

Çizelge 4.2. Türkiye’de Petrol Ürünleri Stokları ve Net İthalâtı 2003-2017 (Bin Ton)

	Toplam Stok	Net İthalat	Gün
2002	6775	28167	
2003	6775	28158	87
2004	6853	28678	88
2005	6278	27889	79
2006	6367	30147	83
2007	7081	32215	85
2008	7278	29194	82
2009	6986	27605	87
2010	7024	28940	92
2011	6688	28716	84
2012	7258	32178	92
2013	7128	32713	80
2014	7407	32974	82
2015	8597	40887	95
2016	9092	43247	81
2017	9400	45569	79

Kaynak: IEA (2006a-2007b-2008a-2009a-2010a-2011b-2012a-2013b-2014b-2015a-2016a-2018a).

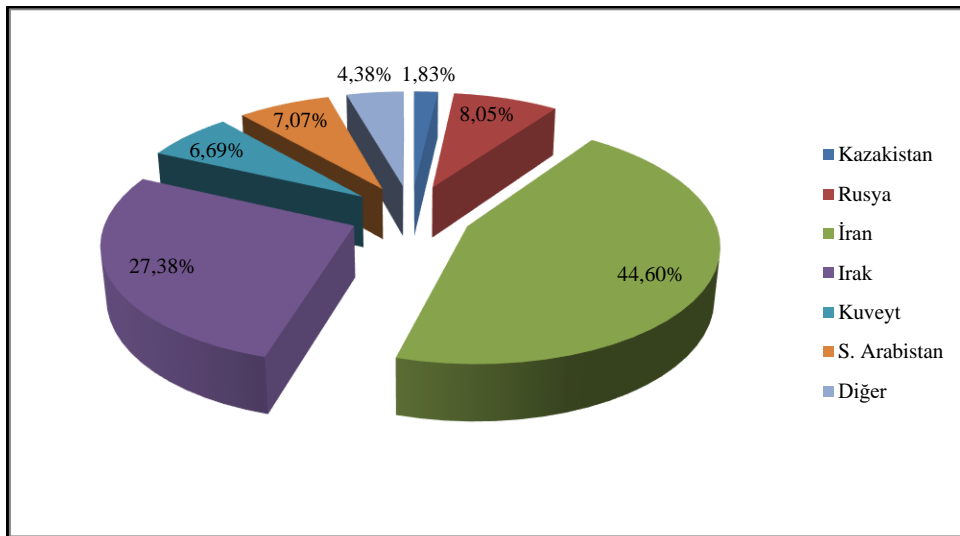
Çizelge 4.2’de 2002-2017 yılları arası Türkiye’deki petrol ürünleri stokları, net ithalât miktarları ve tutulan stokların bir önceki yılın net ithalâtının kaç günlük kısımlarını karşılayacağı görülmektedir. Buna göre, 2003 yılında yürürlüğe girmiş olan Petrol Piyasası Kanunu’yla getirilmiş olan, “bir önceki yılın net ithalâtının en az 90 günlük kısmını



*karşılacak miktarda petrol ürünleri stokunun hazırda bulundurulması” zorunluluğu yalnızca 2010, 2012 ve 2015 yıllarında yerine getirilmiştir. Geriye kalan yıllarda, 2005 yılında 79 güne düşmüş olmak üzere, 80 gün ve üzerinde net ithalât ihtiyacını karşılayacak miktarda petrol ürünleri stoku tutulmuştur. Ancak 2017 yılında bu stoklar yeniden 79 günlük ihtiyacı karşılayabilecek düzeye kadar düşmüştür (IEA, 2006a-2007b-2008a-2009a-2010a-2011b-2012a-2013b-2014b-2015a-2016a-2018a).*

Enerji arz güvenliğinin temelinde enerji arz kesintilerinin yaşanmamasına yönelik önlemler yer almaktadır. Petrol gibi, rezervlerine dünyada büyük oranda bir kartel (OPEC) tarafından sahip olunan ve iktisadî dinamiklerin işleyebilmesi için bağımlı olunan bir kaynağa ilişkin üretimin tüketimi karşılama oranı Türkiye’de, Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi, çok düşüktür. Bu nedenle, Türkiye’de petrol talebinin ithalât bağımlılığı oldukça yüksektir. 2017 yılında Türkiye’nin petrol ürünleri ithalât bağımlılığı %95,66 oranında gerçekleşmiştir. 2000’li yıllarda bu oran %90’ın altına hiç düşmemiştir (Eurostat, 2019c). Şekil 4.5’te 2017 yılında Türkiye’nin ham petrol ithalâtı içerisinde tedarikçi ülkelerin payları görülmektedir. Şekilde özellikle iki ülkenin Türkiye’nin ham petrol ithalâtına yaptıkları katkı dikkat çekmektedir. Bunlar %44,60’lık payıyla İran ve %27,38’lik payıyla Irak’tır. Türkiye’nin 2017 yılında toplam ham petrol ithalâtının %71,98’ini sadece İran ve Irak’tan yapmıştır (IEA 2018a). Ham petrol ithalâtında tedarikçi çeşitliliğini düşüren bu durum Türkiye’de petrol arz güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Şekil 4.5. Türkiye’nin Ham Petrol İthalâtı Yaptığı Ülkeler 2017 (%)



Kaynak: IEA (2018a).

Türkiye’de petrol arama faaliyetlerinden de istenilen sonuçlar elde edilemediği için rezervlerin ve, dolayısıyla, petrol üretiminin artması mümkün olamamaktadır. Sonuç olarak, petrol ithalât bağımlılığının düşürülebilmesinin olanağı yoktur. Bu bağlamda, petrol arz güvenliğine yönelik alınacak önlemlerin petrol stoklarını, tedarikçi ülke çeşitliliğini ve boru hattı biçimindeki ithalât rotalarının çeşitliliğini artırmaya yönelik önlemler olması gerekmektedir. Ayrıca, ham petrol 2017 yılında hâlen Türkiye’de en fazla tüketilen birincil enerji kaynağıdır. Türkiye’de toplam birincil enerji ihtiyacının %30,95’ini ham petrol karşılamıştır (BP, 2018a). Petrole olan ihtiyacın azaltılmasının yolu petrol yerine diğer enerji kaynaklarının kullanılabilmesinden, yani enerji arzı içerisinde kaynak çeşitliliğinin artırılabilmesinden geçmektedir. Ancak petrol ürünlerinin en fazla kullanıldığı taşımacılık sektörlerinin petrol ürünlerine olan yüksek oranlı bağımlılıkları nedeniyle kısa dönemde petrol ürünlerinin başka kaynaklarla geniş çapta ikâme edilebilmesi mümkün görünmemektedir.

#### **4.2.1.2. Doğal Gaz**

Doğal gaz, dünyada son yıllarda tüketimi hızla artan enerji kaynakları arasında en başta gelmektedir. Bir fosil yakıt olarak petrol ve kömüre göre daha az CO<sub>2</sub> salınımına yol açan doğal gaz tüketimi Türkiye’de de çok yüksek miktarlara ulaşmıştır. Ancak Türkiye’de, Avrupa’da olduğu gibi, doğal rezervleri, dolayısıyla üretimi, son derece kısıtlıdır. Hem üretim çok kısıtlı olup hem de tüketim hızla arttığı için Türkiye’de doğal gaz ithalât bağımlılığı çok yüksek oranlara ulaşırken, doğal gaz arz güvenliği de bu durumdan olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu nedenle, Türkiye’nin doğal gaz konusunda uygulayacağı politikalar yüksek ithalât bağımlılığının risklerini düşürmek yönünde olmak zorundadır. Söz konusu risklerin düşürülmesi ise ancak ithalâta tedarikçi çeşitliliğinin artırılması ve yeterli miktarda depolamanın yapılmasıyla mümkün olabilecektir. Arz kesintisi riskinin ortadan kaldırılmasına yönelik olarak Türkiye ise doğal gaz ithalâtında yararlanılan boru hatlarının çeşitlendirilmesine ağırlık vermiştir. Bu bağlamda, öncelikle Türkiye’de doğal gazın üretim, tüketim ve ithalâtına yönelik bir inceleme yapılacak ve sonrasında boru hatlarına ve depolama faaliyetlerine yönelik olarak yapılan çalışmalar ortaya konacaktır.

##### **4.2.1.2.1. Türkiye’de Doğal Gaz Üretim, Tüketim ve İthalâtı**

Türkiye, doğal gaz ihtiyacının neredeyse tamamını ithalât yoluyla karşılamaktadır. Çizelge 4.3’te 1998-2017 yılları arasında Türkiye’nin doğal gaz üretimi, tüketimi ve net ithalâtı

görülmektedir. Buna göre, söz konusu süreç içerisinde 1998-2008 yılları arasında doğal gaz üretiminde artış olurken, 2008 yılından itibaren doğal gaz üretimi düşüşe geçmiştir. 2017 yılına gelindiğinde ise doğal gaz üretimi 1998 yılı düzeyinin de altına düşmüştür. Buna karşılık, doğal gaz tüketiminde hızlı bir artış olmuştur. 1998-2017 yılları arasında doğal gaz üretimi %37,35 oranında azalırken, doğal gaz tüketimi %417,81 oranında artmıştır. Yani söz konusu yirmi yıllık dönemde Türkiye’de doğal gaz tüketimi 1998 yılı düzeyinin 5,18 katına yükselmiştir. Dolayısıyla, zaten düşük olan üretimin tüketimi karşılama oranı daha da düşmüştür. 1998 yılında doğal gaz üretimi tüketiminin %5,46’sını karşılarken, 2017 yılında bu oran %0,66’ya kadar gerilemiştir. Böylece Türkiye doğal gaz ihtiyacının neredeyse tamamını ithalât yoluyla karşılar duruma gelmiştir. Sonuç olarak, doğal gaz net ithalâtındaki artış tüketimdeki artıştan da daha hızlı gerçekleşmiştir. 1998-2017 yılları arasında Türkiye’nin doğal gaz net ithalâtı %450,75 oranında artmıştır, yani 1998 yılı düzeyine göre doğal gaz net ithalâtı 2017 yılında 5,51 katına kadar yükselmiştir (IEA, 2001b-2002a-2003b-2004b-2005b-2006b-2007c-2008b-2009b-2010b-2011c-2012b-2013c-2014c-2015b-2018b).

Çizelge 4.3. Türkiye’de Doğal Gaz Üretim, Tüketim ve Net İthalâtı 1998-2017 (Milyon m<sup>3</sup>)

	Üretim	Tüketim	Net İthalât
1998	565	10351	9894
1999	731	12528	12036
2000	639	14835	14380
2001	312	15944	15754
2002	378	17588	17110
2003	560	21181	20650
2004	688	22443	21732
2005	897	27375	26573
2006	905	31183	30219
2007	893	36599	35801
2008	1017	36645	36718
2009	684	35115	35148
2010	682	38127	37388
2011	761	44686	43165
2012	632	45254	45307
2013	537	45918	44587
2014	479	48726	48629
2015	381	48062	47803
2016	367	46395	45677
2017	354	53598	54491

Kaynak: IEA (2001b-2002a-2003b-2004b-2005b-2006b-2007c-2008b-2009b-2010b-2011c-2012b-2013c-2014c-2015b-2018b).

Bu verilere bakıldığında, Türkiye’de doğal gaz arz güvenliğinin düşük düzeylerde olduğu anlaşılmaktadır. Doğal gaz tüketimi karşısında üretimin bu denli yetersiz olması doğal gaz talebinin ithalât bağımlılığını çok yüksek düzeylere ulaştırmaktadır. Doğal gaz gibi tüketimi çok hızlı artan bir enerji kaynağının ithalât bağımlılığının çok yüksek düzeylere ulaşması olası kriz durumlarına karşı Türkiye’yi zayıf duruma düşürmektedir. Doğal gaz üretimini artırmak yoluyla ithalât bağımlılığını düşürerek doğal gaz arz güvenliğini artırmanın tek yolu; doğal gaz arama faaliyetlerine yoğunluk vererek yeni rezervler keşfetmektir. Ancak 2015 yılının sonu itibariyle Türkiye’nin doğal gaz rezervleri 23,2 milyar m<sup>3</sup> düzeyindedir (ETKB, 2016). Çizelge 3.3’te görüldüğü gibi, 2015 yılında Türkiye’de 48 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz tüketimi yapılmıştır. Başka bir ifadeyle, sadece bir yılda yapılan doğal gaz tüketimi toplam rezerv miktarının 2 katından fazladır. Bu nedenle, kısa dönemde doğal gaz arz güvenliğinin artırılabilmesi için yeni rezerv keşiflerinden medet ummak doğru olmayacaktır. Daha ziyade, yurtdışından Türkiye’ye doğal gazın ulaşmasını sağlayan boru hattı kapasitelerinin ve beklenmeyen durumlara karşı önlem mahiyetindeki depolama kapasitelerinin artırılması kısa dönemde daha somut hedefler olacaktır.

#### **4.2.1.2.2. Türkiye’de Doğal Gaz Boru Hatları**

Türkiye’de en fazla tüketilen enerji kaynaklarından bir tanesi olan doğal gaz konusunda ithalât bağımlılığının çok yüksek düzeylerde gerçekleştiği bir önceki başlık altında belirtilmiştir. İthalat yoluyla yurtdışından doğal gazın Türkiye’ye ulaştırılması boru hatları aracılığıyla olmaktadır. Bu nedenle, doğal gaz boru hatlarının kapasiteleri, hangi köken bölgelerinden Türkiye’ye doğal gaz ulaştırdıkları gibi konular doğal gaz arz güvenliği açısından önemli konulardır. Şekil 4.6’da Türkiye’nin doğal gaz ithalâtında yararlandığı boru hatlarını görmek mümkündür.

Şekil 4.6. Türkiye’de Doğal Gaz Boru Hatları



Kaynak: ETKB (2019c).

Söz konusu boru hatlarından en eskisi Rusya-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı'dır (Batı Hattı). 1984 yılında Türkiye Cumhuriyeti ile Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (SSCB) arasında imzalanan anlaşmayla çalışmalarına başlanan Batı Hattı 1987 yılında Lüleburgaz'a bağlı Hamitabat Köyü'ne ulaşmış, 1988 yılında ise Ankara'ya ulaşarak Türkiye'nin doğal gaz ihtiyacını karşılamakta faaliyete geçirilmiştir (ETKB, 2019c). Türkiye'ye Bulgaristan sınırından giriş yapan Batı Hattı Hamitabat, Ambarlı, İstanbul, İzmit, Bursa, Eskişehir, Ankara güzergâhını izlemektedir ve Türkiye içerisindeki uzunluğu 845 km'dir (BOTAŞ, 2019a). Bu boru hattı aracılığıyla Türkiye'nin yaptığı doğal gaz ithalatı 1988 yılından itibaren kademeli olarak artırılarak 1993 yılında maksimum düzey olan 6 milyar m<sup>3</sup>'e ulaştırılmıştır (ETKB, 2019c).

Rusya-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı'ndan sonra Türkiye'ye doğu hattından giriş yapan ve 2001 yılının sonunda faaliyete geçirilen bir diğer boru hattı Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattı'dır. Bu hatla öncelikle İran olmak üzere, Türkiye'nin doğusundaki köken bölgelerinden doğal gaz ithalatı yapılması amaçlanmıştır (BOTAŞ, 2019a). Uzunluğu yaklaşık 1491km olan bu iletim hattı Anadolu'ya Doğubayazıt'tan giriş yaparak Erzurum, Sivas ve Kayseri'den geçip Ankara'ya ulaşmaktadır. Ayrıca bu hattan Kayseri'de ayrılan bir başka yan hat Konya üzerinden Seydişehir'e uzanmaktadır. Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattı aracılığıyla yılda 10 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz ithalatı yapılmaktadır (ETKB, 2019c).

2003 yılında faaliyete geçirilmiş olan Rusya-Samsun-Ankara Doğal Gaz İletim Hattı (Mavi Akım) Türkiye'ye Samsun'dan giriş yaparak Amasya, Çorum ve Kırıkkale'den geçip

Ankara'ya uzanmaktadır. Çorum'un Sungurlu ilçesinde bu hattın ayrılan bir yan hat ise Düzce'ye kadar uzanmaktadır (BOTAŞ, 2019a). Rus doğal gazını Karadeniz üzerinden Anadolu'ya ulaştıran Mavi Akım Doğal Gaz Boru Hattı aracılığıyla yılda 16 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz ithalâtı yapılmaktadır. Rusya topraklarında 678 km, Karadeniz'de 390 km uzunluğunda olan bu hattın Türkiye topraklarındaki uzunluğu 501 km'dir. Rusya, Karadeniz ve Türkiye kısımları olmak üzere, 3 bölümden oluşan Mavi Akım Doğal Gaz Boru Hattı'nın Türkiye'deki kısmı için finansman sağlanması ve bu kısmın inşaatı BOTAŞ'ın sorumluluğunda gerçekleştirilmiştir (ETKB, 2019c).

Azerbaycan doğal gazını Gürcistan üzerinden Türkiye'ye ulaştıran bir diğer doğal gaz boru hattı 2007 yılında faaliyete geçirilmiştir. Azerbaycan'ın Şah Deniz I doğal gaz sahasında üretilen bu boru hattı Anadolu'ya Ardahan'ın Hanak ilçesinden giriş yaparak Erzurum'un Horasan ilçesine dek uzanmakta ve burada Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattı'yla birleşmektedir (BOTAŞ, 2019a). Bakü – Tiflis – Erzurum Doğal Gaz Boru Hattı adıyla anılan bu hat aracılığıyla yıllık 6,6 milyar m<sup>3</sup> Azerbaycan doğal gazı Türkiye'ye ulaştırılmaktadır. Uzunluğu yaklaşık 980 km olan Bakü-Tiflis-Erzurum Doğal Gaz Boru Hattı Azerbaycan ve Gürcistan geçişini Bakü-Tiflis-Ceyhan Petrol Boru Hattı'yla aynı koridoru kullanarak yapmaktadır. Bu hatta yönelik olarak, Azerbaycan'ın Şah Deniz II doğal gaz sahasında yapılan doğal gaz üretiminin de katkısıyla kapasite artırımı çalışmaları 2015 yılından bu yana devam etmektedir (ETKB, 2019c). 2017 yılında Bakü-Tiflis-Erzurum Doğal Gaz Boru Hattı aracılığıyla 10 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz ithalâtı yapılmıştır. Bu hat aracılığıyla yapılan doğal gaz ithalât kapasitesinin yıllık 20 milyar m<sup>3</sup> düzeyine çıkarılması hedeflenmektedir (TP, 2018: 51).

Burada sıralanmış olan doğal gaz boru hatları dışında Türkiye topraklarından geçerek Avrupa'ya doğal gaz ulaştıracak 2 adet boru hattı projesi mevcuttur. Bunlardan ilki Trans-Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı (TANAP) Projesi, ikincisi ise Türkakım Gaz Boru Hattı Projesi'dir (ETKB, 2019c). Öncelikle TANAP incelenecek olursa, 2011 yılında Türkiye ile Azerbaycan hükümetleri arasında mutabakat zaptı imzalanmış olan bu projeye Azerbaycan doğal gazının Türkiye ve Avrupa'ya ulaştırılmasını sağlayacak geniş kapsamlı bir boru hattı inşasının gerçekleştirileceği belirtilmektedir (TANAP, 2019a). 17 Mart 2015 tarihinde hattın Türkiye kısmının inşaatına Kars'ın Selim ilçesinde başlanmış, 2018 yılının Haziran ayında Eskişehir ulaşılmış olan hattın yıllık 6 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz ithalâtı yapılmaya başlanmıştır (BOTAŞ, 2019b). Azerbaycan'ın Şah Deniz II sahasında üretilen doğal gazın Türkiye ve Avrupa'ya naklini sağlayacak olan TANAP Projesi'nde Türkiye BOTAŞ aracılığıyla %30

oranında, Şah Deniz II ve Güney Kafkasya Boru Hattı Genişleme Projesi'nde ise TP aracılığıyla %19 oranında hisse sahibidir. TANAP Türkiye'ye Gürcistan sınırından giriş yaparak Yunanistan sınırına kadar uzanacak yaklaşık 1850 km uzunluğunda bir boru hattı projesidir (ETKB, 2019c). Türkiye'de 1850 km'lik güzergâh üzerinde toplam 20 ilden geçerek Yunanistan'a ulaşacak olan TANAP burada Trans-Adriyatik Boru Hattı (TAP) ile birleşecektir (TANAP, 2019b). TANAP ile taşınacak doğal gaz miktarının 2020'de yıllık 16 milyar m<sup>3</sup>, 2023'te 23 milyar m<sup>3</sup> ve 2026'da 31 milyar m<sup>3</sup> düzeylerine ulaşması hedeflenmektedir (BOTAŞ, 2019c).

Türkiye'den geçerek Avrupa'ya doğal gaz ulaştırılacak olan diğer diğer boru hattı projesi olan Türkakım Gaz Boru Hattı Projesi'ne ilişkin resmî süreç ise Türkiye ile Rusya arasında 2016 yılında imzalanan anlaşmayla başlamıştır. Projeye göre, Rusya'da üretilecek doğal gaz Karadeniz'den geçerek Trakya'ya ulaşacak, burada her biri 15,75 milyar m<sup>3</sup> kapasiteye sahip 2 kola ayrılarak hem Türkiye'ye hem de Avrupa'ya doğal gaz arzı yapacak boru hatları inşa edilecektir. 2019 yılının sonu itibariyle boru hattı inşaatının bitirilerek faaliyete geçirilmesi planlanmıştır (ETKB, 2019c). Görüldüğü gibi, Türkiye'nin doğal gaz ithalâtında yararlandığı boru hatları kapasite ve sayı itibariyle petrol boru hatlarına göre daha fazladır. Ancak doğal gaz boru hatlarının büyük bölümünü kökeni Rusya olan güzergâhlar oluşturmaktadır. Bununla birlikte, Azerbaycan doğal gazının ithal edilmesine yönelik çalışmalara da son yıllarda ağırlık verilmiştir. Bu güzergâhların çeşitliliği ne kadar artırılsa enerji arz güvenliği açısından o kadar olumlu sonuçlar doğuracaktır. Güzergâh çeşitliliği yanında, acil durumlara karşı belli miktarlarda doğal gazın depolanması da, doğal gaz arz güvenliğinin artırılabilmesi açısından, gereklidir. Bu nedenle, Türkiye'de doğal gaz depolanmasına yönelik faaliyetlerin incelenmesinde yarar vardır.

#### **4.2.1.2.3. Türkiye'de Doğal Gaz Depolama Faaliyetleri**

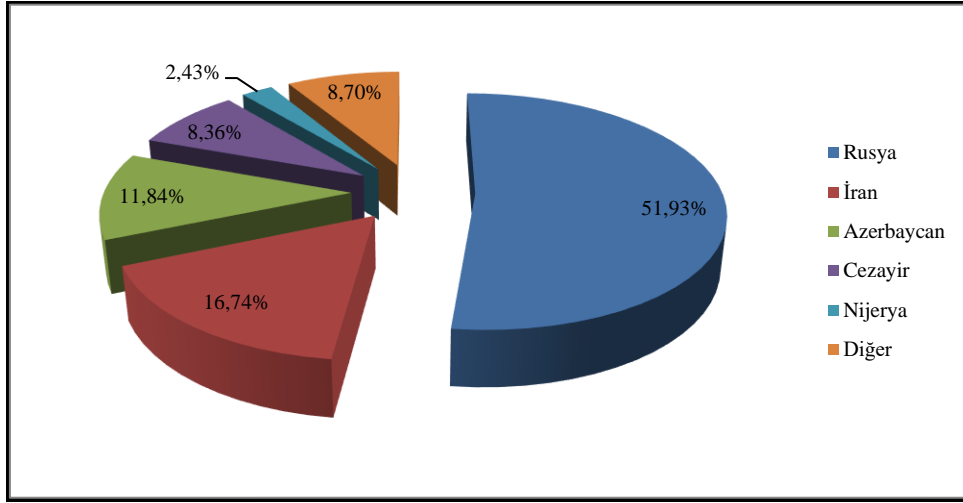
Petrol ve doğal gaz gibi, Türkiye'de ithalât bağımlılığı çok yüksek düzeylerde olan enerji kaynaklarının yeterli miktarlarda depolanması enerji arz güvenliği açısından çok önemlidir. Olası kriz dönemlerinde ya da talepte anî sıçramalar gerçekleştiğinde arz kesintisi yaşanmaması için tüketim ihtiyaçları depolanan bu kaynaklarla karşılanmaktadır. Türkiye'de iki yeraltı doğal gaz depolama, iki de LNG terminali olmak üzere dört depolama tesisi hâlihazırda kullanımdadır. Bunlar Silivri Yer Altı Doğal Gaz Depolama, Tuz Gölü Yer Altı Doğal Gaz Depolama, Marmara Ereğlisi LNG Terminali ve Hatay Dörtyol FSRU (Yüzen Depolama ve Gaza Dönüştürme Birimi) LNG Terminalidir (BOTAŞ, 2019d).

2007 yılında faaliyete geçmiş olan Silivri Yer Altı Doğal Gaz Depolama Tesisleri bünyesinde Kuzey Marmara ve Değirmenköy sahaları olmak üzere iki saha mevcuttur. Bu iki sahanın toplam kapasitesi 2,84 milyar  $\text{Sm}^3$ 'tür<sup>16</sup> (BOTAŞ, 2016). Silivri Yer Altı Doğal Gaz Depolama Tesislerinde, ayrıca, günlük 25 milyon  $\text{Sm}^3$  geri üretim kapasitesine ulaşılmıştır (BOTAŞ, 2019e). ETKB tarafından, bu tesislerde depolama kapasitesinin 4,6 milyar  $\text{Sm}^3$ 'e, geri üretim kapasitesinin ise günlük 75 milyon  $\text{Sm}^3$ 'e yükseltilmesinin hedeflendiği belirtilmiştir (ETKB, 2019d). Aksaray il sınırı içerisinde yer alan Tuz Gölü Yer Altı Doğal Gaz Depolama Tesisi ise 2017 yılında faaliyete geçmiştir (EPDK, 2017: 21). Hâlihazırda 600 milyon  $\text{Sm}^3$  depolama kapasitesine ve günlük 20 milyon  $\text{Sm}^3$  geri üretim kapasitesine sahiptir (BOTAŞ, 2019f). ETKB'nin internet sitesinde belirtildiğine göre, 2023 yılı itibariyle bu tesisin 5,4 milyar  $\text{Sm}^3$  depolama kapasitesine ve günlük 80 milyon  $\text{Sm}^3$  geri üretim kapasitesine ulaştırılması hedeflenmektedir (ETKB, 2019d). 1994 yılında işletmeye açılmış olan Marmara Ereğlisi LNG Terminali 85 bin  $\text{m}^3$  kapasiteye sahip üç depolama tankından oluşmaktadır. Bu tesisin günlük 37 milyon  $\text{Sm}^3$  gaza dönüştürme kapasitesi vardır (BOTAŞ, 2019g). Hatay Dörtüol FSRU LNG Terminali ise gemi tipinde bir tesistir. 2018 yılında faaliyete geçen bu terminalde 263 bin  $\text{Sm}^3$  depolama kapasitesi ve günlük 20 milyon  $\text{m}^3$  gaza dönüştürme kapasitesi mevcuttur (BOTAŞ, 2019h). 2017 yılının sonu itibariyle Türkiye toplam 3,19 milyar  $\text{m}^3$  yer altı doğal gaz depolama ve 943 bin  $\text{m}^3$  LNG depolama kapasitelerine ulaşmıştır. 2016 yılına göre yer altı depolama kapasitesi yaklaşık %19,9 oranında artarken, LNG depolama kapasitesi yaklaşık %76,3 oranında artmıştır (EPDK, 2018: VII). Çizelge 4.3'te görüldüğü üzere, 2017 yılında Türkiye'de toplam 53,6 milyar  $\text{m}^3$  doğal gaz tüketimi yapıldığına göre, 3,19 milyar  $\text{m}^3$ 'lük yer altı doğal gaz depolama kapasitesi bu tüketimin %5,95'ine karşılık gelmektedir.

<sup>16</sup>  $\text{Sm}^3$  simgesi Standart Metreküp ölçü biriminin kısaltmasıdır. Standart Metreküp 15°C sıcaklıkta ve 1,01325 bar mutlak basınç altında 1 $\text{m}^3$  hacme sahip doğal gaz miktarını ifade etmektedir (Doğal Gaz Piyasası Tarifeler Yönetmeliği, 2016: Birinci Bölüm, Madde 4).



Şekil 4.7. Türkiye'nin Doğal Gaz İthalâtı Yaptığı Ülkeler 2017 (%)



Kaynak: EPDK (2018: 8).

Türkiye’de doğal gaz rezervlerinin ve üretiminin doğal gaz tüketimi karşısında son derece yetersiz olduğu resmî verileriyle birlikte ortaya konmuştur. Ancak, bununla birlikte, doğal gaz tüketimi hızla artmaya devam etmektedir. Bu da doğal gaz ithalât bağımlılığını çok yüksek düzeylere ulaştırmaktadır. 2017 yılında Türkiye’nin doğal gaz ithalât bağımlılığı %101,66 oranında gerçekleşmiştir. 2000 yılından bu yana bu oran %95’in altına hiç düşmemiştir (Eurostat, 2019c). Bununla birlikte, 2017 yılında Türkiye’nin toplam birincil enerji ihtiyacının %28,17’sini doğal gaz karşılamıştır (BP, 2018a). Söz konusu olumsuz durum karşısında, doğal gaz arz güvenliği üretimin artırılmasıyla ithalât bağımlılığı düşürülerek iyileştirilemeyeceği için Türkiye’nin yapması gerekenler ithalâta tedarikçi çeşitliliğini artırmak ve depolama faaliyetlerine hız vermektir. Doğal gaz ithalâtında yararlanılan boru hatlarının çeşitlendirilmesine yönelik çalışmalar olumlu yönde devam etse de bu boru hatlarının büyük bölümünün köken bölgeleri Rusya’dadır.

Şekil 4.7’de 2017 yılında Türkiye’nin doğal gaz ithalâtı yaptığı ülkeler bu ithalâttaki paylarıyla birlikte görülmektedir. Şekle göre, Türkiye 2017 yılında doğal gaz ithalâtını %51,93 oranında Rusya’dan yapmıştır. Yani Türkiye, doğal gaz ihtiyacının neredeyse tamamını ithalât yoluyla karşıladığına göre, bu ihtiyacın yarısından fazlasını bir tek ülkeden karşılamıştır. Tedarikçi çeşitliliğinin bu kadar kısıtlı oluşu doğal gaz arz güvenliği açısından olumsuz bir durumdur. Depolama faaliyetlerine bakılacak olursa, yıllık tüketimin yaklaşık %6’sı oranında bir depolama kapasitesinin oluşturulduğu görülmektedir. Bu kapasite petrol ürünleri depolama kapasitesiyle karşılaştırıldığında, henüz oldukça düşük düzeyde olduğunu söylemek mümkündür. Bilindiği gibi, petrol ürünlerinin net ithalâtın 90 günlük kısmını karşılayacak miktarda depolanması hedeflenmektedir. 90 gün ise yılın yaklaşık %25’ine karşılık gelmektedir.

Doğal gaz net ithalâtının tüketiminden daha yüksek olduğu düşünülürse doğal gaz depolama kapasitesinin net ithalât karşısındaki oranının %6'nın da altına düşeceği açıktır. Dolayısıyla, Türkiye'nin doğal gaz depolama faaliyetlerine daha fazla hız vermesi gerekmektedir.

#### **4.2.1.3. Kömür**

Kömür Birinci Sanayi Devrimi'nden bu yana “*modern*” dünyada en fazla tüketilen enerji kaynaklarından bir tanesidir. Petrol ve doğal gaz gibi, bir fosil yakıt olan kömür yoğun CO<sub>2</sub> salınımına yol açmaktadır. 21. Yüzyıl'da ülkelerin enerji politikalarında CO<sub>2</sub> salınımının düşürülmesi önemli yer tutarken, henüz kömür tüketiminde ciddi bir azalma söz konusu değildir. Kömür hâlen dünyada toplam birincil enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılamaktadır. AB gibi, enerji ihtiyacının büyük bölümünü fosil yakıtlarla karşılayan Türkiye'de de kömür tüketimi önemli bir yer tutmaktadır. İthalatı bağımlılıkları aşırı yüksek olan petrol ve doğal gaza göre Türkiye'de kömürün doğal gaz arz güvenliği daha yüksek görünmektedir. Özellikle linyit üretiminin görece yüksek oluşu sayesinde Türkiye'de kömür üretiminin tüketimini karşılama oranı diğer fosil yakıtlara nazaran daha yüksektir. Ancak taşkömürü için aynı şeyleri söylemek mümkün değildir. Bu bağlamda, Türkiye'de kömür üretim, tüketim ve ithalât verileri incelendikten sonra kömür rezervlerinin ve arama faaliyetlerinin ortaya konması kömür arz güvenliği bakımından hangi noktaya ulaşıldığına ilişkin somut bilgiler verecektir.

##### **4.2.1.3.1. Türkiye'de Kömür Üretim, Tüketim ve İthalâtı**

Türkiye'de fosil yakıtlar içerisinde ithalât bağımlılığı en düşük olan enerji kaynağı kömürdür. Çizelge 4.4.'te 2011-2017 yılları arasında Türkiye'nin toplam kömür üretim, tüketim ve ithalât verileri görülmektedir. Çizelge incelendiğinde kömür arz güvenliği bakımından Türkiye'nin petrol ve doğal gaz arz güvenliklerine göre oldukça iyi durumda olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.4. Türkiye’de Kömür Üretim, Tüketim ve İthalâtı 2011-2017 (Milyon Ton)

	Üretim	Tüketim	İthalât
2011	76	100,1	24
2012	71,4	100	29,6
2013	60,4	83,4	27,2
2014	65,2	97,2	30,2
2015	58,4	93	34,5
2016	73	109,87	36,8
2017	74,1	113,17	39,1

Kaynak: TKİ (2012-2013-2014-2015-2016-2017-2018).

Çizelgedeki verilere bakılacak olursa, 2011-2017 yılları arasında Türkiye’de kömür üretiminin %2,5 oranında azalmış olduğu, kömür tüketiminin ise %13,06 oranında artmış olduğu görülmektedir. Üretim azalırken tüketimin artmış olması üretimin tüketimi karşılama oranını düşürmüştür. 2011 yılında %75,92 oranında gerçekleşmiş olan üretimin tüketimi karşılama oranı 2017 yılında %65,48’e düşmüştür. Söz konusu düşüşe rağmen, bu olumlu tablonun ortaya çıkması Türkiye’de linyit rezervlerinin görece bol olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak linyit düşük ısıl değere sahip olan bir kömür türüdür. Bu nedenle termik santrallerde elektrik üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Yüksek kaloriye sahip olan taşkömürü ise hem elektrik üretimi hem de ısı enerjisi üretimi amacıyla tercih edilmektedir (ETKB, 2019e). Örneğin, 2015 yılında Türkiye’de toplam taşkömürü arzının %46,2’si elektrik üretimi amacıyla kullanılmıştır (TKİ, 2017: 23). Bununla birlikte, Türkiye’nin taşkömürü üretimi tüketimi karşısında yetersiz kalmaktadır.

Çizelge 4.5. Türkiye’de Taşkömürü Üretim, Tüketim ve İthalâtı 2000-2017 (Milyon Ton)

	Üretim	Tüketim	İthalât
2000	2,37	15,36	12,99
2001	2,59	10,62	8,03
2002	2,73	14,43	11,69
2003	2,06	18,23	16,17
2004	2,03	18,46	16,43
2005	2,18	19,54	17,36
2006	2,32	22,60	20,29
2007	2,49	25,44	22,95
2008	2,63	22,12	19,49
2009	2,88	23,24	20,36
2010	2,59	23,92	21,33
2011	2,62	26,30	23,68
2012	2,29	31,49	29,20
2013	1,92	30,12	28,20
2014	1,79	30,79	29,00
2015	1,43	32,93	31,49
2016	1,32	36,20	34,88
2017	1,23	37,48	37,47

Kaynak: TTK (2018: 27).

Çizelge 4.5'te 2000-2017 yılları arasında Türkiye'nin taşkömürü üretim, tüketim ve ithalât verileri görülmektedir. Çizelgeye göre, taşkömürü üretiminin tüketimini karşılama oranı oldukça düşüktür. 2000 yılında %15,43 oranında gerçekleşmiş olan taşkömürü üretiminin tüketimini karşılama oranı 2017 yılında %3,28'e kadar gerilemiştir. Bunun nedeni, taşkömürü üretimi düşerken, tüketiminin hızla artmasıdır. 2000-2017 yılları arasında Türkiye'de taşkömürü üretimi yaklaşık %48 oranında düşmüştür. Aynı dönemde taşkömürü tüketimi ise %143,93 oranında artarak yaklaşık 2,44 katına yükselmiştir. Sonuç olarak Türkiye, petrol ve doğal gazda olduğu gibi, taşkömürü ihtiyacının büyük bir bölümünü ithalât yoluyla karşılamaktadır. Bu durum linyitle birlikte toplam kömür arz güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Kömür arz güvenliğinin artırılması yeni rezervlerin keşfedilmesiyle mümkün olacaktır.

#### **4.2.1.3.2. Türkiye'de Kömür Rezervleri ve Arama Faaliyetleri**

Türkiye kömür rezervleri bakımından petrol ve doğal gaz rezervlerinde olduğu kadar kötü durumda değildir. Bilindiği gibi, Türkiye'nin toplam doğal gaz rezervleri 1 yıllık tüketim ihtiyacını dahi karşılayacak düzeyde değildir. Kömürde ise durum daha farklıdır. Dünyadaki toplam kömür rezervlerinin %2,1'ine sahip olan Türkiye'nin 1,5 milyar ton düzeyinde taşkömürü rezervi mevcuttur. Bunun yanında, linyit rezervleri toplam 17,27 milyar ton düzeyindedir. Taşkömürü rezervlerinin tamamı Türkiye Taşkömürü Kurumu'na (TTK) aittir. 2017 yılının sonu itibariyle, linyit rezervlerinin ise %77'si 3 kamu kuruluşuna aittir. Bunlardan, Elektrik Üretim Anonim Şirketi'nin (EÜAŞ) payı %61, Türkiye Kömür İşletmeleri'nin (TKİ) payı %12 ve Maden Tetkik ve Arama Müdürlüğü'nün (MTA) payı da %4'tür. Geriye kalan %23 oranındaki rezervler ise özel sektöre aittir (TKİ, 2018: 37-39). Türkiye'nin en önemli linyit rezervi Afşin-Elbistan havzasında bulunmaktadır. 1,5 milyar tonluk taşkömürü rezervinin ise 1,3 milyar tonluk kısmı Zonguldak havzasında bulunmaktadır (ETKB, 2019e).

## Çizelge 4.6. Türkiye’de Linyit Rezervleri

Havza	Kapasite
Konya-Karapınar	1,8 milyar ton
Tekirdağ-Çerkezköy	495 milyon ton
Elbistan MTA Sahası	515 milyon ton
Beypazarı-Çayırhan EÜAŞ Sahası	153,3 milyon ton
Eskişehir-Alpu	1,5 milyar ton
Afyon-Dinar	941 milyon ton
Malatya-Yazıhan	17 milyon ton
Pınarhisar-Vize	140 milyon ton
Amasya-Merzifon	9,2 milyon ton
Konya-İlgın	31 milyon ton
Afşin-Elbistan EÜAŞ Sahası	1,3 milyar ton
Manisa-Soma TKİ Sahası	205 milyon ton
Denizli-Çardak	44,2 milyon ton
Denizli-Çivril	7,5 milyon ton
Isparta-Şarkikaraağaç	306,7 milyon ton
Tekirdağ-Malkara	206 milyon ton

Kaynak: TKİ (2018: 41).

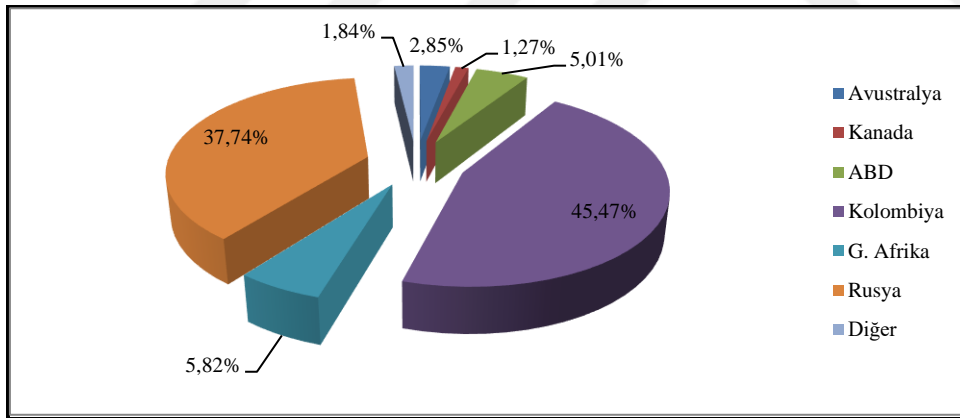
Türkiye’de kömür arama çalışmalarına 1938 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından başlanmıştır. 1984 yılına kadar 117 linyit sahası keşfedilerek linyit rezervleri 8,3 milyar ton düzeyine ulaştırılmıştır. 1984 yılından sonra 2004 yılına kadar önemli bir rezerv keşfi olmamış, 2005 yılından itibaren 2017 yılına kadar 13 yeni kömür sahası keşfedilmiştir. Daha önce keşfi yapılmış 4 kömür sahasının da kapasitesi artırılmıştır. Böylece 2017 yılına gelindiğinde toplam linyit rezervi kapasitesi 17,27 milyar ton düzeyine ulaştırılmıştır. Bu kapasitenin yaklaşık %29,5’i Afşin-Elbistan havzasında, %10,5’i Konya-Karapınar havzasında, %8,3’ü Eskişehir-Alpu havzasında, %5,4’ü Afyon-Dinar havzasında, %4,9’u Manisa-Soma havzasında ve %4,3’ü de Muğla-Milas havzasında bulunmaktadır (TKİ, 2018: 41). Bu havzaları kapasiteleriyle birlikte Çizelge 4.6’da görmek mümkündür. Taşkömürü havzalarının kapasiteleri ise;

- Armutçuk: 31,83 milyon
- Kozlu: 154,89 milyon ton
- Üzülmez: 302,50 milyon ton
- Karadon: 408,90 milyon ton
- Amasra: 621,98 milyon ton

düzelelerinde (TTK, 2018: 23). Ancak Çizelge 4.5'e bakıldığında bu taşkümüri rezervlerinin yetersiz olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, yeni linyit rezervleriyle birlikte, yeni taşkümüri rezervlerinin keşfedilmesine de ihtiyaç vardır.

Türkiye'de toplam kömür talebinin net ithalât bağımlılığı 2017 yılında %61,71 oranında gerçekleşmiştir (Eurostat, 2019c). Kömür net ithalâtının toplam kömür arzına oranı biçiminde hesaplanan net ithalât bağımlılığının, petrol ve doğal gaz kadar olmasa da, yüksek oluşu taşkümüri üretiminin tüketimini karşılama oranının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Böylece, kömür ithalât bağımlılığı yükselirken, kömür arz güvenliği düşmektedir. İthalat bağımlılığı yüksek olan Türkiye'nin bu ithalâta tedarikçi ülke çeşitliliğini artırması gerekmektedir. Zira, 2017 yılında Türkiye'nin toplam birincil enerji ihtiyacının %28,28'ini kömür karşılamıştır. Üç fosil yakıtın Türkiye'deki toplam birincil enerji tüketimi içerisindeki payları birbirine çok yakın olmakla birlikte, kömür bu konuda hâlen ham petrolden sonra 2. sırada gelmektedir. Ancak kömür ithalâtında tedarikçi çeşitliliği bakımından da Türkiye'nin çalışmalarına yoğunluk vermesi gerekmektedir.

Şekil 4.8. Türkiye'nin Kömür İthalâtı Yaptığı Ülkeler 2017 (%)



Kaynak: IEA (2018c).

Şekil 4.8'de 2017 yılında Türkiye'nin yaptığı kömür ithalâtında tedarikçi ülkelerin payları görülmektedir. Şekle göre, Kolombiya'nın bu ithalât içerisindeki payı %45,47 oranında gerçekleşirken, Rusya'nın payı da %37,74 oranında gerçekleşmiştir. Dolayısıyla, Türkiye 2017 yılında toplam kömür ithalâtının %83,21'ini sadece iki ülkeden yapmıştır (IEA, 2018c). Bu durum Türkiye'nin kömür ithalâtında büyük oranda sadece iki ülkeye bağımlı olmasına neden olmaktadır. Kesintisiz kömür arzının az sayıda ülkeye bağı olması, kömür arz güvenliğinin azalmasına neden olmaktadır.

Görüldüğü gibi, Türkiye fosil yakıtların arzı bakımından büyük oranda dışa bağımlı bir ülkedir. Bu konuda dışa bağımlı olan Türkiye'nin öncelikle yapması gereken şey fosil yakıtların ithalâtında tedarikçi çeşitliliğini artırarak az sayıda ülkeye bağımlı olmaktan kurtulmaktır. Kömür kaynağı bakımından nispeten daha iyi durumda olmakla birlikte Türkiye'de kömür talebinin ithalât bağımlılığının düşük olduğunu ileri sürmek mümkün değildir. Yüksek ithalât bağımlılıkları Türkiye'nin enerji arz güvenliğinin artırılması önünde önemli bir engel olduğu için bu ithalât bağımlılıklarının düşürülmesi gerekmektedir. Petrol ve doğal gaz rezervleri bakımından fakir olan Türkiye'nin yeni kömür rezervleri keşfetme olanağı vardır. Ancak yoğun CO<sub>2</sub> salınımına yol açan bu kaynağın daha temiz kaynaklarla ikame edilmesi hem sürdürülebilirlik açısından hem de yerli kaynaklara yönelerek ithalât bağımlılığının daha hızlı biçimde düşürülmesi açısından daha etkili olacaktır.

#### **4.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

Yenilenebilir enerji kaynakları çevreye zarar vermeyen ve tükenmeyen kaynaklardır. Ayrıca uluslararası ticarete konu olan kaynaklar olmadıkları için ülkelerin yenilenebilir enerji potansiyellerinden yararlanmaları, yurtiçi enerji üretiminin tüketimini karşılama oranını artıracığı için, doğrudan, enerji kaynakları talebinin ithalât bağımlılığını düşürecektir. Bir yandan da ülke içerisinde kaynak çeşitliliğinin artmasını sağlayacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları aynı zamanda “temiz” kaynaklardır. Bunun anlamı yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanmanın ülke içerisinde CO<sub>2</sub> salınımını düşüreceğidir. Türkiye Avrupa ülkeleriyle karşılaştırıldığında, özellikle güneş olmak üzere, yenilenebilir enerji kaynakları bakımından belirli potansiyele sahip bir ülkedir. Bu nedenle, Türkiye'de yüksek ithalât bağımlılıklarına sahip fosil yakıtlara bağımlı durumdaki enerji sisteminin bu açmazdan çıkış yolu yenilenebilir enerji kaynaklarından geçmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'nin enerji konusunda yapması gerekenlere yönelik çıkarımlarda bulunmak adına yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin yaşanan gelişmelerin incelenmesi gerekmektedir.

Öncelikle yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretimine verilen teşviklere bakılacak olursa, ilk olarak, AB'de olduğu gibi, FIT politikasıyla karşılaşılmaktadır. FIT politikaları her bir yenilenebilir enerji kaynağı başlığı altında ayrı ayrı incelenecektir. Bu fiyat desteği dışında birtakım farklı teşvik politikaları da

uygulanmaktadır. Bunlar arasında üretim tesisi kurulumunda ortaya çıkacak arazi ihtiyacına yönelik uygulamalar vardır. 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'un (Yenilenebilir Enerji Kanunu-YEK) 8. Maddesinde 2010 yılında yapılan değişiklikle kamuya ait olan arazilerde en geç 31 Aralık 2015 tarihine kadar faaliyete geçmiş olan yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik üretim tesisleri için faaliyete geçtikleri ilk 10 yıl süresince izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine %85 oranında indirim uygulanmaktadır (5346 Sayılı Kanun Madde 8).

AR-GE desteklerine bakılacak olursa, 8 Haziran 2010 tarihli Resmî Gazetede yayınlanan Enerji Sektörü Araştırma-Geliştirme Projeleri Destekleme Programına (ENAR) Dair Yönetmelikte 2013 yılında yapılan değişikliklerle yeniden düzenleme yapılmış olduğu görülmektedir. Söz konusu yönetmelikte tesis kurulumunu gerçekleştirecek firma tarafından yürütülecek olan AR-GE faaliyetlerinin desteklenme oranı ve desteklenme süresi şu biçimde belirlenmiştir: Oluşturulacak değerlendirme heyeti tarafından desteklenmesine karar verilen projeler için öncelikle bir bütçe belirlenmekte ve bu bütçenin en fazla %80'i iki yıl süreyle ETKB tarafından, geriye kalan %20'lik kısmı ise firma tarafından karşılanmaktadır. Öngörülen bütçenin yetersiz kalması durumunda yapılacak yeni değerlendirme sonucuna göre toplam bütçenin en fazla %10'u kadar ek bütçe verilebilmektedir. Bunlar AR-GE faaliyetlerinin desteklenme oranına yönelik düzenlemelerdir. AR-GE faaliyetinin desteklenme süresine yönelik düzenlemelere göre ise projenin tamamlanması için iki yıl süre verilmektedir. Eğer iki yıl içerisinde proje sona ermezse yine yapılacak değerlendirme sonucuna bağlı olarak en fazla, 6'şar aylık iki dönem ek süre verilebilmektedir (27605 sayılı Resmî Gazete, 2010: Madde 5). Bu destekleme politikalarının sonucunda Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin gelişmeler her bir kaynak için ayrı ayrı incelenmelidir.

#### **4.2.2.1. Hidroelektrik**

Dünyada olduğu gibi, Türkiye'de de fosil yakıtlardan sonra en fazla tüketilen birincil enerji kaynağı hidroelektriktir. Hidroelektrik kaynaklarının yenilenebilir enerji kaynakları arasında sayılmasına ilişkin tartışma çalışmanın Birinci Bölüm'ünde yapılmıştır. Doğaya verdiği zararlara rağmen, hidroelektrik hâlen yenilenebilir enerji kaynakları arasında



sayılmaktadır. Dolayısıyla, bu çalışmada hidroelektrik, yenilenebilir enerji kaynakları arasında sınıflandırılmıştır.

Bugünkü T.C. toprakları üzerinde kurulan ilk elektrik santrali 1902 yılında Tarsus'ta kurulmuş olan hidroelektrik santralidir (Kaymakçioğlu, 2010: 115). 2017 yılında Türkiye'de toplam kurulu güç kapasitesinin %32,01'i hidroelektrik kaynaklarına dayalı kurulu güç kapasitesinden oluşmuştur (TEİAŞ, 2019). Türkiye bu kapasiteyle toplam elektrik üretiminin %19,76'sını gerçekleştirmiştir (BP, 2018a). Türkiye'de 2018 yılı Haziran ayının sonu itibariyle ise 636 adet hidroelektrik santralinin (HES) toplam kurulu güç kapasitesi 27912MW (toplam kurulu güç kapasitesinin %32'si) düzeyindedir (ETKB, 2019f).

Türkiye'nin HES potansiyeline bakılacak olursa, YEGM'nin internet sitesinde belirtilmiş olduğuna göre bu potansiyel 36000MW'tır. 2023 yılına kadar bu potansiyelin tamamının kullanılması hedeflenmektedir (YEGM, 2018). HES'lerin kurulum maliyetleri diğer bütün yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha düşük olduğu için bu tip santraller hızlı bir biçimde yaygınlaşmaktadır. Bununla birlikte, HES'lerde yapılan elektrik üretimine, AB'deki gibi FIT adı verilen, fiyat desteği de sağlanmaktadır. HES'lerde üretilen 1kWh elektriğin fiyatı 0,073 dolardır (7,3 cent dolar). Bu fiyat, HES'lerin kurulum maliyetleri düşük olduğu için, bütün yenilenebilir kaynaklar arasındaki en düşük destekleme fiyatıdır (5346 Sayılı Kanun, Madde 6). Bununla birlikte, HES tesisinde yurtiçinde üretilmiş olan parçaların oranı ne kadar fazla ise 1kWh elektrik üretimi başına fiyat da o oranda artmaktadır. 1kWh elektrik üretimi başına en düşük fiyat 0,073 dolar iken, HES tesisinin bütün parçalarının yurtiçi üretimi olması hâlinde 1kWh elektrik üretimi başına fiyat 0,096 dolar (9,6 cent dolar) olmaktadır (5346 Sayılı Kanun, Madde 6/B).

2017 yılında Türkiye'de toplam kurulu güç kapasitesi içerisinde en fazla paya sahip olan birincil enerji kaynağı hidroelektrik olmuştur (%32,01). Bu durum hidroelektrik enerji kaynaklarını Türkiye enerji politikasının önemli bir bileşeni hâline getirmiştir. Söz konusu yüksek orana rağmen, Türkiye'de hidroelektrik potansiyelinin geri kalanının da kullanılmasına yönelik çalışmalar devam etmektedir. Ancak, daha önce belirtilmiş olduğu gibi, HES'ler kuruldukları bölgelerde doğal yaşama zarar vermektedirler. Bu nedenle, Türkiye'de HES'lerin kurulmasının planlandığı kesimlerde bölge sakinleri bu planlara tepki göstermektedir. Özellikle, hidroelektrik potansiyelinin yüksek olduğu, Karadeniz Bölgesi'nde bu tür tepkilere daha yoğun bir biçimde rastlanmaktadır.

HES'ler yerli kaynakların kullanımıyla elektrik üretimi yapan sistemler oldukları için ithalât bağımlılığının düşürülmesi ve arz güvenliğinin artırılması bakımından tercih edilen santral tipleridir. Bu durumda karar verilmesi gereken konu doğal yaşamın zarar görmemesinin mi, yoksa enerji arz güvenliğinin artırılmasının mı daha önemli olduğudur. Aslına bakılacak olursa, çevresel sürdürülebilirlik de enerji arz güvenliğinin belirleyicilerinden bir tanesidir. Bu durumda aralarında seçim yapılması gereken kavramlardan enerji arz güvenliğinin çıkarılması, yerine enerji arz güvenliğinin bir başka göstergesinin getirilmesi daha uygun olacaktır. Yerli kaynaklara yönelim enerji ithalât bağımlılığını düşürdüğü için bu kavramı kullanmakta sakınca olmayacaktır. Yani HES projelerinin devam ettirilip ettirilmemesi bakımından karar verilmesi gereken konu çevresel sürdürülebilirliğin mi, yoksa enerji ithalât bağımlılığının düşürülmesinin mi daha önemli olduğu biçiminde değiştirilmelidir. Her iki kavram da enerji arz güvenliği göstergesi olarak kullanılmaktadır. HES projelerinin devam ettirilmesi çevresel sürdürülebilirliği olumsuz yönde etkileyerek enerji arz güvenliğini düşürürken, diğer yandan, ithalât bağımlılığını azaltarak enerji arz güvenliğini artıracaktır. 2023 yılına kadar hidroelektrik potansiyelinin tamamının kullanılması hedeflenmiş olduğuna göre, Türkiye'de politika yapıcılar tarafından enerji arz güvenliğinin çevresel sürdürülebilirlik boyutu karşısında ithalât bağımlılığının düşürülmesi boyutu tercih edilmiş görünmektedir. Ancak HES projelerinin gerçekleştirilmesinin planlandığı bölgelerde yaşayan insanlar politika yapıcılarla aynı fikirde değildiler.

#### 4.2.2.2. Rüzgâr

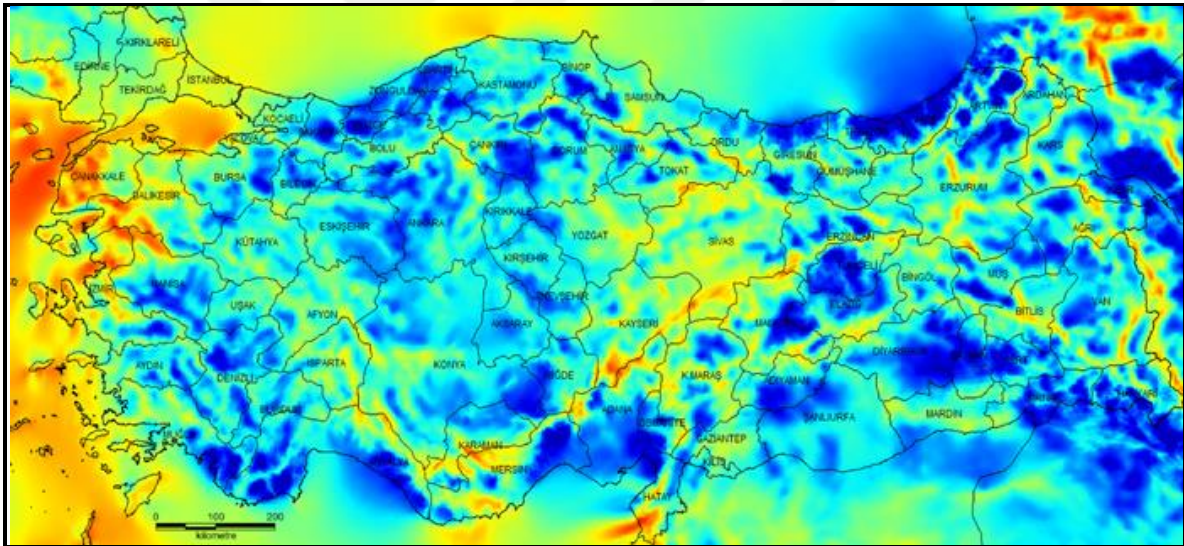
Türkiye'de hidroelektrikten sonra kurulu gücü en fazla olan yenilenebilir enerji kaynağı rüzgârdır. Rüzgârın hidroelektrik dışındaki diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha fazla yaygınlaşmasının altında yatan temel neden kurulum maliyetlerinin düşük olmasıdır.<sup>17</sup> Bu sayede Türkiye'de ve dünyada rüzgâr enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi görece hızlı bir biçimde artmaktadır. Ancak Türkiye'de rüzgâr enerjisi potansiyelinden henüz yeterli düzeyde yararlanılmadığını fosil yakıtların birincil enerji tüketimi içerisindeki yüksek paylarına bakarak anlamak mümkündür.

2006 yılında Enerji İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) tarafından Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) hazırlanmıştır. Bu çalışmaların sonucunda

<sup>17</sup> Birinci Bölüm'de Şekil 1.6'da yenilenebilir enerji kaynaklarının LCOE değerlerindeki gelişmeleri görmek mümkündür.

elektrik üretimi için uygun olan saniyede 7m'den daha hızlı rüzgârların toplam potansiyeli 47849MW olarak hesaplanmıştır. REPA'da bölgesel olarak rüzgâr enerjisi potansiyelleri bir harita üzerinde görülmektedir (İlbank, 2019). Şekil 4.9'da renkler kırmızıya dönüştükçe rüzgâr enerjisi potansiyelinin arttığı, maviye dönüştükçe rüzgâr enerjisi potansiyelinin azaldığı anlaşılmaktadır. Buna göre, Türkiye'nin Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz kıyılarında ve iç kesimlerde ise Karaman, Kayseri ve Sivas'ın belirli bölümlerinde rüzgâr enerjisi potansiyelinin yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Bu nedenle, Türkiye'de rüzgâr enerjisi santralleri (RES) daha çok Ege ve Marmara Bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Bununla birlikte, Doğu Akdeniz'de Mersin ve Hatay, iç kesimlerde Karaman, Kayseri, Sivas, Kırşehir, Tokat, Amasya, Adıyaman, Afyon, Uşak ve Bilecik illerinde de RES'ler kurulmuştur (YEGM, 2017).

Şekil 4.9. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)

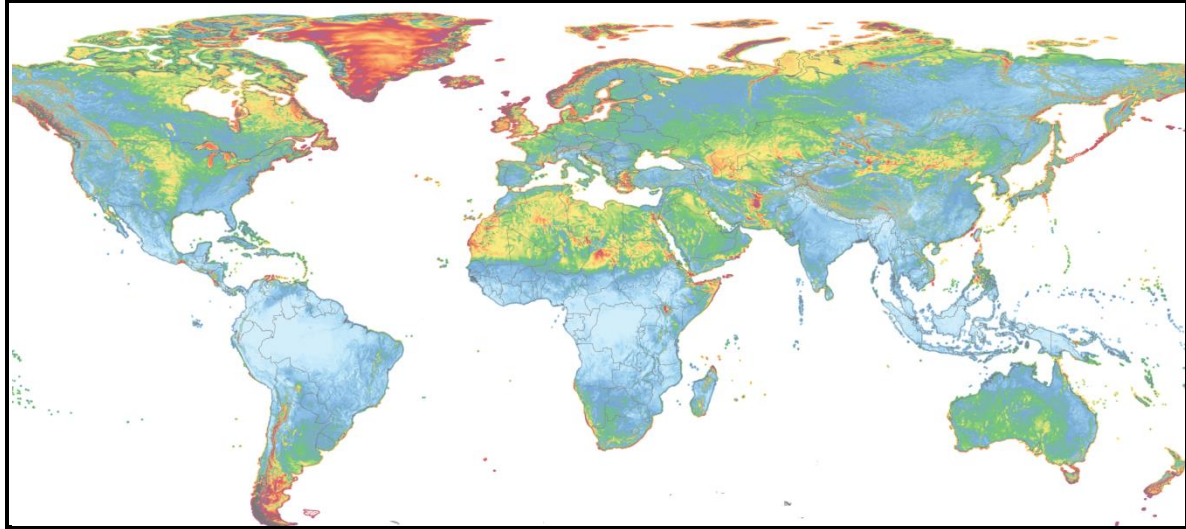


Kaynak: YEGM (2019).

Türkiye için EİE tarafından hazırlanmış olan REPA gibi tüm dünyada rüzgâr enerjisi potansiyelinin saptanması amacıyla Dünya Bankası öncülüğünde 2018 yılında Küresel Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (GWA) hazırlanmıştır. Şekil 4.10'da görülen GWA'da REPA'da olduğu gibi, renkler kırmızıya dönüştükçe Rüzgâr enerjisi potansiyelinin arttığı, maviye dönüştükçe rüzgâr enerjisi potansiyelinin azaldığı anlaşılmaktadır. Buna göre, dünyada en fazla rüzgâr enerjisi potansiyeline sahip olan bölgenin Grönland olduğu görülmektedir. Avrupa'da ise en fazla potansiyele sahip olan ülkeler İngiltere ve İskandinav ülkeleridir. GWA'ya göre Türkiye'nin Ege kıyısı elektrik üretimi için yeterli rüzgâr enerjisi potansiyeline sahip görünmektedir (Dünya Bankası, 2018). Ancak,

Türkiye'nin 18 Haziran 2019 tarihi itibariyle toplam kurulu güç kapasitesinin 89736MW olduğu düşünüldüğünde, REPA'yla ölçülmüş olan 47849 MW'lık rüzgâr enerjisi potansiyelinin önemli bir potansiyel olduğu anlaşılmaktadır (EİGM, 2019).

Şekil 4.10. Küresel Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (GWA)



Kaynak: Dünya Bankası (2018).

Türkiye'de de AB'de olduğu gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşması amacıyla bir takım teşvik politikaları uygulanmaktadır. Bunların en önemlisi, AB'de olduğu gibi, FIT uygulamasıdır. Kurulum maliyetlerinin yüksekliğine bağlı olarak uygulanan FIT rüzgâr enerjisine dayalı elektrik üretimi için hidroelektrik ile birlikte en düşük düzeyde belirlenmiştir. Buna göre, RES'lerde üretilen 1kWh elektriğin fiyatı 0,073 dolardır (7,3 cent dolar) (5346 Sayılı Kanun, Madde 6). Bununla birlikte, RES tesisinin parçaları hangi oranda yurtiçi üretimiyse 1kWh elektrik üretimi başına elde edilecek gelir de o oranda artmaktadır. 1kWh elektrik üretimi başına elde edilecek en düşük gelir 0,073 dolar iken, RES tesisinin bütün parçalarının yurtiçi üretimi olması hâlinde elde edilecek gelir 1kWh başına 0,110 dolar (11 cent dolar) olacaktır (5346 Sayılı Kanun, Madde 6/B). Hem kurulum maliyetlerinin düşük oluşu hem de FIT uygulamalarının sonucunda Türkiye'de rüzgâr enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesindeki artış belli bir ivme kazanmıştır. Çizelge 4.7'de dünyada rüzgâr enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi en yüksek olan ülkeler ve Türkiye bir arada görülmektedir. Çizelgeye göre, dünyada rüzgâr enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin yaygınlaştırılması bakımından öncü konumundaki ülkeler olan ABD, Almanya ve İspanya son yıllarda Çin'in çok gerisinde kalmıştır. Çizelgenin son sütunu dünyada rüzgâr enerjisine dayalı toplam kurulu güç kapasitesi içerisinde ülkelerin paylarını göstermektedir. Buna göre, dünyadaki toplam

rüzgâr enerjisine kurulu güç kapasitesinin %31,9'unu Çin tek başına elinde bulundurmaktadır. İkinci sıradaki ABD'nin payı %17 ve üçüncü sıradaki Almanya'nın payı ise %10,9'dur. Dünyada bu konuda öncü ülkelerden biri olan İspanya 2015 yılından itibaren Hindistan'ın gerisine düşmüştür. 2017 yılında rüzgâr enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi bakımından dünyada önde gelen 10 ülkeden 5'i Avrupa ülkeleridir (BP, 2018a). Bu durum AB'de düşük karbonlu teknolojilerin yaygınlaştırılması hedefine yönelik olarak önemli bir göstergedir.

Çizelge 4.7. Rüzgâr Enerjisine Dayalı Kurulu Güç Kapasitesi Bakımından Dünyada Önde Gelen Ülkeler ve Türkiye (MW)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2017 (%)
<b>Çin</b>	8388	17599	29633	46355	61597	76731	96819	131598	148983	164061	%31,9
<b>ABD</b>	25237	35159	40274	47084	60208	61292	66146	72573	81287	87544	%17,0
<b>Almanya</b>	22794	25732	26903	28712	30979	33477	38614	44580	49586	55876	%10,9
<b>Hindistan</b>	9655	10926	13065	16084	18421	20150	22465	25088	28700	32878	%6,4
<b>İspanya</b>	16555	19176	20693	21529	22789	22958	22975	22938	23025	23120	%4,5
<b>İngiltere</b>	3406	4422	5422	6597	9031	11282	13074	14315	16217	19836	%3,9
<b>Fransa</b>	3671	4775	5940	6811	7583	8164	9337	10324	11761	13559	%2,6
<b>Kanada</b>	2371	3321	4011	5278	6214	7813	9684	11214	11972	12313	%2,4
<b>Brezilya</b>	398	602	927	1426	1894	2202	4888	7633	10124	12293	%2,4
<b>İtalya</b>	3731	4845	5814	6936	8119	8561	8703	9162	9410	9662	%1,9
<b>Türkiye</b>	364	792	1320	1729	2261	2760	3630	4503	5751	6516	%1,3

Kaynak: BP (2018a).

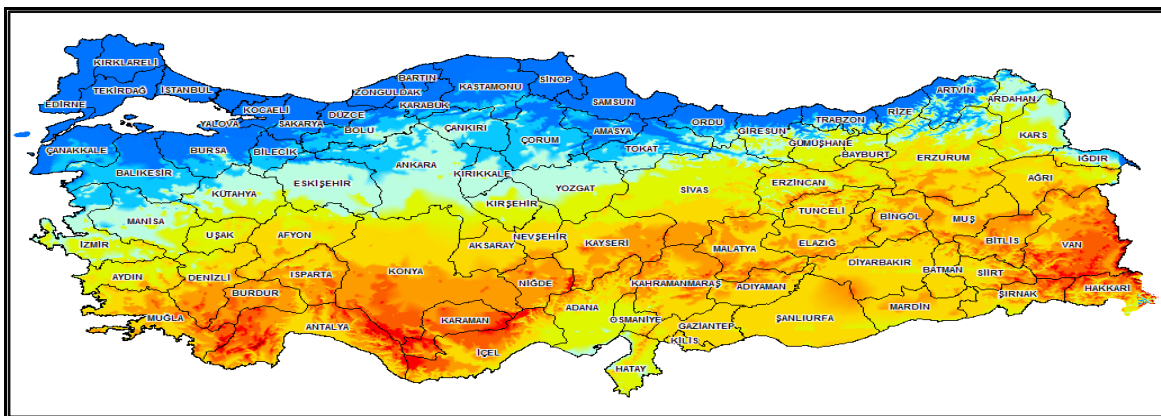
Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyelinden henüz yeterince yararlanamamaktadır. 2006 yılında hazırlanmış olan REPA'ya göre, Türkiye'nin rüzgâr enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi toplam potansiyelinin 47849MW olduğu daha önce belirtilmiştir. Ancak 2017 yılına gelindiğinde Türkiye'de rüzgâr enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi 6516MW düzeyinde gerçekleşmiştir. Bunun anlamı, rüzgâr enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesindeki artış son yıllarda belirli bir ivme kazanmış olsa da, bu kapasitenin henüz yetersiz olduğudur. Toplam potansiyelin mümkün olduğunca yüksek oranlarda kullanılması fosil yakıtlardan kaynaklanan enerji ithalât bağımlılığının düşürülmesi açısından en önemli çözüm yolu olacaktır.

### 4.2.2.3. Güneş

Güneş enerjisi, daha önce ifade edilmiş olduğu gibi, bütün diğer enerji tiplerinin ana kaynağıdır<sup>18</sup>. Türkiye hem coğrafi konumundan hem de görece geniş bir yüzölçümüne sahip olmasından dolayı önemli bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Temiz bir enerji kaynağı olan güneş konusunda sahip olduğu potansiyeli kullanabilmesi Türkiye için enerji arz güvenliği açısından olumlu sonuçlar doğuracaktır. Güneş ticarete konu olan bir kaynak değildir. Bu bağlamda, güneş enerjisinden daha fazla yararlanmak bir taraftan enerji ithalât bağımlılığını ve enerji ithalât maliyetlerini düşürürken bir taraftan da ülke içerisinde kaynak çeşitliliğinin artmasını sağlayacaktır. Güneş enerjisine yönelik çıkarımlarda bulunmak adına öncelikle Türkiye’de güneş enerjisi potansiyelinin ve güneş enerjisine yönelik uygulanan politikaların incelenmesi gerekmektedir. Bu incelemenin sonucu olarak güneş enerjisi konusunda Türkiye’nin ulaştığı noktaya ilişkin değerlendirme yapmak daha açıklayıcı olacaktır.

Türkiye Avrupa ülkeleriyle kıyaslandığında önemli bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. ETKB tarafından oluşturulan Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası’na (GEPA) göre, Türkiye’nin toplam güneşlenme süresi yıllık ortalama 2741 saattir. Bu da günlük ortalama 7,5 saate karşılık gelmektedir. Ayrıca, 1m<sup>2</sup> başına düşen yıllık toplam ışınım şiddeti ortalama 1527 kWh’tir. Bu ise 1m<sup>2</sup> başına günlük ortalama 4,18 kWh’e denk gelmektedir (ETKB, 2018).

Şekil 4.11. Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA)



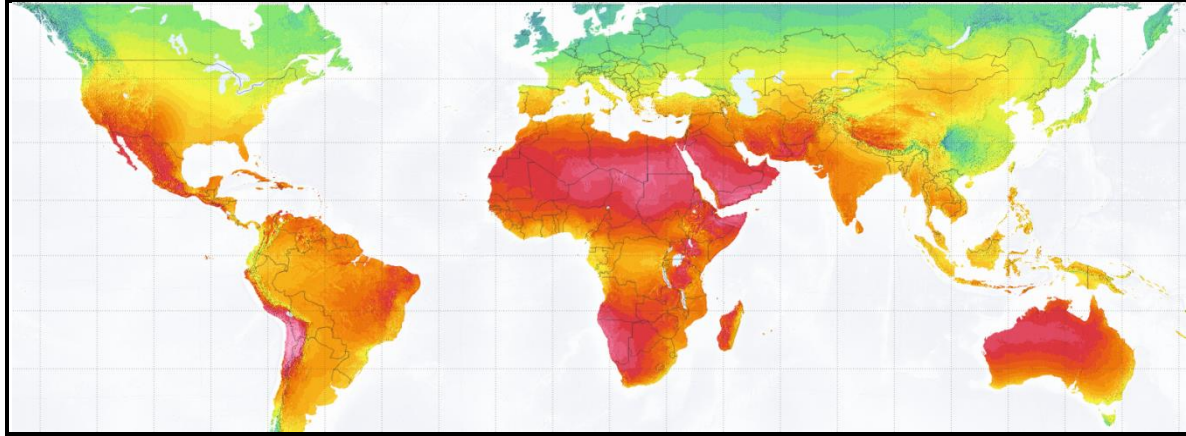
Kaynak: YEGM (2012a).

<sup>18</sup> Bu konuya İkinci Bölüm’de ayrıntılı biçimde değinilmiştir.



ETKB tarafından hazırlanmış olan Türkiye için Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) Şekil 4.11’de görülmektedir. Buradaki renkler maviden kırmızıya doğru dönüştükçe güneş enerjisi potansiyeli artmaktadır. Buna göre, Türkiye’nin 1m<sup>2</sup> başına yıllık en fazla güneş enerjisi potansiyeline sahip olan bölgesi 1460 kWh/m<sup>2</sup>-yıl ile Güney Doğu Anadolu Bölgesi’dir. Güney Doğu Anadolu Bölgesi’nden sonra ikinci sırada gelen Akdeniz Bölgesi’nin 1390 kWh/m<sup>2</sup>-yıl, üçüncü sırada gelen Doğu Anadolu Bölgesi’nin 1365 kWh/m<sup>2</sup>-yıl, dördüncü sırada gelen İç Anadolu Bölgesi’nin 1314 kWh/m<sup>2</sup>-yıl, beşinci sırada gelen Ege Bölgesi’nin 1304 kWh/m<sup>2</sup>-yıl, altıncı sırada gelen Marmara Bölgesi’nin 1168 kWh/m<sup>2</sup>-yıl ve son sırada gelen Karadeniz Bölgesi’nin 1120 kWh/m<sup>2</sup>-yıl potansiyellerine sahip oldukları görülmüştür (YEGM, 2012b). Bu veriler Türkiye’nin önemli bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğu anlamına gelmektedir.

Şekil 4.12. Küresel Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası



Kaynak: Dünya Bankası (2019b).

Güneş enerjisi potansiyeli bakımından dünyadaki diğer ülkeler ve Türkiye arasında bir karşılaştırma yapmak mümkündür. Şekil 4.12’de 2016 yılında Dünya Bankası tarafından hazırlanmış olan Küresel Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası görülmektedir. Küresel Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası bu türden bir karşılaştırma yapmaya olanak tanımaktadır. Burada da, yine, renkler maviden kırmızıya doğru dönüştükçe güneş enerjisi potansiyelinin arttığı anlaşılmaktadır. Buna göre, dünyanın kuzey kesimlerinde yer alan ülkelerin daha düşük güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğu, ekvator çevresi ve güney kesimlerinde yer alan ülkelerin ise daha yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğu gözlenmektedir. Türkiye ise Avrupa ülkeleriyle kıyaslandığında oldukça yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Sadece İspanya, İtalya, Portekiz ve Yunanistan gibi Avrupa’nın güneyinde yer alan ülkeler güneş enerjisi potansiyeli bakımından Türkiye ile boy ölçüşebilecek durumdadır. Avrupa’nın geri kalanı tümüyle Türkiye’ye göre daha

düşük güneş enerjisi potansiyeline sahip olan ülkelerden oluşmaktadır (Dünya Bankası, 2019b).

Çizelge 4.8. Güneş Enerjisine Dayalı Kurulu Güç Kapasitesi Bakımından Dünyada Önde Gelen Ülkeler ve Türkiye 2008-2017 (MW)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2017 (%)
<b>Çin</b>	140	300	800	3500	7060	17740	28380	43530	78000	131000	%32,8
<b>ABD</b>	753	1188	2040	3959	7328	12079	18317	25674	40400	51000	%12,8
<b>Japonya</b>	2144	2627	3618	4914	6632	13599	23339	34150	42000	49000	%12,3
<b>Almanya</b>	6120	10566	18006	25916	34077	36710	37900	39224	40716	42394	%10,6
<b>İtalya</b>	496	1277	3605	13141	16796	18198	18606	18915	19291	19700	%4,9
<b>Hindistan</b>	10	12	37	562	923	1283	3290	5168	9418	19047	%4,8
<b>İngiltere</b>	24	27	95	1000	1754	2937	5528	9535	11899	12760	%3,2
<b>Fransa</b>	180	371	1209	2973	4094	4748	5702	6605	7125	8000	%2,0
<b>Avustralya</b>	105	188	571	1377	2415	3226	4088	5109	5950	7200	%1,8
<b>İspanya</b>	3829	3848	4330	4792	5104	5354	5376	5425	5453	5600	%1,4
<b>G. Kore</b>	357	524	650	729	1024	1555	2481	3493	4400	5600	%1,4
<b>Belçika</b>	109	648	1066	2105	2800	3058	3153	3250	3516	3800	%1,0
<b>Türkiye</b>	4	5	6	7	12	18	58	266	800	3400	%0,9
<b>Dünya</b>	14855	22938	39455	71251	100677	137260	178090	226907	302782	399613	%100

Kaynak: BP (2018a).

Avrupa ülkelerine göre Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli yüksek olmasına rağmen, henüz Türkiye'de güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi yeterli düzeye ulaşmış değildir. Çizelge 4.8'de 2008-2017 yılları arasında dünyada en fazla güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesine sahip olan on iki ülkeyle birlikte Türkiye görülmektedir. Bu on iki ülkeden altı tanesi Avrupa ülkeleri olmakla birlikte, Çin ve Hindistan dışında, geriye kalan ülkelerin tamamı gelişmiş ülkelerdir. Çin ve Hindistan ise 2000'li yıllarda iktisadî yönden çok hızlı gelişme göstermiş ülkelerdir. Bu konuda dünyada öncü ülke konumundaki Almanya 2014 yılından itibaren güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi bakımından liderliğini kaybetmiş, 2017 yılına gelindiğinde Çin, ABD ve Japonya'nın gerisine düşmüştür. Bununla birlikte, İtalya, İngiltere, Fransa, Avustralya ve Güney Kore gibi ülkelerin güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitelerindeki gelişmeler dikkat çekicidir. Türkiye'de de son birkaç yıldır güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesindeki artış hızlanmıştır. 2017 yılında bu ülkeler arasında on ikinci sırada yer alan Belçika'nın toplam içerisindeki payı %1 iken Türkiye'nin payı da %0,9 düzeyine ulaşmıştır. Ancak, İspanya dışında, bu listedeki Avrupa ülkelerinin tamamından daha fazla güneş enerjisi potansiyeline sahip olan Türkiye, güneş enerjisine dayalı kurulu güç



kapasitesini çok daha yüksek düzeylere ulaştırma olanağına sahiptir (BP, 2018a). Bunun için birtakım teşvik politikalarının uygulanmasına ihtiyaç vardır.

Güneş enerjisine dayalı kurulu gücün artırılmasına yönelik teşvik politikaları kapsamında da FIT ile karşılaşılmaktadır. Türkiye’de FIT güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi için biyo-kütle enerjisi ile birlikte en yüksek düzeyde belirlenmiştir. Buna göre, güneş enerjisine dayalı olarak üretilen 1kWh elektriğin fiyatı 0,133 dolardır (13,3 cent dolar) (5346 Sayılı Kanun, Madde 6). Bununla birlikte, söz konusu tesisin parçaları hangi oranda yurtiçi üretimiyse 1kWh elektrik üretimi başına elde edilecek gelir de o oranda artmaktadır. 1kWh elektrik üretimi başına elde edilecek en düşük gelir 0,133 dolar iken, tesisin bütün parçalarının yurtiçi üretimi olması hâlinde elde edilecek gelir 1kWh başına fotovoltaik sistemler için 0,2 dolar (20 cent dolar), yoğunlaştırıcı güneş enerjisi sistemleri için de 0,225 dolar (22,5 cent dolar) olacaktır (5346 Sayılı Kanun, Madde 6/B). Bunun yanında, kendisi için üretim yapan üreticinin ihtiyaç fazlasını da her bir bölgeye göre değişen yetkili dağıtımçı şirketler yine 0,133 dolar fiyatından satın almak zorundadır (5346 Sayılı Kanun Madde 6/A).

Bu düzenlemelerin sonucunda, genel olarak enerji sektöründe ve özel olarak da güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi konusunda yaşanan gelişmelere gelindiğinde, günümüzde ortaya çıkan tablo şu biçimdedir: 2014 yılında ETKB’nin 2015-2019 dönemine yönelik strateji planına göre, 2019 yılına kadar doğal gazın elektrik üretimi içindeki payının 2014 yılında gerçekleşen %47,85’ten %38 düzeyine indirilmesi ve bu orandaki azalışın yenilenebilir kaynakların paylarındaki artışla karşılanması hedeflenmiştir (ETKB, 2014: 35). Daha 2015 yılında bu hedef tutturulmuş ve doğal gazın Türkiye’nin toplam elektrik üretimine katkısı %37,9’a düşmüştür. Ancak doğal gazın payındaki bu %9,95’lik azalışın %9,52’lik kısmı, yani neredeyse tamamı, sadece hidroelektrik kaynaklarının payındaki artışla karşılanmıştır. 2017 yılında ise doğal gazın toplam elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payı %37,17 oranında gerçekleşmiştir (TEİAŞ, 2019). Bunun yanında, daha önce ETKB tarafından 2023 yılı hedefi olarak belirlenen 3000MW’lık güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi hedefi 4 yıl geri çekilerek 2019 yılı hedefi olarak belirlenmiştir (ETKB, 2014: 40).

2017 yılında Türkiye’de güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi 3400MW düzeyinde gerçekleşmiştir. Yani 2019 yılı hedefine 2017 yılından ulaşılmıştır. Söz konusu kurulu güçle yapılan elektrik üretimi ise 2889,3GWh’tir. Ancak bu üretim Türkiye’nin

2017 yılında yaptığı toplam elektrik üretiminin %0,97'si kadardır (TEİAŞ, 2019). 9 Eylül 2015 tarihli Resmî Gazete'de ise Konya/Karapınar'daki 27 km<sup>2</sup> alan sahip olan bir arazide 1000MW kurulu güç kapasiteli bir güneş enerjisi santrali ve bu santral için gerekli olan teçhizatın üretileceği bir fabrikanın kurulmasına ilişkin olarak YEGM tarafından ihale açılacağı ilan edilmiştir (29470 sayılı Resmî Gazete, 2015). 9-13 Ekim 2016 tarihleri arasında İstanbul'da gerçekleştirilen 23. Dünya Enerji Kongresi'nde YEGM yetkilileri tarafından yapılan sunumda bu projenin detaylarına değinilmiştir. Buna göre, kurulacak bu santralde kullanılacak teçhizatın en az %75 oranında yerli üretim olması, fabrikanın ise ihale alındıktan sonraki 18 ay içerisinde faaliyete geçmesi gerekmektedir. Fabrika işletmecisine 15 yıl süreyle AR-GE faaliyeti yürütmesi ve fabrikada en az %90, AR-GE faaliyetlerinde en az %80 oranlarında yerli istihdam zorunluluğu getirilmiştir. Santralin ise en fazla 36 ay içerisinde kurulumunun tamamlanması gerekmektedir. İhalenin bu koşullarda 2016 yılı Kasım ayı içerisinde açılacağı ifade edilmiştir (GÜNDER, 2016). Ancak 9 Aralık 2016 tarihli Resmî Gazete'de ihalenin 2017 yılı Şubat ayına ertelendiği ilan edilmiş (29913 sayılı Resmî Gazete, 2016: 31) ve ihale 20 Mart 2017 tarihinde sonuçlanmıştır (AA, 2018).

#### 4.2.2.4. Diğer Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Jeotermal, biyo-kütle ve diğer biyo-yakıtlar dünyada en az tercih edilen birincil enerji kaynaklarıdır. Türkiye'de de bu tip enerji kaynaklarının tüketimleri son derece düşüktür. Bununla birlikte, Türkiye'de jeotermal ve biyo-kütle kaynaklarına dayalı elektrik üretimi için de FIT teşviki uygulanmaktadır. Biyo-kütle enerjisine dayalı elektrik üretimi için belirlenen FIT uygulamasında güneş enerjisiyle birlikte en yüksek destek fiyatı sağlanmaktadır. Türkiye'de biyo-kütle enerjisine dayalı 1kWh elektrik üretiminin fiyatı, güneş enerjisinde olduğu gibi, 0,133 dolardır (13,3 cent dolar) (5346 Sayılı Kanun, Madde 6). Bu fiyat bütün parçaları ithal olan tesislerde üretilen elektrik için geçerlidir. Diğer bütün yenilenebilir enerji kaynaklarında olduğu gibi tesiste yurtiçinde üretilmiş parçalar arttıkça bu destek fiyatı da artmaktadır. Biyo-kütle enerjisine dayalı elektrik üretimi yapılan tesislerin bütün parçaları yurtiçinde üretilmişse bu tesislerde üretilen 1kWh elektriğin fiyatı 0,189 dolar (18,9 cent dolar) olacaktır (5346 Sayılı Kanun, Madde 6/B).

Jeotermal enerjisine gelinecek olursa, bu tip enerjiye dayalı tesislerde yapılan elektrik üretimi için belirlenen destek fiyatının, birbirleriyle aynı fiyatın uygulandığı güneş

ve biyo-kütleden sonra ikinci sırada geldiği görülmektedir. Jeotermal enerjiye dayalı tesislerde de üretimi yurtiçinde yapılmış olan parçalar arttıkça üretilen elektriğin fiyatı artmaktadır. Tamamı ithal parçalardan oluşan bu tip tesislerde üretilen 1kWh elektrik için belirlenmiş olan destek fiyatı 0,105 dolardır (10,5 cent dolar) (5346 Sayılı Kanun, Madde 6). Parçalarının tamamının üretimi yurtiçinde yapılmış olan tesislerde üretilen 1kWh elektriğin fiyatı ise 0,132 dolar (13,2 cent dolar) olmaktadır (5346 Sayılı Kanun, Madde 6/B).

Jeotermal ve biyo-kütle enerjisine dayalı elektrik üretimine verilen bu destek fiyatlarına rağmen, Türkiye’de bu tip enerji kaynakları kullanılarak yapılan elektrik üretimi çok düşüktür. 2017 yılında Türkiye’de jeotermal ve biyo-kütle enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretiminin toplamı 8,8TWh olarak gerçekleşmiştir. Aynı yıl Türkiye’deki toplam elektrik üretimi ise 295,5TWh’tir. Yani jeotermal ve biyo-kütle enerjilerine dayalı elektrik üretimi toplam elektrik üretiminin %2,98’ini karşılamıştır. Bununla birlikte, Türkiye’de sadece jeotermal enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi 2017 yılında dünyadaki toplam jeotermal enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi içerisinde önemli bir yere sahiptir. Türkiye’nin 2017 yılı itibariyle 1064MW jeotermal enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesi dünyadaki toplam jeotermal enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin %7,4’üne tekabül etmektedir. Bu oran dünyada %26 paya sahip ABD, %13,5 paya sahip Filipinler ve %13 paya sahip Endonezya’dan sonra dördüncü sırada gelmektedir (BP, 2018a). Ancak Türkiye’de jeotermal enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin toplam kurulu güç kapasitesi içerisindeki payı %1,25 oranında gerçekleşmiştir (TEİAŞ, 2019).

#### **4.2.2.5. Nükleer Enerji**

Türkiye’de 2019 yılı itibariyle nükleer enerjiden henüz yararlanılmaya başlanmamıştır. Bununla birlikte, iki adet nükleer güç santrali (NGS) projesi vardır. Bunlardan ilki anlaşma metni Rusya ile 12 Mayıs 2010 tarihinde imzalanmış olan Akkuyu NGS, diğeri ise anlaşma metni Japonya ile 3 Mayıs 2013 tarihinde imzalanmış olan Sinop NGS projeleridir. Bunlardan Akkuyu NGS’nin 1200MW’lık dört üniteden oluşan toplam 4800MW kurulu güç kapasitesine sahip olması, Sinop NGS’nin ise 1120MW’lık dört üniteden oluşan toplam 4480MW kurulu güç kapasitesine sahip olması planlanmıştır (ETKB, 2019g). Ancak Sinop NGS projesi durdurulmuştur. Sinop NGS’nin durdurulmuş olduğuna ilişkin resmî açıklama 27 Haziran 2019 tarihinde Türkiye Cumhuriyeti

Cumhurbaşkanı tarafından Japonya’da yapılmıştır (EMO, 2019). Akkuyu NGS projesi ise devam etmektedir.

Mersin-Akkuyu’da kurulacak olan NGS’ye ilişkin olarak Rusya ile yapılan anlaşmanın detayları 6 Ekim 2010 tarihli Resmî Gazete’de ilân edilmiştir. Buna göre, projenin inşaatından işletilmesine ve sökümüne kadar bütün faaliyetlerinden sorumlu bir Proje Şirketi kurulmuştur. Bu Proje Şirketi, Akkuyu NGS’nin üreteceği elektrik de dâhil olmak üzere, santralin sahibidir. Projenin Rusya tarafının Proje Şirketi’ndeki toplam payları %100’le başlayacak ve hiçbir zaman %51’den az olmayacaktır. Projenin Türkiye tarafı ise Akkuyu NGS faaliyete geçirildikten en az on beş yıl sonra Proje Şirketi’nin yıllık net kârının %20’sini alacaktır (27721 Sayılı Resmî Gazete, 2010: Madde 5). Bununla birlikte, her bir ünite faaliyete geçirildikten sonra on beş yıl süreyle, bu santralde üretilen elektriğe Türkiye tarafından belirli oranlarda sabit fiyatlı alım garantisi verilmiştir. Buna göre, birinci ve ikinci ünitelerde üretilen elektriğin %70’ini, üçüncü ve dördüncü ünitelerde üretilen elektriğin %30’unu on beş yıl boyunca Türkiye kWh başına 0,1235 dolar (12,35 cent dolar) fiyattan satın alacaktır, kWh başına ödenecek bu fiyatın üst limiti 0,1533 dolar (15,33 cent dolar) olacaktır. Bu dört ünite üretilmiş olan elektriğin geri kalanını (birinci ve ikinci ünitelerde üretilen elektriğin %30’unu, üçüncü ve dördüncü ünitelerde üretilen elektriğin %70’ini) büyük oranda Rusya tarafının sahip olacağı Proje Şirketi serbest piyasa koşullarında satışa çıkaracaktır. Buna karşılık, Proje Şirketi Türkiye tarafından satın alınan elektrik için kWh başına toplam 0,003 dolar (0,3 cent dolar; 0,15 cent yakıt yönetimi hesabına, 0,15 cent işletmeden çıkarma hesabına) Türkiye’ye ödeme yapacaktır (27721 Sayılı Resmî Gazete, 2010: Madde 10).

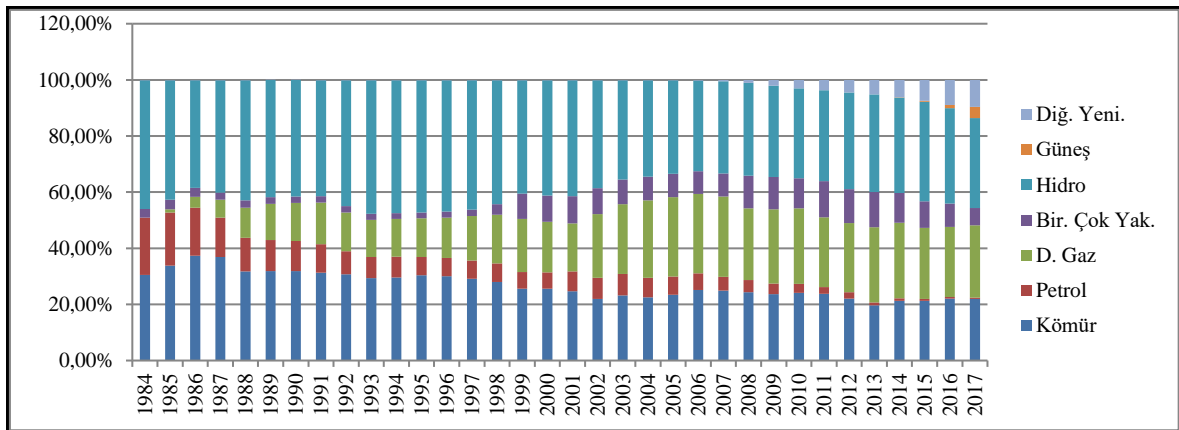
Görüldüğü gibi, hâlihazırda devam etmekte olan Akkuyu NGS projesi Türkiye için iktisadî açıdan ağır koşullar getirmektedir. Öncelikle, Proje Şirketi’nin büyük ortağı her zaman Rusya olacaktır. Türkiye’deki yenilenebilir enerjiye verilen FIT teşvikinden pay biçilecek olursa, Türkiye Akkuyu NGS’de üretilen elektriği oldukça yüksek bir fiyattan satın alacaktır. Bu üretimin geri kalan kısmını ise Proje Şirketi istediği gibi satabilecektir. Türkiye’nin satın alacağı elektrik dolayısıyla elde edeceği gelir ise yapacağı ödeme karşısında son derece cüzi bir tutar olacaktır. Ayrıca, Türkiye ünitelerin her biri için bu üniteler faaliyete geçtikten on beş yıl sonra kârdan pay alabilecektir. Bu on beş yıl süresince Türkiye Akkuyu NGS’de üretilen elektrik için sadece, oldukça yüksek fiyattan, ödeme yapacaktır. Yukarıda sıralanmış olan koşullar incelendiğinde, Three Mile Island, Çernobil ve Fukuşima’da yaşanan kazalara benzer riskler bir tarafa bırakılacak olsa bile,

Akkuyu NGS Türkiye açısından enerji arz güvenliği yönünden avantajlı görünmemektedir. Bu nedenle, Türkiye'nin, özellikle rüzgâr ve güneş olmak üzere, yenilenebilir kaynak potansiyellerinden daha fazla yararlanmak adına çalışmalarına yoğunluk vermesi gerekmektedir. Her ne kadar rüzgâr enerjisi potansiyeli Avrupa ve Dünya ile karşılaştırıldığında çok yüksek bir potansiyel olarak görünmese de bu potansiyelin değerlendirilmesi Türkiye'nin enerji arz güvenliği bakımından olumlu sonuçlar doğuracaktır. Bununla birlikte, son yıllarda kurulum maliyetleri hızla azalan güneş enerjisi ise Türkiye için yüksek potansiyelin değerlendirilmesi açısından çok önemli bir fırsattır.

### 4.3. Türkiye'de Uygulanan Enerji Politikalarının Arz Güvenliği Açısından Bir Değerlendirmesi

Birincil enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü çok yüksek oranlarda dışa bağımlı olduğu fosil yakıtlardan karşılayan Türkiye'nin toplam kurulu güç kapasitesinin yarısına yakınına sadece doğal gaz ve kömür yakıtlı termik santraller oluşturmaktadır. Şekil 4.13'te 1984-2017 yılları arasında Türkiye'nin toplam kurulu güç kapasitesi içerisinde birincil enerji kaynaklarının paylarını bir grafik üzerinde görmek mümkündür. 1984 yılında bu kapasite içerisinde hiç yer verilmemiş olan doğal gaz yakıtlı termik santrallerin payı 2017 yılında %25,82'ye kadar yükselmiştir. Kömür yakıtlı termik santraller ise 1984 yılında toplam kurulu güç kapasitesinin %30,48'ini oluştururken, 2017 yılında bu oran %21,95 olarak gerçekleşmiş ve bu iki enerji kaynağının payları toplamı 2017 yılında %47,78 olmuştur (TEİAŞ, 2019).

Şekil 4.13. Türkiye'nin Kurulu Güç Kapasitesine Enerji Kaynaklarının Katkısı 1984-2017 (%)



Kaynak: TEİAŞ (2019).

2017 yılında Türkiye'nin toplam kurulu güç kapasitesine en fazla katkı yapan enerji kaynağı tipi ise hidroelektrik santralleridir. Söz konusu sürecin başında, 1984 yılında, hidroelektrik santrallerinin Türkiye'nin toplam kurulu güç kapasitesi içerisindeki payı %45,79 iken sürecin sonuna gelindiğinde, 2017 yılında, %32,01'e düşmüş ancak hidroelektrik santralleri bu konuda ilk sıradaki yerini kaybetmemiştir. Süreç boyunca hidroelektrik santrallerinin toplam kurulu güç kapasitesi içerisindeki payı %13,78 oranında azalırken, petrol yakıtlı santrallerin payı da yaklaşık %20 oranında azalarak 2017 yılında %0,45'e kadar düşmüştür. Rüzgâr, güneş, jeotermal, biyo-kütle ve diğer biyo-yakıtlardan oluşan, hidroelektrik dışındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç kapasitesinin payı ise 1984-2017 yılları arasında %0,21'den %12,91'e yükselmiştir. Bunlar arasında en yüksek paya sahip olan kaynak rüzgârdır. Rüzgâr enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin toplam kurulu güç kapasitesi içerisindeki payı 2017 yılında %7,65 oranında gerçekleşmiştir. Güneş enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin payı ise %4,01'dir (TEİAŞ, 2019).

Türkiye'de birincil enerji kaynakları tüketimi enerji arz güvenliğine ilişkin birtakım sorunlar olduğuna yönelik sinyaller vermektedir. 2017 yılında Türkiye'nin toplam birincil enerji tüketimi içerisinde fosil yakıtların toplam payı %87,40 oranında gerçekleşmiştir. Bu durum Türkiye'de enerji alanında kaynak çeşitliliğinin henüz sağlanamadığı anlamına gelmektedir. Dahası, dünyadaki toplam petrol ve doğal gaz rezervleri içerisinde Türkiye'nin payı sıfıra yakındır (BP, 2018). Toplam kömür rezervleri içerisindeki payı ise %2,1'dir (TKİ, 2018: 37). Bununla birlikte, daha önce ifade edilmiş olduğu gibi, Türkiye'nin 2017 yılında doğal gaz talebinin ithalât bağımlılığı %101,66, petrol talebinin ithalât bağımlılığı %95,66, kömür talebinin ithalât bağımlılığı ise %61,71 düzeyindedir. Dolayısıyla Türkiye'nin toplam enerji ithalât bağımlılığı da oldukça yüksektir. 2017 yılında bu oran %77,16 düzeyinde gerçekleşmiştir (Eurostat, 2019c). Ayrıca, yapılan incelemelerde fosil yakıt ithalâtında tedarikçi çeşitliliğinin sağlanamadığı görülmüştür. Doğal gaz ve kömür ithalâtında ise Rusya'nın payının yüksek oluşu dikkat çekmektedir. Bu durum Türkiye'nin birincil enerji ihtiyacının karşılanmasında Rusya'ya önemli bir bağımlılık olmasına neden olmaktadır. Doğal gaz ithalâtında yararlanılan boru hatları çeşitliliğinin artırılmasına yönelik olarak önemli adımlar atılmış olmakla birlikte, bu boru hatlarının büyük bölümünün köken bölgeleri Rusya'dadır. Bu bağlamda yüksek miktarda Azerbaycan doğal gazının Türkiye'ye ulaştırılmasını sağlayacak olan TANAP olumlu bir gelişmedir. Türkiye'nin düşük miktardaki rezervlerinden dolayı, petrol ve doğal gaz

konusunda ithalât bağımlılığını ortadan kaldırması mümkün olmadığı için yapması gerekenler tedarikçi ülke çeşitliliğini ve boru çeşitliliğini artırmak yanında depolama faaliyetlerine de hız vermektir. Petrol ürünlerinin depolanması konusunda son yıllarda IEA kriterlerinin bir miktar gerisinde kalınmış olsa da, gelişmelerin olumlu olduğunu ileri sürmek mümkündür. Ancak, daha önce de ifade edilmiş olduğu gibi, doğal gaz depolama kapasitesi henüz çok yetersizdir. Bu konudaki çalışmalara ciddi bir ivme kazandırılarak devam edilmesi gerekmektedir.

Türkiye’de enerji ithalât bağımlılığının düşürülmesine yönelik olarak yapılabileceklerden bir diğeri, belki de en önemlisi, enerji tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji payının artırılmasıdır. 2017 yılında hidroelektrik dışındaki yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil enerji tüketimi içerisindeki payı %4,21 oranında gerçekleşmiştir. Ancak Türkiye’de henüz yenilenebilir enerji potansiyelinin çok küçük bir kısmı kullanılmaktadır. Rüzgâr konusunda bir miktar mesafe kat edilmiş olsa da, henüz ciddi miktarda bir rüzgâr enerjisi potansiyeli kullanılmamaktadır. Oldukça yüksek olan güneş potansiyelinin ise çok daha küçük bir kısmı kullanılabilir. Rüzgâr ve güneş gibi temiz ve tükenmeyen enerji kaynağı potansiyellerinden Türkiye’nin mümkün olduğunca yüksek oranlarda yararlanması gerekmektedir. Toplam birincil enerji tüketimi içerisinde bu kaynakların paylarının artmasıyla Türkiye’de enerji sektörünün fosil yakıtlara olan bağımlılığı, dolayısıyla, ithalât bağımlılığı azalacaktır. Böylece, aynı zamanda, CO<sub>2</sub> salınımları da düşürülmüş olacaktır.

Sera gazı salınımlarının düşürülmesi enerji arz güvenliğinin çevresel sürdürülebilirlik boyutu bakımından önemlidir. Türkiye 2004 yılından bu yana UNFCCC üyesidir ve Kyoto Protokolünü 2009 yılında imzalamıştır (Biresselioğlu, 2011: 128). Dolayısıyla, Türkiye’nin 2020 yılına kadar sera gazı salınımlarını 1990 yılı düzeyinin en az %18 oranında altına düşürmesi gerekmektedir. Sera gazı salınımlarının bir göstergesi olarak Türkiye’de CO<sub>2</sub> salınımlarına bakılacak olursa, 2017 yılında Türkiye’de CO<sub>2</sub> salınımlarının 1990 yılı düzeyine göre %201,25 oranında daha yüksek olduğu görülmektedir, yani 2017 yılı CO<sub>2</sub> salınımı 1990 yılı düzeyinin 3,01 katı olarak gerçekleşmiştir. Ancak bu olumsuz durum şaşırtıcı değildir. Çünkü toplam enerji sistemi, yoğun CO<sub>2</sub> salınımlarına yol açan fosil yakıtlara çok yüksek bir oranda bağımlı olan Türkiye’nin bu salınımı düşürmesi henüz mümkün görünmemektedir.

Enerji arz güvenliği açısından bir diğer önemli faktör ise enerji etkinliğidir. Enerji etkinliği enerji tüketimiyle doğrudan ilişkilidir. AB’de enerji etkinliğinin göstergesi olarak enerji tüketiminin düşürülmesi hedeflenmektedir. Bu konuda belirli bir mesafe kat edilmiştir. Ancak Türkiye’de 2008-2017 yılları arasındaki on yıllık süreçte toplam birincil enerji tüketimi %56,42 oranında artmıştır (BP, 2018a). Buna karşılık toplam birincil enerji üretimi aynı süreçte %24,15 oranında artmıştır (Eurostat, 2019c). Toplam birincil enerji tüketimi ile üretiminin artışları arasındaki bu dengesizlik Türkiye’de enerji etkinliğinin düşmesine neden olmaktadır. Enerji etkinliğinin azalmasından enerji arz güvenliği olumsuz yönde etkilenmektedir. Çünkü enerji üretiminin tüketimini karşılama oranı düşmektedir.

Görüldüğü gibi, Türkiye’nin enerji arz güvenliği açısından iyi bir durumda olduğunu ileri sürmek henüz mümkün değildir. Enerji arz güvenliğinin artırılabilmesi için yapılması gerekenler kısaca sıralanacak olursa: (i) Fosil yakıt tüketiminin azaltılıp yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Böylece hem kaynak çeşitliliği sağlanacak, hem enerji ithalât bağımlılığı düşürülecek, hem de CO<sub>2</sub> salınımı azaltılacaktır. (ii) Enerji ithalâtında tedarikçi çeşitliliğinin artırılması ithalâta belirli ülkelere olan bağımlılığın düşürülmesi bakımından çok önemlidir. (iii) AB’deki gibi enerji tüketimini kısımaya yönelik politikalara ihtiyaç vardır. Enerji tüketimi azaltılabilirse üretimin tüketimi karşılama oranı artacaktır. (iv) Türkiye’de enerji arz güvenliğinin artırılması için enerji arz güvenliğini belirleyen faktörlerin belirlenmesi, bu faktörlerin hangi düzeylerde olduğunun saptanması ve bunlara yönelik olarak uygulanacak politikalara karar verilmesi gerekmektedir. Ancak öncesinde Türkiye’de enerji arz güvenliğinin bu faktörlerin hesaba katılmasıyla ölçülmesi ve ulaşılan sonucun diğer ülkelerin sonuçlarıyla karşılaştırılması genel bir durum değerlendirmesi yapmaya olanak tanıyacaktır. Bu durum değerlendirmesi enerji arz güvenliğinin artırılmasına yönelik politikaların sistematik bir biçimde uygulamaya geçirilmesinde bir referans görevi görecektir.





## 5. ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİNİN NİCEL YÖNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ VE BİR YÖNTEM ÖNERİSİ

Çalışmanın başından buraya kadar dünyada enerji arz güvenliği kavramının şekillenışı incelenmiş, AB enerji politikaları ve Türkiye’de uygulanan enerji politikaları sonucunda gelinen noktaların değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu bölümde Türkiye, OECD üyesi AB ülkeleriyle enerji arz güvenliği bakımından karşılaştırılacaktır. Böyle bir karşılaştırmanın somut bir biçimde yapılabilmesi için ülkelerin enerji arz güvenliği durumlarının belli kriterler çerçevesinde sıralanabilmesi gerekmektedir. Bunun için enerji arz güvenliğinin nicel yönden ifade edilebilmesi çok önemlidir. Ancak söz konusu nicel ifade enerji arz güvenliğinin kapsamını mümkün olduğunca geniş bir biçimde içermelidir. Bu bölümde, öncelikle, enerji arz güvenliğinin nicel yönden değerlendirilmesine yönelik literatürde önerilen yöntemler incelenecektir. Sonrasında, bu yöntemler arasından amaca uygun olan yöntem seçilerek kapsamı genişletilecek ve ülkelerin enerji arz güvenliği ölçümleri bu yeniden biçimlendirilmiş yöntem kullanılarak yapılacaktır. Son olarak, Türkiye’nin diğer ülkelerle karşılaştırması yapılarak hangi politikalara daha çok önem verilmesine yönelik saptamalar ortaya konacaktır.

### 5.1. Enerji Arz Güvenliğinin Ölçülmesi

Ülkelerin enerji arzında sıkça olmasa da zaman zaman yaşanan kesintiler ciddi sorunlara yol açmaya yetmektedir. Bu nedenle ülkelerin enerji politikalarını belirlerken bu tür olası enerji arzı kesintilerine karşı önlemler almaları gerektiğine bu çalışmada daha önce değinilmiştir. 1985 yılında IEA tarafından yapılan enerji arz güvenliği tanımlamasından bu yana ülkeler açısından bu konuya özellikle dikkat çekilmektedir. Ulusal ve uluslararası alanda faaliyet gösteren tüm enerji kuruluşları artık enerji arz güvenliği konusunda çalışmalar yürütmektedirler. Çünkü hiçbir ülke enerji arzı kesintileriyle karşı karşıya kalmak istememektedir. Bu nedenle bu tür enerji arzı kesintisi risklerinin en aza indirgenmesi gerekmektedir. Bu konuda ülkelerin ne kadar başarılı olduklarının somut olarak ifade edilmesi, ancak enerji arz güvenliğinin ölçülmesiyle mümkündür. Enerji arz güvenliği literatüründe bütün çalışmalarda üzerinde uzlaşa sağlanan konu enerji arz güvenliği için “çeşitlilik” kavramının önemidir. Hem kaynak çeşitliliğinin hem de tedarikçi çeşitliliğinin artması arz kesintisi risklerini düşüren ve enerji arz güvenliğini artıran önemli bir unsurdur. Bu nedenle enerji arz güvenliği geleneksel olarak

iki ölçüm yöntemi kullanılarak ölçülmektedir. Bunlar Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI) ve Shannon-Wiener Endeksidir (SWI). Bu iki nicel yöntem kullanılarak ulaşılan sayısal sonuçlar ülkelerdeki enerji arzının ne kadar güvenli olduğu konusunda somut bir fikir vermektedir. Böylece farklı ülkelerin enerji arz güvenliği bakımından karşılaştırmasını yapmak mümkün olmaktadır. Bugüne kadar enerji arz güvenliğinin ölçümü amacıyla yapılan Frondel ve Schmidt (2008), le Coq ve Paltseva (2009), Löschel, Moslener ve Rübhelke (2010) ve Cohen, Joutz ve Loungani (2011) gibi çalışmalarda Herfindahl-Hirschman Endeksi kullanılırken; Stirling (1994a), Templet (1999) ve Jansen, van Arkel ve Boots (2004) gibi çalışmalarda Shannon-Wiener Endeksi kullanılmıştır. Bunun yanında Kruyt, vd. (2009), Cherp ve Jewell (2010), Greene (2010), Lefevre (2010) ve Winzer (2013) gibi çalışmalarda ise her iki endeks değerleri elde edilerek karşılaştırması yapılmış ve enerji arz güvenliği bakımından ulaşılan sonuçların birbiriyle paralel olduğu görülmüştür.

Son yıllarda literatürde bu iki endeks değeri enerji arz güvenliğinin değerlendirilmesinde kullanılan göstergelerden yalnızca biri olmuştur. Söz konusu iki endeksten bir gösterge olarak söz edilmesi her iki endeksin de aynı amaca hizmet ediyor oluşundan kaynaklanmaktadır. Yani enerji arz güvenliği göstergeleri arasında çeşitlilik göstergesi olarak bu iki yöntemden yalnızca biri tercih edilmektedir. Öte yandan, literatürdeki farklı çalışmalarda ve kurumların raporlarında enerji arz güvenliğini ölçmek üzere kullanılan çok çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemleri;

- Riskli Dış Enerji Arzı Endeksi (Blyth ve Lefevre, 2004)
- Arz/Talep Endeksi (Scheepers, Seebregts, de Jong ve Maters, 2007)
- Enerji Güvenliği Endeksi (IEA, 2007d)
- Petrol Kırılganlık Endeksi (Gupta, 2008)
- Kırılganlık Endeksi (Gnansounou, 2008)
- IEA Kısa Dönem Enerji Güvenliği Modeli (MOSES) (Jewell, 2011)
- Uluslararası Enerji Güvenliği Risk Endeksi (ABD Ticaret Odası, Küresel Enerji Enstitüsü, 2012)
- Enerji Sürdürülebilirlik Endeksi (WEC,2012)
- Enerji Mimarîsi Performans Endeksi (WEF, 2013)

biçiminde sıralamak mümkündür (Radovanić, Filipović ve Pavlović, 2017: 2). Çalışmada daha önce sözü edilen iki geleneksel yöntem ayrıntılı olarak incelendikten sonra, bu

yöntemler üzerinde durulacaktır. Ancak bu yöntemlere iki ayrı grup halinde yer verilecektir. Sırasıyla; enerji arz güvenliği literatürüne 1994 yılından bu yana katkı yapan araştırmacıların çalışmaları ve sonrasında dünyada ülkelerin enerji görünümünü değerlendirilmede enerji arz güvenliğini de göz önünde bulunduran bazı ulusal ve uluslararası kurumların önerdikleri yöntemler incelenecektir. Çalışmanın bütünlüğü açısından bütün bu yöntemlerin daha iyi anlaşılması adına öncelikle HHI ve SWI'ya değinmek gerekmektedir.

### 5.1.1 Herfindahl-Hirschman Endeksi ve Enerji Arz Güvenliği

Albert Otto Hirschman'ın 1945 yılında yayımlanan Ulusal Güç ve Dış Ticaretin Yapısı (National Power and the Structure of Foreign Trade) adlı kitabı ile Orris Clemens Herfindahl'ın 1950 yılında yayımlanan Çelik Endüstrisinde Yoğunlaşma (Concentration in the Steel Industry) adlı kitabında birbirinden bağımsız olarak birer yoğunlaşma ölçüm yöntemi önerilmiştir. Bu çalışmalarda önerilen her iki yöntem de yoğunlaşma ölçüsü olarak bir endüstri dalında faaliyet gösteren tüm firmaların piyasa paylarının kareleri toplamını temel almaktadır. Bu nedenle bu yöntem her iki yazarın da adıyla anılmaktadır (Lipczynski, Wilson ve Goddard, 2005: 217). Buna göre Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI) şu formülle hesaplanmaktadır:

$$HHI = \sum p_i^2 \quad 0 < HHI \leq 1 \quad (5.1)$$

Bu denklemde  $p_i$  i firmasının piyasa payını ifade etmektedir. Yukarıda da görüldüğü gibi HHI'nın alabileceği en büyük değer bir, en küçük değer ise sıfırdır. HHI artarak bire doğru yaklaştığında piyasada yoğunlaşma artmaktadır. Yani rekabetçilik azalmakta, piyasa oligopolcü yapıdan tekelci yapıya geçiş yapmaktadır. Endeks değeri tam bir olduğunda ise piyasanın bir tekelci piyasa olduğu anlaşılmaktadır. HHI azalarak sıfıra doğru yaklaştığında ise piyasada yoğunlaşma azalmaktadır. Yani rekabetçilik artmakta, piyasa yine oligopolcü yapıdan bu sefer tam rekabetçi yapıya geçiş yapmaktadır. Piyasada N adet firmanın faaliyet gösterdiği varsayılacak olursa, endeks değerinin alabileceği en küçük değer piyasadaki firma sayısı N'e bağlıdır. Eğer N yeterince yüksek bir firma adedine tekabül ediyorsa piyasadaki her bir firmanın piyasa payı birbirine eşit ve  $1/N$  olacaktır. Böylece HHI değeri de  $1/N$ 'e eşit olacaktır. Bu değer sıfıra ne kadar yakınsa piyasa da tam rekabetçi yapıya o kadar yakındır (George, Joll ve Lynk, 1992: 134).

Köken olarak endüstriyel organizasyon literatüründe bir piyasadaki yoğunlaşmanın ölçülmesi amacıyla ortaya atılmış olan bu yöntem, sonrasında enerji arz güvenliğinin ölçülmesi amacıyla da kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntem kullanılarak yapılan enerji arz güvenliği ölçümünün her bir enerji kaynağı için ayrı ayrı hesaplanması gerekmektedir (Frondele ve Schmidt, 2008: 7). Buradaki amaç enerji kaynaklarının ithal edildiği tedarikçilerin çeşitliliğini ya da arz edilen enerji kaynağı çeşitliliğini ölçmektir. HHI bu amaçla kullanıldığında endeks değerinin hesaplanmasında kullanılan formülde yer alan  $p_i$  değeri tedarikçi çeşitliliğinin ölçümünde  $i$  tedarikçisinin bir enerji kaynağının ithalâtındaki payını ya da kaynak çeşitliliğinin ölçümünde  $i$  kaynağının toplam enerji arzı içerisindeki payını göstermektedir. Bu bağlamda HHI daha büyük piyasa katılımcılarına ve enerji arzına daha büyük katkı yapan enerji kaynaklarına daha fazla vurgu yapmaktadır. Bunun nedeni HHI'nin hesaplanışında kullanılan  $p_i$  değerlerinin kareleri alınarak toplandığı için  $p_i$  değerleri arttıkça HHI değerinin daha yüksek oranlarda artmasıdır. Le Coq ve Paltseva'da (2009) HHI'nin Shannon-Wiener Endeksine karşı tercih edilmesine neden olarak ülkenin enerji ithalâtında daha büyük paya sahip olan tedarikçi ülkelerin enerji arz güvenliği açısından daha çok soruna yol açma potansiyeline sahip olmaları öne sürülmüştür (Le Coq ve Paltseva, 2009: 6).

Sıfırla bir arasında değer alacak olan HHI bire yaklaştıkça tedarikçi çeşitliliği ya da kaynak çeşitliliği azalmaktadır. Bu da enerji arz güvenliğini olumsuz etkilemektedir. HHI değeri tam bire eşit olduğunda tedarikçi çeşitliliği ölçülüyorsa söz konusu kaynağın ithalâtı sadece bir ülkeden yapılıyor demektir, kaynak çeşitliliği ölçülüyorsa ülkenin enerji ihtiyacının tamamını sadece bir tek kaynak karşılıyor demektir; ki bu iki durum da enerji arz güvenliği açısından çok risklidir. HHI sıfıra yaklaştıkça tedarikçi çeşitliliği ya da kaynak çeşitliliği artmaktadır. Bu ise enerji arz güvenliğini de artırmaktadır. HHI değeri sıfıra ne kadar yakınsa tedarikçi çeşitliliği ölçümüne göre o kadar çok sayıda tedarikçiden söz konusu kaynağın ithal edildiği sonucuna ulaşılmaktadır. Kaynak çeşitliliği ölçümünde ise ülkenin enerji ihtiyacının o kadar çok sayıda farklı kaynaktan karşılandığı sonucuna ulaşılmaktadır; ki bu da enerji arz güvenliği açısından ortaya çıkabilecek olan riskleri en aza indirmektedir. Yani kısaca ifade etmek gerekirse; HHI kullanılarak yapılan enerji arz güvenliği ölçümünde istenen durum ulaşılan endeks değerinin mümkün olduğunca düşük olmasıdır (Löschel, Moslener ve Rübhelke, 2010: 1667).

### 5.1.2. Shannon-Wiener Endeksi ve Enerji Arz Güvenliği

Claude Elwood Shannon'ın 1949 yılında yayımlanan Matematiksel Bir İletişim Teorisi (A Mathematical Theory of Communication), Warren Weaver'ın ise 1949 yılında yayımlanmış olan Matematiksel İletişim Teorisine Son Dönemde Yapılan Katkılar (Recent Contributions to the Mathematical Theory of Communication) başlıklı çalışmalarında ve iki yazarın birlikte yazdıkları, yine 1949 yılında yayımlanan, Matematiksel İletişim Teorisi (The Mathematical Theory of Communication) adlı kitaplarında istatistiksel mekaniğin ve bilgi teorisinin matematiksel ilkelerinden yola çıkarak geliştirdikleri bu yöntem bu alanlara özgü nitelikleri sayısal olarak ifade etmek amacıyla ortaya atılmıştır. Matematiksel ekoloji alanında ise aynı yöntemden biyolojik çeşitlilik konusunu incelemek amacıyla yararlanılmıştır. Yani aslına bakılacak olursa; Shannon-Wiener Endeksi (SWI) bir çeşitlilik endeksidir. Bu nedenle iktisat literatüründe de kendisine yer bulmuştur (Stirling, 1994b: 988). SWI Shannon ve Weaver (1949)'da yer aldığı haliyle şu şekilde hesaplanmaktadır (Shannon ve Weaver, 1949: 50):

$$SWI = -\sum p_i \cdot \ln p_i \quad (5.2)$$

Shannon ve Weaver (1949)'da  $p_i$  i gibi bir olayın oluşma olasılığını ifade etmektedir.

Köken olarak çok farklı bir alanda ortaya atılmış olmasına rağmen, SWI enerji ekonomisi içinde önemli bir yere sahiptir. SWI enerji arz güvenliğinin, tıpkı HHI'da olduğu gibi, tedarikçi ve kaynak çeşitliliği bakımından ölçülmesinde kullanılmaktadır. Bu durumda  $p_i$  tedarikçi çeşitliliğinin ölçümünde yine  $i$  tedarikçisinin belli bir enerji kaynağı ithalâtındaki payını, kaynak çeşitliliğinin ölçümünde de  $i$  kaynağının toplam enerji arzı içerisindeki payını göstermektedir. SWI'nın değeri arttıkça tedarikçi ya da kaynak çeşitliliği de artmaktadır. Dolayısıyla enerji arz güvenliği de SWI'daki artışla birlikte artış göstermektedir. Yani SWI değeri ne kadar artarsa enerji arz güvenliği de o kadar artmaktadır (Kruyt vd., 2009: 2179). Bu da tedarikçi çeşitliliği ölçümüne göre belli bir enerji kaynağının çok sayıda tedarikçiden ithal edildiği ve kaynak çeşitliliğinin ölçümüne göre ülkenin enerji ihtiyacını çok sayıda farklı enerji kaynağından karşıladığı anlamına gelmektedir. Böylece SWI'daki artış enerji arz güvenliğine karşı ortaya çıkabilecek olan riskleri azaltmaktadır. SWI'daki azalış ise tedarikçi çeşitliliğinin ölçümünde söz konusu enerji kaynağının ithalâtında az sayıda tedarikçi ülkeye bağımlı olmayı, kaynak çeşitliliğinin ölçümünde ise toplam enerji ihtiyacının yine az sayıda kaynaktan karşılandığı

anlamına gelmektedir (Stirling, 1999: 49-50). Bu durumda ülkenin enerji arz güvenliği çok ciddi risklerle karşı karşıya kalacaktır. Çünkü bir enerji kaynağının ithalâtı bakımından bağımlı olunan az sayıdaki ülke, örneğin, kolaylıkla fiyatları artırma olanağına sahip olacaktır. Kaynak çeşitliliği açısından bakılacak olursa, ülkenin enerji ihtiyacını az sayıda kaynaktan karşılaması da bu kaynakların olası kesintisi karşısında ülkenin enerji talebini karşılayamaması durumuna neden olacaktır. Görüldüğü gibi, bu defa istenen durum SWI değerinin mümkün olduğunca yüksek olmasıdır. HHI'dan farklı olarak SWI'da, tedarikçi çeşitliliği ölçümünde belli bir enerji kaynağının ithalâtında daha küçük paya sahip olan tedarikçilerin kaynak çeşitliliği ölçümünde, toplam enerji arzı içerisinde daha küçük paya sahip olan kaynakların etkisine daha fazla vurgu yapılmaktadır. Çünkü  $p_i$  değerlerinin logaritması alındığından dolayı ulaşılan endeks değerlerinde küçük  $p_i$  değerlerinin etkisi daha fazla olmaktadır (le Coq ve Paltseva, 2009: 6).

Tedarikçi ve kaynak çeşitliliğinin ölçümünde SWI'nın hangi noktalarda üstün olduğuna ve neden SWI'nın tercih edilmesi gerektiğine ilişkin bir açıklama Stirling (1999)'da yapılmıştır. Buna göre; logaritma tabanındaki değişikliklerin, Stirling tarafından çok önem verilen, çeşitlilik (variety) ve denge (balance) kavramlarına olan hassasiyetleri etkilememesi SWI'nın kullanılması bakımından bir tercih sebebidir. Yani logaritma tabanındaki değişiklikler SWI'nın formülünde yer alan katılımcı paylarının sonuca etkisini değiştirmemektedir. Ayrıca SWI değerine ulaşılmasında kullanılan formül vergilendirme gibi politika değişikliklerinin de hesaba katılmasına engel olmamaktadır. Bu da Stirling (1999)'da SWI'nın bir diğer avantajı olarak sayılmaktadır (Stirling, 1999: 53-55).

Enerji ekonomisi literatüründe enerji arz güvenliğinin ölçümünde kullanılan iki yöntem olan HHI ve SWI da böylece tanıtılmış olmaktadır. Bu çalışmanın ileriki bölümlerinde bu yöntemlerden yararlanılarak Türkiye için enerji arz güvenliği ölçümü yapılacaktır. Ancak, Türkiye'nin enerji arz güvenliği bakımından ulaşılmış olduğu noktanın bir değerlendirmesini yapabilmek için, öncelikle, dünyada uygulanan enerji politikaları ışığında, Türkiye'de uygulanan enerji politikalarının incelenmesi gerekmektedir. Bu incelemenin sonrasında yapılacak ölçümlerden elde edilecek olan sonuçlara göre politika önerilerinde bulunmak daha doğru olacaktır.

### 5.1.3. Enerji Arz Güvenliğinin Ölçümüne Yönelik Diğer Çalışmalar

Özellikle 2000’li yıllarda olmak üzere 1994 yılından bu yana enerji arz güvenliği konusunda yapılan çalışmaların yöntem olarak birbirinden kopuk bir biçimde ilerlediğini söylemek mümkün değildir. Enerji arz güvenliğinin nicel değerlendirmesinde hemen hemen bütün çalışmalarda benzer göstergelerden yararlanılmaktadır. Örneğin, daha önce incelenmiş olan HHI veya SWI bütün bu çalışmalarda çeşitliliğin hesaplanmasında kullanılmıştır. Göstergeler benzer olmakla birlikte enerji arz güvenliği literatürüne katkı yapmış olan araştırmacıların tercih ettikleri yöntemler birbirinden farklılaşmaktadır. Benzer göstergelerle, farklı yöntemler kullanılarak ölçülen enerji arz güvenliğine yönelik ulaşılan bulguların değerlendirilmesi sonucunda, enerji arz güvenliğinin nicel olarak değerlendirilmesi bakımından nasıl bir yaklaşımın benimsenmesi gerektiğine ilişkin somut fikirlere ulaşılabilmektedir. Bu nedenle enerji arz güvenliğinin ölçülmesine yönelik yapılmış çalışmalardan ön plana çıkanlarda kullanılan göstergelerin, yöntemlerin ve ulaşılan sonuçların detaylı bir biçimde incelenmesi gerekmektedir. Sonrasında çalışma sonuçları karşılaştırılarak bunlar arasındaki paralellikler ve karşıtlıkların saptanmasıyla enerji arz güvenliğinin ölçümünde tercih edilmesi gereken yöntemin netleşmesi mümkün olacaktır.

Çizelge 5.1. Enerji Arz Güvenliği Ölçümüne Yönelik Çalışmalar

Çalışma	Kapsam	Yöntem	Formüller	Değişkenler (Göstergeler)
<b>Stirling (1994a)</b>	İngiltere Elektrik Sektörü Arz 1990 yılı	Çeşitlilik Analizi Optimizasyon	$SWI = -\sum_i p_i \cdot \ln p_i$ $Max(U) U = \sum_i r_i \cdot p_i - d \sum_i p_i \cdot \ln p_i$	SWI: Shannon-Wiener Endeksi i: Elektrik üretiminde kullanılan birincil kaynağın türü p <sub>i</sub> : i kaynağının toplam kurulu güç içerisindeki payı U: Birincil kaynaklar portföyünün sağladığı toplam fayda r <sub>i</sub> : Performans faydası (performans düzeyi) d: Çeşitliliğin marjinal faydası
<b>Sonuçlar</b>	1990 yılında elektrik arzı içerisinde birincil kaynakların fiili payları: %66 kömür, %22 nükleer, %9 petrol, %2 hidroelektrik ve %1 doğalgaz. Yapılan optimizasyon analizinin sonuçlarına göre ise kaynakların optimal paylarının şu biçimde gerçekleşmesi gerektiği ileri sürülmüştür: Toplam %30 yenilenebilir kaynaklar, %27 kömür, %20 doğalgaz, %14 nükleer ve %7 petrol. Elektrik arzına yönelik olarak yapılacak yeni yatırımlar: %54 doğalgaz, %32 yenilenebilir, %7 kömür, %5 petrol ve %3 nükleer enerji			
<b>Stirling (1999)</b>	İngiltere Elektrik Sektörü Arz	Çeşitlilik Analizi Maliyet Analizi Optimizasyon	$M = \sum_{ij} d_{ij} \cdot p_i \cdot p_j$	d <sub>ij</sub> : Euclid uzayında i ve j seçenekleri arasındaki mesafe, yani benzemezlik
<b>Sonuçlar</b>	Bu çalışmada İngiltere için elektrik arzında birincil enerji kaynakları portföylerinin maliyet ve çeşitlilik bakımlarından analizi yapılmıştır. Optimal maliyet performansını sağlayan portföyün %100’ünü doğalgaz oluşturmaktadır. Optimal çeşitlilik portföyünde ise yenilenebilir, hidroelektrik, nükleer ve fosil yakıtlar (doğalgaz, petrol ve kömür) olmak üzere bütün kaynaklar yer almıştır. Ulaşılan bu sonuçlarda bazı dikkat çekici noktalar vardır. Örneğin, optimal maliyet performansından optimal çeşitliliğe dek hiçbir portföyde nükleer enerjinin payı toplam yenilenebilir enerji payından daha fazla değildir. Bunun yanında, ulaşılan sonuçlara göre, çeşitliliğin daha ön planda			



	<p>tutulduğu portföylerde bile hidroelektrik, rüzgâr, biyo-kütle ve çöp kaynaklarının oluşturduğu kapasitenin tamamı tüketilmeden önemli oranda güneş kapasitesi kurulumuna gerek yoktur. Fosil yakıtların daha baskın olduğu portföyler ise çevresel kaygılara ve çeşitlilik gereksinimine daha az önem verildiği durumlarda ortaya çıkmaktadır. Arazi kullanımına ilişkin kaygılar diğer çevresel konulara baskın geldiğinde ise nükleer enerji portföyü içerisinde çok yüksek bir orana sahip olacaktır. Bununla birlikte, hava kirliliğine ilişkin kaygılar ön planda olduğunda yenilenebilir kaynaklar portföy içerisinde yüksek paylara sahip olacaklardır. Çeşitliliğe önem verilmediği, hava kirliliğine ilişkin kaygıların yine ön planda olduğu portföylerin ise tamamı %100 oranında yenilenebilir kaynaklardan oluşacaktır. Nükleer enerji ile yenilenebilir enerji arasında yeniden bir karşılaştırma yapılacak olursa, hiçbir halükârda nükleer enerjiyi yenilenebilir enerjinin önüne geçirecek bir düzenleyici müdahalenin uygulanması mümkün görünmemektedir.</p>			
<p><b>Jansen, vd. (2004)</b></p>	<p>OECD Üyesi Avrupa Ülkeleri</p> <p>2000 yılı baz alınarak 2030 yılına ilişkin bir projeksiyon çalışması</p>	<p>Shannon-Wiener Endeksi (SWI)</p>	$I_1 = -\sum_i (c_i^1 \cdot p_i \cdot \ln p_i)$ $I_2 = -\sum_i (c_i^2 \cdot p_i \cdot \ln p_i)$ $c_i^2 = 1 - m_i (1 - S_i^m / S_i^{m, maks})$ $S_i^m = -\sum_j (m_{ij} \cdot \ln m_{ij})$ $I_3 = -\sum_i (c_i^3 \cdot p_i \cdot \ln p_i)$ $c_i^3 = 1 - m_i (1 - S_i^{m*} / S_i^{m*, maks})$ $S_i^{m*} = -\sum_j (h_j \cdot m_{ij} \cdot \ln m_{ij})$ $I_4 = -\sum_i (c_i^4 \cdot p_i \cdot \ln p_i)$ $r_{ij} = \text{Min}\{[(R/P)_{ij} / 50]^a; 1\}, (a \geq 1)$ $c_i^4 = \{1 - (1 - r_{ik}) \cdot (1 - m_i)\} \cdot \{1 - m_i \cdot (1 - S_i^{m**} / S_i^{m**, maks})\}$ $S_i^{m**} = -\sum_j (r_{ij} \cdot h_j \cdot m_{ij} \cdot \ln m_{ij})$	<p><math>I_1</math>: Enerji arz güvenliği göstergesi no. 1  <math>p_i</math>: birincil enerji kaynağı <math>i</math>'nin toplam birincil enerji arzı içindeki payı  <math>c_i^1</math>: <math>I_1</math> göstergesinde <math>p_i</math> için düzeltme faktörü; ilk göstergede tüm bu düzeltme faktörleri 1'e eşittir.</p> <p><math>I_2</math>: Enerji arz güvenliği göstergesi no. 2 (enerji kaynaklarının ithalâtı ile genişletilmiş)  <math>c_i^2</math>: <math>I_2</math> göstergesinde <math>p_i</math> için düzeltme faktörü  <math>m_i</math>: <math>i</math> kaynağı net ithalâtının birincil enerji arzındaki payı  <math>S_i^m</math>: <math>i</math> kaynağı ithalât akışının Shannon endeksi  <math>m_{ij}</math>: Toplam <math>i</math> kaynağı ithalâtı içerisinde <math>j</math> bölgesinden yapılan <math>i</math> kaynağı ithalâtının payı  <math>S_i^{m, maks}</math>: <math>i</math> kaynağı ithalât akışının maksimum Shannon endeks değeri</p> <p><math>I_3</math>: Enerji arz güvenliği göstergesi no. 3 (siyasî istikrar düzeyi ile genişletilmiş)  <math>h_j</math>: <math>j</math> bölgesindeki siyasî istikrar düzeyi, <math>0 \leq h_j \leq 1</math>  <math>S_i^{m*}</math>: <math>i</math> kaynağı ithalât akışının köken bölgelerdeki siyasî istikrar için düzenlenmiş Shannon endeksi  <math>S_i^{m*, maks}</math>: <math>i</math> kaynağı ithalât akışının köken bölgelerdeki siyasî istikrar için düzenlenmiş Shannon endeksinin maksimum değeri</p> <p><math>I_4</math>: Enerji arz güvenliği göstergesi no. 4 (tükenme endeksi ile genişletilmiş)  <math>r_{ij}</math>: <math>j</math> köken bölgesinde <math>i</math> kaynağının tükenme endeksi  <math>r_{ik}</math>: <math>k</math> ithalâtçı bölgesinde <math>i</math> kaynağının tükenme endeksi  <math>(R/P)_{ij}</math>: <math>j</math> köken bölgesinde <math>i</math> kaynağı için kanıtlanmış rezervlerin üretime oranı</p>
<p><b>Sonuçlar</b></p>	<p>Elde edilen sonuçlara göre, 2030 yılı için gösterge değerlerindeki nispi değişimler uzun dönem enerji arz güvenliğinin olumsuz yönde en fazla kaynak çeşitliliğinin (<math>I_1</math>) kısıtlı oluşundan ve görece düşük oranda çeşitlendirilmiş yabancı köken bölgelerine olan bağımlılıktan (<math>I_2/I_1</math>) etkilendiğini göstermiştir. Yabancı köken bölgelerindeki siyasî istikrarsızlık (<math>I_3/I_2</math>) ve kaynakların tükenmesi (<math>I_4/I_3</math>) daha düşük etkiye sahip olumsuz faktörler olarak ortaya çıkmışlardır.</p>			
<p><b>Blyth ve Lefevre (2004)</b></p>	<p>1. Ülke Avustralya</p> <p>2. Ülke İtalya</p> <p>3. Ülke İngiltere</p>	<p>Jeopolitik Enerji Güvenliği Ölçümü (GES)</p> <p>Riskli Dış Enerji Arzı Endeksi</p>	$GMC_f = \sum_i (S_{if})^2;$ $0 \leq GMC_f \leq 1$ $GMC_f = \sum_i r_i \cdot (S_{if})^2$ $GMC_f = [\sum_i r_i \cdot (S_{if})^2] \cdot e^{(1/P)}$	<p><math>GMC_f</math>: <math>f</math> yakıtı için jeopolitik piyasa yoğunlaşma riski  <math>S_{if}</math>: <math>f</math> yakıtı piyasasındaki <math>i</math> katılımcısının piyasa payı  <math>GMC_f = 0</math> ise piyasa tam rekabet piyasasıdır,  <math>GMC_f = 1</math> ise piyasa tekeldir.</p> <p><math>r_i</math>: <math>i</math> ülkesinde siyasî risk oranı</p>

	4. Ülke ABD  2001 yılı verilerinden yola çıkılarak 2001-2030 dönemine ilişkin bir projeksiyon çalışması		$GES = \sum_i \{ [\sum_i r_i \cdot (S_{if})^2] \cdot e^{(1/P_f)} \} \cdot C_f / TPES$	$P_f$ : Erişilebilir f yakıtı piyasasında toplam arz mevcudiyeti (Piyasa Likiditesi) $P_f = (f \text{ Yakıtı Piyasasında Toplam Arz Mevcudiyeti}) / (\text{Ülkenin } f \text{ Yakıtı Tüketim İhtiyacı})$ (Siyasî Risk Oranı ve Piyasa Likiditesi ile birlikte $GMC_f > 1$ olabilmektedir.)  GES: Jeopolitik Enerji Güvenliği ölçütü $C_f$ : Toplam f yakıtı tüketimi TPES: Toplam birincil enerji arzı
<b>Sonuçlar</b>	4 ülkede de Jeopolitik Enerji Güvenliği (GES) ölçüt değerleri artacaktır. En düşük enerji güvenliğine sahip olan 2. Ülkenin 2001- 2030 sürecinde GES değerleri 0,45'ten 0,56'ya yükselecektir. Bu artışın, yani enerji güvenliğindeki azalışın temel nedeni 2. Ülkedeki TPES içerisinde petrolün payının süreç boyunca yüksek oluşudur. 4 ülke arasında 2001-2030 yılları arasında GES değeri en hızlı artacak olan ülke 4. Ülkedir. 4. Ülkenin GES değeri bu yıllar arasında 0,29'dan 0,55'e yükselecektir. 4. Ülkede bu kötü gidişatın temel nedeni, süreç boyunca diğer ülkeler TPES içerisinde petrolün payını azaltırlarken, 4. Ülkenin bunu başaramamasıdır. 3. Ülkede GES değeri 0,32'den 0,44'e yükselirken, 1. Ülkede ise 0,26'dan 0,39'a yükselecektir. Bu iki ülkede GES değerlerinin daha düşük olmasının temel nedeni de yine petroldür; zira bu iki ülkede TPES içerisinde petrolün payları diğer iki ülkeye göre daha düşüktür.			
<b>Scheepers, vd. (2007)</b>	AB-27 Ülkeleri 2005 yılı	Arz/Talep Endeksi (S/D Endeksi)	$S/D \text{ Endeksi} = w_{dem} * sc_{dem} + w_{sup} * sc_{sup}$	$w_{dem}$ : Talebin Ağırlığı (varsayılan 0,3) $w_{sup}$ : Arzın Ağırlığı (varsayılan 0,7) $w_{dem} + w_{sup} = 1$ $sc_{dem}$ : Talep Alt Endeksi $sc_{sup}$ : Arz Alt Endeksi
<b>Sonuçlar</b>	27 AB ülkesindeki 2005 yılı için S/D Endeksinin hesaplandığı bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, bu ülkeler arasında S/D Endeks değeri, enerji arz güvenliği en yüksek ülke Danimarka (82), en düşük ülke ise Güney Kıbrıs (25) olurken, 27 ülkenin endeks değerleri ortalaması ise 56 olarak gerçekleşmiştir.			
<b>IEA (2007d)</b>	Çekya, Fransa, İtalya, Hollanda ve İngiltere 2004 yılı verilerinden yola çıkılarak 2030 yılına ilişkin bir projeksiyon çalışması	Enerji Güvenliği Piyasa Yoğunlaşması (ESMC)  Enerji Güvenliği Endeksi (ESI)	$ESMC = \sum_i (S_{if})^2$ $ESMC_{pol} = \sum_i [r_i * (S_{if})^2]$ $ESI_{fiyat} = \sum_i [ESMC_{pol-f} * (C_f / TPES)]$  $ESI_{hacim} = \text{BoruHattıİthalat}_{Petrole} \text{Endeksi} / TPES$	ESMC: Enerji Güvenliği Piyasa Yoğunlaşması $S_{if}$ : f yakıtı piyasasında her bir i tedarikçisinin payı  $ESMC_{pol}$ : ESMC'nin siyasî istikrar göstergesi ile genişletilmiş hâli $r_i$ : i ülkesinde siyasî risk oranı  $ESI_{fiyat}$ : Fiyat bileşeni için düzenlenmiş Enerji Güvenliği Endeksi $ESMC_{pol-f}$ : f yakıtı uluslararası piyasasının Enerji Güvenliği Piyasa Yoğunlaşması ( $C_f / TPES$ ) : TPES içerisinde f yakıtının payı  $ESI_{hacim}$ : Fiziksel elverişsizlik bileşeni için düzenlenmiş Enerji Güvenliği Endeksi  Boru hattı İthalat <sub>petrole</sub> endeksi : Petrole endekli sözleşmelerle boru hattı aracılığıyla yapılan net doğal gaz ithalât
<b>Sonuçlar</b>	Her iki endeks değerinin de artışı enerji güvenliğinin düşüşünü, azalışın ise enerji güvenliğinin yükselişini ifade etmektedir. Buna göre, 2004 yılında $ESI_{fiyat}$ bakımından söz konusu beş ülkenin sıralaması şu biçimde gerçekleşmiştir: 1) Fransa (4350); 2) Çekya (4740); 3) İngiltere (6140); 4) İtalya (7350); 5) Hollanda (7620). Yine 2004 yılında $ESI_{hacim}$ bakımından sıralam ise şu biçimde gerçekleşmiştir: 1) Hollanda ve İngiltere (%0); 2) Fransa (%11); 3) Çekya (%17); İtalya (%29).			
<b>APERC (2007)</b>	Asya-Pasifik Ekonomik İşbirliği (APEC) üyesi ülkeler (Hong Kong, Japonya, Güney Kore, Tayvan, Brunei)	Uluslararası kuruluşların projeksiyon çalışmalarından hareketle 5 gösterge kullanılarak yapılan 2030	$D = - \sum (p_i \ln p_i)$ $ESI_I = DoPED = D/D_{max} = D/\ln T$  $D = - \sum (c_i p_i \ln p_i)$ ; $c_i = 1 - m_i$ $DoPED_{ithGen} = D/D_{max} = D/\ln T$ $ESI_{II} = NEID = 1 - (DoPED_{ithGen} / ESI_I)$  $ESI_{III} = NCFP = [(Hidro \text{ BET}) +$	D: Shannon-Wiener Endeksi (SWI) $p_i$ : i kaynağının birincil enerji arzı içerisindeki payı $ESI_I$ : Birincil enerji talebi çeşitliliği (DoPED) T: Birincil enerji kaynağı sayısı

	<p>Bariş Ülkesi Devleti, Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur, Tayland, Vietnam, Çin, Rusya, Avustralya, Yeni Zelanda, Papua Yeni Gine, Şili, Peru, Meksika, Kanada, ABD)</p> <p>2004 yılı verilerinden yola çıkılarak 2030 yılına ilişkin bir projeksiyon çalışması</p>	<p>yılına ilişkin enerji arz güvenliği değerlendirmesi</p>	<p>(Nükleer BET) + (Yenilenebilir BET)] / TBET</p> <p><math>ESI_{IV} = NOID = (\text{Net Petrol İthalatı} / \text{Petrol BET}) * (\text{Petrol BET} / \text{TBET})</math></p> <p><math>ESI_V = MEOID = \text{Orta Doğu Petrolü İthalatı} / \text{Petrol BET}</math></p>	<p><math>ESI_{II}</math>: Net Enerji İthalatı Bağımlılığı (NEID)  <math>c_i</math>: <math>p_i</math> için düzeltme faktörü  <math>m_i</math>: <math>i</math> kaynağının BEK içerisinde net ithalat payı          BEK: Birincil Enerji Kaynakları</p> <p><math>ESI_{III}</math>: Karbon Bazlı Olmayan Yakıt Portföyü (NCFP)          TBET: Toplam Birincil Enerji Talebi          BET: Birincil Enerji Talebi</p> <p><math>ESI_{IV}</math>: Net Petrol İthalatı Bağımlılığı (NOID)</p> <p><math>ESI_V</math>: Orta Doğu Petrolüne İthalat Bağımlılığı (MEOID)</p>
<p><b>Sonuçlar</b></p>	<p>5 gösterge bakımından olumsuz sonuçlarla karşı karşıya kalacak ülkelere bakıldığında görünüm şu biçimdedir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enerji kaynağı çeşitliliği (<math>ESI_I</math>): Kanada, Şili ve Yeni Zelanda'da çeşitlilik azalacaktır.</li> <li>- Enerji ithalat bağımlılığı (<math>ESI_{II}</math>): Yerel kaynak yoksunluğu ve düşük çeşitlilik düzeyinin sonucu olarak; Singapur, Hong Kong, Tayvan, Güney Kore, Japonya ve Şili'de ithalat bağımlılıkları yüksek düzeylere ulaşacaktır.</li> <li>- Karbon bazlı olmayan yakıt portföyü (<math>ESI_{III}</math>): Karbon bazlı olmayan yakıtlardaki artış ülkelerin büyük bölümünde değişmeyecektir. Bu nedenle, karbon bazlı olmayan yakıt arzındaki artış talep artışını karşılamak için yeterli olmayacaktır.</li> <li>- Net petrol ithalat bağımlılığı (<math>ESI_{IV}</math>): APEC ülkelerinden 10 tanesinin (Avustralya, ABD, Şili, Çin, Endonezya, Malezya, Peru, Tayland ve Vietnam) net petrol ithalat bağımlılığı artacaktır.</li> <li>- Orta Doğu petrolüne olan bağımlılık (<math>ESI_V</math>): 2004 yılında APEC ülkelerinden 7 tanesi (Tayvan, Japonya, Güney Kore, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland) petrol ithalat gereksinimlerinin %50'sinden fazlasını Orta Doğu'dan karşılamışlardır. 2030 yılına kadar bu ülkelerin petrol talep bağımlılıkları arttıkça Orta Doğu petrolüne olan bağımlılığın daha da artacağı öngörülmüştür.</li> </ul>			
<p><b>Gnansounou (2008)</b></p>	<p>37 Endüstrileşmiş Ülke (ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Güney Kıbrıs, Güney Kore, Hırvatistan, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, Türkiye, Yeni Zelanda, Yunanistan)</p>	<p>Kırılganlık Endeksi</p> <p>Temel Bileşenler Analizi (PCA)</p>	<p><math>X_{1j} = TPES_j / GSYİH_j</math></p> <p><math>I_{1j} = [X_{1j} - \min(X_{1k})] / [\max(X_{1k}) - \min(X_{1k})]</math></p> <p><math>Y_{2j} = \max(0, EI_j / TPES_j)</math></p> <p><math>X_{2j} = f[Y_{2j}, (S_{OjF})^2, (S_{GjF})^2]</math></p> <p><math>Z_{2Oj} = 1 + [\sum_1^F (\gamma_f S_{OjF}^2) / \sum_1^F \gamma_f]</math></p> <p><math>Z_{2Gj} = 1 + [\sum_1^F (\gamma_f S_{GjF}^2) / \sum_1^F \gamma_f]</math></p> <p><math>Z_{2j} = (OI_j * Z_{2Oj} + GI_j * Z_{2Gj}) / (OI_j + GI_j)</math></p> <p><math>I_{2j} = \min(1, Z_{2j} Y_{2j})</math></p> <p><math>X_{3j} = CO_2 \text{ Salımları} / TPES</math></p> <p><math>I_{3j} = [X_{3j} - \min(X_{3k})] / [\max(X_{3k}) - \min(X_{3k})]</math></p> <p><math>IElec_j = [\text{ImpElec}_j, \min_k(\text{ImpElec}_k)] / [\max_k(\text{ImpElec}_k) - \min_k(\text{ImpElec}_k)]</math></p> <p><math>Y_{4j} = \begin{cases} 0, &amp; \text{kamuoyunun tam kabulü} \\ 0,5, &amp; \text{önemli oranda red} \\ 1, &amp; \text{kamuoyunun tam reddi} \end{cases}</math></p>	<p><math>X_{1j}</math>: j ülkesinde enerji yoğunluğu  <math>I_{1j}</math>: Enerji yoğunluğundan elde edilen birinci gösterge</p> <p><math>X_{2j}</math>: Petrol ve D. Gaz İthalat Bağımlılığı; petrol ve d. gaz ithalatının TPES'e oranının (<math>Y_{2j}</math>) ve petrol ve d. gaz ithalatında yoğunlaşmanın bir fonksiyonudur.  <math>EI_j</math>, j ülkesinin petrol ve d. gaz net ithalatını ifade etmektedir. Bu değer in sıfırdan büyük olması ülkenin net ithalatçı olduğu anlamına gelmektedir.</p> <p><math>Z_2</math>: Herhangi bir nedenle petrol ve d. gaz arzının kesintiye uğrama riski  <math>F</math>: Tedarikçi ülke sayısı  <math>\gamma_f</math>: Her bir tedarikçi ülkeye atanmış olan olası arz sıkıntısı riski  <math>S_{OjF}</math>: j ülkesi için f tedarikçi ülkesinin petrol arzındaki piyasa payı  <math>S_{GjF}</math>: j ülkesi için f tedarikçi ülkesinin d. gaz arzındaki piyasa payı</p> <p><math>OI</math>: Petrol net ithalatı  <math>GI</math>: D. gaz net ithalatı</p> <p><math>I_{2j}</math>: Petrol ve d. gaz ithalat bağımlılığı göstergesi</p> <p><math>X_3</math>: Enerji ile bağlantılı <math>CO_2</math> Salımlarının TPES'e oranı  <math>I_{3j}</math>: <math>CO_2</math> salımlarından elde</p>

	2003 yılı		$J_j = \begin{cases} 0 & \text{eğer } SG_{uj} \leq \%50 \\ SG_{uj} Y_{4j} G_j & \text{eğer } SG_{uj} > \%50 \end{cases}$ $K_j = 1 + [\log(M)]^{-1} \sum_m [SG_{jm} \log(SG_{jm})]$ $I_{4j} = [(\alpha_1 I_{Elec_j}^2 + \alpha_2 J_j^2 + \alpha_3 K_j^2) / (\sum_{i=1}^3 \alpha_i)]^{0.5}$ $I_{5j} = 1 + [\log(N)]^{-1} \sum_n [ST_{jn} \log(ST_{jn})]$ $I_j = (\sum_{i=1}^5 I_{ij}^2 / 5)^{0.5}$	<p>edilen gösterge</p> <p><math>X_4</math>: Elektrik Arz Kırılmalığı  <math>ImpElec_j</math>: j ülkesinin net elektrik ithalâtı  <math>IElec_j</math>: Endeks değeri  <math>G_j</math>: j ülkesinin elektrik arzı içerisinde elektrik üretiminin payı  <math>SG_{uj}</math>: j ülkesinde en fazla kullanılan elektrik üretim teknolojisinin payı  <math>Y_{4j}</math>: Bir teknolojinin kamuoyu tarafından reddedilme derecesi  <math>M</math>: Elektrik üretiminde kullanılan yakıt tiplerinin sayısı  <math>SG_{jm}</math>: j ülkesinin elektrik üretiminde m yakıtının payı  <math>J</math>: Baskın teknolojinin kamuoyu tarafından kabul görmeme endeksi  <math>K</math>: Elektrik üretiminde yakıt çeşitliliği yoksunluğu endeksi  <math>\alpha_i</math>: Elektrik kırılmalığıı betimleyen i unsurunun ağırlığı  <math>I_{4j}</math>: Elektrik arz kırılmalığına ilişkin gösterge  <math>X_5</math>: Taşıt Yakıtlarında Çeşitlilik Yoksunluğu  <math>N</math>: Taşıt yakıtı tiplerinin sayısı  <math>ST_{jn}</math>: n yakıtının piyasa payı  <math>I_{5j}</math>: Taşıt yakıtlarında çeşitlilik göstergesi  <math>I_j</math>: Enerji Kırılmalılık Endeksi</p>
<b>Sonuçlar</b>	,Enerji kırılmalığı en düşük, yani enerji arz güvenliğı en yüksek, ülkeden enerji kırılmalığı en yüksek, yani enerji arz güvenliğı en düşük, ülkeye doğru sıralama şu biçimde gerçekleşmiştir: (1) Kanada; (2) İsveç; (3) Norveç; (4) İsveçre; (5) Slovakya; (6) İzlanda; (7) İngiltere; (8) Fransa; (9) Finlandiya; (10) Yeni Zelanda (11) Avusturya; (12) ABD; (13) Slovenya; (14) Hırvatistan; (15) Litvanya; (16) Letonya; (17) Hollanda; (18) Danimarka; (19) Almanya; (20) Macaristan; (21) Romanya; (22) Polonya; (23) İspanya; (24) Çek Cumhuriyeti; (25) Japonya; (26) Avustralya; (27) Belçika; (28) Türkiye; (29) Portekiz; (30) Güney Kore; (31) İrlanda; (32) Bulgaristan; (33) Estonya; (34) İtalya; (35) Lüksemburg; (36) Yunanistan; (37) Güney Kıbrıs.			
<b>Gupta (2008)</b>	26 Petrol İthalatçısı Ülke (ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Çin, Filipinler, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hindistan, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsveçre, İtalya, Japonya, Macaristan, Polonya, Portekiz, Slovakya, Türkiye, Yeni Zelanda, Yunanistan)	Petrol Kırılmalılık Endeksi (OVI)  Temel Bileşenler Analizi (PCA)	$OVI_K = \beta_1 X_{1k} + \beta_2 X_{2k} + \beta_3 X_{3k} + \beta_4 X_{4k} + \beta_5 X_{5k} + \beta_6 X_{6k} + \beta_7 X_{7k} + \epsilon$ <p>- i: GOMCR, VOM / GSYİH, OI, ve OS için;  <math>x_{ik} = [X_{ik} - \min(X_i)] / [\max(X_i) - \min(X_i)]</math></p> <p>- i: DR / DC, ML ve GSYİH / Nüfus için;  <math>x_{ik} = [\max(X_i) - X_{ik}] / [\max(X_i) - \min(X_i)]</math></p> <p>(Böylece tüm değişkenler petrol kırılmalığıyla pozitif yönde ilişkili hâle getirilmektedir.)</p> <p>Buradan sonra PCA yöntemi kullanılarak aralarında korelasyon ilişkisi bulunmayan temel bileşenlerle analiz yapılmıştır.</p>	
<b>Sonuçlar</b>	2004 yılı	<p><math>X_1</math>: Rezerv Oranı (RO) = Yurtiçi Rezervler / Yurtiçi Tüketim (DR / DC)  <math>X_2</math>: Jeopolitik Petrol Piyasası Yoğunlaşma Riski (GOMCR) = <math>\sum_k r_k (S_m)^2</math>  - <math>r_k</math>: k ülkesinde siyasi risk endeksi  - <math>S_m</math>: k ülkesinin petrol ithalâtında m tedarikçi ülkesinin payı  <math>X_3</math>: Piyasa Likiditesi (ML) = Dünyadaki Toplam Petrol İthalatı / Ülkenin Net Petrol İthalatı  <math>X_4</math>: Kişi Başına GSYİH = GSYİH / Nüfus  <math>X_5</math>: Petrolün Enerji Yoğunluğu (OI) = Yurtiçi Petrol Tüketimi / GSYİH  <math>X_6</math>: Milli Gelir İçerisinde Petrolün Maliyeti = Net Petrol İthalatının Maliyeti / GSYİH (VOM / GSYİH)  <math>X_7</math>: Petrol Payı (OS) = Petrol Tüketimi / Toplam Birincil Enerji Tüketimi</p>		
<b>Sonuçlar</b>	Petrol arz güvenliğı en yüksek olan ülkeden en düşük olan ülkeye doğru sıralama şu biçimde gerçekleşmiştir: (1) Avustralya; (2) İsveç; (3) ABD; (4) Almanya; (5) Fransa; (6) Avusturya; (7) İsveçre; (8) İrlanda; (9) Japonya; (10) Hollanda; (11) İtalya; (12) Yeni Zelanda; (13) Finlandiya; (14) Belçika; (15) Macaristan; (16) Çin; (17) İspanya; (18) Slovakya; (19) Polonya; (20) Türkiye; (21) Portekiz; (22) Çek Cumhuriyeti; (23) Yunanistan; (24) Hindistan; (25)			

	Güney Kore; (26) Filipinler.			
<b>Cabalu (2010)</b>	Çin, Japonya, Tayvan, Hindistan, G. Kore, Singapur, Tayland 2008 yılı	Gaz Arzı Güvenlik Endeksi (GSSI)	$GSSI_j = [\sum_i^4 (\varphi_i)^2 / 4]^{1/2}$ $G_{1j} = GC_j / GSYİH_j$ $\varphi_{1j} = [G_{1j} - \min(G_1)] / [\max(G_1) - \min(G_1)]$ $G_{2j} = GM_j / TPEC_j$ $\varphi_{2j} = [G_{2j} - \min(G_2)] / [\max(G_2) - \min(G_2)]$ $G_{3j} = GP_j / GC_j$ $\varphi_{3j} = [\max(G_3) - G_{3j}] / [\max(G_3) - \min(G_3)]$ $S = \sum_i (h_i m_i \ln m_i)$ $\varphi_{4j} = [\max(G_4) - G_{4j}] / [\max(G_4) - \min(G_4)]$	<p>GSSI: j ülkesinde gaz arzı güvenlik endeksi</p> <p><math>\varphi_1</math>: Gaz Yoğunluğu (<math>G_1</math>) ölçekli değeri</p> <p><math>\varphi_2</math>: Gaz Talebinin Net İthalat Bağımlılığı (<math>G_2</math>) ölçekli değeri</p> <p><math>\varphi_3</math>: Yurtiçi Gaz Üretimi / Yurtiçi Gaz Tüketimi (<math>G_3</math>) ölçekli değeri</p> <p><math>\varphi_4</math>: Jeopolitik Risk (<math>G_4</math>) ölçekli değeri</p> <p><math>G_1</math>: Gaz Yoğunluğu <math>GC_j</math>: j ülkesinde d. gaz tüketimi</p> <p><math>G_2</math>: Gaz Talebinin Net İthalat Bağımlılığı <math>GM_j</math>: j ülkesinde d. gaz talebinin net ithalat bağımlılığı <math>TPEC_j</math>: j ülkesinde Toplam Birincil Enerji Tüketimi</p> <p><math>G_3</math>: Yurtiçi Gaz Üretimi / Yurtiçi Gaz Tüketimi <math>GP_j</math>: j ülkesinde d. gaz üretimi <math>GC_j</math>: j ülkesinde d. gaz tüketimi</p> <p><math>G_4</math>: Jeopolitik Risk S: SWI <math>h_i</math>: i tedarikçi ülkesindeki siyasi istikrar (0 – 1 arasında; 0: tam istikrarsız ve 1: tam istikrarlı) <math>m_i</math>: toplam d. gaz ithalâtı içerisinde i ülkesinden yapılan d. gaz ithalâtının payı</p>
<b>Sonuçlar</b>	Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, doğal gaz arz güvenliği en yüksek olandan en düşük olana doğru ülkeler şu biçimde sıralanmıştır: 1) Hindistan; 2) Çin; 3) Tayvan; 4) G. Kore; 5) Japonya; 6) Tayland; 7) Singapur.			
<b>Martchamadol ve Kumar (2013)</b>	Bir tek ülkede yıllar itibariyle enerji güvenliğine ilişkin ölçüm	Toplulaştırılmış Enerji Güvenliği Performans Göstergesi (AESPI) Temel Bileşenler Analizi (PCA)	$AESPI_j = \sum (w_k \times GI_{kj}) / \sum w_k$ $GI_{kj} = [\sum (\varphi_{ij})^2 / m]^{1/2}$ <p>Pozitif Göstergeler için; <math>\varphi_{ij} = (10 \times X_{ij}) / \max_i</math></p> <p>Negatif Göstergeler için; <math>\varphi_{ij} = (10 \times Y_{ij}) / \max_i</math></p>	<p>AESPI: Toplulaştırılmış Enerji Güvenliği Performans Endeksi</p> <p><math>w_k</math>: k Grup Göstergesinin Ağırlıklandırma Faktörü (PCA yöntemiyle bulunmaktadır.)</p> <p><math>GI_{kj}</math>: j Yılında k Grubunun Grup Endeksi</p> <p><math>\varphi_i</math>: Nispi Göstergenin Ölçeklendirmesi</p> <p><math>X_{ij}</math>: j Yılında i Negatif Göstergesinin Değeri (burada 25 gösterge kullanılmıştır.)</p> <p><math>Y_{ij}</math>: j Yılında i Negatif Göstergesinin Tersi (<math>Y_{ij} = 1/X_{ij}</math>)</p>
<b>Sonuçlar</b>	Bu çalışmada bir ülkede enerji güvenliğinin değerlendirilmesine yönelik bir gösterge geliştirilmiştir. Toplulaştırılmış Enerji Güvenliği Performans Göstergesi (AESPI) adı verilmiş olan bu göstergenin, uygulanan politikaların ülkenin bütün bir enerji güvenliği performansını ne kadar artırdığını göstereceği ve bu performans artışına ilişkin bir ölçüt olarak kullanılabileceği ileri sürülmüştür.			
<b>Erdal (2015)</b>	Türkiye 1970-2009 Dönemi	Bağımlılık Endeksi Yoğunluk Endeksi Yerli Üretim Endeksi Bileşik Endeks Zaman Serisi Analizi	$ESS_1 = \text{Enerji İthalatı} / \text{Enerji Tüketimi}$ $ESS_2 = \text{Sanayide Enerji Kullanımı} / \text{GSYİH}$ $ESS_3 = \text{Yurtiçi Enerji Üretimi} / \text{Toplam Enerji Tüketimi}$ $ESS_4 = (ESS_1 + ESS_2 + ESS_3) / 3$ $ESS_t = \alpha_0 + \alpha_1 PP_t + \alpha_2 TPES_t + \alpha_3 PCCONS_t + \alpha_4 CEM_t + \alpha_5 REN_t + ut$	<p><math>ESS_1</math>: İthalat Bağımlılık Oranı</p> <p><math>ESS_2</math>: Enerji Yoğunluğu</p> <p><math>ESS_3</math>: Yurtiçi Enerji Üretim Oranı</p> <p>ESS: Enerji Arz Güvenliği</p> <p>PP: Dünyada Petrol Fiyatları</p> <p>TPES: Toplam Birincil Enerji Arzı</p> <p>PCCONS: Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi</p> <p>CEM: CO<sub>2</sub> Salınımı</p> <p>REN: Toplam Birincil Enerji Arzı içerisinde Yenilenebilir Enerji Oranı</p>
<b>Sonuçlar</b>	Bu çalışmada kullanılan tüm modellerde yenilenebilir enerjinin (REN) enerji güvenliği üzerinde olumlu yönde ve önemli etkisi olduğu görülmüştür. Kişi başına düşen enerji tüketiminin (PCCONS) ise 4 modelde de olumsuz etkilere yol açtığı gözlemlenmiştir, yani bu değişkendeki artış enerji arz güvenliğini tehdit eden bir risk faktörü olarak ortaya çıkmaktadır. Kişi başına düşen enerji tüketiminin azalması etkinlik artışıyla mümkün olabilecektir. Fosil yakıtlardan			

	kaynaklanan salınımların (CEM) artması, kişi başına düşen enerji tüketimi gibi, tüm modellerde olumsuz sonuçlara yol açmaktadır. Bu nedenle, salınımların azaltılması amacıyla birtakım ölçümlerin yapılması hem enerji güvenliği hem de sürdürülebilir kalkınma için çok önemlidir. Ayrıca, Toplam Birincil Enerji Arzı (TPES) enerji arz güvenliği için önemli bir faktördür. Zira, enerji arzındaki ciddi bir artış enerji arz güvenliğindeki bir artışı da beraberinde getirmektedir.		
<b>Böhringer ve Bortolamedi (2015)</b>	AB-27 Ülkeleri	Hesaplanabilir Genel Denge (CGE)	<p> <b>Birincil Enerjiye Olan Bağımlılık</b>            EI: Enerji Yoğunluğu            TPES: Toplam Birincil Enerji Arzı   <b>Dış Birincil Enerjiye Olan Bağımlılık</b>            NID: Net İthalat Bağımlılığı  <math>M_{ff}</math> : ff Fosil Yakıtının Toplam İthalatı  <math>X_{ff}</math> : ff Fosil Yakıtının Toplam İhracatı   <b>Birincil Enerji Kaynaklarına Olan Bağımlılık</b>            PECD: Birincil Enerji Kaynaklarına Olan Bağımlılık            (<math>S_f / TPES</math>) : Toplam Birincil Enerji Arzı içerisinde Her Bir Birincil Enerji Kaynağının Payı   <b>Dış Birincil Enerji Tedarikçilerine Olan Bağımlılık</b>  <math>SD_{ff}</math>: ff Yakıtı Tedarikçi Bağımlılığı  <math>M_{iff}</math> : i tedarikçi ülkesinden yapılan ff fosil yakıtı ithalatı  <math>X_{iff}</math> : i ülkesine yapılan ff fosil yakıtı ihracatı  <math>\alpha_i^{HHI}</math> : i tedarikçi ülkesinin siyasi risk faktörü             SD: Toplaştırılmış Fosil Yakıt Tedarikçi Bağımlılığı         </p> <p> <math>EI = TPES / GSYİH</math>  <math>NID = \sum_{ff} [\max(0, M_{ff} - X_{ff})] / TPES</math>  <math>PECD = \sum_f (S_f / TPES)^2</math>  <math>SD_{ff} = \sum_i \alpha_i^{HHI} \{ [\max(0, M_{iff} - X_{iff})] / [\sum_i \max(0, M_{iff} - X_{iff})]^2 \}</math>  <math>SD = \sum_{ff} \{ [\sum_i \max(0, M_{iff} - X_{iff})] / [\sum_i \max(0, M_{iff} - X_{iff})] \} SD_{ff}</math> </p>
<b>Sonuçlar</b>	Çalışmada belirlenen politikaların enerji güvenliği göstergeleri üzerindeki etkilerine bakılacak olursa, sadece enerji etkinliği politikalarının tüm enerji güvenliği göstergeleri üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu görülmüştür. Diğer iki amaca yönelik politikaların etkileri belirsiz olarak nitelendirilmiştir. Elektrik üretiminde yenilenebilir kaynaklara yönelik sübvansiyon uygulaması Net İthalat Bağımlılığını ve Birincil Enerji Kaynaklarına Olan Bağımlılığını olumlu yönde etkilerken, Tedarikçi Bağımlılığını olumsuz yönde etkilemektedir. Enerji Yoğunluğu üzerindeki etkisi ise göz ardı edilebilir düzeydedir. CO <sub>2</sub> salınımlarının fiyatlandırılması Enerji Yoğunluğunu ve Net İthalat Bağımlılığını olumlu yönde etkilerken, Birincil Enerji Kaynaklarına Olan Bağımlılığını ve Tedarikçi Bağımlılığını olumsuz yönde etkilemiştir.		
<b>Radovanović, Filipović ve Pavlović (2017)</b>	AB-28 Ülkeleri 1990-2012 Dönemi	Temel Bileşenler Analizi (PCA) Enerji Güvenliği Endeksi (ESI)	<p> <math>ESI = x_{q,c}^t w_{q,r}</math>   <math>ESI = EI \times 0,2 + FEC \times 0,2 - ED \times 0,2 + GDP_{pc} \times 0,1 - CI \times 0,1 + SRN \times 0,2</math> </p> <p> <b>ESI</b>: Enerji Güvenliği Endeksi  <math>x_{q,c}^t</math>: t döneminde c ülkesi için q göstergesinin ham değeri  <math>w_{q,r}</math>: q göstergesinin, r ağırlıklandırma yöntemiyle belirlenen, ağırlığı   <b>EI</b>: Enerji Yoğunluğu  <b>FEC</b>: Nihai Enerji Tüketimi  <b>ED</b>: Enerji Bağımlılığı  <math>GDP_{pc}</math>: Kişi Başına GSYİH  <b>CI</b>: Karbon Yoğunluğu  <b>SRN</b>: Yenilenebilir ve Nükleer Enerjinin Payı         </p>
<b>Sonuçlar</b>	AB-28 ülkelerinde, seçilen göstergelerin 2010 yılında ESI üzerindeki etkilerini ifade eden katsayılar şunlardır: EI: -0,5063 ; FEC: 0,3987 ; ED: 0,1446 ; $GDP_{pc}$ : 0,5320 ; CI: -0,5269 ; RES: 0,0548		

Çizelge 5.1'de 1994-2017 yılları arasında enerji arz güvenliğinin nicel bakımdan değerlendirilmesine yönelik yapılmış önemli çalışmalar, her birinde kullanılan değişkenler,

yöntemler ve ulaşılan sonuçlarla birlikte yer almaktadır. Çizelge incelendiğinde kullanılan her yöntemin birtakım güçlü ve zayıf yanları olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarını detaylı bir biçimde incelemek enerji arz güvenliğinin nicel değerlendirmesinde kullanılacak yöntemin belirlenmesi açısından önemlidir.

İlk olarak Stirling (1994a)'ya bakılacak olursa, bunun bir optimizasyon çalışması olduğu görülmektedir. 1990 yılında İngiltere'de elektrik arzı içerisinde birincil enerji kaynaklarının fiili paylarından yola çıkılarak bu payların optimal dağılımının nasıl olması gerektiğine ilişkin bir inceleme olan bu çalışmada, çeşitliliğin optimizasyonuna yönelik bir analiz yapılmıştır. Bu çeşitlilik (diversity) analizinde üç önemli faktörden söz edilmiştir. Bunlar; ikincil enerji kaynağı olan elektriğin üretiminde birbirinden farklı kaç tür birincil enerji kaynağının kullanıldığı (variety), bu birincil kaynakların kullanım oranları arasında belirli bir dengenin gözetilip gözetilmediği (balance) ve yine bu birincil kaynakların benzemezliği (disparity) olarak sıralanmaktadır. Kaynak türleri, denge ve benzemezlik arttıkça elektrik arzı yatırımlarında çeşitlilik de artmaktadır. Çalışmada verilen örnekte nükleer, kömür ve rüzgâr kurulu gücünün aynı oranlarda kömür, petrol ve doğal gaz kurulu gücüne göre çeşitliliğinin daha fazla olduğu ifade edilmiştir. Örnekte kaynakların kurulu güç içerisindeki payları verilmemiş, sadece iki durumda bu payların birbirine eşit olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle bu paylara ilişkin olarak burada bir varsayım yapmanın sakıncası yoktur. İlk durumda kaynak paylarının %25 nükleer, %40 kömür ve %35 rüzgâr olduğu, ikinci durumda ise %40 kömür, %25 petrol ve %35 doğal gaz olduğu varsayılınsın. Görüldüğü gibi, her iki durumda toplam kurulu güç üç farklı türde birincil kaynaktan oluşmaktadır ve kaynakların payları %40, %35 ve %25'tir. Yani kaynak türlerinin sayısı ve denge faktörleri arasında eşitlik söz konusudur. Buna rağmen, ilk durumda çeşitliliğin daha yüksek oluşu, kaynaklar arasındaki benzemezliğin daha fazla olmasıyla açıklanmaktadır. Her iki durumda kaynaklara bakılacak olursa, ilk durumda kurulu gücün nükleerden, kömürden; yani bir fosil yakıttan, ve rüzgârdan; yani bir yenilenebilir kaynaktan oluştuğu görülmektedir. İkinci durumda ise kaynakların üçü de fosil yakıttır. Benzemezlik bakımından değerlendirildiğinde ilk durumdaki kaynakların benzemezliği daha yüksektir. Bu da çeşitliliği artıran bir unsurdur. Enerji kaynaklarının çeşitliliğine ilişkin analizde SWI kullanılmıştır. Ancak bu çalışmada yapılan analizlerin tamamında kaynakların yalnızca maliyet yönünden performansları değerlendirilmiştir. İthalat bağımlılığı ve çevresel faktörler gibi arz güvenliği açısından çok önemli etmenlere verilen ağırlık sıfırdır (Stirling, 1994a). Stirling (1999) ise Stirling (1994a)'nın devamı niteliğinde bir çalışmadır. SWI'nın benzemezlik faktörünü kapsamıyor oluşundan dolayı Stirling (1999)'da "M" adı verilen "bütünleşik çok kriterli çeşitlilik

*endeksi (integrated multicriteria diversity index)*” önerilmiştir. M endeksinin formülünü Çizelge 5.1’de görmek mümkündür. Bu defa optimal maliyet analiziyle optimal çeşitlilik analizi arasında çevresel kaygıların ve arazi kullanımına ilişkin kaygıların da ön planda tutulduğu farklı durumlar göz önünde bulundurulmuştur. Sonuç olarak çeşitliliğin, özellikle kullanılacak teknolojinin tercihinde olmak üzere, modern iktisat için önemli olduğu ifade edilmiştir. Buna göre çeşitlilik, inovasyonların ve büyümenin artırılmasında başlıca faktördür. Ayrıca çeşitlilik, belirsizlik ve bilgisizlikle mücadelede önemli bir stratejidir, artan verimlere mahkûm olmanın etkilerini hafifleten temel araçtır ve toplumsal tercih sorununa yönelik olarak etkili bir karşılıktır. Dolayısıyla çeşitlilik, yatırım, teknoloji ve politika portföylerinin iktisadî değerlendirmesinde önemli bir etmendir. Bu bağlamda, şeffaf ve dirençli bir genel iktisadî çeşitlilik endeksinin geliştirilmesi deneysel ve analitik açıdan kullanışlı bir araç olabilecektir. Burada önerilen yöntemde bir enerji kaynakları portföyünün bütünlük çok kriterli çeşitliliği “*her bir çift seçenek arasındaki benzemezlik-mesafesi ile o seçeneklerden her birinin portföy içerisindeki payları çarpımlarının toplamı*” olarak tanımlanmaktadır. Böylece, kaynak türlerinin sayısı (variety), kaynak türlerinin portföy içerisindeki payları arasında denge (balance) ve benzemezlik (disparity) kriterlerinin hepsini de göz önünde bulundurarak bir çeşitlilik analizi yapmak için yeterli nitelikte bir yöntemin geliştirildiği iddia edilmiştir (Stirling, 1999). Jansen, van Arkel ve Boots (2004)’te ise 2004 yılına dek uzun dönem enerji arz güvenliği göstergelerinin yetersiz kaldığına ilişkin bir bakış açısı hâkimdir. Stirling (1999)’dan ilham alındığı belirtilerek ve dönemin araştırma faaliyetlerinin kısıtlılığı göz önünde bulundurularak çeşitliliğin en iyi “*basit*” göstergesinin SWI olduğu ileri sürülmüştür. Ancak bu çalışmada SWI uzun dönem enerji arz güvenliğine ilişkin dört göstergeyle genişletilmiştir. Bunlar;

- Enerji arzında kaynak çeşitliliği,
- İthal edilen enerji kaynaklarına ilişkin olarak ithalât çeşitliliği,
- Köken (tedarikçi) bölgelerde uzun dönem siyasî istikrar,
- Köken bölgelerinde (ve ithalâtçı ülkenin kendisinde) kaynak temeli (kanıtlanmış rezervlerin üretime oranı; R/P).

göstergeleridir (Jansen, van Arkel ve Boots, 2004: 5). Bu dört göstergenin kullanılmasıyla elde edilmiş olan enerji arz güvenliği endeksi ( $I_4$ ) Çizelge 5.1’de görülmektedir. Köken bölgesinde kaynağın tükenme endeksini ( $r_{ij}$ ) belirten denklemde rezerv-üretim (R/P) oranının elliye bölünmesinin nedeni köken bölgelerinde R/P oranının ellinin altına düşmesi hâlinde söz konusu yakıt piyasalarının, öncelikle, kanıtlanmış rezervlere ilişkin yeni bilgilere göre harekete geçeceği varsayımdır (Jansen, van Arkel ve Boots, 2004: 24).

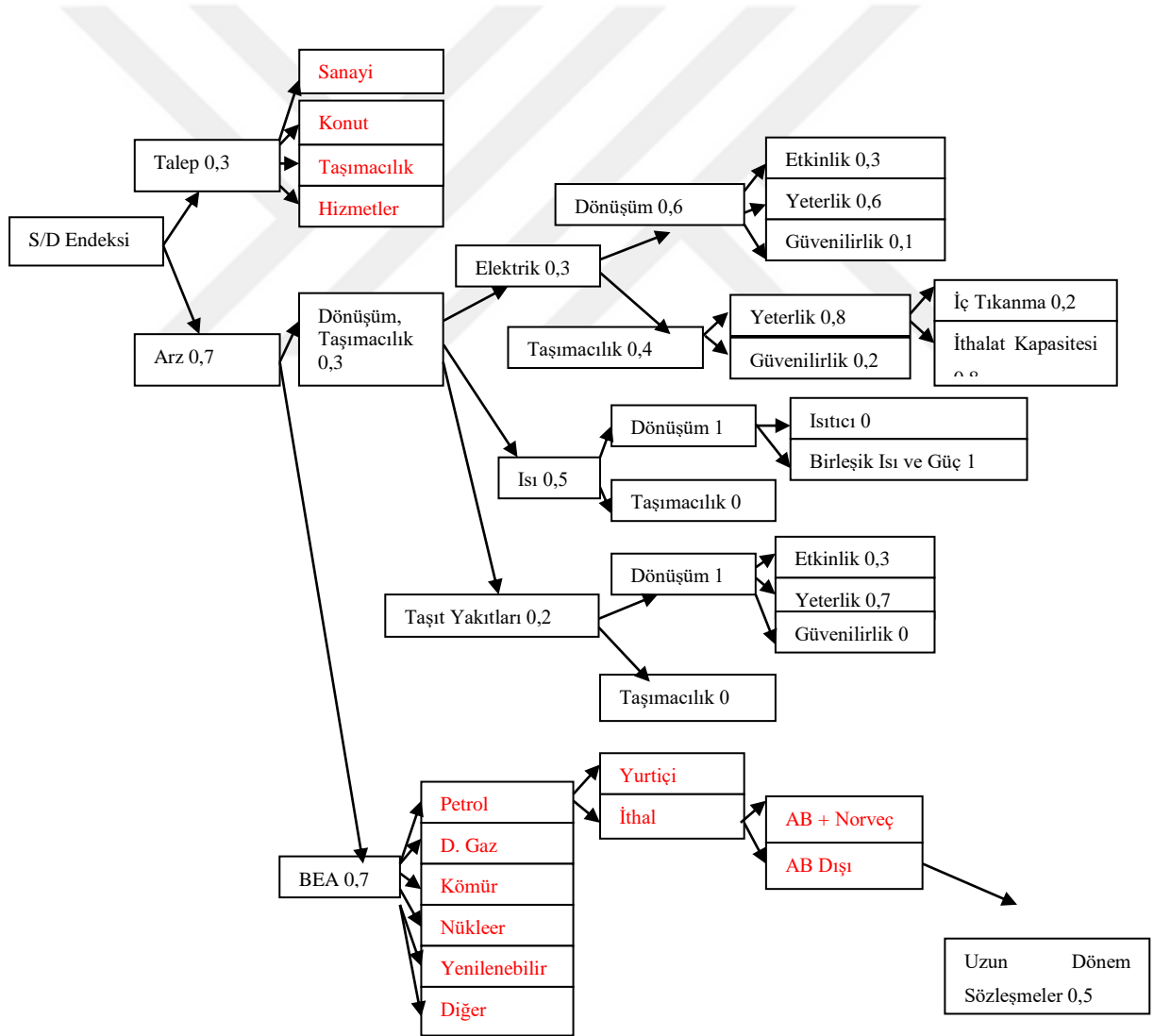


2004 yılında IEA tarafından yayımlanmış olan Blyth ve Lefevre (2004)'te devlet müdahalesinin etkilerini politika hedefleri bağlamında nicel olarak ifade eden bir çerçeve sunulmasının amaçlandığı belirtilmiştir. Söz konusu politikalar genel olarak üç gruba ayrılmıştır: Çevresel politikalar (ör. hava kirliliği, iklim değişikliği), enerji güvenliği politikaları (ör. jeopolitik enerji güvenliği, sistem güvenilirliği) ve toplumsal politikalar (ör. istihdam, nükleer güvenlik). Jeopolitik enerji güvenliği konusunda piyasa gücünün yoğunlaşmasının çeşitlilik kavramıyla çok yakın bir ilişki içinde olduğu ifade edilmiştir. Bu nedenle, piyasa etkinliğinin değerlendirilmesi bakımından bir çeşitlilik göstergesi olarak, yoğunlaşmanın ölçümü tercih edilmiştir. Piyasadaki yoğunlaşma riskinin ölçümünde HHI kullanılmıştır. Bu yoğunlaşma ölçümü siyâsî risk oranı ( $r_i$ ), piyasa likiditesi ( $P_f$ ) ve her bir yakıt tüketiminin toplam birincil enerji arzına oranı ( $C_f/TPES$ ) değişkenleriyle genişletilerek, Çizelge 5.1'de görülen, jeopolitik enerji güvenliği (GES) formülüne ulaşılmıştır. Bu çalışmada ülkelerin enerji arz güvenliğinin bu yöntemle ölçülmesi önerilmiştir. GES değeri arttıkça enerji arz güvenliğinin azaldığı anlaşılmaktadır. Çalışmada 2001-2030 dönemine yönelik olarak yapılmış olan projeksiyon çalışmasının sonuçları Çizelge 5.1'de görülmektedir. Ulaşılan bulguları büyük ölçüde petrolün toplam birincil enerji arzı içerisindeki payının belirlediği ileri sürülmüştür (Blyth ve Lefevre, 2004).

Scheepers, Seebregts, de Jong ve Maters tarafından 2006 ve 2007 yıllarında yapılan çalışmalarda AB için enerji arz güvenliğinin ölçülmesine yönelik olarak Arz/Talep Endeksi (S/D Endeksi) geliştirilmiştir. S/D Endeksinin bir enerji sisteminin bütün kısımlarını kapsadığı ileri sürülmüştür. Bu kısımlar nihaî enerji talebi, enerji dönüşümü ve taşımacılığı ve birincil enerji arzı (BEA) olmak üzere üç tanedir. S/D Endeksinin oluşturulması için girdi parametrelerine ilişkin veri tabanını da kapsayan bir bilgisayar modeli geliştirilmiştir. Model AB üyesi bir devletin, tümüyle AB'nin ya da AB içerisinde bir alt bölgenin enerji talep ve arz yapısını temsil etmektedir. Şekil 5.1'de S/D Endeksi'nin hesaplanışında kullanılan “*girdiler*” görülmektedir. Şekildeki kırmızı renkle yazılmış olanlar istatistiksel verilerden elde edilen enerji sisteminin somut parametrelerine dayalı nesnel girdilerdir. Siyahla yazılmış olanlar ise uzman görüşüne dayalı öznel girdilerdir. Bu öznel girdilerin varsayılan ağırlıkları yanlarında gösterilmiştir. Burada “dönüşüm” girdisi birincil enerji kaynaklarından yararlanılarak ikincil enerji kaynaklarının üretimini, yani birincil enerji kaynaklarının ikincil enerji kaynaklarına dönüştürülmesini ifade etmektedir. Söz konusu dönüşümün sonucunda ortaya çıkan ikincil enerji kaynaklarının elektrik, ısı ve taşıt yakıtları olduğu şekilde görülmektedir. Taşımacılık ise enerji kaynaklarının bir yerden başka bir yere nakli anlamına gelmektedir. Her bir ikincil enerji

kaynağına ilişkin dönüşüm ve taşımacılık girdilerini belirleyen alt girdileri de şekilde kendilerine atfedilmiş olan ağırlıklarla birlikte görmek mümkündür. Bütün bu girdilere ilişkin veriler yanlarındaki ağırlıklarıyla çarpılıp, bu çarpımlar toplanarak bir üst girdiye ulaşılmakta ve son olarak en tepede yer alan S/D Endeksi hesaplanmaktadır. Görüldüğü gibi, son derece teferruatlı ve karmaşık bir yöntem olan S/D Endeksi enerji arz güvenliğinin düzenli bir biçimde hesaplanmasında kullanmak adına kolaylık sağlayan bir yöntem değildir. Çizelge 5.1’de sadece arz ve talep girdileri hesaplandıktan sonra S/D Endeksi’nin hesaplanışını gösteren formül yer almaktadır. S/D Endeks değeri arttıkça enerji arz güvenliğinin arttığı anlaşılmaktadır.

Şekil 5.1. Arz/Talep Endeksi



Kaynak: Scheepers, Seebregts, de Jong ve Maters (2007: 31).

Çizelge 5.1’de S/D Endeksi kullanılarak elde edilmiş olan sonuç görülmektedir. Ülkeler arasında enerji güvenliği bakımından ortaya çıkan farklılıklara, temel olarak, birincil enerji kaynaklarının farklı olması neden olmuştur. Petrol ve doğalgaz ithalât bağımlılıkları yüksek olan ve bu ithalâtı büyük oranda AB/Norveç dışından yapan, Güney Kıbrıs, Lüksemburg, Malta, Letonya, Yunanistan, Litvanya ve Portekiz gibi ülkelerin S/D Endeks değerleri, enerji arz güvenlikleri, daha düşüktür. Bunun yanında, Danimarka (82) ve İngiltere (80) doğalgaz ve/veya petrol ihracatçısı ülkeler olarak oldukça yüksek endeks değerlerine ulaşmışlardır. Net ithalâtçı olmakla birlikte, bu ithalâtı daha çok AB/Norveç içerisinden yapan İrlanda (75) ve İsveç (70) gibi ülkelerde de endeks değerleri yüksektir. Hollanda (69) doğalgaz ihracatçısı bir ülke olarak yüksek bir endeks değerine ulaşmıştır. Romanya (70) birincil enerji arzı içerisinde kömür ve nükleerin orta düzeydeki paylarına ek olarak petrol ve doğalgaz ithalât bağımlılıklarının düşük oluşuyla yine yüksek bir endeks değerine ulaşmıştır. Fransa (64), Çek Cumhuriyeti (64), Almanya (63), ve Polonya (60) birincil enerji arzları içerisinde nükleer ve/veya kömürün paylarının yüksek oluşu sayesinde ortalamanın üzerinde endeks değerlerine ulaşmışlardır (Scheepers, vd., 2007).

IEA’da (2007d) enerji arz güvenliğinin nicel değerlendirmesine yönelik olarak Blyth ve Lefevre (2004)’te önerilmiş olan yöntemin benzeri bir yöntem önerilmiştir. Zaten Blyth ve Lefevre (2004)’ün de IEA tarafından yayımlanmış bir çalışma olduğu daha önce ifade edilmiştir. Ancak IEA’da (2007d) hesaplanmış olan Enerji Güvenliği Endeksi’nde (ESI) Blyth ve Lefevre (2004)’te önerilmiş olan GES formülünden piyasa likiditesi değişkeni çıkarılmış ve Çizelge 5.1’de görülen  $ESI_{fiyat}$  formülüne ulaşılmıştır.  $ESI_{hacim}$  ise boru hatları aracılığıyla yapılan doğal gaz ithalâtının ülkelerin toplam birincil enerji arzı içerisindeki paylarını ifade etmektedir. Bu çalışmanın amacı incelenen ülkelerde  $ESI_{fiyat}$  ve  $ESI_{hacim}$  değerlerinin 2004-2030 yılları arasında nasıl bir seyir izleyeceğini ortaya koymaktır. Her iki endeks değerinin de artışı enerji güvenliğinin düşüşünü, azalışı ise enerji güvenliğinin yükselişini ifade etmektedir. Öncelikle  $ESI_{fiyat}$ ’a bakılacak olursa, 2004 yılında en yüksek endeks değerlerine sahip ülkelerin Hollanda ve İtalya oldukları (sırasıyla 7620 ve 7350) görülmüştür. Hollanda ve İtalya’nın enerji güvenliği bakımından en kötü endeks değerlerine sahip olduğunu ifade eden bu durum temel olarak bu ülkelerde TPES içerisinde doğal gaz oranının yüksek oluşundan kaynaklanmıştır. İngiltere’nin endeks değeri (6140) görece yüksek bir düzeyde gerçekleşmiş ve İngiltere enerji güvenliği bakımından beş ülke arasında tam orta sırada yer almıştır. Çekya ve Fransa’nın endeks değerleri (sırasıyla 4740 ve 4350) beş ülke arasında en düşük düzeylerde kalmıştır. Bu bağlamda enerji güvenliği

bakımından en iyi durumdaki ülkeler; Çekya ve Fransa olmuşlardır. Çalışmada ulaşılan sonuçlara göre, beş ülkede de 2010 yılına kadar endeks değerlerinin düşeceği, ancak 2010-2030 yılları arasında bütün ülkelerde endeks değerlerinin yükseleceği öngörülmüştür. 2030 yılına gelindiğinde enerji güvenliği bakımından en kötü durumdaki ülkeler yine Hollanda ve İtalya olurken, İngiltere orta sırada kalacak, Çekya ve Fransa da yine en iyi durumdaki ülkeler olacaklardır. Ancak 2030 yılında enerji güvenliği bakımından en iyi endeks değerine sahip ülke Çekya olacak, 2004 yılında birinci sırada yer almış olan Fransa ise ikinci sıraya düşecektir.  $ESI_{\text{hacim}}$ 'e gelindiğinde, iki koşul altında ortaya çıkacak olan sonuçlar ayrı ayrı incelenmiştir. Bu koşullardan birincisine göre, İngiltere dışındaki diğer ülkelerde 2004-2030 yılları arasında sözleşmeler, bir değişiklik olmaksızın, %100 petrole endeksli yapılacaktır. İngiltere'de ise sözleşmeler %50 petrole endeksli yapılacaktır. İkinci koşulda ise doğal gaz bazlı tüketim oranının 2030'a dek yılda %1 oranında artması öngörülmüştür. Birinci koşul altında petrole endeksli doğal gaz ithalâtınca karşılanan toplam enerji tüketiminin payı, yani  $ESI_{\text{hacim}}$  endeks değeri, 2004 yılında en yüksek oranda İtalya'da gerçekleşmiştir. İtalya'da 2004 yılında %29 olan bu oranın 2030 yılında %36'ya yükseleceği öngörülmüştür. Çekya'da bu endeks değerinin 2004-2030 yılları arasında %17'den %19'a, Fransa'da %11'den %15'e yükseleceği ileri sürülmüştür. İngiltere'de 2004 yılında sıfır düzeyinde olan endeks değerinin, 2020 yılında %16'ya ulaşacağı ve Hollanda'da ise 2020 yılına kadar sıfır düzeyinde kalarak, 2020-2030 yılları arasında %4 düzeyine yükseleceği ifade edilmiştir. Çalışmada ikinci koşul altında ortaya çıkacağı öngörülen sonuçlar birinci koşul altında ortaya çıkacağı öngörülen sonuçlarla karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Buna göre, Çekya, Fransa ve İtalya'da endeks değerlerinin birinci koşula göre yıllık %1 oranında düşük olacağı öngörülmüştür. Bunlar arasında İtalya'da yalnızca 2004-2010 arasında endeks değerinin artarak %30 düzeyinin üzerine çıkması beklenirken 2030 yılına gelindiğinde bu değer %27'ye gerileyeceği öngörülmüştür. Endeks değerinin Çekya'da kademeli olarak düşerek 2030 yılında %14'e ineceği, Fransa'da kabaca %11 düzeyinde istikrarlı bir seyir izleyeceği, İngiltere'de 2004-2030 yılları arasında sıfırdan %11 düzeyine yükseleceği ve Hollanda'da ise 2020 yılına kadar sıfır düzeyinde seyrettikten sonra 2030 yılında ancak %3 düzeyine ulaşacağı ileri sürülmüştür (IEA, 2007d).

Asya-Pasifik Ekonomik İşbirliği (APEC) üyesi ülkelerde enerji arz güvenliğine yönelik olarak yapılmış bir çalışma olan APERC (2007)'nin "*kaçınılmaz ekonomik büyüme ve nüfus artışıyla birlikte enerji talebinin hızla artması ve enerji kaynaklarının kıt ve*

*tükenebilir olmaları gerçekleri karşısında enerji güvenliği üzerine yapılmış olan detaylı bir çalışma” olduğu ileri sürülmüştür. Çalışmada kullanılan yöntemi Çizelge 5.1’de görmek mümkündür. Buna göre, beş farklı gösterge kullanılarak enerji arz güvenliği analizi yapılmıştır. Bunlar;*

- ESI<sub>I</sub>: Birincil Enerji Talebi Çeşitliliği (DoPED),
- ESI<sub>II</sub>: Net Enerji İthalat Bağımlılığı (NEID),
- ESI<sub>III</sub>: Karbon Bazlı Olmayan Yakıt Portföyü (NCFP),
- ESI<sub>IV</sub>: Net Petrol İthalatı Bağımlılığı (NOID),
- ESI<sub>V</sub>: Orta Doğu Petrolüne İthalat Bağımlılığı (MEOID).

Bu beş göstergeden elde edilen sonuçların ayrı ayrı değerlendirilmesiyle enerji arz güvenliğine ilişkin genel bir yargıya varılmaktadır. Söz konusu sonuçlara Çizelge 5.1’de yer verilmiştir. Bununla birlikte, çalışmada yapılmış olan projeksiyonlara göre, 2030 yılına kadar APEC bölgesinde toplam birincil enerji talebinin yıllık ortalama %1,8 oranında artacağı öngörülmüştür. Bu talep artışı büyük oranda fosil yakıtlarla (kömür, petrol ve doğal gaz) karşılanacaktır. Artan talep ülkelerdeki arzın düşmesiyle fosil yakıtlara olan ithalât bağımlılıklarının artmasına yol açacaktır. Aynı anda APEC bölgesinin başlıca ihracatçılarından bazılarının ihracat potansiyelleri düşmeye başlayacaktır. Bu da APEC ülkelerinin enerji konusunda Afrika ve Amerika kıtalarıyla birlikte Orta Doğu’ya olan bağımlılıklarını artıracaktır (APEREC, 2007). Görüldüğü gibi, APEREC (2007)’de enerji arz güvenliğinin nicel değerlendirmesine yönelik olarak önerilen yöntemde, tek bir hesaplama yapılarak arz güvenliğinin ölçümü söz konusu değildir.

Enerji arz güvenliğinin nicel değerlendirmesine ilişkin literatürde yer alan bir diğer çalışma Gnansounou (2008) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada enerji arz güvenliği yerine “*enerji kırılabilirliği*” kavramı kullanılmıştır. Enerji kırılabilirliğinin habercisi olarak bileşik bir enerji arz/talep zayıflıkları endeksi tanımlanmıştır. Önerilen bu endeks birtakım göstergeleri temel almaktadır. Bu göstergeler şunlardır (Gnansounou, 2008: 3734):

- Enerji Yoğunluğu,
- Petrol ve Doğal Gaz İthalat Bağımlılığı,
- Birincil Enerji Arzının CO<sub>2</sub> İçeriği,
- Elektrik Arzı Zayıflıkları,
- Taşıt Yakıtlarında Çeşitlilik Yoksunluğu.

Çizelge 5.1’de bu göstergelerin formüllerini görmek mümkündür. Çalışmada tüm bu göstergeler kullanılarak Enerji Kırılganlık Endeksi’ne (I<sub>j</sub>) ulaşılmaktadır. Oluşturulan Enerji Kırılganlık Endeksi ile 37 endüstrileşmiş ülkenin 2003 yılı için enerji kırılganlıkları ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre; 37 ülke arasında enerji kırılganlığı en yüksek, enerji arz güvenliği en düşük olan ülke Güney Kıbrıs’tır. Enerji kırılganlığı en düşük, enerji arz güvenliği en yüksek olan ülke ise Kanada olmuştur. Buradaki ülkeler endeks değerlerine göre 3 gruba ayrılmışlardır (Gnansounou, 2008: 3740-3741):

- **Düşük Kırılganlık Grubu:** Kanada, İsveç, Norveç, İsviçre, Slovakya, İzlanda, İngiltere, Fransa, Finlandiya, Yeni Zelanda, Avusturya.

- **Orta Kırılganlık Grubu:** ABD, Slovenya, Hırvatistan, Litvanya, Letonya, Hollanda, Danimarka, Almanya, Macaristan, Romanya, Polonya, İspanya, Çek Cumhuriyeti, Japonya, Avustralya, Belçika, Türkiye, Portekiz.

- **Yüksek Kırılganlık Grubu:** Güney Kore, İrlanda, Bulgaristan, Estonya, İtalya, Lüksemburg, Yunanistan, Güney Kıbrıs.

Bu yöntem kapsam olarak açıklayıcı bir yöntem olarak görünse de, ulaşılan sonuçlar bakımından tartışmaya açık olduğu söylenebilir. Örneğin, Danimarka gibi 2003 yılında enerji ihracatı ithalâtından oldukça yüksek olan bir ülkenin düşük kırılganlık grubunda yer almaması sorgulanmalıdır (IEA, 2006c). Bu nedenle bütün diğer yöntemlerin sonuçlarıyla birlikte bu yöntemin sonuçlarını bir arada değerlendirmek daha doğru olacaktır.

Gupta (2008), Gnansounou (2008) gibi kırılganlık analizi içeren bir çalışmadır. Enerji arz güvenliğinin nicel değerlendirmesine ilişkin literatürde önemli yeri olan bu çalışmada, petrol konusunda net ithalâtçı konumundaki yirmi altı ülkenin 2004 yılı için petrol kırılganlıkları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede baz alınan göstergeler şunlardır (Gupta, 2008: 1198-1200):

- Rezerv Oranı,
- Jeopolitik Petrol Piyasası Yoğunlaşma Riski,
- Piyasa Likiditesi,
- Kişi Başına GSYİH,
- Petrolün Enerji Yoğunluğu,
- Milli Gelir İçerisinde Petrolün Maliyeti,
- Petrol Payı.

Burada sıralanan göstergelerin formüllerini Çizelge 5.1’de görmek mümkündür. Bu göstergeler birbirleriyle yakından ilişkili olduğu için, yani aynı değerler bazılarının pay kısmında bazılarının da payda kısmında yer aldığı için aralarında korelasyon ilişkisi vardır. Söz konusu korelasyon sorununun ortadan kaldırılması amacıyla Temel Bileşenler Analizi (PCA) kullanılmıştır. Analizin sonuçları Çizelge 5.1’de görülmektedir. İncelenen yirmi altı ülke, her ülke için elde edilen OVI değerlerine göre sıralanmışlardır. OVI değeri yüksek olan ülkelerin 2004 yılı için petrol kırılganlıkları daha yüksek ve petrol arz güvenlikleri daha düşük, OVI değeri düşük olan ülkelerin ise petrol kırılganlıkları daha düşük ve petrol arz güvenlikleri daha yüksektir. Ulaşılan sonuçlara göre; petrol kırılganlığı en düşük, yani petrol arz güvenliği en yüksek olan petrol ithalâtçısı ülke Avustralya’dır. Petrol kırılganlığı en yüksek, yani petrol arz güvenliği en düşük ülke Filipinler olmuştur. Çalışmada yer verilen 26 ülke petrol arzının kırılganlıkları bakımından şu biçimde gruplara ayrılmışlardır (Gupta, 2008: 1203):

- **En Düşük Kırılganlık Grubu (Ort. OVI = 0,389):** Avustralya, İsveç, ABD, Almanya, Fransa, Avusturya
- **Düşük Kırılganlık Grubu (Ort. OVI = 0,562):** İsviçre, İrlanda, Japonya, Hollanda, İtalya, Yeni Zelanda, Finlandiya, Belçika, Macaristan, Çin
- **Yüksek Kırılganlık Grubu (Ort. OVI = 0,810):** İspanya, Slovakya, Polonya, Türkiye, Portekiz, Çek Cumhuriyeti, Yunanistan
- **En Yüksek Kırılganlık Grubu (Ort. OVI = 1,003):** Hindistan, Güney Kore, Filipinler

Net petrol ithalâtçısı ülkelerin petrol arzı konusundaki kırılganlıklarını ölçmek amacıyla yapılmış bir çalışma olan Gupta (2008)’de kullanılan yöntemle ancak her bir kaynak için ayrı ayrı analiz yapmak mümkün olmaktadır. Bir ülkenin enerji sisteminin genel olarak arz güvenliği değerlendirmesini yapmak için daha kapsamlı bir analize olanak tanıyan farklı yöntemlere ihtiyaç vardır.

Asya ülkelerinde doğal gaz arz güvenliğine yönelik olarak yapılmış bir çalışma olan Cabalu (2010)’da Gnansounou (2008)’in izinden gidildiği ifade edilerek Gaz Arzı Güvenlik Endeksi (GSSI) türetilmiştir. Bu endekste dört gösterge yer almaktadır (Cabalu, 2010: 220-221):

- Gaz Yoğunluğu ( $G_1$ ),
- Gaz Talebinin Net İthalat Bağımlılığı ( $G_2$ ),

- Yurtiçi Gaz Üretimi/Yurtiçi Gaz Tüketimi (G<sub>3</sub>),
- Jeopolitik Risk (G<sub>4</sub>).

Bu dört göstergenin hesaplandığı formüller Çizelge 5.1’de görülmektedir. Ayrıca söz konusu göstergeler GSSI hesaplanırken ham halleriyle değil, maksimum ve minimum değerlerine göre ölçeklendirilerek alınmıştır. Bu ölçeklendirmenin nedeni bütün göstergelerin GSSI ile doğru orantılı olmasını sağlamaktır. Bu çalışma, 2008 yılı için, doğalgaz ithalâtçısı 7 Asya ülkesinin doğalgaz arzında yaşanan aksamalar karşısındaki kırılganlıklarını görece olarak ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Bu doğrultuda söz konusu 7 ülke için doğalgaz arz güvenliğine ilişkin olarak 4 gösterge temel alınarak bir bileşik doğalgaz arzı güvenlik endeksi tahmin edilmiştir. Ulaşılan sonuçlara göre, 2008 yılında doğalgaz arzında yaşanan aksamalara karşı kırılganlığı en düşük olan ülke Hindistan olmuştur. 7 ülke arasında doğalgaz arz güvenliği bakımından en iyi durumda olan Hindistan’ın bu konumu elde etmesinin altında, doğalgaz ithalât bağımlılığının görece düşük oluşu yatmaktadır. Bununla birlikte, doğalgaz enerji yoğunluğunun düşük oluşu da bir diğer etmenddir. Bu etmenin ortaya çıkması, elektrik üretimini büyük oranda kömür kullanarak yapan Hindistan’da doğalgazın çok fazla tüketilmemesinden kaynaklanmıştır. 2008 yılında Hindistan’ın birincil enerji tüketimi içerisinde doğalgazın payı %8,6 oranında kalmıştır. Buna bağlı olarak, toplam enerji ihtiyacının sadece %2’si doğalgaz ithalâtı yapılarak karşılanmıştır. Doğalgaz arz güvenliği konusunda Hindistan’ı Çin takip etmiştir. Çin’in doğalgaz arz güvenliği bakımından iyi durumda oluşu gaz yoğunluğunun ve ithalât bağımlılığının düşük ve yurtiçi üretimin yurtiçi tüketimi karşılama oranının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Bol miktarda kömür rezervine sahip olan Çin’in doğalgaz açısından jeopolitik riski yüksektir. 2006 yılında bir tek ülkeden doğalgaz ithalâtı yapmış olan Çin 2008 yılında 6 farklı ülkeden doğalgaz ithalâtı yapmış olmasına rağmen, bu ülkelerdeki siyasî istikrarsızlıklardan dolayı jeopolitik risk göstergesi bakımından görece kötü bir performans sergilemiştir. Bu nedenle, Çin’de doğalgaz tüketimi diğer fosil yakıtlara göre çok daha düşüktür. Doğalgaz arz güvenliği açısından yapılan bu analizde Tayvan üçüncü sırada gelmiştir. Tayvan’ın bu konuda başlıca zayıf noktası doğalgaz rezervlerinin çok kısıtlı olmasından dolayı yurtiçi üretiminin tüketimini karşılama oranının düşük olmasıdır. Kömür ve petrol rezervlerine de sahip olmayan Tayvan’da, aynı zamanda, enerji ithalât bağımlılığı da çok yüksektir. Doğalgaz arz güvenliğini olumlu yönde etkileyen tek gösterge gaz yoğunluğu olmuştur. Çünkü Tayvan’daki en baskın yakıt petrol olmuştur. 2008 yılında enerji ihtiyacının %96’sını ithalât yoluyla karşılamış olan



Tayvan'da doğalgaz talebinin neredeyse tamamı için LNG ithalâtı yapılmıştır. Bu ithalâtın ise %50'sinden fazlası sadece iki ülkeden (Endonezya ve Malezya) yapılmıştır. Bu analizde dördüncü sırada yer almış olan Güney Kore'nin doğalgaz arz güvenliği bakımından güçlü yanları jeopolitik riskin ve gaz yoğunluğu göstergesinin düşük oluşudur. Bununla birlikte 2008 yılında Güney Kore dünyadaki toplam LNG ithalâtının %16'sını tek başına yaparak bu konuda dünyada ikinci sırada yer almıştır. Dolayısıyla doğalgaz konusunda ithalât bağımlılığı çok yüksek olan Güney Kore bu ithalâtı çok sayıda ülkeden dengeli biçimde yapmayı başarmış olduğu için jeopolitik riski düşürmüştür. Beşinci sıradaki Japonya'da doğalgaz ithalât bağımlılığının yüksek, yurtiçi doğalgaz üretiminin tüketimi karşılama oranının düşük oluşu bu ülkenin doğalgaz arz güvenliği bakımından temel zayıflıkları olarak gösterilmektedir. Kore gibi Japonya'da da doğalgaz rezervleri çok kısıtlıdır ve doğalgaz ihtiyacı LNG ithalâtı yoluyla karşılanmıştır. 2008 yılında toplam doğalgaz ihtiyacının %98'ini ithalât (neredeyse tamamı LNG) yoluyla karşılayan Japonya'da toplam birincil enerji tüketiminin %16'sını doğalgaz oluşturmuştur. 1980-2008 döneminde yıllık ortalama %4,3 oranında artan doğalgaz talebi nedeniyle gaz yoğunluğu göstergesi de zaman içerisinde kötüye gitmiştir. 2008 yılında dünyadaki toplam LNG ticaretinin %41'ini Japonya'nın LNG ithalâtı oluşturmuştur. Bu ithalâtın büyük bölümü 5 ülkeden yapılmıştır. Tayland, yurtiçi doğalgaz üretiminin tüketimi karşılama oranı yüksek olmasına rağmen, bu 7 ülkeli örneklemde doğalgaz arz güvenliği bakımından altıncı sırada yer almıştır. Bol miktarda doğalgaz rezervlerine sahip olmakla birlikte, Tayland 2008 yılında doğalgaz ithalâtını yalnızca bir tek ülkeden (Myanmar) yaptığı için, ve bu ülkede siyasî istikrarsızlık söz konusu olduğu için, jeopolitik risk göstergesi bakımından zayıf durumdadır. Bunun yanında, Tayland'da elektrik üretimi büyük oranda doğalgaz kullanılarak yapıldığından dolayı gaz yoğunluğunun da yüksek oluşu doğalgaz arz güvenliğini olumsuz yönde etkileyen bir diğer etmendir. Çünkü Tayland 2008 yılında doğalgaz arzının %74'ünü elektrik üretiminde kullanmış ve toplam elektrik üretiminin %70'i doğalgaz santrallerinde yapılmıştır. Son sırada ise Singapur yer almıştır. 2008 yılında doğalgaz arz güvenliği bakımından bu çalışmada incelenen ülkeler arasında en kötü durumda olan Singapur'un doğalgaz ithalât bağımlılığı ve jeopolitik risk göstergeleri bakımından görece zayıf olduğu, ancak yurtiçi doğalgaz üretiminin tüketimi karşılama oranı bakımından en zayıf ülke olduğu belirtilmiştir. Doğalgaz üretiminin olmayışı yüksek doğalgaz talebiyle birleşince böyle bir durumun ortaya çıkması kaçınılmaz olmuştur. 2008 yılında Singapur'un toplam enerji talebinin %15'ini doğalgaz tüketimi oluşturmuştur. Bununla birlikte, Singapur'un doğalgaz ithalâtının tamamı Malezya ve Endonezya'dan

yapılmıştır (Cabalu, 2010: 221-222). Cabalu (2010)'da önerilmiş olan bu yöntem, Gupta (2008)'de önerilmiş olan yöntemde olduğu gibi, sadece tek bir kaynak bakımından arz güvenliğinin ölçülmesinde kullanılmaktadır. Örneğin, 2008 yılında elektrik üretimini büyük oranda kömür kullanarak yapan Hindistan doğal gaz tüketiminin bu sayede az oluşu doğal gaz arz güvenliğine olumlu yansımıştır. Ne var ki; kömür arz güvenliğine de bakılacak olsa farklı sonuçlarla karşılaşılması muhtemeldir. Dolayısıyla, bu yöntem ülkedeki enerji sisteminin tamamına ilişkin bir değerlendirme yapmak için uygun değildir.

Martchamadol ve Kumar (2013)'ün çalışmasında ise toplumsal, iktisadî ve çevresel boyutlarıyla enerji arz güvenliğini değerlendirmek amacıyla 25 göstergenin hesaba katıldığı Toplulaştırılmış Enerji Güvenliği Performans Göstergesi (Aggregated Energy Security Performance Indicator, AESPI) adında bir yöntem geliştirilmiştir. AESPI'nın geliştirilmesindeki amaç, bir ülkenin geçmiş ve gelecekteki enerji performansını değerlendirmektir. Bu değerlendirme Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA), Birleşmiş Milletler İktisadî ve Sosyal İşler Departmanı (UNDESA), Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), Eurostat ve Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından 2005 yılında yayımlanmış olan "*Sürdürülebilir Kalkınma için Enerji Göstergeleri: Ana Esaslar ve Yöntemler*" başlıklı çalışmada belirlenen otuz göstergeden yirmi beşi kullanılarak yapılmıştır. Bu yirmi beş gösterge şunlardan oluşmaktadır (Martchamadol ve Kumar, 2013: 663):

- 1- Kişi Başına Düşen Toplam Birincil Enerji = TPES / Nüfus,
- 2- Kişi Başına Düşen Nihai Enerji Tüketimi = Toplam Nihai Enerji Tük. (TFEC) / Nüfus,
- 3- Kişi Başına Düşen Elektrik = Toplam Elektrik Tüketimi / Nüfus,
- 4- Toplam Birincil Enerji Yoğunluğu = TPES / GSYİH,
- 5- Nihai Enerji Yoğunluğu = TFEC / GSYİH,
- 6- İletimde Ortaya Çıkan Kayıplar: Yıllık Raporlar ve Tarihsel Veri Kayıtları,
- 7- Dönüşümde Ortaya Çıkan Kayıplar =  $[1 - (TFEC / TPES)] \times 100$ ,
- 8- Ham Petrol Rezerv Üretim Oranı = Kanıtlanmış Ham Petrol Rezervi / Yurtiçi Ham Petrol Üretimi,
- 9- D. Gaz Rezerv Üretim Oranı = Kanıtlanmış D. Gaz Rezervi / Yurtiçi D. Gaz Üretimi,
- 10- Kömür Rezerv Üretim Oranı = Kanıtlanmış Kömür Rezervi / Yurtiçi Kömür Üretimi,
- 11- Sanayide Enerji Yoğunluğu =  $FEC_{Sanayi} / GSYİH_{Sanayi}$ ,
- 12- Tarımda Enerji Yoğunluğu =  $FEC_{Tarım} / GSYİH_{Tarım}$ ,
- 13- Ticarete Enerji Yoğunluğu =  $FEC_{Ticari\ Sektör} / GSYİH_{Ticari\ Sektör}$ ,

- 14- Hane Halkı Kişi Başına Düşen Enerji = Hane Halkı Enerji Tüketimi / Hane Halkı Ortalama Kişi Sayısı,
- 15- Hane Halkı Kişi Başına Düşen Elektrik = Hane Halkı Elektrik Tüketimi / Hane Halkı Ortalama Kişi Sayısı,
- 16- Taşımacılıkta Enerji Yoğunluğu (TEI) =  $FEC_{Taşımacılık} / GSYİH_{Taşımacılık}$ ,
- 17- Toplam Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kapasitesinin Payı = Yenilenebilir Güç Kapasitesi / Toplam Güç Kapasitesi,
- 18- Toplam Birincil Enerji Arzında Karbon Bazlı Olmayan Enerjinin Payı = (Hidro PES + Nükleer PES + Yenilenebilir PES) / TPES,
- 19- Nihai Enerji Tüketiminde Yenilenebilir Enerjinin Payı = Yenilenebilir FEC / TFEC,
- 20- Net Enerji İthalat Bağımlılığı (NEID) =  $\sum(m_i \times p_i \times \ln p_i) / \sum(p_i \times \ln p_i)$ ,
- 21- Kişi Başına Düşen CO<sub>2</sub> Salınımı =  $\sum(EFCO_{2i} \times EC_i) / \text{Nüfus}$ ,  
 EFCO<sub>2i</sub> : i fosil yakıtı için CO<sub>2</sub> salınımı faktörü  
 EC<sub>i</sub> : i fosil yakıtı için enerji tüketimi
- 22- GSYİH Başına CO<sub>2</sub> Salınımı =  $\sum(EFCO_{2i} \times EC_i) / GSYİH$ ,
- 23- Hane Halkı Elektrik Erişimi = Elektrik Kullanabilen Hane Halkı Sayısı / Toplam Hane Halkı Sayısı,
- 24- Gelirin Elektrik için Harcanan Payı = (Yıllık Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi x Ort. Elektrik Fiyatı) / (GSYİH / Nüfus),
- 25- Hane Halkı Başına Konut Enerjisi = Konutlarda Enerji Tüketimi / Toplam Hane Halkı Sayısı.

Bu yirmi beş gösterge PCA yöntemi kullanılarak düzenlenmiş ve Çizelge 5.1'de görülen AESPI formülünde yerlerine konularak enerji arz güvenliğinin nicel değerlendirmesi yapılmıştır. Çok sayıda değişkenin kullanıldığı bu kapsamlı yöntemde bazı değişkenler birbirine çok benzer niteliktedir. Örneğin, Kişi Başına Düşen Toplam Birincil Enerji ve Kişi Başına Düşen Nihai Enerji Tüketimi değişkenlerinden ya da Toplam Birincil Enerji Yoğunluğu ve Nihai Enerji Yoğunluğu değişkenlerinden birinin tercih edilmesi yöntemi daha kullanışlı bir hâle getirebilecektir.

Türkiye'de 1970-2009 dönemine ilişkin enerji arz güvenliğinin nicel değerlendirmesine yönelik bir çalışma olan Erdal (2015)'te zaman serisi analizi kullanılarak enerji arz güvenliği göstergeleri üzerinde bazı değişkenlerin etkileri tahmin edilmiştir. Bağımlı değişkenler olarak belirlenen enerji arz güvenliği göstergeleri İthalat Bağımlılık Oranı (ESS<sub>1</sub>), Enerji Yoğunluğu (ESS<sub>2</sub>) ve Yurtiçi Enerji Üretim Oranı (ESS<sub>3</sub>)

değişkenleridir. Bu değişkenlerin hangi formüllerle hesaplandığını Çizelge 5.1’de görmek mümkündür. Dördüncü enerji arz güvenliği göstergesi olarak ise yukarıda sıralanan üç göstergenin aritmetik ortalaması kullanılmıştır. Çalışmada bu dört enerji arz güvenliği göstergesine beş açıklayıcı değişkenin etkileri tahmin edilmiştir. Açıklayıcı değişkenler şunlardır (Erdal, 2015: 157-158):

- Dünyada Petrol Fiyatları (PP),
- Toplam Birincil Enerji Arzı (TPES),
- Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi (PCCONS),
- CO<sub>2</sub> Salınımı (CEM),
- TPES İçerisinde Yenilenebilir Enerji Oranı (REN).

Erdal (2015)’te kurulan dört modele ilişkin olarak ulaşılan sonuçlar Çizelge 5.1’de görülmektedir. Bu çalışmada kullanılan yöntemde enerji arz güvenliğine ilişkin üç gösterge ve, dördüncü olarak, bunların aritmetik ortalaması enerji arz güvenliğinin ölçüsü olarak kabul edilmiştir. Söz konusu göstergeler, literatürün genelinde kabul gördüğü üzere, enerji arz güvenliğinin belirleyicileridir. Ancak her birinin enerji arz güvenliğinin ölçüsü olarak ele alınmış olması tartışmaya açıktır. Bu konuda Erdal (2015)’te ilk üç göstergenin enerji arz güvenliğinin mevcudiyet (availability), erişilebilirlik (accessibility), hesaplılık (affordability) ve kabul edilebilirlik (acceptability) biçiminde sıralanan boyutlarından birini ya da birkaçını kapsarken, dördüncü göstergenin bu boyutların tamamını kapsadığı ileri sürülmüştür (Erdal, 2015: 157).

Böhringer ve Bortolamedi (2015)’te AB-27 ülkeleri için enerji arz güvenliği göstergelerine yönelik politikaların etkileri Hesaplanabilir Genel Denge (CGE) modeli kullanılarak bir simülasyon çalışması yapılmıştır. Burada dört enerji arz güvenliği göstergesi ele alınmıştır. Bunlar şu biçimde sıralanmaktadır (Böhringer ve Bortolamedi, 2015: 359):

- Birincil Enerjiye Olan Bağımlılık: Enerji Yoğunluğu,
- Yurtdışı Birincil Enerji Arzına Olan Bağımlılık: Net İthalat Bağımlılığı,
- Birincil Enerji Kaynaklarına Olan Bağımlılık: Her bir enerji kaynağının TPES içindeki paylarının kareleri toplamı (HHI),
- Yurtdışı Birincil Enerji Tedarikçilerine Olan Bağımlılık: Her bir enerji kaynağı için her bir tedarikçi ülkeye olan net ithalât bağımlılıkları toplamı.

Bu göstergelerin hesaplanmasında kullanılan formüller Çizelge 5.1’de görülmektedir. Çalışmada AB Komisyonu tarafından 2008 ve 2014 yıllarında yayımlanmış olan İklim ve Enerji Paketleri’ndeki temel hedefler doğrultusunda oluşturulan politika senaryolarının sonuçlarına yönelik bir inceleme yapılmıştır. Bilindiği gibi, İklim ve Enerji Paketleri’nde yer verilen temel hedefler yenilenebilir enerjiden daha fazla yararlanmak, enerji etkinliğini artırmak ve CO<sub>2</sub> salınımlarını düşürmek olarak belirlenmiştir.<sup>19</sup> Çalışmada bu amaçlara yönelik politikaların uygulandığı bir simülasyon yapılmıştır. Simülasyonda uygulanan politikalar şu biçimde sıralanmıştır (Böhringer ve Bortolamedi, 2015: 364):

- Elektrik üretiminde yenilenebilir kaynaklara sübvansiyon uygulaması,
- Enerji etkinliğinde artış sağlanabilmesi için birincil enerji kullanımına vergi uygulaması,
- CO<sub>2</sub> salınımlarının düşürülmesi için karbon vergisi uygulaması.

Fukushima Daiichi faciasından sonra artan nükleer enerji karşıtı tedbirleri yansıtmak için AB çapında nükleer enerji kullanımı baz yıl düzeyinde tutulmuştur. Sonraki adımlarda bu üç politikanın her biri için hedef düzeyler belirlenmiştir. CO<sub>2</sub> salınımlarının düşürülmesine ve enerji etkinliğinin artırılmasına yönelik olarak baz yıl 2007 düzeyleriyle karşılaştırılarak %0 - %30 aralığında hedef düzeyler belirlenmiştir. Buna göre, 2007 yılında %17,4 olan yenilenebilir enerji payının yine %0 - %30 aralığındaki oranlarda artırılması hedeflenmiştir. Simülasyon sonuçlarının ortaya konmasında çalışmada anılan 4 enerji güvenliği göstergesindeki (Enerji Yoğunluğu – EI, Net İthalat Bağımlılığı – NID, Birincil Enerji Kaynaklarına Olan Bağımlılık – PECD, Tedarikçi Bağımlılığı – SD) söz konusu politikalarından kaynaklanan değişimler üzerinde durulmuştur (Böhringer ve Bortolamedi, 2015: 364). Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.1’de görülmektedir.

Enerji güvenliğinin nicel değerlendirmesi için kullanılan göstergelere ilişkin literatürü eleştiren bu çalışmada şöyle bir cümle vardır: “*Sonuç olarak bize göre, enerji güvenliği göstergelerinin karşı karşıya olduğu başlıca güçlük titizlikle oluşturulmuş bir mikroiktisadî temelinin olmayışıdır.*” Bunun yanında, göstergeler arasında bir tutarlılık olmadığı, bu heterojen yapının uygulanan politikaların enerji güvenliği üzerindeki etkilerine ilişkin olarak çelişkili sonuçlara ulaşılmasına neden olabileceği, dolayısıyla, farklı göstergeler arasında anlamlı bir iktisadî karşılaştırma yapmanın mümkün olmadığı ileri sürülmüştür. Ayrıca, enerji güvenliği göstergelerine eleştirel bir gözle bakan henüz

<sup>19</sup> Bu temel hedeflerin yer verildiği İklim ve Enerji Paketleri 3. Bölüm’de ayrıntısıyla incelenmiştir.

küçük, fakat gelişmekte olan literatüre göre; enerji güvenliği göstergelerinin şu dört kısıtlılığın en az birine sahip olmadığı ifade edilmiştir. Bu kısıtlılıklardan birincisi, göstergelerin enerji güvenliğinin arz yönünü ön plana çıkarmaları, talep yönüne ise gerekli önemi vermemeleridir. İkincisi, göstergelerin muhtemel dış şoklara belirli bir enerji sisteminin vereceği karşılığı değerlendirmede kısıtlı oluşudur. Üçüncüsü, enerji güvenliği göstergelerinin alternatif enerji güvenliği düzeylerinin ekonomik maliyetleri ve faydalarına ilişkin fikir vermemesidir. Dördüncüsü ise enerji güvenliği kavramının çok yönlülüğü çok sayıda göstergeye yer verilmesini gerektirirken, anlamlı bir toplulaştırmanın güçlükleriyle karşı karşıya kalınmasıdır (Böhringer ve Bortolamedi, 2015: 360).

Bu çalışmada CGE yönteminin tercih edilmesinin nedeni, bu yöntemin politika uygulamalarının ekonomi genelinde etkilerini değerlendirme olanağı tanınmasıdır. Bunun yanında, CGE yaklaşımının fiyata bağlı piyasa etkileşimlerine ilişkin kapsamlı bir mikroiktisadi analize uygun olduğu ifade edilmiştir. Enerji güvenliği göstergeleri olarak sayılan değişkenlerin hepsine CGE modelinde yer verilmiştir. Böylece, yapılan düzenlemelerin enerji güvenliğini ne şekilde etkilediğini enerji güvenliği göstergeleri bakımından nicel olarak değerlendirmek mümkün olmaktadır (Böhringer ve Bortolamedi, 2015: 362). Bu çalışmada uygulandığı varsayılan politikaların enerji arz güvenliğini belirleyen göstergeler üzerinde yarattıkları etkiler incelenmiştir.

Yeni bir enerji güvenliği göstergesi geliştirerek bunu 1990-2012 dönemi için AB-28 ülkeleri üzerinde test etmeyi amaçlayan Radovanović, Filipović ve Pavlović (2017)'de hesaplanmış olan Enerji Güvenliği Endeksi (ESI) formülü Çizelge 5.1'de görülmektedir. Çalışmada enerji arz güvenliği ile ilgili altı değişkenin ESI'ya etkileri tahmin edilmiştir (Radovanović, Filipović ve Pavlović, 2017: 5). Bunlar;

- Enerji Yoğunluğu (EI),
- Nihai Enerji Tüketimi (FEC),
- Enerji Bağımlılığı (ED),
- Kişi Başına GSYİH (GDP/pc),
- Karbon Yoğunluğu (CI),
- Yenilenebilir ve Nükleer Enerjinin Payı (SRN).

Bu çalışmada yukarıdaki değişkenlerin öncelikle temel bileşenleri elde edilmiştir. Çizelge 5.1'de görülen formülle ESI hesaplandıktan sonra yukarıda sıralanmış olan değişkenlerin, ESI üzerindeki etkileri Temel Bileşenler Analizi kullanılarak belirlenmiştir.

Bu analizden elde edilen sonuçlar Enerji Yoğunluğu (EI), Kişi Başına Düşen GSYİH (GDP/pc) ve Karbon Yoğunluğu (CI) değişkenlerinin endeks değeri üzerinde en büyük etkilere sahip olduğunu göstermiştir (Radovanović, Filipović ve Pavlović, 2017: 9). Bu sonuçlar Çizelge 5.1’de görülmektedir. AB-28 ülkelerinde ESI değerlerinin;

- 1990-2000 döneminde birçok ülkede düştüğü,
- 2000-2008 döneminde pozitif yönde hareket ettiği,
- 2008 sonrasında ise bazı ülkelerde yeniden kademeli olarak olumsuz seyrettiği gözlemlenmiştir.

Endeks değerinde pozitif yöndeki en büyük değişimler Hollanda, Slovenya ve İspanya’da görülürken, AB’nin ekonomik açıdan en güçlü 4 ülkesi olan İngiltere, Fransa, Almanya ve İtalya’da 23 yıl süresince endeks değerleri önemli oranlarda dalgalanmamıştır. Fransa ve Danimarka verileri artan enerji ithalat bağımlılığının nükleer ve yenilenebilir kaynakların paylarındaki artışla karşılanabildiğini göstermiştir. Eski doğu bloğu ülkelerinin ise enerji konusunda yüksek ithalat bağımlılığıyla birlikte yaşanan hızlı ekonomik büyümeye bağlı olarak belirli güçlüklerle karşı karşıya kaldıkları görülmüştür. Enerji güvenliği bakımından en istikrarlı geçişi yapmayı başaran doğu bloğu ülkeleri, Macaristan ve Polonya olmuştur (Radovanović, Filipović ve Pavlović, 2017: 1). Sonuç olarak, 2012 yılında bu ülkelerin tamamı ESI değerlerine göre gruplandırılmışlardır. Bu gruplar şu biçimde oluşmuştur (Radovanović, Filipović ve Pavlović, 2017: 6):

- $ESI > 55$ : Avusturya, Estonya, İrlanda, İspanya, Litvanya, Hollanda, Slovenya.
- $15 < ESI \leq 55$ : Çekya, Hırvatistan, Yunanistan, Danimarka, Macaristan, İtalya, Polonya, Finlandiya, İngiltere.
- $-25 < ESI \leq 15$ : Belçika, Bulgaristan, Almanya, Fransa, Lüksemburg, Portekiz, Romanya.
- $ESI \leq -25$ : Güney Kıbrıs, Letonya, Malta, Slovakya, İsveç.

Radovanović, Filipović ve Pavlović (2017)’de ESI’nın hesaplanması Çizelge 5.1’de görülmektedir. Bu formülde yer verilen değişkenlerin katsayılarının “*Bütçe Tahsisi Süreci*” kullanılarak “*özel bir yaklaşım*” ile belirlenmiş oldukları ifade edilmiştir (Radovanović, Filipović ve Pavlović, 2017: 4-5). Sonrasında, aynı değişkenlerin ESI üzerindeki etkileri Temel Bileşenler Analizi yöntemiyle tahmin edilmiştir. Burada, ESI’nın hesaplanışında kullanılan katsayıların güvenilirliği tartışmaya açıktır. Katsayıların belirlenmesinde kullanılan “*özel yaklaşım*” detaylı bir biçimde ortaya konmamıştır. Bu nedenle enerji arz

güvenliğinin nicel değerlendirmesine yönelik olarak önerilmiş olan bu yöntemle elde edilen sonuçların güvenilirliği, yöntemin detaylarının daha açıklayıcı bir biçimde ortaya konmasına bağlıdır.

Konu ile ilgili akademik literatür genel olarak incelendiğinde, enerji arz güvenliği göstergeleri olarak ithalât bağımlılığı, tedarikçi çeşitliliği, kaynak çeşitliliği, enerji yoğunluğu ve ülkelere ilişkin risk gibi değişkenlerin kullanıldığı görülmektedir. Ancak, ülkelerin enerji arz güvenliklerini nicel yönden değerlendiren çalışmalar bunlardan ibaret değildir. Dünyadaki çeşitli uluslararası ve ulusal kurumların enerji arz güvenliğini ölçmeye yönelik çalışmaları vardır.

#### **5.1.4. Dünyada Çeşitli Kurumların Önerdikleri Yöntemler**

Enerji arz güvenliğinin nicel değerlendirmesine yönelik olarak dünyadaki bazı kurumlar ülkelerin bu bakımdan karşılaştırmasını yapmak üzere birtakım yöntemler tasarlamışlardır. Bu yöntemler arasında literatürde en fazla rastlananlar Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) Kısa Dönem Enerji Güvenliği Modeli, ABD Ticaret Odası'na bağlı Küresel Enerji Enstitüsü'nün Uluslararası Enerji Güvenliği Risk Endeksi, Dünya Enerji Konseyi'nin (WEC) Enerji Üçleme Endeksi ve Dünya Ekonomik Forumu'nun (WEF) Enerji Mimarîsi Performans Endeksidir. Dolayısıyla bu 4 yöntemin incelenmesi dünyada ve Türkiye'de uygulanan politikaların yıllar itibariyle sonuçlarını somut bir biçimde değerlendirmek adına önemlidir.

##### **5.1.4.1. IEA Kısa Dönem Enerji Güvenliği Modeli (MOSES)**

MOSES, IEA tarafından ülkelerin enerji güvenliği bakımından değerlendirmesini ve karşılaştırmasını yapmak amacıyla ortaya atılmış bir yöntemdir. Bu yöntemde ülkeler en yüksek enerji güvenliğine sahip olandan en düşük enerji güvenliğine sahip olana doğru sıralanmamaktadır. Bunun yerine, enerji güvenliği görünümleri ortaya konarak benzer risk ve esneme kabiliyeti (resilience) kombinasyonlarına sahip olanlar aynı grupta yer alacak biçimde birbirinden ayrılmaktadır. Bu değerlendirme yapılırken hem enerji arz kesintisi risklerini hem de enerji sisteminin bu tür kesintilerle başa çıkabilme gücü anlamına gelen esneme kabiliyetini yansıtan nicel göstergeler temel alınmaktadır. MOSES kullanılarak yapılan değerlendirme ham petrol, doğal gaz, kömür, biyoenerji ve çöp, hidroelektrik, jeotermal ve nükleer olmak üzere yedi birincil enerji kaynağı ile petrol ürünleri ve biyo-



yakıtlar olmak üzere iki ikincil enerji kaynağı grubuna yönelik ayrı ayrı enerji arz güvenliği analizi yapılmasıyla tamamlanmaktadır (Jewell, 2011: 6).

Çizelge 5.2. MOSES'te Kullanılan Risk ve Esneme Kabiliyeti Göstergeleri

Kaynak	Boyut	Gösterge	
Ham Petrol	Yurtdışı	Risk	Net İthalat Bağımlılığı
			Tedarikçilerde Siyasî İstikrar
		Esn.Kab	Giriş Noktaları (Limanlar ve Boru Hatları)
	Yurtiçi	Risk	Denizaşırı Üretim Oranı
			Yurtiçi Üretim Oynaklığı
		Esn.Kab	Ortalama Depolama Düzeyi
Petrol Ürünleri	Yurtdışı	Risk	Net İthalat Bağımlılığı
			Tedarikçi Çeşitliliği
		Esn.Kab	Giriş Noktaları (Limanlar ve Boru Hatları)
	Yurtiçi	Risk	Rafineri Sayısı
			Aritma Altyapısı Esnekliği
		Esn.Kab	Ortalama Stok Düzeyleri
Doğal Gaz	Yurtdışı	Risk	Net İthalat Bağımlılığı
			Tedarikçilerde Siyasî İstikrar
		Esn.Kab	Giriş Noktaları (LNG Limanları ve Boru Hatları)
	Yurtiçi	Risk	Denizaşırı Üretim Oranı
			Yeraltından ve LNG Depolarından Günlük Gönderim Kapasitesi
		Esn.Kab	Doğal Gaz Yoğunluğu
Kömür	Yurtdışı	Risk	Net İthalat Bağımlılığı
			Tedarikçilerde Siyasî İstikrar
		Esn.Kab	Giriş Noktaları (Limanlar ve Demiryolları)
		Tedarikçi Çeşitliliği	
Yurtiçi	Risk	Yer altı Madencilik Oranı	
Biyokütle ve Çöp	Yurtdışı	Risk	Net İthalat Bağımlılığı
	Yurtiçi	Esn.Kab	Kaynak Çeşitliliği
Biyo-Yakıtlar	Yurtdışı	Risk	Net İthalat Bağımlılığı
		Esn.Kab	Giriş Noktaları (Limanlar)
Yurtiçi	Risk	Tarımsal Çıktı Oynaklığı	
Hidroelektrik	Yurtiçi	Risk/Esn.Kab	Yıllık Üretim Oynaklığı
Nükleer	Yurtiçi	Risk	Planlanmayan Devre Dışı Kalma Sıklığı
			Nükleer Güç Santrallerinin Ortalama Yaşı
	Esn.Kab		Reaktör Modellerinin Çeşitliliği
			Nükleer Güç Santralleri Sayısı

Kaynak: Jewell (2011: 11).

Burada sözü edilen her bir enerji kaynağı ve enerji kaynağı grubu için yurtiçi ve yurtdışı kaynaklı risk ve esneme kabiliyeti faktörleri Çizelge 5.2'de görülmektedir. Buna göre bütüncül bir enerji arz güvenliği değerlendirmesinin yapılabilmesi için toplam 35 adet göstergenin tek tek hesaba katılması gerekmektedir. IEA tarafından ülkelerin enerji

güvenliği bakımından bir değerlendirmesini yapmak üzere ortaya atılmış olan MOSES'te her bir enerji kaynağı için ülkeler, Çizelge 5.2'de görülen, yurtiçi ve yurtdışı risk ve esneme kabiliyeti göstergelerinin düzeylerine göre A'dan E'ye beş gruba ayrılmaktadırlar. A grubundaki ülkeler düşük risk, yüksek esneme kabiliyeti göstergeleriyle yüksek enerji arz güvenliğine sahip olurken, E grubundaki ülkeler yüksek risk, düşük esneme kabiliyeti göstergeleriyle düşük enerji arz güvenliğine sahip olmaktadır. Arada kalan diğer gruplarda ise bu gösterge değerlerinin çeşitli kombinasyonlarına sahip olan ülkeler yer almaktadır. Yani A grubundan E grubuna doğru gidildikçe ülkelerin risk göstergelerinde artış görülürken esneme kabiliyeti göstergelerinde azalış görülmektedir.

Daha önce ifade edilmiş olduğu üzere, MOSES her bir enerji kaynağı için ayrı arz güvenliği değerlendirmesi yapmayı gerektirmektedir. Bu ölçüt bir ülkenin bütün bir enerji sistemine yönelik arz güvenliği değerlendirmesi yapmaya olanak tanımamaktadır (Jewell, 2011). Örneğin, ham petrol için yurtdışı esneme kabiliyeti göstergeleri olan Tedarikçi Çeşitliliği ve İthalat Altyapısına göre yapılan değerlendirmede esneme kabiliyeti en yüksek olan ülkeler, hem tedarikçi çeşitliliği hem de ithalât altyapısı yüksek skorlara ulaşmış olan, Danimarka (DE), Estonya (ES), Fransa (FR), İtalya (IT), Güney Kore (KR) ve Japonya (JP) olarak sıralanmışlardır. Bu ülkeler sadece yurtdışı esneme kabiliyeti bakımından B grubunda yer almışlardır. Bu göstergeler göz önünde bulundurularak yapılan değerlendirmede hiçbir IEA üyesi ülkenin A grubunda yer almadığı görülmektedir. Diğer gruplara da bakılacak olursa; tedarikçi çeşitliliği yüksek, ithalât altyapısı orta düzeyde olan Belçika (BE), Hollanda (NL), Portekiz (PT) ve Türkiye (TK), bununla birlikte tedarikçi çeşitliliği orta, ithalât altyapısı orta-yüksek düzeyde olan İsveç (SE) ve tedarikçi çeşitliliği yüksek, ithalât altyapısı orta-yüksek düzeyde olan Almanya (GR) C grubunda yer almışlardır. D grubunda tedarikçi çeşitliliği orta, ithalât altyapısı çok düşük düzeyde olan Çekya (CZ), tedarikçi çeşitliliği orta, ithalât altyapısı düşük düzeyde olan İrlanda (IE), tedarikçi çeşitliliği yüksek, ithalât altyapısı çok düşük düzeyde olan Avusturya (AT), tedarikçi çeşitliliği yüksek, ithalât altyapısı düşük düzeyde olan İsviçre (CH), tedarikçi çeşitliliği düşük, ithalât altyapısı orta düzeyde olan Finlandiya (FI) ve Macaristan (HU) yer almışlardır. Tedarikçi çeşitliliği düşük, ithalât altyapısı çok düşük düzeyde olan Slovakya (SK) ve tedarikçi çeşitliliği düşük, ithalât altyapısı da düşük düzeyde olan Polonya (PL) E grubunda yer almışlardır (Jewell: 2011: 17). Çizelge 4.3'te bu ülkelerin yer aldıkları grupları ve yurtdışı esneme kabiliyeti göstergeleri düzeylerini görmek mümkündür.

Çizelge 5.3. Ham Petrol: Yurtdışı Esneme Kabiliyeti Göstergeleri

		İthalat Altyapısı				
		Çok Düşük	Düşük	Orta	Orta-Yüksek	Yüksek
Tedarikçi Çeşitliliği	Düşük	SK	PL	FI, HU		
	Orta	CZ	IE		SE	
	Yüksek	AT	CH	BE, NL, PT, TK	GR	DE, ES, FR, IT, KR, JP
Gruplar ve Renkleri:		A	B	C	D	E

Kaynak: Jewell (2011: 17).

Çizelge 5.3'te aynı grupta yer alan ülkelerin buldukları hücreler aynı renge boyanmıştır. Çizelgenin en alt satırında görüldüğü gibi, B grubu ülkelerini yeşil, C grubu ülkelerini sarı, D grubu ülkelerini turuncu ve E grubu ülkelerini de kırmızı renkteki hücrelerde görmek mümkündür. A grubunda yer alan ülke olmadığı yine çizelgede görülmektedir.

Burada incelenen örnek MOSES'te, yalnızca, ham petrol için esneme kabiliyetinin yurtdışı boyutunun göstergelerine ilişkin arz güvenliği değerlendirmesidir. Her bir kaynak için hem yurtiçi hem yurtdışı, hem risk hem de esneme kabiliyeti göstergeleri kullanılarak ayrı ayrı buna benzer değerlendirmelerin yapılmasıyla MOSES tam olarak amacına ulaşmaktadır. Ancak bu, oldukça meşakkatli bir süreçtir. Dolayısıyla enerji arz güvenliğinin değerlendirilmesinde daha pratik yöntemlerin tercih edilmesi araştırmacılar için kolaylık sağlayacaktır. Ülkedeki bütün bir enerji sistemi için tek bir değer hesaplanması ülkeler arasında enerji arz güvenliği bakımından karşılaştırma yapmak adına daha kullanışlı bir yöntem olacaktır. Ancak bu yöntemin enerji arz güvenliği konusunda önemli yeri olan göstergeleri kapsaması gerekmektedir. Bütün bir enerji sistemi için tek bir değer hesaplandıktan sonra bu değer büyüklüğüne enerji arz güvenliği göstergelerinin etkileri üzerinden bir yorumlama yapılabilecektir. Ülkelerin enerji arz güvenliğine yönelik olarak yapmaları gerekenler doğrultusunda uygun politikalar belirlemeleri, hangi göstergeye yönelik politikalar üzerinde daha fazla durulacağı gibi önemli kararları almak böylece daha sistematik bir biçimde gerçekleştirilebilecektir.

#### 5.1.4.2. Uluslararası Enerji Güvenliği Risk Endeksi

Uluslararası Enerji Güvenliği Risk Endeksi ülkeler ve ülke grupları arasında enerji güvenliği bakımından karşılaştırma yapmaya ve ortaya çıkan risk değerlerinin zaman içerisinde nasıl bir seyir izlemiş olduğunu incelemeye olanak tanıyacak biçimde

tasarlanmış bir yöntemdir (ABD Ticaret Odası Küresel Enerji Enstitüsü, 2018: 68). ABD Ticaret Odası'na (U.S. Chamber of Commerce) bağlı Küresel Enerji Enstitüsü (Global Energy Institute) bünyesindeki 21. Yüzyıl Enerji Enstitüsü (Institute for 21st Century Energy) tarafından ilk defa 2012 yılında hesaplanmaya başlanan bu endeks 8 kategori altında toplanmış 29 göstereyi temel almaktadır (ABD Ticaret Odası Küresel Enerji Enstitüsü, 2018).

Çizelge 5.4. Uluslararası Enerji Güvenliği Risk Endeksinde Kullanılan Göstergeler

Gösterge	Tanım	Önem	Ağırlık (%)
<b>Küresel Yakıt Göstergeleri</b>			<b>14</b>
Dünya Petrol Rezervleri Güvenliği	Küresel kanıtlanmış petrol rezervlerinin her bir ülkenin Özgürlük Endeksiyle ve petrol rezervlerinin küresel çeşitlilik endeksiyle ağırlıklandırılması	Bir varil küresel ham petrol rezervinin risk düzeyini göstermektedir.	2
Dünya Petrol Üretim Güvenliği	Küresel petrol üretiminin her bir ülkenin Özgürlük Endeksiyle ve petrol üretiminin küresel çeşitlilik endeksiyle ağırlıklandırılması	Küresel olarak bir varil ham petrol üretiminin risk düzeyini göstermektedir.	3
Dünya Doğal Gaz Rezervleri Güvenliği	Küresel kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin her bir ülkenin Özgürlük Endeksiyle ve doğal gaz rezervlerinin küresel çeşitlilik endeksiyle ağırlıklandırılması	Küresel olarak bir ayak küp doğal gaz rezervinin risk düzeyini göstermektedir.	2
Dünya Doğal Gaz Üretim Güvenliği	Küresel doğal gaz üretiminin her bir ülkenin Özgürlük Endeksiyle ve doğal gaz üretiminin küresel çeşitlilik endeksiyle ağırlıklandırılması	Küresel olarak bir ayak küp doğal gaz üretiminin risk düzeyini göstermektedir.	2
Dünya Kömür Rezervleri Güvenliği	Küresel kanıtlanmış kömür rezervlerinin her bir ülkenin Özgürlük Endeksiyle ve kömür rezervlerinin küresel çeşitlilik endeksiyle ağırlıklandırılması	Küresel olarak bir ton kömür rezervinin risk düzeyini göstermektedir.	2
Dünya Kömür Üretim Güvenliği	Küresel kömür üretiminin her bir ülkenin Özgürlük Endeksiyle ve petrol üretiminin küresel çeşitlilik endeksiyle ağırlıklandırılması	Küresel olarak bir ton kömür üretiminin risk düzeyini göstermektedir.	2
<b>Yakıt İthalatı Göstergeleri</b>			<b>17</b>
Petrol İthalatı	Uluslararası petrol üretiminin güvenilirliğini (Özgürlük Endeksi kullanılarak ölçülen) ve üretici ülkeler arasındaki çeşitliliği yansıtmaya için düzenlenen, net petrol ithalatının toplam millî petrol arzı içerisindeki oranı (%)	İthalat düzeyindeki değişimlerin ülkeyi güvenilir olmayan ve/veya yoğunlaşmış durumdaki ham petrol ve rafine petrol ürünleri tedarikçilerine maruz bırakma derecesini göstermektedir.	3
Doğal Gaz İthalatı	Uluslararası doğal gaz üretiminin güvenilirliğini (Özgürlük Endeksi kullanılarak ölçülen) ve üretici ülkeler arasındaki çeşitliliği yansıtmaya için düzenlenen, net doğal gaz ithalatının toplam millî doğal gaz arzı içerisindeki oranı (%)	İthalat düzeyindeki değişimlerin ülkeyi güvenilir olmayan ve/veya yoğunlaşmış durumdaki doğal gaz tedarikçilerine maruz bırakma derecesini göstermektedir.	3
Kömür İthalatı	Uluslararası kömür üretiminin güvenilirliğini (Özgürlük Endeksi kullanılarak ölçülen) ve üretici ülkeler arasındaki çeşitliliği yansıtmaya için	İthalat düzeyindeki değişimlerin ülkeyi güvenilir olmayan ve/veya yoğunlaşmış durumdaki kömür tedarikçilerine maruz	2

	düzenlenen, net kömür ithalatının toplam millî kömür arzı içerisindeki oranı (%)	birakma derecesini göstermektedir.	
Toplam Enerji İthalatı	Toplam birincil enerji tüketimi içerisinde net enerji ithalatının payı	Ülkenin enerji ihtiyacına karşılık yabancı kaynaklara bağımlılık derecesini göstermektedir.	4
GSYH Birimi Başına Fosil Yakıt Harcaması	GSYH içerisinde net fosil yakıt ithalat maliyetlerinin payı	Ülkenin ithal edilen fosil yakıtların fiyat şoklarına olan duyarlılığını göstermektedir.	5
<b>Enerji Harcamaları Göstergeleri</b>			<b>20</b>
Enerji Harcaması Yoğunluğu	Yıllık GSYH'nin içindeki her \$1000 başına yapılan enerji tüketiminin toplam reel maliyeti	Enerji fiyat şokları karşısında ekonomideki enerji maliyetlerinin büyüklüğünü göstermektedir.	4
Kişi Başına Düşen Enerji Harcaması	Yıllık kişi başına düşen enerji tüketiminin reel maliyeti	Kişisel bütçeler içerisinde enerjinin önemini ve hane halklarının enerji fiyat şoklarına olan duyarlılığını göstermektedir.	3
Perakende Elektrik Fiyatları	kWh başına ortalama elektrik maliyetleri	Düşük maliyet elverişliliğini, güvenilir güç üretim biçimlerini göstermektedir.	6
Ham Petrol Fiyatları	Bir varil ham petrol başına düşen reel maliyet	Ekonominin yüksek petrol fiyatlarına duyarlılığını göstermektedir.	7
<b>Fiyat ve Piyasa Oynaklığı Göstergeleri</b>			<b>15</b>
Ham Petrol Fiyatlarının Oynaklığı	Ham petrol fiyatlarındaki yıllık değişim	Ekonominin petrol fiyatlarındaki geniş çaplı savrulmalara olan duyarlılığını göstermektedir.	5
Enerji Harcamalarının Oynaklığı	GSYH içindeki her \$1000 başına enerji harcamalarındaki yıllık ortalama değişim	Ekonominin tüm enerji biçimleri için yapılan harcamalardaki geniş çaplı savrulmalara olan duyarlılığını göstermektedir.	4
Dünya Petrol Rafinerisi Kullanımı	Küresel petrol rafineri kapasitesinin ortalama kullanım oranı (%)	Yüksek kapasite kullanımında daha yüksek fiyat eğilimini ve rafineri aksamalarında daha yüksek arz kısıntısı risklerini göstermektedir.	2
Kişi Başına Düşen GSYH	Yıllık kişi başına düşen GSYH	Servet ve üretkenliğin önemini göstermektedir.	4
<b>Enerji Kullanım Yoğunluğu Göstergeleri</b>			<b>14</b>
Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi	Yıllık kişi başına düşen enerji tüketimi	Hem enerji yoğunluğundaki hem de kişi başına düşen GSYH'deki değişimleri ve bireyler için enerjinin önemini göstermektedir.	4
Enerji Yoğunluğu	Reel GSYH içindeki her \$1000 başına yerel ekonomide kullanılan birincil enerji miktarı	İktisadî büyümenin bir bileşeni olarak enerjinin önemini göstermektedir.	7
Petrol Yoğunluğu	Reel GSYH içindeki her \$1000 başına yapılan petrol tüketimi	İktisadî büyümenin bir bileşeni olarak petrolün önemini göstermektedir	3
<b>Elektrik Enerjisi Sektörü Göstergeleri</b>			<b>7</b>
Elektrikte Çeşitlilik	Piyasa payı yoğunlaşma endekslerinin (HHI) ortalaması: (1) Elektrik enerjisi üretimi kapasitesinde birincil kategoriler (mevcudiyet açısından); (2) Elektrik enerjisi üretiminin birincil kategorileri	Elektrik enerjisi sektörünün esnekliğini ve çeşitlilik arz eden bir kaynak yelpazesinden elektrik dağıtım kabiliyetini göstermektedir.	5

Elektrik Üretiminde CO <sub>2</sub> Salınımına Yol Açmayan Kaynakların Payı	Yenilenebilir kaynaklar, hidroelektrik, nükleer ve karbon yakalama ve depolama teknolojilerine sahip fosil yakıtlı santrallerin toplam elektrik enerjisi üretimine katkısı (%)	Elektrik enerjisi sektöründe CO <sub>2</sub> Salınımına Yol Açmayan üretim biçimlerinden yararlanma derecesini göstermektedir.	2
<b>Taşımacılık Sektörü Göstergeleri</b>			<b>7</b>
Taşımacılıkta Kişi Başına Düşen Enerji	Taşımacılık sektöründe yıllık kişi başına düşen enerji tüketimi	Hem taşımacılıkta enerji yoğunluğundaki hem de kişi başına düşen GSYH'deki değişimleri ve bireyler için taşımacılık sektöründe enerjinin önemini göstermektedir.	3
Taşımacılıkta Enerji Yoğunluğu	Reel GSYH içindeki her \$1000 başına taşımacılık sektöründe birincil enerji kullanımı	İktisadi büyümenin bir bileşeni olarak taşımacılıkta enerji kullanımının önemini göstermektedir.	4
<b>Çevresel Göstergeler</b>			<b>6</b>
CO <sub>2</sub> Salınım Trendi	Toplam millî enerji bağlantılı CO <sub>2</sub> salınımlarında yıllık değişim	Ekonominin maruz kaldığı yurtiçi ve uluslararası salınım azaltma direktiflerini göstermektedir.	2
Kişi Başına Düşen Enerji Bağlantılı CO <sub>2</sub> Salınımı	Kişi başına düşen enerji bağlantılı CO <sub>2</sub> salınımı	Kişi başına düşen enerji kullanımının ve bu kullanımın karbon yoğunluğunun ortak etkisini göstermektedir.	2
Enerji Bağlantılı CO <sub>2</sub> Salınım Yoğunluğu	Reel GSYH içindeki her \$1000 başına enerji bağlantılı CO <sub>2</sub> salınımı	Ekonominin bir bileşeni olarak karbon bazı yakıtların önemini göstermektedir.	2

Kaynak: ABD Ticaret Odası Küresel Enerji Enstitüsü (2018: 72-75).

Çizelge 5.4'te Uluslararası Enerji Güvenliği Risk Endeksinin hesaplanışında kullanılan 8 kategori altındaki 29 göstereyi açıklamalarıyla ve endeks içerisindeki ağırlıklarıyla birlikte görmek mümkündür. Bu 29 gösterge tek tek ağırlıklarıyla çarpılıp, bütün bu çarpımların hepsi toplanarak endeks değerine ulaşılmaktadır. Endeks değeri arttıkça risk artmakta, enerji arz güvenliği azalmaktadır. Dolayısıyla, daha düşük endeks değerine sahip olan ülkelerde enerji arz güvenliği daha yüksektir. Geniş çaplı enerji tüketimi yapılan 25 ülkeye ilişkin olarak 2016 yılı için bu endeks değerleri hesaplanmış ve en iyi endeks değerine sahip olan ülke Norveç olmuştur. 2. sırada ABD ve 3. sırada İngiltere'nin yer aldığı bu 25 ülke içerisinde Türkiye 22. sırada gelmektedir. Türkiye'den daha yüksek endeks değerlerine sahip olan ülkeler sırasıyla Güney Kore, Tayland ve Ukrayna olmuştur. Yine bu 25 ülke içerisinde OECD ortalamasından daha iyi endeks değerlerine sahip olan yalnızca 7 ülke vardır. Bu 7 ülke, ilk 3 sıradaki Norveç, ABD ve İngiltere ile birlikte sırasıyla Meksika (4), Danimarka (5), Yeni Zelanda (6), Kanada (7) olarak sıralanmıştır. İçerisinde Almanya, Fransa, Rusya, Hollanda, Çin, İspanya, İtalya ve Japonya'nın da bulunduğu geri kalan ülkelerin tamamı OECD ortalamasına göre daha kötü endeks değerlerine sahip olmuşlardır (ABD Ticaret Odası Küresel Enerji Enstitüsü, 2018: 2). Aslına bakılacak olursa; ulaşılan bu sonuçlar Enerji Güvenliği Risk Endeksiyle ilgili

şüphe uyandırmaktadır. Örneğin, Rusya gibi çok büyük bir doğal gaz ihracatçısı ve aynı zamanda petrol ihracatçısı ülkenin enerji arz güvenliği açısından OECD ortalamasının altında kalması olası görünmemektedir. Bu nedenle, enerji arz güvenliğinin sadece bu yöntemle değerlendirilmesi tatmin edici olmayacaktır.

#### 5.1.4.3. Enerji Sürdürülebilirlik Endeksi ve Enerji Üçleme Endeksi

Dünya Enerji Konseyi (WEC) tarafından istikrarlı, makul fiyatlar karşılığında ve çevreye duyarlı enerji arzı bakımından ülkelerin karşılaştırmasını yapmak amacıyla ortaya atılmış olan bu iki endeks hesaplama yöntemi birbirinin devamı niteliğindedir. Bu yöntemlerin temel hedefi enerji arz güvenliğini ölçmek değildir. Her iki endeks de ülkelerin hem enerji performanslarını hem de siyasî, sosyal ve iktisadî performanslarını kapsayacak biçimde tasarlanmıştır. Enerji arz güvenliği, endekslerin enerji performansı kısmı hesaplanırken kullanılan 3 önemli sacayağından yalnızca bir tanesidir. Enerji arz güvenliği ile birlikte enerji dengesi ve çevresel sürdürülebilirlik göstergeleri de ülkelerin enerji performansları hesaplanırken kullanılan diğer iki bileşendir (WEC, 2013: 2-3).

Öncelikle enerji sürdürülebilirlik endeksine bakılacak olursa; ilk olarak 2012 yılında kullanılmış olan bu yöntemde toplam ülke performansında %75 oranında enerji performansının, %25 oranında da bağlamsal performans adı verilmiş olan siyasî, sosyal ve iktisadî performansların katkı yaptığı görülmektedir. Toplam endeks değerinin hesaplanışında %75 oranında ağırlığa sahip olan enerji performansı içerisinde enerji arz güvenliğinin toplam endeks değerindeki ağırlığı ise %25'tir. Enerji performansının diğer iki boyutu olan enerji dengesi ve çevresel sürdürülebilirliğin payları %25'er oranındadır. Bağlamsal performansın 3 boyutu, yine (her biri %8,3 olmak üzere) eşit paylara sahiptirler (WEC, 2012: 116). Enerji arz güvenliği hesaplanırken 6 gösterge kullanılmaktadır. Bunlar;

- Toplam enerji üretiminin tüketimine oranı,
- Elektrik üretiminde çeşitlilik,
- Elektrik dağıtımında yaşanan kayıpların üretime oranı (%),
- Toplam birincil enerji tüketiminin GSYH'ye oranındaki 5 yıllık artış,
- Petrol ve petrol ürünleri depoları,
- İthalâtçılar için – Net yakıt ithalâtının GSYH'ye oranı
- İhracatçılar için – Yakıt ihracatının GSYH'ye oranı.

olarak sıralanmaktadır. Enerji performansının %25'lik paya sahip olan enerji arz güvenliği boyutu içerisinde yukarıda sıralanan 6 göstergenin payları birbirine eşittir (WEC, 2013: 119).

WEC, 2012 ve 2013 yıllarında enerji sürdürülebilirlik endeksine ilişkin çalışmalar yaptıktan sonra 2014 yılında yöntemin yalnızca adını değiştirerek enerji üçleme endeksini hesaplamaya başlamıştır. 2014 ve 2015 yıllarında hesaplanmış olan enerji üçleme endeksi enerji sürdürülebilirlik endeksiyle birebir aynıdır (WEC, 2015: 137). 2016 yılında ise endeksin hesaplanışında birtakım değişiklikler yapılmıştır. Bu değişikliklerle toplam ülke performansını yansıtan endeks değeri içerisinde enerji performansının ağırlığı %90'a yükseltilerek bağlamsal performansın ağırlığı %10'a düşürülmüştür. Enerji performansının 3 boyutu olan enerji güvenliği, enerji dengesi ve çevresel sürdürülebilirliğin her birinin ağırlıkları %30'ar olacak şekilde değiştirilmiştir. Enerji güvenliği göstergeleri iki kategori altında toplanmıştır. Bu kategoriler Arz ve Enerji Teslimat Güvenliği ve Esneme Kabiliyetidir. Her iki kategori toplam endeks değeri içerisinde %15 ağırlığa sahiptir (WEC, 2016: 139). Bu yeni yöntemde iki kategori altında yine 6 adet enerji güvenliği göstergesi vardır. Bunlar;

- Arz ve Enerji Teslimat Güvenliği
  - Birincil enerji arz çeşitliliği,
  - GSYH büyümesine bağlı olarak enerji tüketimi,
  - İthalat bağımlılıkları.
- Esneme Kabiliyeti
  - Elektrik üretiminde çeşitlilik,
  - Enerji depolama,
  - Hazırlıklılık (beşerî faktör).

biçiminde sıralanmaktadır. Yukarıda sıralanan 6 göstergenin ağırlıkları de birbirine eşittir, yani her birinin toplam endeks değeri içerisindeki ağırlığı %5'tir (WEC, 2018: 152). Buradaki göstergeler, bir tanesi dışında, daha önce incelenmiş olan çalışmalarda kullanılan göstergeler içerisinde yer almışlardır. Yalnızca Hazırlıklılık (beşerî faktör) göstergesi diğerlerinden farklıdır. Bu gösterge birtakım şoklar karşısında hazırlıklı olma ve enerji altyapısının onarılması için yeterli beşerî sermayeye sahip olma durumunu ifade etmektedir (WEC, 2017: 10).



WEC tarafından ülkelerin enerji görünümünü değerlendirip onları birbirleriyle karşılaştırmak amacıyla ortaya atılmış olan enerji sürdürülebilirlik endeksinde, günümüzdeki adıyla enerji üçleme endeksinde, sadece enerji arz güvenliğinin ölçülmesi hedeflenmemiştir. Bu yöntem içerisinde enerji arz güvenliğinin ağırlığı 2014 yılına kadar %25, 2014 yılından itibaren %30 olmuştur. Geriye kalan kısmı (2014 yılına kadar %75, 2014 yılından itibaren %70), endeksin diğer boyutları oluşturmaktadır. Ancak, enerji arz güvenliği boyutunun hesaplanışında kullanılan göstergeler nedeniyle bu endeksin de incelenmesi, çalışmanın bütünlüğü açısından, gereklidir.

#### 5.1.4.4. Enerji Mimarîsi Performans Endeksi

Dünya Ekonomik Forumu (WEF) tarafından 2013 yılında ortaya atılmış olan Enerji Mimarîsi Performans Endeksi WEC tarafından ortaya atılmış olan Enerji Sürdürülebilirlik Endeksiyle benzer yönlere sahiptir. Bu yöntemde de enerji arz güvenliği toplam endeks değerinin boyutlarından yalnızca biridir. Enerji Mimarîsi Performans Endeksinde de 3 boyutlu bir analiz yapılmıştır. Endeksin diğer iki boyutunu iktisadî büyüme ve kalkınma ve çevresel sürdürülebilirlik oluşturmaktadır. Endeksin bu 3 boyutu altında belirlenen gösterge değerlerinin ağırlıklandırılarak toplanmasıyla her bir boyutun nicel ifadesine ulaşılmaktadır. Söz konusu nicel ifadelerin aritmetik ortalaması, Enerji Mimarîsi Performans Endeksini vermektedir (WEF, 2014: 80). Enerji Mimarîsi Performans Endeksinin enerji güvenliği boyutu 3 kategori altında toplanmış 6 gösterge kullanılarak hesaplanmıştır. Bu kategoriler ve göstergeler kendilerine iliştilen ağırlıklarıyla birlikte şu biçimde sıralanmaktadır (WEF, 2017: 25):

- Erişim Düzeyi ve Kalitesi
  - Nüfusun elektrik erişimine sahip kısmı (%): 0,2,
  - Elektrik arz kalitesi (1-7): 0,2,
  - Nüfusun mutfakta katı yakıt kullanan kısmı (%): 0,2.
- Arz Çeşitliliği
  - Toplam birincil enerji arz çeşitliliği (HHI): 0,1 / 0,2.  
(bu göstergede net ihracatçılar için ağırlık 0,2; net ithalâtçılar için ağırlık 0,1'dir.)
- Kendi Kendine Yeterlilik
  - İthalat bağımlılığı: 0,2,
  - Tedarikçi çeşitliliği (HHI): 0,1 / 0.

(bu göstergede net ithalâtçılar için ağırlık 0,1; net ihracatçılar için ağırlık 0'dır.)

Yukarıda sıralanmış olan gösterge değerleri karşılardaki ağırlıklarla çarpılıp, bu çarpımların hepsi toplanarak Enerji Mimarîsi Performans Endeksinin enerji arz güvenliği boyutu hesaplanmaktadır. Görüldüğü gibi, Enerji Mimarîsi Performans Endeksi Enerji Sürdürülebilirlik Endeksine ya da Enerji Üçleme Endeksine çok benzer bir yöntemdir. Aralarındaki en önemli fark Enerji Mimarîsi Performans Endeksinin Enerji Sürdürülebilirlik Endeksi içerisinde yer verilen Bağlamsal Performans gibi bir boyutunun olmayışdır. Bunun yanında, enerji arz güvenliği boyutunun hesaplanışında kullanılan göstergeler ve, dolayısıyla, bu göstergelerin ağırlıkları da birbirinden farklıdır.

Böylece enerji arz güvenliğinin ölçümüne ilişkin literatürde ön plana çıkan çalışmalar ve dünyadaki çeşitli kurumlar tarafından kullanılan ya doğrudan enerji arz güvenliğinin değerlendirilmesine yönelik ya da daha genel bir enerji sistemi değerlendirmesi içerisinde enerji arz güvenliği boyutuna da yer verilmiş olan yöntemler incelenmiş olmaktadır. Bu çalışmada yapılacak olan enerji arz güvenliği değerlendirmesi için incelenen yöntemlerde kullanılan göstergeler yol gösterici niteliği taşımaktadır. Dolayısıyla, dünyada ve Türkiye'de uygulanan politikaların incelenmesi sonrasında karşılaştırmalı olarak yapılacak enerji arz güvenliği analizi için bir temel hazırlanmış olmaktadır.

## 5.2. Enerji Arz Güvenliğinin Nicel Yönden Değerlendirilmesi

Buraya kadar yapılmış olan incelemelerden anlaşıldığı üzere, enerji arz güvenliği, aslına bakılacak olursa, bir yandan enerji arzında yaşanması muhtemel olan kesinti riskinin ne kadar düşük olduğunu, bir yandan da enerji sisteminin çevresel duyarlılığını ifade etmektedir. Arz kesintisi riskinin düşmesi, ya da artması, ülkelerin enerji arz güvenliği bakımından hangi noktada olduklarına bağlıdır. Daha önce yapılmış çalışmalarda önerilen ve dünyadaki çeşitli kurumlar tarafından enerji arz güvenliğini ölçmek için kullanılan yöntemlere yönelik incelemelerin sonucunda enerji arz güvenliğinin başlıca göstergelerinin

- Net İthalat Bağımlılığı (NEI),
- İthalatta Tedarikçi Çeşitliliği (İTÇ),
- Tüketilen Enerji Kaynaklarının Çeşitliliği (EKÇ),
- Yenilenebilir payı (RS),

- Enerji Yoğunluğu (EI),
- Karbon Yoğunluğu (CI) ve
- Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı (P/C)

değişkenleri olduğu görülmüştür. Bütün bu göstergelerin bir arada içerisinde bulunduğu bir enerji arz güvenliği ölçüm yöntemi bu konuda sağlıklı sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır. Bu çalışmada bütün bu göstergelerin doğrudan içerisinde bulunduğu ya da dolaylı yoldan ifade edildiği bir yöntemden yararlanılacaktır.

### 5.2.1. IEA'nın ESI<sub>fiyat</sub> Endeksi

Söz konusu göstergeler kısaca tekrar gözden geçirilecek olursa, öncelikle, Net İthalât Bağımlılığını, ithalât-ihracat farkının arza oranı biçiminde tanımlamak mümkündür. Ülkenin Enerji İthalat Bağımlılığı toplam enerji ithalâtıyla toplam enerji ihracatı arasındaki farkın Toplam Birincil Enerji Arzına (TPES) oranı biçiminde hesaplanmaktadır:

$$NEI = [(M - X)/TPES] \quad (5.3)$$

Burada;

- M: İthalat
- X: İhracat
- TPES: Toplam Birincil Enerji Arzı

Kaynaklardan herhangi birine ilişkin ithalât bağımlılığı, söz konusu kaynağın ithalâtıyla ihracatı arasındaki farkın enerji arzına oranıdır. İthalatta Tedarikçi Çeşitliliği ise bir kaynağın ithalâtının yapıldığı köken bölgelerinin çeşitliliği anlamına gelmektedir. Yani bir kaynağın ithalâtı ne kadar çok sayıda köken bölgesinden yapılırsa enerji arzının kesinti riski o kadar düşmekte ve enerji arz güvenliği artmaktadır. Ayrıca köken bölgelerinden yapılan ithalâtın toplam ithalât içerisindeki payları arasında belirli bir dengenin gözetilmesi, enerji arz güvenliği açısından olumlu olacaktır. Bu çalışmada tedarikçi çeşitliliğinin hesaplanmasında bir yoğunlaşma endeksi olan HHI kullanılacaktır. Bilindiği gibi, 0 ile 1 arasında değerler alan HHI'nın düşmesi yoğunlaşmanın azaldığını, yani çeşitliliğin arttığını, yükselmesi ise yoğunlaşmanın arttığını, yani çeşitliliğin azaldığını ifade etmektedir. Dolayısıyla, burada istenen durum HHI'nın düşmesidir. Çünkü böylece hem çok sayıda köken bölgesinden ithalât yapıldığı

hem de toplam ithalât içerisinde bu köken bölgelerinin payları arasında belirli bir dengenin sağlandığı anlaşılmaktadır. İthalâta Tedarikçi Çeşitliliği şu formülle hesaplanmaktadır:

$$İTÇ = \sum_i (S_{if})^2 \quad (5.4)$$

Burada;

- $S_{if}$ : f yakıtı ithalâtında i ülkesinin payı

Tüketilen Enerji Kaynaklarının Çeşitliliği göstergesi, Tedarikçi Çeşitliliği göstergesine benzer biçimde, enerji sisteminin işleyişinde mümkün olduğunca çok sayıda enerji kaynağından yararlanmak anlamına gelmektedir:

$$EKÇ = \sum (C_f/TPES)^2 \quad (5.5)$$

- $(C_f/TPES)$ : f kaynağının Toplam Birincil Enerji Arzı içerisindeki payı

Enerji sistemi içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarından ne kadar fazla yararlanılıyorsa, kaynak çeşitliliği açısından o kadar olumlu olacaktır. Yenilenebilir kaynaklar ticarete konu olmayan enerji kaynakları olduğu için, bu kaynaklardan daha fazla yararlanmak ülkelerin enerji ithalâtına olan bağımlılıklarını düşürmektedir. Bu çalışmada Yenilenebilir Payı göstergesi toplam elektrik üretimi içerisinde hidroelektrik dışındaki yenilenebilir kaynaklar olan güneşten, rüzgârdan, jeotermâlden ve biyoyakıtlardan yararlanılarak yapılan elektrik üretiminin payı kullanılacaktır:

$$RS = (Güneş + Rüzgâr + Jeotermâl + Biyoyakıtlar)/Toplam Elektrik Üretimi \quad (5.6)$$

Enerji Yoğunluğu bir birim GSYİH üretmek için arz edilmesi gereken birincil enerji miktarını ifade etmektedir. Dolayısıyla, daha az enerji arz ederek daha fazla GSYİH üretmek enerji verimliliğinin artması anlamına gelecek ve enerji arz güvenliğini artıracaktır. Enerji Yoğunluğu şu formülle hesaplanmaktadır:

$$EI = TPES / GSYİH \quad (5.7)$$

Karbon Yoğunluğu ise bir birim Birincil Enerji Tüketimi (TPEC) başına düşen CO<sub>2</sub> salınımı anlamına gelmektedir. Enerji sisteminin sürdürülebilir kalkınmaya katkı yapması bakımından önemli bir gösterge olan Karbon Yoğunluğunun azalması, enerji arz güvenliği üzerinde olumlu etki yapmaktadır. Karbon Yoğunluğu şu formülle hesaplanmaktadır:

$$CI = CO_2 \text{ Salınımı} / TPEC \text{ (5.8)}$$

Son olarak, Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı göstergesi ülkenin toplam enerji ihtiyacını kendi olanaklarıyla hangi oranda karşılayabildiğini ifade etmektedir. Bu orandaki artış enerji arz güvenliğini artırmaktadır. Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı şu formülle hesaplanmaktadır:

$$P/C = \text{Toplam Enerji Üretimi} / \text{Toplam Nihai Enerji Tüketimi} \text{ (5.9)}$$

Çizelge 5.5. Enerji Arz Güvenliğini Belirleyen Göstergeler

Gösterge	Formül
Net İthalat Bağımlılığı	$NEI = [(M-X) / TPES]$
İthalatta Tedarikçi Çeşitliliği	$\dot{I}T\dot{C} = \sum_i (S_i)^2$
Tüketilen Enerji Kaynaklarının Çeşitliliği	$EK\dot{C} = \sum (C_f/TPES)^2$
Yenilenebilir Payı	$RS = (\text{Güneş} + \text{Rüzgâr} + \text{Jeotermâl} + \text{Biyoyakıtlar}) / \text{Toplam Elektrik Üretimi}$
Enerji Yoğunluğu	$EI = TPES / GSY\dot{I}H$
Karbon Yoğunluğu	$CI = CO_2 \text{ Salınımı} / TPEC$
Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı	$P/C = \text{Toplam Enerji Üretimi} / \text{Toplam Nihai Enerji Tüketimi}$

Çizelge 5.5'te yukarıda sözü edilmiş olan göstergeler formülleriyle birlikte görülmektedir. Bu çalışmada enerji arz güvenliğinin nicel değerlendirmesine yönelik olarak kullanılacak yöntemin bütün bu göstergeleri içerisinde barındırması gerekmektedir. Söz konusu yöntem için IEA (2007d)'da önerilmiş olan  $ESI_{fiyat}$  formülü temel alınacaktır. IEA (2007d)'de bu endeks değerinin şu formüllerle hesaplanmış olduğu görülmektedir (IEA, 2007d: 54-58):

$$ESMC = \sum_i (S_{if})^2 \text{ (5.10)}$$

$$ESMC_{pol} = \sum_i [r_i * (S_{if})^2] \text{ (5.11)}$$

$$ESI_{fiyat} = \sum_f [ESMC_{pol} - f * (C_f/TPES)] \text{ (5.12)}$$

Burada;

- ESMC: Enerji Güvenliği Piyasa Yoğunlaşması,
- $S_{if}$ : f yakıtı piyasasında her bir i tedarikçisinin payı,
- $ESMC_{pol}$ : ESMC'nin siyasî istikrar göstergesi ile genişletilmiş hâli,
- $r_i$ : Her bir i ülkesinde siyasî risk oranı,
- TPES: Toplam Birincil Enerji Arzı,
- $(C_f / TPES)$ : TPES içerisinde f yakıtının payı,

- $ESMC_{pol-f}$ : f yakıtı uluslararası piyasasının Enerji Güvenliği Piyasa Yoğunlaşması,
- $ESI_{fiyat}$ : Fiyat bileşeni için düzenlenmiş Enerji Güvenliği Endeksi.

değişkenlerini ifade etmektedir.  $ESI_{fiyat}$  formülünü şu biçimde ifade etmek de mümkündür:

$$ESI_{fiyat} = \sum_i \{ [r_i * (Sif)^2] * (Cf/TPES) \} \quad (5.13)$$

Ancak bu çalışmada bu yöntem IEA (2007d)'de önerilmiş olduğu hâliyle kullanılmayacaktır.

## 5.2.2. Bu Çalışmada Kullanılacak Yöntem

IEA (2007d)'de önerilmiş olan yönteme göre,  $ESI_{fiyat}$  değeri ile enerji arz güvenliği arasında ters yönlü bir ilişki vardır. Yani endeks değeri arttıkça enerji arz güvenliği düşmekte, endeks değeri düştükçe enerji arz güvenliği artmaktadır. Löschel, Moslener ve Rübhelke (2010)'da da enerji arz güvenliğinin nicel değerlendirmesine yönelik olarak bu formül (5.13) kullanılmıştır (Löschel, Moslener ve Rübhelke, 2010: 1667). Ancak çalışmada bu formüle birtakım eklemeler yapılarak söz konusu formülün genişletilmesi gerektiği düşünülmüştür..

### 5.2.2.1. Yöntemin Özellikleri

Yöntemin içereceği enerji arz güvenliği göstergelerini Çizelge 4.2'de görmek mümkündür. Bunlar Enerji Yoğunluğu (EI), Karbon Yoğunluğu (CI), Yenilenebilir Payı (RS), Üretim-Tüketim Oranı (P/C) ve Net İthalat Bağımlılığıdır. Enerji arz güvenliği burada sıralanan göstergelerin kimileriyle doğru yönde, kimileriyle ters yönde ilişkilidir. Tek tek bakılacak olursa, Enerji Yoğunluğunun artması enerji arz güvenliğini olumsuz etkilemektedir. Çünkü enerji verimliliği düşmektedir. Yani bir birim GSYİH üretmek için daha fazla miktarda enerji arza gerekmektedir. Dolayısıyla, Enerji Yoğunluğunun düşmesi istenen bir durumdur. Karbon Yoğunluğunun artması enerji sisteminden kaynaklanan CO<sub>2</sub> salınımının artması anlamına geldiği için, enerji arz güvenliği açısından istenen durum Karbon Yoğunluğunun düşmesidir. Yenilenebilir Payının artması hem kaynak çeşitliliğini artıran, hem de ithalât bağımlılığını düşüren bir unsur olduğu için, enerji arz güvenliği açısından Yenilenebilir Payının artması istenen bir durumdur. Üretim-Tüketim Oranının artması ülkenin kendi olanaklarıyla enerji ihtiyacını karşılamak konusunda ilerleme kaydetmesi anlamına geldiği için, bu konuda istenen durum Üretim-Tüketim Oranının artmasıdır. Son olarak, Net İthalât Bağımlılığının artması enerji arz güvenliğini olumsuz yönde etkilediği için, istenen durum Net İthalat Bağımlılığının düşmesidir. ESI formülünün bu göstergelerin eklenmesiyle yeniden düzenlenmiş hâlinde enerji

arz güvenliğiyle bu değişkenler arasındaki ilişkinin yönü de göz önünde bulundurulmalıdır. ESI değeri düştükçe enerji arz güvenliği arttığına göre, ESI değerinin hesaplanışında enerji arz güvenliğiyle doğru yönde ilişkiye sahip olan değişkenlerde birtakım düzenlemeler yapmak gerekmektedir. Buna göre, ESI'nın şu formülle hesaplanması uygun olacaktır:

$$ESI = r_m * EI * CI * (1 - RS) * [1/(P/C)] * \Sigma[NEI_{mf} * (S_{if})^2 * (C_f/TPES)] \quad (5.14)$$

Burada;

- $r_m$ : İthalatçı ülkede siyasî risk oranı
- $NEI_{mf}$ : İthalatçı ülkede f kaynağı ithalât bağımlılığı

IEA (2007d)'de önerilmiş olan formülde yapılan değişikliklere bakılacak olursa; öncelikle Siyasî Risk Oranının ( $r_m$ ) toplam sembolünün dışına çıkarıldığı görülmektedir. Bunun nedeni, ithalâtçı ülkenin enerji arz güvenliği hesaplanırken tedarikçi ülkelerin siyasî risk oranlarını hesaba katmaktansa, ithalâtçı konumundaki ülkenin siyasî risk oranını hesaba katmaktır. Bununla birlikte, toplam sembolü içerisine ithalâtı yapılan her bir enerji kaynak talebinin Net İthalat Bağımlılığı eklenmiştir. Bir f yakıtı piyasasında ihracatı ithalâtından çok daha yüksek olan ya da ithalâtı çok düşük olan ülkeler bu ithalât ihtiyacını az sayıda ülkeden, hatta bazen bir tek ülkeden, karşılamaktadırlar. Bu durumda  $[\Sigma_i(S_{if})^2]$  değeri 1 ya da 1'e çok yakın bir değere eşit olmakta ve söz konusu ülkenin f yakıtı ihracatı ithalâtından çok daha yüksek olmasına rağmen, enerji arz güvenliği düşükmüş gibi görünmektedir. Bu nedenle,  $[\Sigma_i(S_{if})^2]$  değerinin  $NEI_{mf}$  değeriyle çarpılması bu adaletsiz durumun ortadan kaldırılmasını sağlamak için alınmış bir önlemdir. Son olarak, enerji arz güvenliğiyle doğru yönde, ESI ile ters yönde, ilişkiye sahip olan göstergelerden Yenilenebilir Payı 1'den çıkarılmış, Üretim-Tüketim Oranı ise 1'e bölünmüştür. Bunun altında yatan düşünce, Yenilenebilir Payı 0'a da eşit olabildiği için 1'e bölünmesinin doğru olmayacağıdır. Üretim-Tüketim Oranının 1'e bölünmesi ise söz konusu göstergenin, enerji arz güvenliği açısından azalması arzulanan Tüketim-Üretim Oranı biçiminde formülde yer almasıdır. IEA (2007d)'de önerilmiş olan yöntemle göre bu yöntemin bir diğer farkı toplam sembolü içerisindeki kısımda yalnızca fosil yakıtlara yer verilmesidir. Çünkü ülkelerin enerji ithalât bağımlılıkları bu üç fosil yakıttan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, hem Türkiye'de hem de AB'de enerji sisteminin işleyişi içerisinde fosil yakıtların önemli bir yeri vardır. 2017 yılında Türkiye'nin toplam birincil enerji tüketimi içerisinde üç fosil yakıtın payı %87,40 oranında gerçekleşirken, AB'nin toplam birincil enerji tüketimi içerisinde üç fosil yakıtın payı %75,85 oranında gerçekleşmiştir (BP, 2018a). Hesaplama kullanılan değişkenlerin verileri büyük

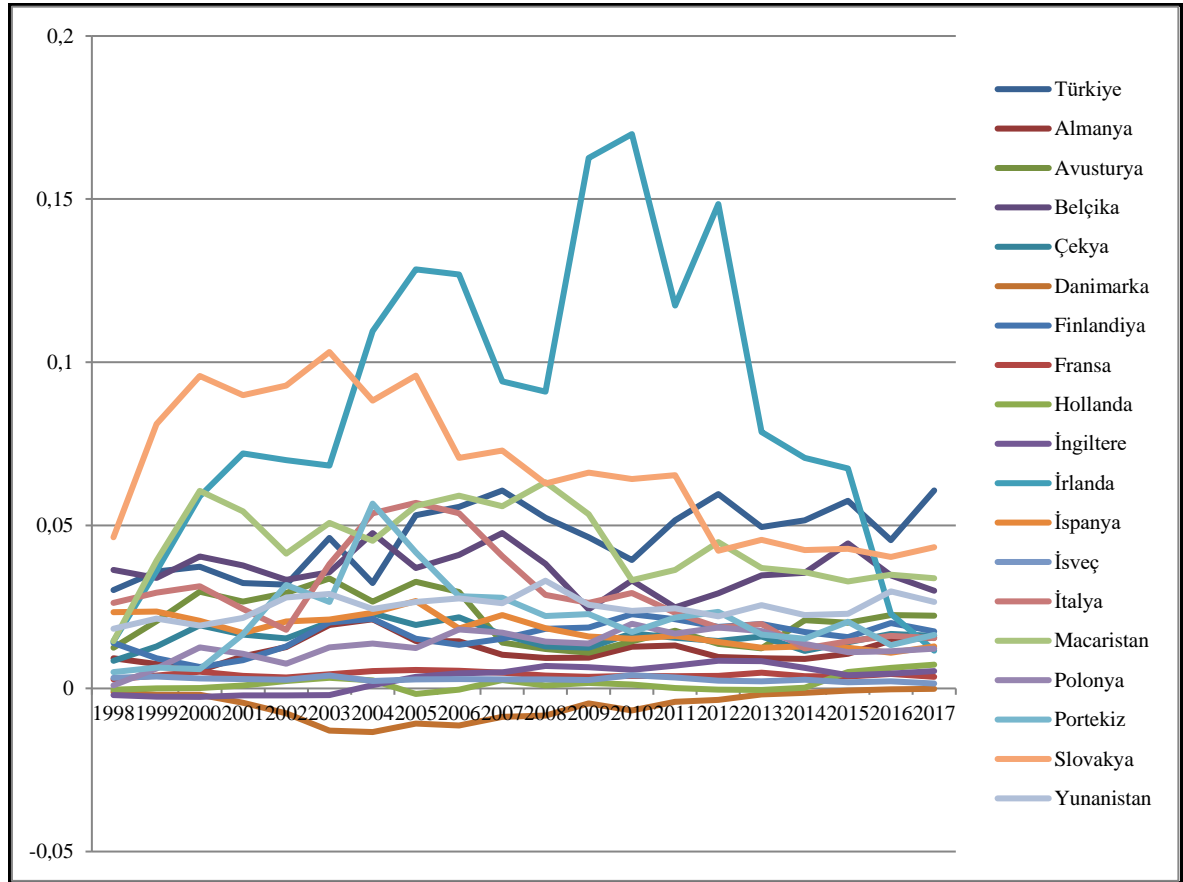
oranda IEA'dan alınmıştır. Bunun yanında, Siyasî Risk Oranları Dünya Bankası'ndan, 2017 yılı Nihâî Enerji Tüketimleri Eurostat'tan ve CO<sub>2</sub> salınımları ile Birincil Enerji Tüketimleri BP'den alınmıştır.

#### **5.2.2.2. Yöntemin Uygulanışı ve Sonuçlar**

1998 yılından bu yana OECD üyesi olan on dokuz AB üyesi ülke ile birlikte Türkiye'de 1998-2017 yılları arasında yıllık ESI değerleri bu çalışmada önerilen yöntemle hesaplanmıştır. Şekil 5.2'de seçilen yirmi ülkeye ilişkin 1998-2017 dönemi için bu yöntemle hesaplanmış olan yıllık ESI değerleri bir grafik üzerinde görülmektedir. Bu değerlerin düşük oluşu enerji arz güvenliğinin yüksek olduğu anlamına gelmekte, değerlerin yüksek oluşu da enerji arz güvenliğinin düşük olduğu anlamına gelmektedir. Şekle göre, Danimarka'da enerji arz güvenliği diğer ülkelerle kıyaslandığında süreç boyunca daha yüksek olmuştur. 1998-2000 yılları arasında enerji arz güvenliği konusunda en iyi durumda olan ülkeler Danimarka'yla birlikte İngiltere olurken, 2000'li yıllar süresince Danimarka bu konuda lider konumunu korumuştur. 2012, 2013 ve 2014 yıllarında Danimarka ile Hollanda birbirine çok yakın ESI değerlerine sahip olmuşlardır.



Şekil 5.2. Seçilen Ülkelerin ESI Değerleri 1998-2017



Kaynak: BP, Dünya Bankası, Eurostat ve IEA.

2017 yılına gelindiğinde Danimarka'nın bu konuda en yakın takipçisi konumuna İsveç yükselmiştir. Lüksemburg ise süreç boyunca hep açık ara en kötü ESI değerlerine sahip olmuştur. Ancak Lüksemburg'un ESI grafiği diğer ülkelere göre çok yukarıda kaldığı için, diğer ülke grafiklerinin daha net görülebilmesi adına Şekil 5.2'de Lüksemburg'a yer verilmemiştir. Lüksemburg'un bu kadar kötü sonuçlar elde etmesinin altında yatan temel neden Üretim-Tüketim Oranının çok düşük oluşudur. 1998 yılında enerji ihtiyacının %1,54'ünü kendi yaptığı üretimle karşılayan Lüksemburg 2017 yılında bu oranı ancak %4,31'e yükseltebilmiştir. Bu konuda en yakın takipçisi süreç boyunca enerji üretiminin tüketimini karşılama oranı %22,45'ten %29,40'a yükselmiş olan İtalya'dır (IEA, 2001c; IEA 2018d; Eurostat, 2018).

Çizelge 5.6'da 1998 ve 2017 yıllarında incelenen yirmi ülkenin ESI değerleri bakımından sıralaması yapılmıştır. Bu sıralamalarda üstteki ülkelerin ESI değerleri düşük, enerji arz güvenliği düzeyleri yüksek iken, alttaki ülkelerin ise ESI değerleri yüksek, enerji arz güvenliği düzeyleri düşüktür. Sıralamalarda 1998 yılında on yedinci olan Türkiye 2017

yılında on dokuzuncu sıraya düşerek enerji üretiminin tüketimini karşılama oranı son derece düşük olan Lüksemburg'un hemen üstünde yer almıştır. Türkiye'nin enerji arz güvenliği bakımından bu kötü durumunun, enerji arz güvenliği göstergeleri incelenerek açıklanması mümkündür..

Çizelge 5.6. 1998 ve 2017 Yıllarında Ülkelerin ESI Bakımından Sıralanışı

	1998		2017
1	İngiltere	1	Danimarka
2	Danimarka	2	İsveç
3	Hollanda	3	Fransa
4	Polonya	4	İngiltere
5	Fransa	5	Hollanda
6	İsveç	6	İrlanda
7	Portekiz	7	Polonya
8	Çekya	8	İspanya
9	Almanya	9	İtalya
10	Avusturya	10	Almanya
11	Finlandiya	11	Çekya
12	İrlanda	12	Portekiz
13	Macaristan	13	Finlandiya
14	Yunanistan	14	Avusturya
15	İspanya	15	Yunanistan
16	İtalya	16	Belçika
17	Türkiye	17	Macaristan
18	Belçika	18	Slovakya
19	Slovakya	19	Türkiye
20	Lüksemburg	20	Lüksemburg

Kaynak: BP, Dünya Bankası ve IEA.

Öncelikle Türkiye'de Siyasî Risk Oranına ( $r_m$ ) bakılacak olursa, incelenen yirmi ülke arasında süreç boyunca en kötü oranlara sahip olduğu görülmektedir (Dünya Bankası, 2019). Enerji Yoğunluğu bakımından yirmi ülkenin ortalamasına yakın durumda olan Türkiye'nin Karbon Yoğunluğu ise ortalamanın bir miktar üzerindedir. Karbon Yoğunluğunun, bir miktar da olsa yüksek oluşu, Türkiye'de enerji arz güvenliğinin diğer ülkeler karşısında düşük olmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, yirmi ülkede Yenilenebilir Payı ortalaması 2017 yılında %20,91 oranında gerçekleşirken Türkiye'de bu oran henüz %9,94 düzeyindedir (BP, 2018a). Yenilenebilir payının düşük olması enerji arz güvenliğini olumsuz etkilemektedir. Türkiye'nin enerji üretiminin tüketimini karşılama oranı da yirmi ülke ortalamasının oldukça altında kalmıştır. 2017 yılında yirmi ülkenin ortalaması %61,48 oranında gerçekleşirken Türkiye'de enerji üretiminin tüketimini

karşılama oranı %35,17'dir. Bununla birlikte, fosil yakıtların ithalât bağımlılığı çok yüksek olan Türkiye'de Tedarikçi Çeşitliliğinin görece olumlu yansımaları sayesinde  $[NEI_{mf}*(S_{if})^2]$  çarpımlarının sonuçları yirmi ülke ortalama düzeylerine yakın gerçekleşmiştir (IEA, 2018d).

Kısaca özetlenecek olursa; Türkiye'de siyasî istikrarın sağlanması enerji arz güvenliği açısından önemlidir. Düşük karbon salımlı teknolojilerden yararlanılması, aynı zamanda yenilenebilir payını da artıracaktır. Üretimin tüketimi karşılama oranı ise üretim yönünden artırılmayacağı için enerji etkinliğinin yükseltilmesiyle tüketim yönünden artırılması mümkün olabilecektir. ESI sonuçlarına göre, Türkiye'de bu konulardaki politika uygulamalarını tekrar gözden geçirmekte yarar vardır.

Bu çalışmada enerji arz güvenliğinin nicel değerlendirmesinde kullanılan yöntem, daha önce de ifade edilmiş olduğu gibi, IEA (2007d)'de önerilmiş olan yöntemi temel almaktadır. IEA (2007d)'de hesaplanmış olan  $ESI_{fiyat}$  denkleminde birtakım değişiklikler ve eklemeler yapılarak elde edilmiştir. Böylece enerji arz güvenliğine ilişkin farklı göstergelerin de dâhil olduğu kapsamlı bir yöntem ortaya atılmıştır. Ayrıca bu yöntem enerji arz güvenliğine ilişkin göstergelerin ESI değeri üzerindeki etkilerini görmek bakımından da kolaylık sağlamaktadır.

WEC tarafından hâlen hesaplanmaya devam eden Enerji Üçleme Endeksi'nin enerji arz güvenliği ayağıyla bir karşılaştırma yapılacak olursa; 2017 yılında iki endeksten elde edilen sonuçların birbirine yakın olduğu görülmektedir. Enerji Üçleme Endeksi'nde de en iyi endeks değerine sahip olan ülke Danimarka olurken, en kötü endeks değerine sahip olan ülke Lüksemburg olmuştur. Türkiye ise yine kötü bir skor elde etmiştir. Ülkelerin enerji arz güvenliği düzeylerine göre A-E arasındaki harflerle nitelendirildiği Enerji Üçleme Endeksi'nde 2017 yılında Danimarka'nın enerji arz güvenliği performansı A harfiyle değerlendirilirken Lüksemburg'un performansı D harfiyle değerlendirilmiştir. Türkiye'nin performansı ise C harfiyle değerlendirilmiştir (WEC, 2017: 14). Bununla birlikte, bu çalışmada hesaplanan ESI'nın, gösterge değerleri ağırlıklandırılarak bu ağırlıklandırılmış hâllerinin toplanmasıyla elde edilen Enerji Üçleme Endeksi'ne göre daha pratik bir yöntem olduğunu ileri sürmek yanlış olmayacaktır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Artan nüfus ve hızla gelişen teknoloji ile birlikte değişen ve genişleyen tüketim kalıpları, büyüyen imalat sektörleri ve hizmet sektörleri dünyada enerji kaynakları talebinin çok yüksek düzeylere ulaşmasına neden olmuştur. Bu enerji talebinin karşılanabilmesi enerji kaynaklarının mevcudiyetine ve erişilebilirliğine bağlıdır. Ancak mevcut olan enerji kaynağı rezervleri her yere dengeli bir biçimde dağılmamıştır. Bu rezervlerin dünyanın belirli bölgelerinde toplanmış olmaları nedeniyle, söz konusu rezervlerden yoksun olan bölgelerde yer alan ülkelerin ekonominin işleyişi bakımından “*olmazsa olmaz*” öneme sahip enerji kaynaklarına erişimleri, sadece uluslararası ticaret yoluyla mümkün olabilmektedir. Rezervlerin sadece belli başlı ülkelerde toplanmış olması ise rezervlere sahip olan ülkelerin uluslararası enerji piyasalarında belirli bir piyasa gücünü ellerinde bulundurmaları sonucunu doğurmaktadır. Enerji gibi ülke ekonomilerinin her alanında muhtaç olunan çok önemli bir girdinin piyasasında az sayıda ülkenin bir araya gelerek tekelleşmesi bu az sayıda ülkenin sahip oldukları enerji kaynağının arzına yönelik olarak verecekleri kararların bütün dünyayı yakından ilgilendirmesi anlamına gelmektedir. Bu durumun çok önemli riskler barındırdığı özellikle 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizleriyle birlikte daha iyi anlaşılmıştır. Bilindiği gibi, dünyada petrol rezervlerinin büyük bir bölümüne sahip olan OPEC ülkelerinin petrol arzını kısımları sonucu hızla artan petrol fiyatları nedeniyle dünyanın her yerinde çok ciddi ekonomik krizler ortaya çıkmıştır. Petrol fiyatlarındaki artışlar kömür ve doğal gaz gibi diğer enerji kaynaklarının fiyatlarında da artışlara yol açtığı için petrol nedeniyle ortaya çıkan ekonomik krizler daha da derinleşmektedir. Çünkü bütün dünyada toplam birincil enerji ihtiyacının çok büyük bir bölümü, “*hâlen*”, bu 3 fosil yakıt tarafından karşılanmaktadır. Fosil yakıtlara olan bu bağımlılık dünyanın büyük bölümünde enerji talebinin ithalat bağımlılığını artırmaktadır. Yüksek enerji ithalat bağımlılığı ise doğru yönetilmediğinde ülke ekonomilerinin kırılganlıklarını yükseltmekte ve enerji krizlerinden daha fazla etkilenmelerine neden olmaktadır.

Enerji arzındaki sorunlardan kaynaklanan söz konusu olumsuz gelişmelerin tecrübe edilmiş olması enerji ithalat bağımlılığı yüksek olan ülkelerin bu tür riskleri en düşük seviyeye indirmek yönünde sistematik bir biçimde hareket etmesi ihtiyacını doğurmuştur. Böylece, enerji arzında kesinti ya da “*dar boğaz*” yaşanması ihtimalinin düşürülmesine yönelik olarak, nispeten, yeni bir kavram ortaya atılmıştır: Enerji Arz Güvenliği. Bu

kavrama ilişkin tanımlamalara bakıldığında, kavramın enerji ithalât bağımlılığını tamamıyla ortadan kaldırmak anlamına gelmediği, bunun yerine, ithalât bağımlılığının neden olabileceği sorunlara karşı hazırlıklı olmayı ifade ettiği görülmektedir. Bunun için yapılması gerekenler, genel olarak, ülke içerisinde enerji kaynakları çeşitliliğini artırmak, mümkünse yerli ve yenilenebilir kaynaklara yönelmek, ithal edilen enerji kaynaklarının mümkün olduğu kadar çok sayıda ülkeden ve dengeli oranlarda satın alınmasını sağlamak, daha az enerji girdisiyle daha fazla çıktı elde etme olanağı tanıyan teknolojilere geçiş yapmak biçiminde sıralanabilir. Böylece, hem enerji arzının kesintiye uğrama ihtimali düşecek hem de belli bir kaynaktan (bilindiği gibi, o kaynak genelde petroldür) dolayı ortaya çıkan krizlere karşı ekonominin kırılganlığı azalmış olacaktır. Ancak enerji arz güvenliği kavramı aynı zamanda talebin makul fiyatlardan karşılanmasını ve çevresel sürdürülebilirliği de kapsamaktadır.

Yukarıda sıralanmış olan önlemler dolaylı olarak bunları da kapsamaktadır. Örneğin, yerli ve yenilenebilir enerji kaynakların kullanımını yaygınlaştırmak fosil yakıt talebini düşürerek bu yakıtların ihracatçısı konumundaki ülkelerin birbirileriyle rekabete girişmelerine neden olarak fiyatlarının düşmesini sağlayacaktır. Aynı zamanda, CO<sub>2</sub> salınımlarının düşmesini sağlayarak çevresel sürdürülebilirliğe olumlu etkide bulunacaktır. Tedarikçi ülke çeşitliliğini her bir ülkeden yapılan ithalât oranları arasında belirli bir denge gözeterek artırmak yine ihracatçı ülkeler arasındaki rekabeti artıracaktır. Daha az enerji girdisiyle daha fazla çıktı elde etmek ise enerji talebini düşürerek enerji fiyatlarının düşmesine katkıda bulunurken enerji kaynaklarının tüketimindeki azalış enerji kaynaklı CO<sub>2</sub> salınımının düşmesini sağlayarak sürdürülebilirliğe katkıda bulunacaktır. Ancak uluslararası enerji piyasalarında hem arz tarafında hem de talep tarafında rekabetin artışı bugüne kadar çok ciddi sorunlara yol açmıştır. O kadar ki; petrol konusunda “*rekabet*” kavramı “*savaş*” kavramıyla neredeyse eş anlamlı durumdadır. Dolayısıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarının teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde bu kaynaklara dayalı tesislerde üretilen birim çıktı başına maliyetlerdeki düşüşler sonucu söz konusu yenilenebilir enerji kaynakları her alanda yaygınlaştığı zaman, ancak, dünyada enerji sistemlerinin fosil yakıtlara olan bağımlılıklarının ortadan kalkmasıyla rekabetten doğan huzursuzlukların önüne geçilebilecektir. Bu bakımdan, güneş ve rüzgâr en ideal yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Enerji arz güvenliğinin artırılması, her şeyden önce ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılabilmesine bağlıdır.

Avrupa’da ortak ekonomi politikalarının uygulanmasına yönelik toplulukların kurulmaya başlandığı 1950’li yılların başından bu yana enerji konusu hep ilk sıralarda gelmiştir. 1968 yılından itibaren ortak bir enerji politikasının takip edilmesine yönelik çalışmalar başlamıştır. 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizleri alternatif enerji kaynaklarına olan yönelimi tetiklerken, doğal gaz tüketimi hızla artmaya başlamıştır. 1980’li yılların başından itibaren nükleer enerji tüketiminin Avrupa’da yaygınlaştığı görülmektedir. 1990’lı yıllara gelindiğinde enerji arz güvenliğinin artırılması AB enerji politikasının temel hedeflerinden biri olarak belirlenmiştir. 1990’lı yıllarda çok fazla fosil yakıt tüketiminin yol açtığı küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği konusu gündeme gelmiş, 1997 yılında Kyoto Protokolü imzalanmıştır. AB topluluk olarak Kyoto Protokolü’nü 1997 yılında, ilk hâliyle, imzalamıştır. Kyoto Protokolü 2005 yılında yürürlüğe girdikten sonra AB’de iklim değişikliğine yönelik önlemler enerji politikasının hedefleri arasında resmen yerlerini almışlardır. 2008 yılından itibaren AB ülkelerine sera gazı salınımlarını düşürme zorunluluğu getirilmiştir. Bunun yanında, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması ve enerji etkinliğinin artırılması da bu tarihte imzalanmış olan İklim ve Enerji Paketi’nin AB ülkelerine getirdiği diğer zorunluluklardır. Bu 3 zorunluluğun da enerji arz güvenliğini yakından ilgilendirdiği görülmektedir. Sera gazı salınımlarının düşürülmesi sürdürülebilirlik yönünden, enerji tüketimi düşürülerek enerji etkinliğinin artırılması ithalât bağımlılığı yönünden ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması kaynak çeşitliliği yönünden enerji arz güvenliğiyle ilişkilidir. 2015 yılında ise Enerji Birliği Paketi yürürlüğe girmiştir. Enerji Birliği Paketi’nde de yine benzer hedefler sıralanmıştır. Bu birliğin temelinde, AB enerji piyasalarına yönelik olarak, 2007 yılında imzalanmış olan Lizbon Antlaşması’yla gündeme getirilen “*dayanışma*” kavramı, enerji arz güvenliği, karbon salınımının azaltılması, enerji talebinin düşürülmesi, inovasyon ve rekabetçilik hedefleri vardır. 1950’li yılların başından günümüze dek genel olarak şekillenışı burada ifade edildiği gibi gerçekleşen AB enerji politikalarının sonucunda en önemli hedeflerden biri olan enerji arz güvenliğine ilişkin olarak belirli noktalarda olumlu gelişmeler olduğu görülürken, belirli noktalarda ise henüz istenilen süreçlere tam olarak girilememiştir. Örneğin, enerji tüketiminin kısılması konusunda önemli adımlar atılmış, 2014 yılına kadar birincil enerji tüketiminde azalış görülmüştür. 2014 yılından sonra bu tüketim yeniden artışa geçmişse de bu artış düşük ivmeli olmuştur. Yani belli oranda enerji tüketimi dizginlenebilmiştir. Bununla birlikte, toplam birincil enerji tüketimi içerisinde fosil yakıtların payı hâlen çok yüksektir. Ancak, yine de, topluluk olarak AB’nin CO<sub>2</sub> salınımında önemli bir azalış olmuştur. AB’nin bir anlamda

“lokomotif” ülkesi olan Almanya’nın enerji politikaları ise 2011 yılından itibaren yoğun biçimde nükleer enerjiden tamamıyla vazgeçilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması, sera gazı salınımlarının düşürülmesi ve enerji tüketiminin azaltılması hedeflerine yönelmiştir. 2017 yılında bu hedeflerden yalnızca enerji tüketiminin azaltılması konusunda önemli bir mesafe kat edilemediği görülmüştür. Bunun yanında, diğer üç hedefe yönelik olumlu yönde önemli gelişmeler yaşanmıştır.

AB üyeliği için aday ülkelerden olan Türkiye’nin enerji politikası AB enerji politikalarından izler taşımaktadır. Türkiye’de de, AB’de olduğu gibi, enerji arz güvenliği enerji politikalarının temel hedeflerinden biridir. Ancak AB içerisinde çok sayıda gelişmiş ülke varken, Türkiye bir gelişmekte olan ülkedir. Bu nedenle, Türkiye’de enerji politikalarının hedeflerine ulaşmasının Almanya’daki kadar kolay olmasını beklemek yanlış olacaktır. Bununla birlikte, iyi bir örnek olması bakımından bu çalışmada Almanya’ya da yer verilmiştir. Türkiye’de enerji arz güvenliği temel hedefine ulaşmak için 3 alt hedef belirlenmiştir. Bunlar enerji altyapısına, kaynak çeşitliliğine ve enerji tüketimine yönelik hedeflerdir. Enerji altyapısı hedefi kesintisiz enerji arzının sağlanmasıyla, kaynak çeşitliliği hedefi yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılmasıyla ve enerji tüketimi hedefi ise enerji etkinliğinin artırılmasıyla ilişkilidir. Öncelikle, enerji arz güvenliğinin sadece bu üç hedefe yönelik çalışmalar yürütülerek artırılması mümkün görünmemektedir. Bilindiği gibi, bunların dışında enerji arz güvenliğinin sürdürülebilirlik ve ithalât bağımlılığı gibi yönleri de vardır. Bu nedenle Türkiye’nin enerji arz güvenliğine yönelik olarak daha kapsamlı bir planlama yapması gerekmektedir.

Türkiye birincil enerji tüketiminin çok büyük bir bölümünü kaplayan fosil yakıtlar konusunda ithalât bağımlısı bir ülkedir. Petrol ve doğal gaz rezervleri yok denecek kadar az olan Türkiye’nin bu kaynakların ithalât bağımlılığına yönelik olarak yapabilecekleri kısıtlıdır. Bunları yenilenebilir enerji kaynaklarından daha yüksek oranlarda yararlanmak ve kendilerinden ithalât yapılan tedarikçi ülkelerin çeşitliliğini artırmak biçiminde sıralamak mümkündür. Kömür konusunda ithalât bağımlılığı petrol ve doğal gaz kadar yüksek olmayan Türkiye’nin kömür rezervlerine yönelik arama faaliyetlerine daha fazla yoğunluk vermesi gerekmektedir. AB’de olduğu gibi, enerji tüketiminin azaltılması da enerji arz güvenliği açısından olumlu bir gelişme olacaktır. Ancak Türkiye’de yaşanan gelişmelere bakılacak olursa, fosil yakıtların ithalâtında belirli ülkelere bağımlılığın çok yüksek düzeylerde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, fosil yakıt tüketimi toplam

birincil enerji tüketimi içerisinde çok yüksek bir paya sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından henüz düşük oranlarda yararlanılmaktadır. Buna bağlı olarak, enerji arzında kaynak çeşitliliği artırılmamaktadır. Ayrıca, Türkiye’de enerji tüketimi hızla artmaya devam etmektedir. Dolayısıyla, fosil yakıt tüketiminin toplam birincil enerji tüketimi içerisindeki payının çok yüksek oluşu sera gazı CO<sub>2</sub> salınımının da hızla artmaya devam etmesi sonucunu doğurmaktadır. CO<sub>2</sub> salınımının düşürülmesi fosil yakıt tüketiminin azaltılmasıyla mümkün olabilecektir. Fosil yakıt tüketiminin azaltılması ise ya enerji etkinliğinin artırılmasıyla ya da fosil yakıt tüketimindeki artışın yerini yenilenebilir enerji tüketiminin almasıyla sağlanacaktır. Bunun için birincil enerji tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji payının artması gerekmektedir. Türkiye’nin bu artışı sağlaması mümkündür. Henüz Türkiye’de yenilenebilir enerji potansiyellerinin küçük bir kısmı kullanılmaktadır. Türkiye için bunlar arasında en çok önem verilmesi gereken kaynak güneştir. Türkiye’nin güneş enerjisi potansiyeli Avrupa ülkeleriyle karşılaştırıldığında oldukça yüksektir. Dahası, güneş enerjisine dayalı elektrik üretiminin birim başına maliyetleri son yıllarda hızla düşmektedir. Bu durum Türkiye için çok önemli bir fırsattır. Türkiye’nin bol miktarda potansiyele sahip olduğu çok güçlü bir enerji kaynağının kısa bir süre içerisinde diğer enerji kaynaklarıyla rekabet edebilir hâle gelmesi beklenmektedir. Diğer yenilenebilir enerji kaynakları potansiyellerinin de henüz belirli bir bölümünü kullanmakta olan Türkiye için bütün bir enerji sisteminin büyük oranda yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç kapasitesinden oluşması olanağı mevcuttur.

Türkiye henüz hiç yararlanmadığı nükleer güç santrallerinin Akkuyu ve Sinop’ta kurulmasına yönelik planlama yapmıştır. Sinop nükleer güç santrali projesi şimdilik durdurulmuş olmakla birlikte, Akkuyu nükleer güç santraline yönelik çalışmalar devam etmektedir. 4800MW kurulu güç kapasitesine sahip olacak bu santralin Türkiye’de kaynak çeşitliliğini artırmak ve sera gazı salınımlarını düşürmek bakımından enerji arz güvenliğine katkıda bulunacağı beklenmektedir. Bununla birlikte, Rusya’yla yapılmış olan anlaşma incelendiğinde Türkiye açısından birtakım ağır koşullar göze çarpmaktadır. Dünyada geçmişte edinilmiş olan deneyimler nükleer güç santrallerinde yaşanan kazaların maddî-manevî çok ağır sonuçlar doğurduğunu ortaya koymaktadır. Nükleer enerjiden yararlanmayı hedefleyen Türkiye gibi ülkelerin bu olumsuz deneyimleri göz önünde bulundurarak hareket etmeleri gerekmektedir.

Enerji arz güvenliği, basitçe, enerji arzında yaşanması muhtemel olan sorunların en aza indirgenmesi anlamına gelmektedir. Ortaya çıkabilecek bu sorunların nicel olarak



değerlendirilebilmesi ülkelerin enerji arz güvenliği bakımından hangi noktalarda eksik ya da hangi noktalarda iyi durumda olduğunu somut bir biçimde ortaya koymak adına önemlidir. Bu nedenle enerji arz güvenliğini belirleyen göstergelerin topluca hesaba katılmasıyla bir ölçüm yapmak, söz konusu değerlendirmeyi olanaklı kılmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan yöntemde IEA (2007d)'de kullanılan yöntemden yola çıkılarak kapsamlı bir enerji arz güvenliği endeksinin hesaplanması amaçlanmıştır. Yöntemde enerji arz güvenliğinin göstergeleri olarak Siyasî Risk Oranı, Enerji Yoğunluğu, Karbon Yoğunluğu, Yenilenebilir Payı, Üretim/Tüketim Oranı, Net İthalât Bağımlılığı, İthalâta Tedarikçi Ülke Çeşitliliği ve Toplam Birincil Enerji Arzı içerisinde Fosil Yakıtların Payları kullanılmıştır. Böylece enerji arz güvenliği düzeyini çeşitli yönleriyle ölçmek mümkün olmuştur. Ayrıca elde edilen sonuçlara göre, ülkelerin enerji arz güvenliğinin hangi göstergeleri bakımından iyi durumda, hangi göstergeleri bakımından kötü durumda olduğuna ilişkin saptamalar yapılabilmektedir. Bu yöntem kullanılarak yapılan enerji arz güvenliği ölçümlerinde, WEC tarafından yıllık olarak hesaplanan Enerji Üçleme Endeksi'nin enerji arz güvenliği ölçüm sonuçlarıyla benzer sonuçlara ulaşılmış ve kolay uygulanabilen, daha pratik bir yol tercih edilmiştir.

1998 yılından bu yana OECD üyesi olan AB ülkeleriyle birlikte Türkiye için yapılan ve 1998-2017 dönemini kapsayan yıllık enerji arz güvenliği ölçümünde Türkiye'nin bu ülkeler karşısında geride olduğu görülmüştür. Söz konusu AB ülkeleriyle kıyaslandığında Türkiye'nin kötü durumda olmasına neden olan unsurlar özellikle Türkiye'de Siyasî Risk Oranının, Yenilenebilir Payının ve Üretim/Tüketim Oranının kötü durumda oluşudur. Bu nedenle, Türkiye'de enerji arz güvenliği bakımından öncelikle bu göstergelerin daha iyi duruma getirilmesine yönelik çalışmalara ağırlık verilmesi gerekmektedir. Bunun yanında, karşılaştırılan ülkelerde genel olarak ithalât bağımlılığının yüksek olması, ithalâta tedarikçi çeşitliliğinin onlarda da Türkiye'ye yakın düzeylerde gerçekleşmesine neden olmuştur. Ayrıca, fosil yakıtların payları da yine diğer ülkelerde Türkiye'de olduğu gibi yüksektir. Bu nedenle Türkiye'yi sıralamada öne taşımak için sadece yukarıda öncelik verilmesi gerektiği belirtilen göstergelere yönelik çalışmalara ağırlık verilmesi yeterli olacaktır, ancak Türkiye'nin diğer göstergelere yönelik faaliyetleri de göz ardı etmemesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- ABD Ticaret Odası Küresel Enerji Enstitüsü (2012). *International Index of Energy Security Risk: Assessing Risk in a Global Energy Market*.
- ABD Ticaret Odası Küresel Enerji Enstitüsü (2018). *International Index of Energy Security Risk: Assessing Risk in a Global Energy Market*.
- Allen, R. C. (2009). *The British Industrial Revolution in Global Perspective* (Birinci Baskı). Edinburgh: Cambridge University Press, 1,16.
- Barsky, R. B. ve Kilian, L. (2004). Oil and the Macroeconomy since the 1970s. *The Journal of Economic Perspectives*, 18(4), 115-134.
- Bennet, S. (2018). “The March, 2011 Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Disaster – A Foreseeable System Accident?”. A.J. Masys (Ed.), *Asia-Pacific Security Challenges: Managing Black Swans and Persistent Threats*. Ottawa: Springer, 123-137.
- Bhatia, S.C. (2014). *Advanced Renewable Energy Systems: Part I* (Birinci Baskı). Yeni Delhi: Woodhead Publishing, 240, 248, 249.
- Bireselioğlu, M.E. (2011). *European Energy Security: Turkey’s Future Role and Impact* (Birinci Baskı). New York: Palgrave MacMillan, 33.
- Blair, J. M. (1976). *The Control of Oil*, (Birinci Baskı). Londra: The Macmillan Press, 398.
- Böhringer, C., Bortolamedi, M. (2015). Sense and No(n)-Sense of Energy Security Indicators. *Ecological Economics*, 119, 359-371.
- BP (2017). *Statistical Review of World Energy 2016*.
- BP (2018a). *Statistical Review of World Energy 2017 Excell*.
- BP (2018b). *Statistical Review of World Energy 2017 PDF*.
- Breeze, P. (2014). *Power Generation Technologies* (İkinci Baskı). Oxford: Newnes Publications, 225.
- Cabalu (2010). Indicators of Security of Natural Gas Supply in Asia. *Energy Policy*, 38, 218-225.
- Carmoy, G. (1979). “Energy Policy Counter-Report”. G. Ionescu (Ed.), *The European Alternatives: An Inquiry into the Policies of the European Community*. Hollanda: Sijthoff & Noordhoff, 97-112.
- Chandler, A. D. (1980). Industrial Revolutions and Industrial Arrangements. *Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences*, 33(8), 33-50.
- Chandler, A. D. (1984). The Emergence of Managerial Capitalism. *Business History Review*, 58(4), 473-503.

- Cherp, A. ve Jewell, J. (2014). The Concept of Energy Security: Beyond the four As. *Energy Policy*, 75, 415-421.
- Chester, L. (2010). Conceptualising Energy Security and Making Explicit Its Polysemic Nature. *Energy Policy*, 38, 887-895.
- Chevalier, J.-M. (2006). Security of Energy Supply for the European Union. *European Review of Energy Markets*, 1(3), 1-20.
- Cotella, G., Crivello, S., Karatayev, M. (2016). "European Union Energy Policy Evolutionary Patterns". P. Lombardi, M. Gruenig (Ed.), *Low-carbon Energy Security from a European Perspective*. Londra: Elsevier, 13-42.
- Crafts, N.F.R., (1985). "Industrial Revolution in England and France: Some Thoughts on the Question "Why Was England First?"". J. Mokyr (Ed.), *The Economics of the Industrial Revolution*. ABD: Rowman & Littlefield Publishing Inc., 119-135.
- Çelikpala, M. (2014). Enerji Güvenliği: NATO'nun Yeni Tehdit Algısı. *Uluslararası İlişkiler*, 10(40), 75-99.
- Darmstadter, J., Landsberg, H. H. (1975). The Economic Background. *Daedalus*, 104(4), 15-37.
- Deane, P. (1979). *The First Industrial Revolution*, (İkinci Baskı). Edinburgh: Cambridge University Press, 1.
- Duffield, J.S., Birchfield, E.L. (Editörler) (2011). *Toward A Common European Union Energy Policy: Problems, Progress, and Prospects*. (Birinci Baskı). New York: Palgrave MacMillan, 4).
- Duffield, J.S., Westphal, K. (2011). "Germany and EU Energy Policy: Conflicted Champion of Integration?". V.L. Birchfield, J. S. Duffield (Ed.), *Toward A Common European Union Energy Policy: Problems, Progress, and Prospects*. (Birinci Baskı). New York: Palgrave MacMillan, 169-186.
- Ehrlich, R., Geller, H. A., (2018). *Renewable Energy: A First Course* (İkinci Baskı). Florida: CRC Press, 29-31.
- Eikeland, P.O., (2011). "EU Internal Energy Market Policy: Achievements and Hurdles". V.L. Birchfield, J. S. Duffield (Ed.), *Toward A Common European Union Energy Policy: Problems, Progress, and Prospects*. (Birinci Baskı). New York: Palgrave MacMillan, 13-40.
- Engdahl, W. (2004). *A Century of War: Anglo-American Oil Politics and the New World Order*, (Gözden Geçirilmiş Birinci Baskı). Londra: Pluto Press, 19-20, 37-38.
- EPDK (2018). *Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu 2017*.

- Erdal, L. (2015). Determinants of Energy Supply Security: An Econometric Analysis for Turkey. *Ege Akademik Bakış*, 15(2), 153-163.
- Erdal, L., Karakaya, E. (2012). Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Ekonomik, Siyasi ve Coğrafi Faktörler. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), 107-136.
- ETKB (2009). *2010-2014 Stratejik Plan*.
- ETKB (2014). *2015-2019 Stratejik Plan*.
- ETKB (2017). *Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü: 01 Ocak 2017 İtibarıyla*.
- ETKB (2018). *2017 Faaliyet Raporu*.
- Flinn, M. (1984). *The History of British Coal Industry. Vol. 2, 1700-1830: The Industrial Revolution*, İngiltere: Clarendon Press, 27.
- Freeman, C. ve Louçã, F. (2013). *Zaman Akıp Giderken: Sanayi Devrimlerinden Bilgi Devrimine*, (Birinci Baskı). (Çev. Osman S. Binatlı). İstanbul: İthaki, 253, 351-363, 353.
- Fülberth, G. (2011). *Kapitalizmin Kısa Tarihi*, (İkinci Baskı). (Çev. Sadık Usta). İstanbul: Yordam Kitap. (Eserin Orijinali 2008’de yayımlandı), 149.
- George, K. D., Joll, C. ve Lynk, E. L. (1992). *Industrial Organisation: Competition, Growth and Structural Change*, (Dördüncü Baskı). Londra: Routledge, 134.
- Glockner, I., Rittberger, B. (2012). “The European Coal and Steel Community (ECSC) and European Defence Community (EDC) Treaties”. F. Laursen (Ed.), *Designing the European Union: From Paris to Lisbon*. (Birinci Baskı). New York: Palgrave, 1-15.
- Gnansounou, E. (2008). Assessing the Energy Vulnerability: Case of Industrialised Countries. *Energy Policy*, 36, 3734-3744.
- Greene, D. L. (2010). Measuring Energy Security: Can the United States Achieve Oil Independence?. *Energy Policy*, 38, 1614-1621.
- Gupta, E. (2008). Oil Vulnerability Index of Oil-Import Countries. *Energy Policy*, 36, 1195-1211.
- Guzetti, L. (1995). *A Brief History of European Union Research Policy*. Belçika: European Commission Science Research Development, 56.
- Hake, J-F., Fischer, W., Venghaus, S., Weckenbrock, C. (2015). The German Energiewende – History and Status Quo. *Energy*, 92, 532-546.

- Hall, C. A. S. ve Ramírez-Pascualli, C. A. (2013). *The First Half of the Age of Oil: An Exploration of the Work of Colin Campbell and Jean Laherrère*. New York: Springer, 2.
- Hamilton, J. D. (1985). Historical Causes of Postwar Oil Shocks and Recessions. *The Energy Journal*, 6(1), 97-116.
- Hatcher, J. (1993). *The History of British Coal Industry. Vol. 1, Before 1700: Towards the Age of Coal* (Birinci Baskı), İngiltere: Clarendon Press, 5.
- Heinberg, R. (2005). *The Party is Over: Oil, War and the Fate of Industrial Societies* (İkinci Baskı). Gabriola Island: New Society Publishers, 72.
- Heshmati, A., Shahrouz, A., Altman, J. (2015). *The Development of Renewable Energy Sources and its Significance for the Environment* (Birinci Baskı). İsviçre: Springer, 31.
- Hoang, S. (2017). The Environmental History of Solar Photovoltaic Cells. *Wellesley College Digital Scholarship and Archive*, 1-18.
- IEA (1985). *Energy Technology Policy*.
- IEA (1995). *The IEA Natural Gas Security Study*.
- IEA (2001a). *Oil Information*.
- IEA (2001b). *Natural Gas Information*.
- IEA (2001c). *Energy Balances of OECD Countries 1998-1999*.
- IEA (2002a). *Natural Gas Information*.
- IEA (2003a). *Oil Information*.
- IEA (2003b). *Natural Gas Information*.
- IEA (2004a). *Oil Information*.
- IEA (2004b). *Natural Gas Information*.
- IEA (2005a). *Oil Information*.
- IEA (2005b). *Natural Gas Information*.
- IEA (2006a). *Oil Information*.
- IEA (2006b). *Natural Gas Information*.
- IEA (2006c). *Energy Balances of OECD Countries 2003-2004*.

IEA (2007a). *Energy Policies of IEA Countries: Germany 2007 Review*.

IEA (2007b). *Oil Information*.

IEA (2007c). *Natural Gas Information*.

IEA (2007d). *Energy Security and Climate Policy: Assessing Interactions*.

IEA (2008a). *Oil Information*.

IEA (2008b). *Natural Gas Information*.

IEA (2009a). *Oil Information*.

IEA (2009b). *Natural Gas Information*.

IEA (2010a). *Oil Information*.

IEA (2010b). *Natural Gas Information*.

IEA (2011a). *Renewable Energy Technologies: Solar Energy Perspectives*.

IEA (2011b). *Oil Information*.

IEA (2011c). *Natural Gas Information*.

IEA (2012a). *Oil Information*.

IEA (2012b). *Natural Gas Information*.

IEA (2013a). *Energy Policies of IEA Countries: Germany 2013 Review*.

IEA (2013b). *Oil Information*.

IEA (2013c). *Natural Gas Information*.

IEA (2014a). *Energy Supply Security: Emergency Response of IEA Countries 2014*.

IEA (2014b). *Oil Information*.

IEA (2014c). *Natural Gas Information*.

IEA (2015a). *Oil Information*.

IEA (2015b). *Natural Gas Information*.

IEA (2016a). *Oil Information*.

IEA (2018a). *Oil Information*.

IEA (2018b). *Natural Gas Information*.

IEA (2018c). *Coal Information*.

IEA (2018d). *World Energy Balances*.

Issawi, C. (1978). The 1973 Oil Crisis and After. *Journal of Post Keynesian Economics*, 1(2), 3-26.

İnternet: 5015 Sayılı Kanun (2003).  
<http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5015.pdf>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: 5346 Sayılı Kanun (2005).  
<http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5346.pdf>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.

İnternet: 6326 Sayılı Kanun (1954).  
[http://www.tpao.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/Petrol\\_Kanunu\(1\).pdf](http://www.tpao.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/Petrol_Kanunu(1).pdf), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: 27605 Sayılı Resmî Gazete (2010).  
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100608-2.htm>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.

İnternet: 27721 Sayılı Resmî Gazete (2010).  
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/10/20101006-6.htm>, Son Erişim Tarihi: 08.07.2019.

İnternet: 29470 Sayılı Resmî Gazete (2015).  
<http://www.resmigazete.gov.tr/ilanlar/eskiilanlar/2015/09/20150909-4.htm#%C3%8701>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.

İnternet: 29913 Sayılı Resmî Gazete (2016).  
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/06/20160625.pdf>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.

İnternet: AA (2018). Karapınar YEKA'ya En Düşük Teklif Kalyon-Hanwha Grubu'ndan. (20.03.2017). <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/karapinar-yekaya-en-dusuk-teklif-kalyon-hanwha-grubundan/775505>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.

İnternet: AAET Antlaşması (1957). [http://aei.pitt.edu/37146/1/Euratom\\_Treaty\\_1957.pdf](http://aei.pitt.edu/37146/1/Euratom_Treaty_1957.pdf), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: AB Çevre, Kamu Sağlığı ve Gıda Güvenliği Komitesi (2011). *Climate Change*. [http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009\\_2014/documents/envi/dv/201/201104/20110419\\_envi\\_background\\_note\\_en.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/envi/dv/201/201104/20110419_envi_background_note_en.pdf), Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.

İnternet: AB Resmî Gazetesi (2003). No: L176. <https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:caeb5f68-61fd-4ea8-b3b5->

- [00e692b1013c.0004.02/DOC\\_1&format=PDF, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0055&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0055&from=EN), Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.
- İnternet: AB Resmî Gazetesi (2009). *No: L140*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2009:140:FULL&from=ES>, Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.
- İnternet: AB Resmî Gazetesi (2009). *No: L211*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2009:211:FULL&from=EN>, Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.
- İnternet: AB Resmî Gazetesi (2012). *No: L315*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2012:315:FULL&from=EN>, Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.
- İnternet: Almanya Federal Hükümeti (2019). *Bundesregierung Setzt Laufzeitverlängerung für Drei Monate aus*. <https://archiv.bundesregierung.de/archiv-de/bundesregierung-setzt-laufzeitverlaengerung-fuer-drei-monate-aus-425326#Start>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: APERC (2007). *A Quest for Energy Security in the 21<sup>st</sup> Century: Resources and Constraints*. [http://aperc.ieej.or.jp/file/2010/9/26/APERC\\_2007\\_A\\_Quest\\_for\\_Energy\\_Security.pdf](http://aperc.ieej.or.jp/file/2010/9/26/APERC_2007_A_Quest_for_Energy_Security.pdf), Son Erişim Tarihi: 19.05.2016.
- İnternet: Avrupa Komisyonu (2000). *Green Paper: Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply*. [http://iet.jrc.ec.europa.eu/remea/sites/remea/files/green\\_paper\\_energy\\_supply\\_en.pdf](http://iet.jrc.ec.europa.eu/remea/sites/remea/files/green_paper_energy_supply_en.pdf), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Avrupa Komisyonu (2008). *20 20 by 2020 Europe's Climate Change Opportunity*. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0030:FIN:EN:PDF>, Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.
- İnternet: Avrupa Komisyonu (2010). *Energy 2020: A Strategy for Competitive, Sustainable and Secure Energy*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010SC1346&from=EN>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Avrupa Komisyonu (2014). *European Energy Security Strategy*. <https://www.eesc.europa.eu/resources/docs/european-energy-security-strategy.pdf>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Avrupa Komisyonu (2015). *Energy Union Package*. [https://setis.ec.europa.eu/system/files/Communication\\_Energy\\_Union\\_en.pdf](https://setis.ec.europa.eu/system/files/Communication_Energy_Union_en.pdf), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.



- İnternet: Avrupa Komisyonu (2019a). *EU Enlargement Factsheet*. [https://ec.europa.eu/neighbourhood-enlargement/sites/near/files/pdf/publication/factsheet\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/neighbourhood-enlargement/sites/near/files/pdf/publication/factsheet_en.pdf), Son Erişim Tarihi: 10.05.2019).
- İnternet: Avrupa Komisyonu (2019b). *2020 Climate & Energy Package*. [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en), Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.
- İnternet: Avrupa Komisyonu (2019c). *2030 Climate & Energy Framework*. [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Avrupa Komisyonu (2019d). *First Report on the State of the Energy Union*. [https://ec.europa.eu/commission/energy-union-and-climate/state-energy-union\\_en](https://ec.europa.eu/commission/energy-union-and-climate/state-energy-union_en), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Avrupa Komisyonu (2019e). *Energy Efficiency: Saving Energy, Saving Money*. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Avrupa Konseyi (2014). *2030 Climate and Energy Policy Framework*. [https://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms\\_data/docs/pressdata/en/ec/145356.pdf](https://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145356.pdf), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Komisyonu (1968). *First Guideline for a Community Energy Policy*. <http://aei.pitt.edu/5134/1/5134.pdf>, Son Erişim Tarihi: 10.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Komisyonu (1974). *Towards A New Energy Policy Strategy for the European Community*. <http://aei.pitt.edu/5190/1/5190.pdf>, Son Erişim Tarihi: 10.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Komisyonu (1977). *Second Report on the Achievement of Community Energy Policy Objectives for 1985*. <http://aei.pitt.edu/6332/1/6332.pdf>, Son Erişim Tarihi: 10.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Komisyonu (1979). *The Energy Programme of the European Communities*. [http://aei.pitt.edu/32880/1/COM\(79\)527final.pdf](http://aei.pitt.edu/32880/1/COM(79)527final.pdf), Son Erişim Tarihi: 10.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Komisyonu (1982). *The European Community's Energy Strategy*. <http://aei.pitt.edu/14633/1/EurFile8-82.PDF>, Son Erişim Tarihi: 10.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Komisyonu (1988). *The Internal Energy Market*. <http://aei.pitt.edu/4037/1/4037.pdf>, Son Erişim Tarihi: 10.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Komisyonu (1989a). *Energy in Europe: Energy Policies and Trends in the European Community*. <http://aei.pitt.edu/79859/1/14.Dec1989.pdf>, Son Erişim Tarihi: 15.05.2019.

- İnternet: Avrupa Toplulukları Komisyonu (1989b). *Energy in Europe: Energy Policies and Trends in the European Community*. [http://aei.pitt.edu/79858/1/13.May\\_1989.pdf](http://aei.pitt.edu/79858/1/13.May_1989.pdf), Son Erişim Tarihi: 15.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Komisyonu (1995a). *For A European Union Energy Policy: Green Paper*. [http://aei.pitt.edu/1185/1/energy\\_gp\\_COM\\_94\\_659.pdf](http://aei.pitt.edu/1185/1/energy_gp_COM_94_659.pdf), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Komisyonu (1995b). *An Energy Policy for the European Union: White Paper*. [http://aei.pitt.edu/1129/1/energy\\_white\\_paper\\_COM\\_95\\_682.pdf](http://aei.pitt.edu/1129/1/energy_white_paper_COM_95_682.pdf), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Komisyonu (2006). *Green Paper: A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52006DC0105&from=EN>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi (1968) *No: L308/14*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31968L0414&from=EN>, Son Erişim Tarihi: 10.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi (1972). *No: L291/154*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31972L0425&from=EN>, Son Erişim Tarihi: 10.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi (1973). *No: L228*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31973L0238&from=EN>, Son Erişim Tarihi: 10.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi (1975). *No: L153*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31975L0339&from=EN>, Son Erişim Tarihi: 10.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi (1997). *No: L27*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:1997:027:FULL&from=EN>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi (1998). *No: L204*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0030&from=EN>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Beveridge, R., Kern, K. (2013). The “Energiewende” in Germany: Background, Development and Future Challenges. *ResearchGate*, [https://www.researchgate.net/publication/261361224\\_The\\_'Energiewende'\\_in\\_Germany\\_Background\\_Development\\_and\\_Future\\_Challenges](https://www.researchgate.net/publication/261361224_The_'Energiewende'_in_Germany_Background_Development_and_Future_Challenges), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

- İnternet: Bilginoğlu, M.A. (1984). AET'nin Ortak Enerji Politikası. *DergiPark*, 6, 45-56. <https://dergipark.org.tr/download/article-file/517579>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Blyth, W., Lefevre, N. (2004). Energy Security and Climate Change Policy Interactions: An Assessment Framework. *IEA Information Paper*, 1-88. [http://zanran\\_storage.s3.amazonaws.com/www.iea.org/ContentPages/26172479.pdf](http://zanran_storage.s3.amazonaws.com/www.iea.org/ContentPages/26172479.pdf), Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: BOTAŞ (2016). *Silivri İşletme Müdürlüğü: Anasayfa*. <https://silivriebt.botas.gov.tr/index.php/tr/>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: BOTAŞ (2019a). *Doğal Gaz Boru Hatları ve Projeleri*. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz-Boru-Hatlari-ve-Projeleri>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: BOTAŞ (2019b). *TANAP*. <https://www.botas.gov.tr/Sayfa/tanap/122>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: BOTAŞ (2019c). *TANAP Projesi*. <http://www.botas-ahk.gov.tr/tr/proje/tanap-projesi.aspx>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: BOTAŞ (2019d). *Depolama*. <https://www.botas.gov.tr/Sayfa/depolama/19>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: BOTAŞ (2019e). *Silivri Yer Altı Doğal Gaz Depolama*. <https://www.botas.gov.tr/Sayfa/silivri-yer-alti-dogal-gaz-depolama/21>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: BOTAŞ (2019f). *Tuz Gölü Yer Altı Doğal Gaz*. <https://www.botas.gov.tr/Sayfa/tuz-golu-yer-alti-dogal-gaz/23>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: BOTAŞ (2019g). *Marmara Ereğlisi LNG Terminali*. <https://www.botas.gov.tr/Sayfa/marmara-ereglisi-lng-terminali/20>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: BOTAŞ (2019h). *FSRU – Dört Yol*. <https://www.botas.gov.tr/Sayfa/fsru-dortyol/24>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: BP (2019). *Baku-Tbilisi-Ceyhan Pipeline*. [https://www.bp.com/en\\_az/caspian/operationsprojects/pipelines/BTC.html](https://www.bp.com/en_az/caspian/operationsprojects/pipelines/BTC.html), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Cherp, A. ve Jewell, J. (2010). Measuring Energy Security: From Universal Indicators to Contextualized Frameworks. [https://www.researchgate.net/publication/236672490\\_Measuring\\_energy\\_security\\_from\\_universal\\_indicators\\_to\\_contextualized\\_frameworks](https://www.researchgate.net/publication/236672490_Measuring_energy_security_from_universal_indicators_to_contextualized_frameworks), Son Erişim Tarihi: 19.05.2016.

- İnternet: Cherp, A., Jewell, J. (2011). The Three Perspectives on Energy Security: Intellectual History, Disciplinary Roots and the Potential for Integration. [https://www.researchgate.net/publication/236672467\\_The\\_Three\\_Perspectives\\_on\\_Energy\\_Security\\_Intellectual\\_History\\_Disciplinary\\_Roots\\_and\\_the\\_Potential\\_for\\_Integration](https://www.researchgate.net/publication/236672467_The_Three_Perspectives_on_Energy_Security_Intellectual_History_Disciplinary_Roots_and_the_Potential_for_Integration), Son Erişim Tarihi: 19.05.2016.
- İnternet: Cherp, A. vd. (2012). Energy and Security. <http://portal.research.lu.se/ws/files/5735037/4239056.pdf>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2016.
- İnternet: Cohen, G., Joutz, F. Ve Loungani, P. (2011). Measuring Energy Security: Trends in the Diversification of Oil and Natural Gas Supplies. *IMF Working Paper/11/39*, 1-40. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2011/wp1139.pdf>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2016.
- İnternet: Çevre, Doğayı Koruma ve Nükleer Güvenlik Federal Bakanlığı (2000). *Act on Granting Priority to Renewable Energy Sources (Renewable Energy Sources Act)*. <https://www.lexadin.nl/wlg/legis/nofr/eur/arch/ger/resact.pdf>, Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.
- İnternet: Çevre, Doğayı Koruma ve Nükleer Güvenlik Federal Bakanlığı (2010). *Energy Concept for an Environmentally Sound, Reliable and Affordable Energy Supply*. <https://www.osce.org/secretariat/101047?download=true>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: de Jong, J., van der Linde, C. (2008). EU Energy Policy in a Supply-constrained World. *Sieps*. [http://www.sieps.se/en/publications/2008/eu-energy-policy-in-a-supply-constrained-world-200811epa/Sieps\\_2008\\_11epa.pdf?](http://www.sieps.se/en/publications/2008/eu-energy-policy-in-a-supply-constrained-world-200811epa/Sieps_2008_11epa.pdf?), Son Erişim Tarihi: 29.10.2018.
- İnternet: Doğal Gaz Piyasası Tarifeler Yönetmeliği (2016). <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/10/20161013-3.htm>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: Dünya Bankası (2018). *Global Wind Atlas*. <https://globalwindatlas.info/en/downloads/World>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: Dünya Bankası (2019a). [https://datacatalog.worldbank.org/search?sort\\_by=field\\_wbddh\\_modified\\_date&sort\\_order=DESC&f%5B0%5D=field\\_license\\_wbddh%3A1335](https://datacatalog.worldbank.org/search?sort_by=field_wbddh_modified_date&sort_order=DESC&f%5B0%5D=field_license_wbddh%3A1335), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Dünya Bankası (2019b). *Global Solar Atlas*. <https://globalsolaratlas.info/>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: EIA (2018a). *Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2018*. [https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/electricity\\_generation.pdf](https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/electricity_generation.pdf), Son Erişim Tarihi: 01.10.2018.



İnternet: ETKB (2019f). *Hidrolik*. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.

İnternet: ETKB (2019g). *Nükleer Enerji*. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Nukleer-Enerji>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.

İnternet: Eurostat (2016). *Sectoral Oil Dependency*. <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Sectoral-Oil-dependency-1990-2014.png#filelinks> , Son Erişim Tarihi: 19.05.2017.

İnternet: Eurostat (2018). *Production of Primary Energy Decreased between 2006 and 2016*. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_production\\_and\\_imports#Production\\_of\\_primary\\_energy\\_decreased\\_between\\_2006\\_and\\_2016](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_production_and_imports#Production_of_primary_energy_decreased_between_2006_and_2016), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: Eurostat (2019a). *Energy Import Dependence*. [https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=sdg\\_07\\_50&language=en](https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=sdg_07_50&language=en), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: Eurostat (2019b). *Glossary: Kyoto Protocol*. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Kyoto\\_Protocol](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Kyoto_Protocol), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: Eurostat (2019c). *Database*. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: Eurostat (2019d). *EU Imports of Energy Products – Recent Developments*. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/46126.pdf>, Son Erişim Tarihi: 10.05.2019.

İnternet: Federal Dışişleri Bakanlığı (2019). *The German Energiewende*. <https://www.auswaertiges-amt.de/en/aussenpolitik/themen/energie/energiewende-node>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: Frondel, M. ve Schmidt, C. M. (2008). Measuring Energy Security: A Conceptual Note. *Ruhr Economic Papers #52*, 1-19. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/26817/1/572040385.PDF>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2016.

İnternet: GÜNDER (2016). *Karapınar YEKA İhalesi*. <https://www.gunder.org.tr/>, Son Erişim Tarihi: 18.11.2016.

İnternet: Hamilton, J. D. (2011). “Historical Oil Shocks”. *NBER Working Paper Series: Working Paper 16790*, 1-51. <http://www.nber.org/papers/w16790.pdf>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2017.

İnternet: IEA (2019a). *Renewables*. <https://www.iea.org/topics/renewables/>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: IEA (2019b). *Electricity Feed-in Law of 1991 (“Stromeinspeisungsgesetz”)*. <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/germany/name-21002-en.php>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: IEA (2019c). *Renewable Energy Sources Act (Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG)*. <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/germany/name-21702-en.php>, Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.

İnternet: İlbank (2019). *Rüzgar Enerjisi*. <https://www.ilbank.gov.tr/index.php?Sayfa=htmlsayfa&hid=2163>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.

İnternet: IMF (2000). *The Impact of Higher Oil Prices on the Global Economy*. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/oil/2000/#foot1>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2017.

İnternet: Inhoffen, J., Siemroth, C., Zahn, P. (2018). Minimum Prices and Social Interactions: Evidence from the German Renewable Energy Program. *Energy Economics*, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.11.034>, Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.

İnternet: IRENA (2018a). *Benefits*. <https://www.irena.org/benefits>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: IRENA (2018b). *LCOE 2010-2017*. <http://resourcere.irena.org/gateway/dashboard/?topic=3&subTopic=1065>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: IRENA (2018c). *Renewable Capacity Statistics 2018*. [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Mar/IRENA\\_RE\\_Capacity\\_Statistics\\_2018.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Mar/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2018.pdf), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: İktisadî İşler ve Çevre Federal Bakanlığı (2019). *Our Energy Transition for An Energy Supply That is Secure, Clean, and Affordable*. <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Dossier/energy-transition.html>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: Jakovac, P. (2012). Electricity Directives and Evolution of the EU Internal Electricity Market. *Ekonomiska Misao i Praksa*, 1, 315-338. <https://hrcaak.srce.hr/83790>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.

İnternet: Jansen, J. C., van Arkel, W. G. ve Boots, M. G. (2004). Designing Indicators of Long-Term Energy Supply Security. <https://www.ecn.nl/docs/library/report/2004/c04007.pdf>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2016.

İnternet: Jewell, J. (2011). The IEA Model of Short-Term Energy Security (MOSES): Primary Energy Sources and Secondary Fuels. *IEA Working Paper*, 1-46. <https://pdfs.semanticscholar.org/f8ad/371edeac850f825219c9368d66cf0be7cad9.pdf>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.

- İnternet: Kuittinen, H., Velte, D. (2018). Energiewende. *European Commission Case Study Report*, B-1049. [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/mission\\_oriented\\_r\\_and\\_i\\_policies\\_case\\_study\\_report\\_energiewende-de.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/mission_oriented_r_and_i_policies_case_study_report_energiewende-de.pdf), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: le Coq, C., Paltseva, E. (2009). Measuring the Security of External Energy Supply in the European Union. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1473781](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1473781), Son Erişim Tarihi: 19.05.2016.
- İnternet: Lizbon Antlaşması (2007). [https://www.ecb.europa.eu/ecb/legal/pdf/en\\_lisbon\\_treaty.pdf](https://www.ecb.europa.eu/ecb/legal/pdf/en_lisbon_treaty.pdf), Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.
- İnternet: Lüksemburg Hükümeti (2018). *The Benelux*. <https://gouvernement.lu/en/dossiers/2018/benelux.html>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Mokyr, J. (1998). The Second Industrial Revolution. [https://econ.tau.ac.il/sites/economy\\_en.tau.ac.il/files/media\\_server/Economics/PDF/Mini%20courses/castronovo.pdf](https://econ.tau.ac.il/sites/economy_en.tau.ac.il/files/media_server/Economics/PDF/Mini%20courses/castronovo.pdf), Son Erişim Tarihi: 19.05.2017.
- İnternet: New York Times (2019). 14-Year Cleanup At Three Mile Island Concludes. (1993, August 15). <https://www.nytimes.com/1993/08/15/us/14-year-cleanup-at-three-mile-island-concludes.html>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: NREL (2019). *Renewable Portfolio Standards* <https://www.nrel.gov/state-local-tribal/basics-portfolio-standards.html>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Oak Ridge National Laboratory (2017). <http://cta.ornl.gov/data/chapter3.shtml>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2017.
- İnternet: OPEC (2017). <http://woo.opec.org/index.php/oil-supply-and-demand-outlook-2040/data-download>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2017.
- İnternet: Paris Antlaşması (1951). <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:11951K:EN:PDF>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Pederson, K., Behrens, A., Egenhofer, C. (2008). Energy Policy Europe: Identifying the European Added-Value. *Centre for European Policy Studies*, 1-47. <http://aei.pitt.edu/9530/2/9530.pdf>, Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.
- İnternet: Roma Antlaşması (1957). [https://ec.europa.eu/romania/sites/romania/files/tratatul\\_de\\_la\\_roma.pdf](https://ec.europa.eu/romania/sites/romania/files/tratatul_de_la_roma.pdf), Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: Scheepers, M., Seebregts, A., de Jong, J., Maters, H. (2007). EU Standards for Energy Security of Supply: Updates on the Crisis Capability Index and the Supply/Demand Index Quantification for EU-27. *Energy Research Centre of the*



- Netherlands*, 1-102. <https://www.ecn.nl/docs/library/report/2007/c07004.pdf>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2016.
- İnternet: Sovacool, B. K., Brown, M. A. (2009). Competing Dimensions of Energy Security: An International Perspective. *Georgia Tech Ivan Allen College school of Public Policy Working Paper Series*, No: 45. <https://pdfs.semanticscholar.org/4928/01a5474a5376775e732c1062ed01463a9b78.pdf>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2017.
- İnternet: Stirling, A. (1994a). Diversity and Ignorance in Electricity Supply Investment: Addressing the Solution Rather Than the Problem. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0301421594901597>, Son Erişim Tarihi:19.05.2016.
- İnternet: Stirling, A. (1999). On the Economics and Analysis of Diversity. *University of Sussex SPRU Electronic Working Papers Series*, No: 28. <https://pdfs.semanticscholar.org/08e8/fb40fdbfd91fec63fc632d91b7dbc5779ea1.pdf>, Son Erişim Tarihi:19.05.2016.
- İnternet: TANAP (2019a). *TANAP Hakkında*. <https://www.tanap.com/kurumsal/hakimizda/>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: TANAP (2019b). *TANAP Nedir?*. <https://www.tanap.com/tanap-projesi/tanap-nedir/>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: TAP (2019). *Trans Adriatic Pipeline*. <https://www.tap-ag.com/>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: T.C. Dışişleri Bakanlığı (2013). *Avrupa Birliği'nin Tarihçesi*. <https://www.ab.gov.tr/105.html>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: T.C. Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı (2017). *Fasıl 15-Enerji*. <https://www.ab.gov.tr/80.html>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: TEİAŞ (2019). *Türkiye Elektrik Üretim-İletim 2017 Yılı İstatistikleri*. <https://www.teias.gov.tr/tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-2017-yili-istatistikleri>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: Thomchick, E. (1993). The Persian Gulf War: Short-Term Impacts on Ocean and Air Transportation. [http://www.jstor.org/stable/20713195?Search=yes&resultItemClick=true&searchText=The&searchText=1991&searchText=Persian&searchText=Gulf&searchText=War:&searchText=Short-Term&searchText=Impacts&searchText=on&searchText=Ocean&searchText=and&searchText=Air&searchText=Transportation&searchUri=%2Faction%2FdoBasicSearch%3Ffc%3Doff%26amp%3Bwc%3Don%26amp%3Bacc%3Doff%26amp%3BQuery%3DThe%2B1991%2BPersian%2BGulf%2BWar%253A%2BShort-Term%2BImpacts%2Bon%2BOcean%2Band%2BAir%2BTransportation%26amp%3Bgroup%3Dnone&refreqid=search%3Ac5e19a75714c0faca15238e08e153b39&seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/20713195?Search=yes&resultItemClick=true&searchText=The&searchText=1991&searchText=Persian&searchText=Gulf&searchText=War:&searchText=Short-Term&searchText=Impacts&searchText=on&searchText=Ocean&searchText=and&searchText=Air&searchText=Transportation&searchUri=%2Faction%2FdoBasicSearch%3Ffc%3Doff%26amp%3Bwc%3Don%26amp%3Bacc%3Doff%26amp%3BQuery%3DThe%2B1991%2BPersian%2BGulf%2BWar%253A%2BShort-Term%2BImpacts%2Bon%2BOcean%2Band%2BAir%2BTransportation%26amp%3Bgroup%3Dnone&refreqid=search%3Ac5e19a75714c0faca15238e08e153b39&seq=1#page_scan_tab_contents), Son Erişim Tarihi: 19.05.2017.

- İnternet: TP (2018b). *Hakkımızda*. <http://www.tppd.com.tr/tr/kurumsal/hakkimizda/1>, Son Erişim Tarihi: 15.05.2019.
- İnternet: Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı (2013). *Avrupa Birliği'nin Tarihçesi*. <https://www.ab.gov.tr/105.html>, Son Erişim Tarihi: 15.05.2019.
- İnternet: Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı (2019). *Türkiye'nin Enerji Profili ve Stratejisi*. [http://www.mfa.gov.tr/turkiye\\_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa](http://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa), Son Erişim Tarihi: 19.06.2019.
- İnternet: Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı (2017). *Fasıl 15-Enerji*. <https://www.ab.gov.tr/p.php?e=80>, Son Erişim Tarihi: 19.06.2019.
- İnternet: UN (1998). *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>, Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.
- İnternet: UNFCCC (2012). *Doha Amendment to the Kyoto Protocol*, <https://treaties.un.org/doc/Treaties/2012/12/20121217%2011-40%20AM/CN.718.2012.pdf>, Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.
- İnternet: UNDP, UNDESA ve WEC (2000). *World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability*. <http://www.undp.org/content/dam/aplaws/publication/en/publications/environment-energy/www-ee-library/sustainable-energy/world-energy-assessment-energy-and-the-challenge-of-sustainability/World%20Energy%20Assessment-2000.pdf>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2016.
- İnternet: UNDP, UNDESA ve WEC (2004). *World Energy Assessment: Overview 2004 Update*. [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2420World\\_Energy\\_Assessment\\_Overview\\_2004\\_Update.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2420World_Energy_Assessment_Overview_2004_Update.pdf), Son Erişim Tarihi: 19.05.2017.
- İnternet: UNFCCC (2019). *What is the Kyoto Protocol?*. [https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol), Son Erişim Tarihi: 23.04.2019.
- İnternet: van Neuss, L. (2015). "Why did the Industrial Revolution Start in Britain?". <https://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/188592/1/Why%20Did%20the%20Industrial%20Revolution%20Start%20in%20Britain.pdf>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2016.
- İnternet: Weidner, H. (1995). 25 Years of Modern Environmental Policy in Germany: Treading A Well-Worn Path to the Top of the International Field. *Social Science Research Center Berlin*, FS II 95-301, 1-94. <https://www.econstor.eu/obitstream/10419/48980/1/189347120.pdf>, Son Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- İnternet: YEGM (2012a). *Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA)*. <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>, 10.05.2018.

- İnternet: YEGM (2012b). *Türkiye’de Güneş Enerjisi*. <http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/tgunes.html>, Son Erişim Tarihi: 17.11.2016.
- İnternet: YEGM (2017). *İşletmedeki Rüzgar Elektrik Santralleri*. [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/isletmedeki\\_resler.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/isletmedeki_resler.aspx), Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: YEGM (2018). *Türkiye’nin Hidroelektrik Potansiyeli*. [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h\\_turkiye\\_potansiyel.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h_turkiye_potansiyel.aspx), Son Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- İnternet: Yergin, D. (2006). “Ensuring Energy Security”. [http://www.un.org/ga/61/second/daniel\\_yergin\\_energysecurity.pdf](http://www.un.org/ga/61/second/daniel_yergin_energysecurity.pdf), 19.05.2016.
- Jänicke, M., Jacob, K. (2009). A Thrid Industrial Revolution?. *Forschungsstelle für Umweltpolitik*, Report 02-2009, 1-29.
- Jegen, M. (2014). Energy Policy in the European Union: The Power and Limits of Discourse. *Les Cahiers Europeens de Sciences Po*. 1-22.
- Jevons, H. S. (1931). The Second Industrial Revolution. *The Economic Journal*, 41(161). 1-18.
- Jewell, J., Cherp, A. ve Riahi, K. (2014). Energy security under De-Carbonization Scenarios: An Assessment Framework and Evaluation under Different Technology and Policy Choices. *Energy Policy*, 65, 743-760.
- Kaltschmitt, M. (2019). “Renewable Energy from Biomass: Introduction”. M. Kaltschmitt (Ed.), *Energy from Organic Materials (Biomass): A Volume in the Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*. (İkinci Baskı). New York: Springer, 1.
- Karan, M.B., Kazdağlı, H. (2011). “The Development of Energy Markets in Europe”. A. Dorsman, W. Westerman, M.B. Karan, Ö. Arslan (Ed.), *Financial Aspects in Energy: A European Perspective*. (Birinci Baskı). Heidelberg: Springer, 11-32.
- Kaymakçioğlu, F. (2010). *Enerji Sektöründe İpotekli Yaşam* (Birinci Baskı). Ankara: Ürün Yayınları, 115.
- Kılavuz, A.K. (2009). Enerji Şartı Anlaşması Çerçevesinde Uyuşmazlıkların Çözümü. *Gazi Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, C. XIII, Y., 179-215.
- Kilian, L., Hicks, B. (2013). Did Unexpected Strong Economic Growth Cause the Oil Price Shock of 2003-2008?. *Journal of Forecasting*, 32, 385-394.
- Knudsen, A-C.L. (2012). “The 1970 and 1975 Budget Treaties: Enhancing the Democratic Architecture of the Community”. F. Laursen (Ed.), *Designing the European Union: From Paris to Lisbon*. (Birinci Baskı). New York: Palgrave, 98-123.
- Kruyt, B., van Vuuren, D.P., de Vries, H.J.M. ve Groeneberg, H. (2009). Indicators for Energy Security. *Energy Policy*, 37, 2166-2181.

- Langsdorf, S. (2011). EU Energy Policy: From the ECSC to the Energy Roadmap 2050. *Green European Foundation*, 1-9.
- Laursen, F. (2012). "Introduction: On the Study of EU Treaties and Treaty Reforms". F. Laursen (Ed.), *Designing the European Union: From Paris to Lisbon*. (Birinci Baskı). New York: Palgrave, 1-15.
- Lefevre, N. (2010). Measuring the Energy Security Implications of Fossil Fuel Resource Concentration. *Energy Policy*, 38, 1635-1644.
- Lipczynski, J., Wilson, J. ve Goddard, J. (2005). *Industrial Organization: Competition, Strategy, Policy*, (İkinci Baskı). Essex: Pearson Education Limited, 217.
- Lisserre, M., Sauter, T. Ve Hung, J. Y. (2010). Future Energy Systems. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, Mart 2010, 18-37.
- Löschel, A., Moslener, U. ve Rübhelke, D. T. G. (2010). Indicators of Energy Security in Industrialised Countries. *Energy Policy*, 38, 1665-1671.
- Maltby, T. (2013). European Union Energy Policy Integration: A Case of European Commission Policy Entrepreneurship and Increasing Supranationalism. *Energy Policy*, 55, 435-444.
- Martchamadol, J., Kumar, S. (2013). An Aggregated Energy Security Performance Indicators. *Applied Energy*, 103, 653-670.
- Matlary, J.H. (1997). *Energy policy in the European Union* (Birinci Baskı). Londra: MacMillan Press LTD., 20.
- MacZulak, A. (2010). *Renewable Energy: Sources and Methods* (Birinci Baskı). New York: Facts on File, Inc., 110.
- Mathias, P. (1969). *The First Industrial Nation: Economic History of Britain, 1700-1914* (Birinci Baskı). Londra: Methuen Publishing.
- Matejicek, L. (2017). *Assessment of Energy Sources Using GIS* (Birinci Baskı). İsviçre: Springer, 126, 165, 237-238.
- Maugeri, L. (2006). *The Age of Oil: The Mythology, History, and Future of the World's Most Controversial Resource* (Birinci Baskı). Connecticut: Praeger, 19.
- McCloskey, D. (1985). "The Industrial Revolution 1780-1860: A Survey". J. Mokyr (Ed.), *The Economics of the Industrial Revolution*. ABD: Rowman & Littlefield Publishing Inc., 53-74.
- Michaelidas, E.E. (2012). *Alternative Energy Sources* (Birinci Baskı). Texas: Springer, 319.
- Mikdashi, Z. (1975). The OPEC Process. *Daedalus*, 104(4), 203-215.

- Mitchell, T. (2011). *Carbon Democracy: Political Power in the Age of Oil* (Birinci Baskı). Londra: Verso, 86.
- Mokyr, J. (Editör). (1985). *The Economics of the Industrial Revolution*, New Jersey: Rowman & Littlefield Publishing Inc., 1-51.
- Nef, J. U. (1934). The Progress of Technology and Growth of Large-Scale Industry in Great Britain, 1540-1640. *The Economic History Review*, 5(1), 3-24.
- Nersesian, R.,L. (2010). *Energy for the 21st Century: A Comprehensive Guide to Conventional and Alternative Sources* (İkinci Baskı), New York: M. E. Sharpe, 229.
- Nersesian, R.,L. (2016). *Energy Economics: Markets, History and Policy* (Birinci Baskı). New York: Routledge, 72.
- Noreng, Ø. (2006). *Crude Power: Politics and The Oil Market* (İkinci Baskı), Londra: I. B. Tauris, 11,21,23.
- Olah, G.A., Goepfert, A., Prakash, G.K.S. (2009). *Beyond Oil and Gas: The Methanol Economy* (Birinci Baskı). Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 25.
- Pandey, B., Karki, A. (2017). *Hydroelectric Energy: Renewable Energy and the Environment* (Birinci Baskı). Florida: CRC Press, 1.
- Parra, F. (2004). *Oil Politics: A Modern History of Petroleum* (Birinci Baskı). Londra: I. B. Tauris, 33, 146, 215, 295-298.
- Peebles M.W.H. (1980). *Evolution of the Gas Industry* (Birinci Baskı). Londra: The MacMillan Press, 5-6.
- Penrose, E. (1975). The Development of Crisis. *Daedalus*, 104(4), 39-57.
- Pielow, J.C., Lewendel, B.J. (2011). "The EU Energy Policy After the Lisbon Treaty". A. Dorsman, W. Westerman, M.B. Karan, Ö. Arslan (Ed.), *Financial Aspects in Energy: A European Perspective*. (Birinci Baskı). Heidelberg: Springer, 147-166.
- PİGM (1995). *1995 Petrol Faaliyeti*.
- Price, G.D. (2018). *Renewable Power and Energy: Wind and Thermal Systems Volume II* (Birinci Baskı). New York: Momentum Press, 33.
- Radovanić, M., Filipović, S., Pavlović, D. (2017). Energy Security Measurement – A Sustainable Approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68(2), 1020-1032.
- Reichert. K. (1979). "Energy Policy Report". G. Ionescu (Ed.), *The European Alternatives: An Inquiry into the Policies of the European Community*. Hollanda: Sijthoff & Noordhoff, 117-136.

- Renn, O., Marshall, J.P. (2016). Coal, Nuclear and Renewable Energy Policies in Germany: From the 1950s to the “Energiewende”. *Energy Policy*, 99, 224-232.
- Roy, J. (2012). “All Roads Lead to Rome: Background, Content and Legacy of the Treaties in the European Economic and European Atomic Energy Communities”. F. Laursen (Ed.), *Designing the European Union: From Paris to Lisbon*. (Birinci Baskı). New York: Palgrave, 48-76.
- Roy, N.,K., Das, A. (2018). “Prospects of Renewable Energy Sources”. M.R. Islam, N.K. Roy, S. Rahman (Ed.), *Renewable Energy and the Environment*. Singapur: Springer, 2.
- Shannon, C. E., Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*, (Birinci Baskı). Urbana: The University of Illinois Press, 50.
- Smil, V. (2010). *Energy Transitions: History, Requirements, Prospects* (Birinci Baskı). California: Praeger, 40,107.
- Smith, B. (2007). *Hard Times in the Lands of Plenty: Oil Politics in Iran and Indonesia* (Birinci Baskı). New York: Cornell University Press, 159-163.
- Sovacool, B.K. (2008). The Costs of Failure: A Preliminary Assessment of Major Energy Accidents, 1907-2007 *Energy Policy*, 36, 1802-1820.
- Speight, J. G. (2018). *Handbook of Natural Gas Analysis* (Birinci Baskı). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 3,5,6.
- Stirling, A. (1994b). Diversity in Electricity Supply: A Response to the Reply of Lucas et al. *Energy Policy*, 22(12), 987-992.
- Tekin, A., Williams, P.A. (2011). *Geo-Politics of the Euro-Asia Energy Nexus: The European Union, Russia and Turkey* (Birinci Baskı). New York: Palgrave MacMillan, 118.
- Templet, P. H. (1999). Energy, Diversity and Development in Economic Systems: An Empirical Analysis. *Ecological Economics*, 30, 223-233.
- Termini, V. (2009). “Energy and European Institutions”. S. Micossi, G.L. Tosato (Ed.), *European Union in the 21st Century: Perspectives from the Lisbon Treaty*. Paris: CEPS, 98-118.
- TKİ (2012). *Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2011*.
- TKİ (2013). *Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2012*.
- TKİ (2014). *Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2013*.
- TKİ (2015). *Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2014*.
- TKİ (2016). *Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2015*.

- TKİ (2017). *Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2016*.
- TKİ (2018). *Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2017*.
- TMMOB (2017). *Türkiye Petrolleri Raporu Ekim 2017*.
- TP (2018a). *2017 Yılı Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu*.
- TTK (2018). *2017 Yılı Taşkömürü Sektör Raporu*.
- Twidell, J., Weir, T. (2015). *Renewable Energy Resources* (Üçüncü Baskı). New York: Routledge, 153.
- Usher, B. (2019). *Renewable Energy: A Primer for the Twenty-First Century* (Birinci Baskı). New York: Columbia University Press, 43,57.
- Vernon, R. (1975). An Interpretation. *Daedalus*, 104(4), 1-14.
- Viswanthan, B. (2017). *Energy Sources: Fundamentals of Chemical Conversion Processes and Applications* (Birinci Baskı). Amsterdam: Elsevier, 59,62,140.
- von Hirschhausen, C. (2018). "German Energy and Climate Policies: A Historical Overview". C. von Hirschhausen, C. Gerbaulet, C. Kemfert, C. Lorenz, P-Y. Oei (Ed.), *Energiewende "Made in Germany": Low Carbon Electricity Sector Reform in the European Context*. İsviçre: Springer, 17-44.
- Wallerstein, I. (2011). *Modern Dünya Sistemi III: Kapitalist Dünya Sisteminin Büyük Yayılmının İkinci Evresi 1730-1840*. (Çev. Latif Boyacı). İstanbul: Yarı Yayınları (Eserin orijinali 1989'da yayımlandı), 13.
- WEC (2012). *World Energy Trilemma: 2012 Energy Sustainability Index*.
- WEC (2013). *World Energy Trilemma: 2013 Energy Sustainability Index*.
- WEC (2015). *2015 Energy Trilemma Index: Benchmarking the Sustainability of National Energy Systems*.
- WEC (2016). *World Energy Trilemma Index*.
- WEC (2017). *World Energy Trilemma Index*.
- WEC (2018). *World Energy Trilemma Index*.
- WEF (2013). *The Global Energy Architecture Performance Index Report 2013*.
- WEF (2014). *The Global Energy Architecture Performance Index Report 2014*.
- WEF (2017). *The Global Energy Architecture Performance Index Report 2017*.

- Weldekidan, H., Strezov, V., Town, G. (2019). “Solar Energy for Biofuels Extraction”. V. Strezov, H.M. Anawar (Ed.), *Renewable Energy Systems from Biomass: Efficiency, Innovation, and Sustainability*. Florida: CRC Press, 189-206.
- Winzer, C. (2013). Measuring Energy Security. *Cambridge Working Paper in Economics* **1305**, 1-35.
- Wrigley, E. A. (1988). *Continuity, Chance and Change: The Character of the Industrial Revolution in England* (Birinci Baskı). Edinburgh: Cambridge University Press, 54-55.
- Wrigley, E. A. (1989). *People, Cities and Wealth: The Transformation of Traditional Society* (Birinci Baskı). New Jersey: Blackwell Publishers, 82-84.
- Wrigley, E. A. (2010). *Energy and the English Industrial Revolution* (Birinci Baskı). Edinburgh: Cambridge University Press, 37.
- Yamanto, Y. (2018). *Feed-in Tariffs and the Economics of Renewable Energy* (Birinci Baskı). İsviçre: Springer, 2.
- Zekry, A., Shaker, A., Salem, M. (2018). “ Solar Cells and Arrays: Principles, Analysis, and Design”. I. Yahyaoui (Ed.), *Advances in Renewable Energies and Power Technologies Volume 1 Solar and Wind Energies*. Amsterdam: Elseiver, 3-56.





## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : Öznazik, Halil Alpay  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 11.08.1983 Bartın  
 Medeni hali : Evli  
 Telefon : 0505 7029849  
 e-mail : alpayoznazik@gmail.com



### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi	2013
Lisans	Anadolu Üniversitesi	2008
Lise	Bartın D. F. Anadolu Lisesi	2001

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2008	Sinop Üniversitesi	Arş. Gör.
2010	Gazi Üniversitesi	Arş. Gör.
2018	Sinop Üniversitesi	Arş. Gör.

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

Öznazik, H.A., Narin, M. (2016). Avrupa Birliği'ne Üyelik Sürecindeki Türkiye'de Enerji Arz Güvenliği: Karşılaştırmalı Bir Analiz, *Ekonomik Yaklaşım*, 27 (101), 257-294.

### Hobiler

Sinema, Müzik, Karikatür



*GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..*

