

T.C.
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT DOKTORA PROGRAMI

TÜRKİYE'DE ENERJİ POLİTİKALARININ ETKİNLİĞİ

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN
HAYRİYE TAŞCI

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. M. HANİFİ ASLAN

GAZİANTEP- 2021

T.C.
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT DOKTORA PROGRAMI

TÜRKİYE'DE ENERJİ POLTİKALARININ ETKİNLİĞİ

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN
HAYRİYE TAŞCI

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. M. HANİFİ ASLAN

GAZİANTEP- 2021

TEZ ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Doktora Tezi olarak sunduğum “**Türkiye’de Enerji Politikalarının Etkinliği**” başlıklı çalışmanın tarafımca, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bunlara atıf yaparak yararlanmış olduğumu belirtir ve onurumla doğrularım.

22/03/2021

Hayriye TAŞCI

ÖNSÖZ

Bütün dünyada olduğu gibi, Türkiye’de de enerji politikalarının etkinliği, enerji alanındaki stratejilere ve hedeflerin sürdürülebilirliğine bağlıdır. İstikrarlı bir büyüme için; yeterli, kaliteli, çeşitli ve ucuz enerji arzının sağlanması hayati derecede önemlidir. Enerji kaynaklarına bağımsız olarak sahip olabilmek, bir ülkenin enerji sektöründeki kaderini değiştirecektir. Bir ülke için, kendine ait enerji kaynakları bulunmadığı veya yeterli olmadığı takdirde, en azından enerji arz güvenliğinin sağlanması gerekir. Enerji politikalarının bu temeller üzerine bina edilmiş olması bir zorunluluktur. Dış ticaret dengesi/cari denge üzerinde olumsuz etkiler oluşturan enerji bağımlılığı, ancak etkin kaynak kullanımı, güçlü enerji politikaları, kamusal düzenlemeler ve Ar-Ge çalışmaları ile mümkündür. Her şeyin zamanla değişebileceği gerçeğinden yola çıkarak, geçmişteki politik düzenlemelerin yetersizliklerini bir takım bilimsel yöntemlerle teorik ve ampirik olarak irdeleyerek, etkin yeni politikaların oluşumuna katkıda bulunmak gerekir. Çalışmanın bu anlamda ilgililere faydalı olmasını dilerim.

Tez süreci boyunca bilimsel bakış açıları, tecrübeleri ve bilgi birikimiyle yardımlarını esirgemeyen başta danışman hocam Prof. Dr. M. Hanifi ASLAN’a; Prof. Dr. Zehra Vildan SERİN’e, Prof. Dr. Mehmet ŞENTÜRK’e, Doç. Dr. Mehmet Akif DESTEK’e ve Dr. Öğr. Üyesi Zeynep KÖSE’ye teşekkürlerimi sunarım.

Tezin hazırlanma sürecinde beni yalnız bırakmayan başta annem Kadriye DEMİR’e kız kardeşlerim Meral, Fatma ve tüm aileme sonsuz teşekkür ediyorum.

Hayriye TAŞCI

Gaziantep, 2021

ÖZET

Türkiye’de enerji politikalarının etkin olup olmadığı hususunda yapılan bu araştırmada, bu politikaların ekonomik kalkınmaya, büyümeye, iklim ve çevre mücadelelerine önemli katkıları olduğu bilgisinden yola çıkılmıştır. Bu çalışmada, politika etkinliğini temsilen enerji verimliliğinin seçilmesinin en önemli nedenlerden biri, bu değişkenin, enerji politikalarının bütün amaçlarına hizmet etmesidir. Türkiye için enerji verimliliğini iyileştirme çalışmaları, ekonomik faaliyetlere bağlı olarak doğrudan yabancı yatırımlardan, sanayi katma değerinden, çevre vergisinden, ticari dışa açıklıktan ve reel GSYH etkilenmektedir. Verimliliğin en önemli nicel temsilcisi birincil enerji yoğunluğudur.

Türkiye’de enerji politikalarının etkinliğinin incelenmesi amacını taşıyan bu tez çalışmasında; 1994-2019 dönemine ait yıllık verilerden faydalanılarak, doğrudan yabancı yatırımların, sanayi katma değerinin, çevre vergilerinin, ticari dışa açıklığın ve reel GSYH’nın enerji yoğunluğuna etkileri ARDL Sınır Testi kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile ilgili literatürde daha önce yapılan çalışmaların sonuçları arasında benzerlikler olduğu gözlenmiştir. Buna göre, kısa ve uzun dönemli ARDL tahmini ve varsayım testleri sonucuna göre; doğrudan yabancı yatırımların enerji yoğunluğu üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı görülürken, sanayi katma değeri, çevre vergileri ve ticari dışa açıklığın enerji yoğunluğunu arttırdığı ve dolayısıyla enerji verimliliğini azalttığı, reel GSYH’nın ise enerji yoğunluğunu azalttığı ve dolayısıyla verimliliği arttırdığı sonucuna varılmaktadır. Söz konusu ekonometrik yöntemler, kullanılan modeller ve bunların içerdiği değişkenler çerçevesinde, Türkiye’de enerji politikalarının etkin olmadığına işaret etmektedir. Bununla beraber, son 5-10 yılda, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak üzere yapılan yatırımlar ve Akkuyu Nükleer Enerji Santrali’nin inşasındaki ilerlemeler gelecek için umut vericidir.

Anahtar kelimeler: Enerji Yoğunluğu, Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Sanayi Katma Değeri, Ticari Dışa Açıklık, Çevre Vergisi ve Reel GSYH

ABSTRACT

In this study, we investigated whether energy policy is effective in Turkey considering the fact that these policies have important contributions to economic development, growth, climate and environmental struggles. One of the most important reasons for choosing energy efficiency to represent policy effectiveness is that this variable serves all the purposes of energy policies. In Turkey energy efficiency improvement efforts are affected by foreign direct investment, industrial added value, the environmental tax, the trade openness and real GDP depending on the economic activities. The most important quantitative representative of efficiency is primary energy density.

In this thesis study, which aimed to assess the effectiveness of energy policies in Turkey; using annual data for the period 1994-2019 the effects of foreign direct investments, industrial value added, environmental taxes, trade openness and real GDP on energy intensity were analyzed with the ARDL Boundary Test. It has been observed that there are similarities between the results obtained in this study and the results of previous studies in the literature. As a conclusion, according to the results of short and long term ARDL estimation and hypothesis tests it is observed that foreign direct investments have no effect on energy intensity whereas industrial value added, environmental taxes and commercial openness increase energy intensity and thus reduce energy efficiency and it is concluded that real GDP decreases energy intensity and thus increases efficiency. Econometric methods discussed here verifies that energy policy in Turkey is not effective. According to econometric analysis and models, it seems that the efficiency of energy policies in Turkey is not effective. Recent Investments in nuclear santrals in Turkey creates a potential hop for Turkey in terms of energy efficiency in the future.

Keywords: Energy Intensity, Foreign Direct Investments, Industry Value Added, Trade Openness, Environmental Tax and Real GDP.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
İÇİNDEKİLER	IV
TABLolar LİSTESİ	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ	IX
KISALTMALAR	X
BİRİNCİ BÖLÜM	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	2
1.3. Araştırmanın Önemi	3
1.4. Tanımlar.....	4
İKİNCİ BÖLÜM	5
ENERJİ, ENERJİ PİYASASI VE EKONOMİ	5
2.1. Enerjinin Tanımı ve Kapsamı	5
2.2. Enerjinin Türleri	5
2.2.1. Isı Enerjisi.....	5
2.2.2. Mekanik Enerji	6
2.2.3. Kimyasal Enerji	6
2.2.4. Nükleer Enerji	6
2.2.5. Elektrik Enerjisi.....	7
2.2.6. Manyetik Enerji	7
2.2.7. Kinetik Enerji	7
2.2.8. Potansiyel Enerji.....	8
2.3. Enerji Kaynakları.....	8
2.3.1. Birincil Enerji Kaynakları	9
2.3.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	11
2.3.1.2. Yenilenebilen Enerji Kaynakları	22
2.3.2. İkincil Enerji Kaynakları	35

2.4. Enerji Kullanımı	38
2.4.1. Sektörel Tüketim	39
2.4.2. Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi.....	41
2.4.3. Nüfus-Tüketim İlişkisi.....	44
2.5. Enerji Arz ve Talebi	45
2.6. Enerji ve İktisadi Büyüme	50
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	56
ENERJİ POLİTİKALARI	56
3.1. Enerji Politikası Kavramı ve Tarihi.....	56
3.2. Enerji Politikasının Amaçları	60
3.3. Enerji Politikasının Araçları	61
3.4. Enerji Politikalarının Analiz Çerçevesi	64
3.4.1. Enerji Politikalarını Etkileyen Unsurlar	65
3.4.1.1. Ekonomik Unsurlar	66
3.4.1.2. Siyasi Unsurlar	67
3.4.1.3. Coğrafi Unsurlar	68
3.4.1.4. Askeri Unsurlar	68
3.4.1.5. Kurumsal Yapı.....	69
3.5. Alternatif Enerji Politikaları	70
3.5.1. Enerji Tasarrufu ve Verimlilik	71
3.5.2. Araştırma-Geliştirme Çalışmaları	72
3.5.3. Arz Güvenliği	75
3.6. Enerji Politikaları ve Kazanımlar	76
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	78
TÜRKİYE’DE ENERJİ SEKTÖRÜ VE ENERJİ POLİTİKALARI.....	78
4.1. Türkiye’ de Enerji Sektörü	78
4.1.1. Enerji Türleri ve Kaynakları.....	80
4.1.2. Türkiye’de Enerji Mevzuatı	84
4.1.3. Türlerine Göre Enerji Üretimi ve Kullanımı	87
4.1.4. Türlerine Göre Enerji İthalatı ve İhracatı	93
4.1.5. Yatırımlar İçin Enerji Kaynaklarının Seçimi	97
4.1.6. Enerji Verimliliği.....	99
4.1.7. Türkiye’de Enerji Piyasası	106

4.1.7.1. Piyasanın Yapısı ve Özellikleri	107
4.1.7.2. Enerji Arzı	108
4.1.7.3. Enerji Fiyatları.....	111
4.1.8. Enerji Bağımlılığı ve Mevcut Sorunlar	112
4.1.9. Türkiye'nin Jeopolitik Konumu	113
4.2. Türkiye'de Enerji Politikaları	115
4.2.1. Türkiye'de Enerji Politikalarının Gelişimi	115
4.2.2. Enerji Politikalarının Yapısı ve Özellikleri	117
4.2.3. Ekonomik Gelişmeler, Enerji Politikaları ve Stratejiler.....	119
4.2.4. Enerji Sektöründe Özelleştirmeler ve Düzenlemeler	120
BEŞİNCİ BÖLÜM	124
TÜRKİYE'DE ENERJİ POLİTİKALARININ ETKİNLİĞİNİN AMPİRİK ANALİZİ	124
5.1. Enerji Politikalarının Etkinliği.....	124
5.2. Literatür Taraması	125
5.3. Enerji Politikalarının Etkinliğinin Ekonometrik Analizi.....	129
5.3.1. Model ve Yöntem	130
5.3.1.1. Dickey - Fuller Birim Kök Testi	131
5.3.1.2. ARDL Eş Bütünleşme Testi	131
5.3.1.3. ARDL Sınır Testi	132
5.3.2. Ampirik Analiz ve Bulguları	132
ALTINCI BÖLÜM.....	139
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	139
KAYNAKÇA	144

TABLolar LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1. Türkiye'nin Birincil Enerji Kaynakları Rezervi (2015)	10
Tablo 2. 2015 Yılı Dünya Üzerindeki Petrol ve Doğal Gaz Rezervlerinin Dağılımı	10
Tablo 3. Petrol Rezervinin Dünyadaki Bölgesel Dağılımı (1990-2000-2010)	12
Tablo 4. Dünya'daki Petrol Üreticileri	13
Tablo 5. Doğal Gaz Üretiminin Dünya'daki Bölgesel Dağılımı (Milyar m ³)	15
Tablo 6. Dünya'daki Doğal Gaz Üreticileri.....	16
Tablo 7. Dünya Görünür Kömür Rezervinin Ülkelere Göre Dağılımı ve Tükenme Ömürleri (2017 Sonu).....	17
Tablo 8. Dünya'daki Kömür Üreticileri (Milyon Ton).....	18
Tablo 9. Türkiye'de Taşkömürü Rezervleri (Ton)	19
Tablo 10. Nükleer Enerjiden Yararlanmayı Planlayan Ülkeler	20
Tablo 11. Dünya'daki Nükleer Enerji Üreticileri	21
Tablo 12. Nükleer Enerji Rezervinin Dünya'daki Bölgesel Dağılımı (Milyon Ton).....	22
Tablo 13. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomik Potansiyelleri ve Kapasite Faktörleri.....	23
Tablo 14. Dünya'nın Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kurulu Gücündeki Değişim	24
Tablo 15. Enerji Santrallerinin Yatırım ve Birim Üretim Maliyetleri	24
Tablo 16. Dünya'da Ülkelere Göre Güneş Enerji Santrali Kurulu Güç Listesi (2020).....	25
Tablo 17. 10 m Yükseklikte Bölgelerin ve Ülkemizin Ortalama Rüzgâr Güç Yoğunlukları (2019).....	28
Tablo 18. Dünya'daki Hidroelektrik Potansiyelleri.....	30
Tablo 19. Hidroelektrik Santralleri Kurulu Güç ve Proje Kapasiteleri (2019)	30
Tablo 20. Dünya'da Ülkelere Göre Jeotermal Enerji Kurulu Gücü (MW) (2019).....	31
Tablo 21. Türkiye'deki Kurulu Gücün Kuruluş Kaynaklarına Göre Dağılımı (MW) (2019)....	32
Tablo 22. Biyokütle Kaynakları, Kullanılan Çevrim Teknikleri, Elde Edilen Yakıtlar ve Uygulanma Alanları.....	33
Tablo 23. Yenilenebilir Kaynaklardan Biyoelektrik Üretimi (2018).....	34
Tablo 24. Türkiye'de Biyogaz Tesislerinin Sayıları ve Kapasiteleri (2018)	34
Tablo 25. Dünya'da ve Türkiye'de Üretilen Elektriğin Yakıt Kaynaklarına Göre Dağılımı (2019).....	37
Tablo 26. Bazı Ülkelerin Kaynak Bazında Elektrik Üretim Oranı (2019).....	37
Tablo 27. Kuruluşlarına Göre Kurulu Gücün Dağılımı (2019, MW)	38
Tablo 28. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (Milyon TEP).....	38
Tablo 29. Genel ve Nihai Enerji Tükeminin Sektörel Dağılımı (Ktep).....	40
Tablo 30. Kaynak Bazında Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi	41
Tablo 31. Türkiye'nin Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (2001-2019).....	43
Tablo 32. İkincil Enerji Kaynakları Tüketimi (2005-2018).....	43
Tablo 33. Bazı Ülkelerin Toplam Birincil Enerji Tahminlerinde Gerçekleşme ve Sapmalar .	47
Tablo 34. Türkiye'de Birincil Enerjide Sektör Talepleri.....	48

Tablo 35. Dünya Enerji Piyasasındaki İlk On Ülke	51
Tablo 36. Ülkelerin 2011 Yılı Nüfus, GSYH/Kişi, Enerji Üretimi ve Tüketim Miktarı	53
Tablo 37. 2011 Yılı Ülkelerin Kişi Başına Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Enerji Yoğunluğu .	54
Tablo 38. Enerji Politikası Araçları.....	62
Tablo 39. Enerji Değer Zinciri Boyunca Ar-Ge ve Yenilik Faaliyeti Konuları.....	73
Tablo 40. Türkiye'nin Birincil Enerji Kaynakları Rezervi (2015-2019).....	81
Tablo 41. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli (2015-2019)	82
Tablo 42. Kaynaklara Göre Kurulu Güç Tablosu (2017-2019)	82
Tablo 43. Türkiye'nin Enerji Mevzuatına İlişkin Kanunlar	85
Tablo 44. Türkiye'de Enerji Kaynaklarına Göre Kurulu Güç ve Üretim Kapasitesi (2011-2019)	87
Tablo 45. Elektrik Enerjisi Üretiminin Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı (2011-2018)	89
Tablo 46. Türkiye'nin Faturalanan Elektrik Tüketim Miktarları (2017-2018).....	90
Tablo 47. Türkiye'deki Petrol Üretimi ve Yurt İçi Tüketimleri (2015-2018)	91
Tablo 48. Türkiye'nin Doğal Gaz Üretimi ve Tüketimleri (2011-2018).....	92
Tablo 49. Türkiye'nin Petrol İthalat ve İhracatı (2012-2018)	95
Tablo 50. Türkiye'nin Doğal Gaz İthalatı ve İhracatı (2012-2018).....	95
Tablo 51. Türkiye'nin LPG İthalatı ve İhracatı (2012-2018)	96
Tablo 52. Türkiye'nin Elektrik İthalatı ve İhracatı (2012-2018).....	96
Tablo 53. Enerji Verimliliği (1990-2020)	99
Tablo 54. Verimlilik Arttırıcı Proje Desteği	103
Tablo 55. Dağıtım Şirketleri Kayıp Oranları (%)	104
Tablo 56. Genel Enerji Talepleri.....	110
Tablo 57. Dickey - Fuller Birim Kök Testi Sonuçları.....	132
Tablo 58. Baounds Sınır Test Sonuçları.....	134
Tablo 59. ARDL Kısa – Uzun Dönem Katsayı Tahmini ve Varsayım Testleri Sonuçları	135

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No:
Şekil 1. Enerji Kaynakları	9
Şekil 2. Dünya Rüzgâr Potansiyelinin Kıtalaraya Göre Dağılımı (2003-2013)	27
Şekil 3. 2019 Yılı Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücündeki Artışın Ülkelere Göre Dağılımı	28
Şekil 4. Türkiye'de Sektörel Enerji Tüketimleri (%).....	41
Şekil 5. Türkiye'nin Nihai Enerji Tüketimi ve Nüfus İlişkisi (2004-2014)	44
Şekil 6. Dünya'da Enerji Türlerine Göre Toplam Birincil Enerji Arzı	46
Şekil 7. Küresel Fosil Yakıt Üretiminin Yıllık Ortalama Değişimi	48
Şekil 8. 1990-2018 Türkiye Toplam Enerji Üretiminin Arzı Karşılama Oranı	50
Şekil 9. Dünya Enerji Tüketimi.....	52
Şekil 10. Enerji Değer Zinciri	72
Şekil 11. Birincil Enerji Yoğunluğu TEP 1000\$.....	101
Şekil 12. Verimlilik Arttırıcı Proje (VAP) Destekleri ile Elde Edilen Enerji Tasarrufu (TEP)	102
Şekil 13. Türkiye'de Elektrik Piyasasının Yapılanma Süreci.....	122
Şekil 14. CUSUM ve CUSUMQ Parametre İstikrar Testi Sonuçları	137

KISALTMALAR

ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirmesi
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
ECSC	: Avrupa Kömür Çelik Topluluğu
AET	: Avrupa Ekonomik Topluluğu
EURATOM	: Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu
NEDO	: Yeni Enerji Geliştirme Örgütü
NOC	: Ulusal Petrol Firmaları
BCM	: Milyar Metre Küp
LNG	: Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Geliştirme Merkezi
ITRE	: Endüstri Araştırma ve Enerji Komitesi
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
UEVEP	: Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı
KTEP	: Kilo Ton Eş değer Petrol

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Dünyada enerji kaynaklarının kullanımı ekonomiler için her zaman son derece önemli olmuştur. Sanayi devrimiyle beraber, makineleşmenin ve kentleşmenin ilerlemesi, enerji tüketiminin artmasına ve enerjiye dayalı bir endüstrinin meydana gelmesine sebep olmuştur. Ayrıca iktisadi faaliyetlerin çoğu da, önemli ölçüde enerji kullanımına bağlıdır. Nüfus artışı da enerji tüketimini arttıran bir faktördür. Enerji tüketiminin her geçen gün artması ve kaynakların tükenebilir olması sebebiyle, insanlar zaman içerisinde değişik enerji kaynakları bulmaya ve mevcut kaynakları geliştirmeye yönelmişlerdir. Çünkü sürdürülebilir bir büyüme için kaynakların devamlılığı önemlidir.

Bir ülkenin ekonomik gelişmesi, halkının daha iyi yaşam standartlarına erişmesi ve uluslararası rekabette üstünlük kazanabilmesi ucuz, güvenilir, çevre dostu ve sürekliliği olan enerji kaynaklarına sahip olmasına bağlıdır. Bu sebeple, enerji kaynaklarının çeşitli olması ve etkin kullanılmasının önemi her geçen gün artmaktadır.

Türkiye enerji üretiminde ve tüketiminde stratejik bir öneme sahip olup, önemli bir enerji piyasası olmaya adaydır. Bunun nedeni, Türkiye'nin enerji koridoru olma özelliği göstermesi, bütün enerji güzergâhlarının Türkiye'den geçmektedir. Özellikle petrol ve doğal gaz konusunda özel bir konuma sahiptir. Avrupa Birliği enerji güvenliğini sağlayabilmek için Türkiye'yi bölgedeki en istikrarlı ülke olarak görmektedir. Bu süreçte Türkiye'nin enerji koridoru olma özelliğini stratejik konumu ile iyice pekiştirerek entegre etmesi gerekmektedir. 10 yılı aşkın bir süredir Türkiye bu anlamda büyük ölçekli projelere destek vermiştir. O halde, enerji nakil hatlarını geliştirecek, yeni iletim hatları planlayacak ve bunları hayata geçirecek etkin bir strateji izlemesi gerekmektedir. Çok yönlü bir enerji politikası izlemesi, ekonomi alanındaki gelişimine ve arz güvenliğine katkı sağlayacaktır.

Bu Tezde, Türkiye'de enerji politikalarının etkinliği analiz edilecek, enerji kaynağının seçimi, piyasa mekanizması, devletin rolü, politikaların performansı ve koordinasyonu üzerine odaklanılarak etkin bir enerji politikasının oluşumuna katkı sağlayacak önerilerde bulunulacaktır.

Çalışmada, “Türkiye’de Enerji Politikaları Etkin midir?” şeklinde bir problem cümlesi belirlenmiştir. Bu çerçevede, problem, Türkiye’de uygulanan enerji politikalarının etkin olup olmadığının araştırılması, belirlenmesi ve etkinlik artırıcı uygun önerilerin yapılmasıdır. Teknik ve tahsis etkinliği sorunu, iktisadi faaliyetlerin tamamı için söz konusu olduğundan, enerji ihtiyacının belirlenmesi ve planlanması, kaynak kullanım durumunun gözden geçirilmesi ve planlanması, maliyet-etkin üretim yöntemlerinin belirlenmesi, bütün bu hususlar kıt kaynakların optimum bir şekilde kullanılabilmesi açısından önemlidir.

Yukarıdaki paragrafın başında yer alan temel soruya, alt problemlerle ilgili aşağıdaki sorular da eklenebilir:

- Enerji politikalarının başarılı ya da başarısız olmasına neden olan faktörler nelerdir?
- Enerji politikalarının ekonomik büyümeyle/gelişmeyle bir ilişkisi var mı?
- Enerji politikalarının verimlilik üzerindeki etkisi belirlenebilir mi?
- Enerji politikasına yönelik beklentiler nelerdir?
- Millileştirme faydalı olur mu? Olursa, bu konuda ne gibi çalışmalar yapılmalıdır?
- Ar-Ge çalışmaları yeterli midir?

Çalışmada bütün bu ve benzer soruların cevaplandırılmasına çalışılacaktır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Tezimizin amacı, enerji politikalarının teorik incelemesinden sonra, Türkiye’de uygulanan enerji politikalarının etkin olup olmadığını belirlemek, etkinlik/etkinsizlik kaynaklarını/nedenlerini tespit etmek, politikalar etkin değilse sorunun çözümü için politikalarda yapılacak değişiklikler ve alınabilecek ilave tedbirler konusunda politika önerilerinde bulunmaktır. Politika etkinliği analizi için, öncelikle genel iktisat politikası teorisini enerji politikası analizine uygulamak gerekmektedir. Bunun için de, işe, politika amaçlarının, hedeflerinin, araçlarının ve stratejilerinin belirlenmesi ile başlamak gerekir. Tezde bu hususlar detaylı olarak incelendikten sonra, bu çerçeve kullanılarak konunun Türkiye’deki enerji politikaları açısından ele alınması amaçlanmaktadır.

Konuyu anlamak ve politika önerilerinde bulunabilmek için, konuyla ilgili önemli değişkenler arasındaki ilişkilerin bilinmesi gerekir. Kurulacak bir model çerçevesinde, Tezin ekonometrik analiz bölümünde bu önemli değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi de amaçlanmaktadır. En sonunda, sıra, elde edilen bulguların yorumlanması ve politika önerilerinde bulunulmasına gelecektir. Daha sonra politikaların olumlu ve olumsuz yönlerini değerlendirerek, Avrupa ülkelerinin enerji pazarına uyum sağlayabilmek adına başlattığı

çalışmaları, birincil enerji yoğunluğuna bağlı olarak; doğrudan yabancı yatırımları, sanayi katma değerini, çevre vergilerini, ticari dışa açıklığı ve reel GSYH değişkenlerini inceleyerek, enerji kurumlarının yeniden yapılandırılmasını, fiyatların rekabetçi olmasını, enerji verimliliği ve tasarrufun artırılmasını dikkate alarak, daha bağımsız ve yenilikçi enerji yapısı ile yatırımları ve enerji krizlerini dikkate alarak, enerji verimliliğinin ekonomik faaliyetlerle ilişkisini ortaya koymak ve politik çözümler yapmak istedim. Böylece Türkiye açısından etkin enerji kaynağının seçimini ve bağımsızlaşma çabalarını enerji politikalarının etkinliğini teorik ve ampirik olarak analiz ederek, enerji alanında dışa bağımlılığı fazla olan ülkemizin enerji politikalarını küresel enerji politikaları ile koordine ederek, etkin bir enerji politikası türünün seçiminde ilişkiler ortaya koymak istedim.

1.3. Araştırmanın Önemi

Enerji, bir ülkenin yaşam çizgisidir. Ülkenin büyümesi, gelişmesi enerji mevcudiyetine bağlıdır. Bu sebeple ülkede yaşayan insanların yaşam standardıda doğrudan enerji kaynaklarının kullanımıyla ilişkilidir. Bu sebeple yapılan araştırmalarda, gelişme sürecinin ve nüfus artışının doğal bir sonucu olarak artan enerji ihtiyacının etkin bir şekilde karşılanması hayati bir önem taşımaktadır. Ekonomilerin gelişmesinin günümüzde şahit olduğumuz aşamasında, teknolojik gelişmelerin ekonomilerin dijitalleşmesini zorunlu kıldığı da dikkate alındığında, işgücü yerine sermayenin ikame edilmesi sürecinde enerji kullanımının sürekli olarak artacağı öngörülebilen bir durumdur. Ayrıca yenilenemez nitelikteki enerji kaynaklarının bir gün tükenecek olması, iklim ve çevre sorunları, yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarına yönelmeyi de gerektirmektedir. Bütün bunlar göz önüne alındığında, etkin enerji politikalarının önemi daha da artmaktadır. Ayrıca enerjide arz güvenliği de diğer önemli bir konudur. Enerji ihtiyacının artması ülkeler ve toplumlar arasında da ciddi bir rekabet konusudur da aynı zamanda. Bu durumda enerji güvenliğinin sağlanması suretiyle üretilen enerjinin her an ulaşılabilir durumda tutulması ve korunması da önemlidir.

Nihayet, günümüzün önemli ölçüde dışa açık ekonomileri, yeterli enerji kaynaklarından yoksunsa veya etkin olmayan politikalar nedeniyle ihtiyacını karşılayacak kadar enerji üretilmiyorsa, ithalat kaçınılmaz olacaktır. Bu ise böyle ekonomiler için ciddi cari denge sorunlarına yol açabilecektir. Bu sorundan kaçınma gereği de konunun önemini artıran bir faktördür. Bütün bunlar ülkelerin enerji politikalarını, bunların optimal bir şekilde belirlenmesini, üretim ve tüketimde etkinliğin sağlanmasını önemli hale getirmektedir.

1.4. Tanımlar

Enerji Verimliliği: Binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan enerji tüketiminin azaltılmasıdır (Enerji Verimliliği Kanunu, 2007: madde 3).

Birincil Enerji Yoğunluğu: Bir birim hâsıla üretebilmek için tüketilen enerji miktarıdır (EVK, 2007: madde 3).



İKİNCİ BÖLÜM

ENERJİ, ENERJİ PİYASASI VE EKONOMİ

2.1. Enerjinin Tanımı ve Kapsamı

Enerji, Yunanca iş kelimesinden türemiş olup, iş yapabilme yeteneği anlamına gelmektedir. Yani sistemin iş yapma yeteneği ve kapasitesidir. Enerji; mekanik, ısı, manyetik gibi birçok formda bulunabildiği için tam olarak bir tanımının yapılması imkânsızdır. O halde fiziksel ve kimyasal olaylara verilen tüm tepkimeler enerji olarak tanımlanabilir. (Aydın, 2016: 25).

Enerjiye erişimin insan faaliyetleri için önemli olduğu bilinen bir gerçektir. Çünkü herşey enerjiye bağlı olarak çalışır. İnsan ve hayvanlardan makinelere, hatta elektronik cihazlara kadar birçok canlı ve cihaz enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Enerjinin üretimi ve kullanımı sürdürülebilir bir kalkınma için son derece önemlidir. Kaynakların sınırlılığı ve maliyetlerin her geçen gün artması, enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında zorluklara neden olmuştur. Bunlara karşı önlemler almak ve yeni kaynak arayışlarında bulunmak insanlığın en temel görevidir.

Ekonomik sistemde, birçok şey enerjiye bağlıdır. Öyle ki, ekonomik büyüme modelinde, materyaller ve enerji merkezi bir rol oynamaktadır. Ayrıca; ulusal kaygılar, küresel baskılar, enerji üretimini belirleyen piyasalar sürdürülebilir bir kalkınma hedefinde ön şarttır. Enerji sanayi ve emeğin yanı sıra bağımsız bir üretim faktörü olarak da değerlendirilmelidir (Ayres & Warr, 2009: 18).

2.2. Enerjinin Türleri

Hayatımız için önemli olan ve günlük hayatımızı kolaylaştıran enerji kendi içinde sekiz türe ayrılmaktadır. Bunların isimleri ise genellikle enerjinin oluşum şekilleriyle alakalıdır. Her bir enerji türünün farklı oluşum şekilleri ve potansiyelleri olsa da hepsi teknolojinin gelişmesine önemli katkılar sağlamışlardır. Enerji türleri arasında ısı enerjisi, mekanik enerji, kimyasal enerji, nükleer enerji, manyetik enerji, kinetik enerji ve potansiyel enerji sayılabilir.

2.2.1. Isı Enerjisi

Maddeyi oluşturan atom ve moleküllerin potansiyel ve kinetik enerjilerinin toplamına ısı enerjisi denir. Maddenin iç yapısındaki ısı, tepkimelerle depolanarak reaksiyona girer ve bu kombinasyon neticesinde enerji oluşur (Yılmazoğlu, 2010: 33).

Enerji verimliliği ve bunun sürdürülebilirliği, enerjinin ısıyı depolamasına ve bunun kullanım süresine bağlıdır. Isıyı depolama kısa süreli ve uzun süreli olmak üzere ikiye ayrılır. Daha çok kullanım alanlarına göre seçilecek depolama yöntemleri, enerjinin verimli kullanılmasında ekonomik ve çevresel yararlar sağlayacaktır (Yılmazoğlu, 2010: 33-41).

2.2.2. Mekanik Enerji

Diğer adı kinetik enerji olan mekanik enerji, hız ve kütle ile ilgilidir. Bir cismin hareketine bağlı olarak ortaya çıkan enerjidir. Bir kişinin koşmasını ya da hareket eden bir aracın ortaya çıkardığı enerjiyi mekanik enerjiye örnek olarak verebiliriz.

2.2.3. Kimyasal Enerji

Kimyasal maddelerin tepkimesiyle beraber bağ kurmaya başlayan kimyasalların ortaya çıkardığı enerjidir. Bu enerji, bağların kırılması ve atomların yeni bağlar oluşturmasının bir ısının ortaya çıkmasına neden olmasıyla oluşur. Bu ısı enerjiye dönüşür.

2.2.4. Nükleer Enerji

Bir nükleer reaktörde, uranyum ve toryum gibi radyoaktif maddelerin kullanılmasıyla üretilen elektrik enerjisidir. Nükleer enerji, yenilenebilir enerji kaynaklarına yakın zamanda dâhil edilen bir enerji türüdür. Nükleer uygulamalar insan sağlığını, gıda ve tarımı desteklemeyi ve geliştirmeyi, doğal kaynakların geliştirilmesini ve yönetilmesini desteklemektedir (Harikrishnan T & Thayyib Sahini, 2010: 81). Nükleer enerji, bir güç kaynağı olmanın yanı sıra, hidrojen üretimine, deniz suyunun tuzdan arındırılmasına ve dolayısıyla yeşil enerjilere katkıda bulunabilir (Harikrishnan T & Thayyib Sahini, 2010: 83).

Nükleer enerji, kirlenici olmamasına rağmen, hem üretim aşamasında hem de esas olarak radyoaktif atıkların imhası için bir dizi potansiyel tehlikeye sahiptir.

Nükleer-güç santralinin yer altındaki yapısı, yani, imal edilmesi nispeten pahalıdır. Bu nedenle, mevcut iyi işletilen nükleer santraller hem rekabetçi hemde karlı bir elektrik kaynağıdır. Ayrıca rekabet gücü ülkelere ve durumlara göre farklılık taşımaktadır. Nükleer santrallerin ömrü 40 ile 60 yıl arasındadır (Harikrishnan T & Thayyib Sahini, 2010).

Türkiye’de nükleer enerji santrali kurma çalışmaları 1965 yıllarından itibaren başlamış olup, çoğu kez başarısızlıklarla sonuçlanmıştır. Bu sebeple, Türkiye nükleer enerji santrali inşa etme hususunda otuz yılı aşkın süredir mücadele etmektedir. Yeterli finansmanın olmaması, yasal sorunlar, çevre sorunları ve nükleer karşıtı grupların muhalefeti nedeniyle planlar sürekli engellenmektedir. Nükleer santral inşa etme çalışmaları şu anda da devam

etmekte olup, bu çerçevede Türkiye'nin ilk nükleer santralının inşası Mersin-Akkuyu'da başlamıştır.

Nükleer enerjiye dayalı sistemler, fosil yakıtlara dayalı enerji üretim sistemleri tarafından üretilen sera gazına neden olmadığından, küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine neden olan CO2 emisyonunun azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Türkiye'de hidroelektrik potansiyel yüksek olmasına rağmen hala kullanılmayan birçok hidroelektrik santral mevcuttur. Alternatif enerji kaynaklarına yönelimler ekosistem açısından bir zorunluluktur. Çünkü tüm elektrik talebinin tek kaynaktan sağlanması ciddi sorunlar yaratacaktır. Zamanla elektrik üretimi için daha ekonomik çözüm yolları bulmak gerekmektedir. Tüm faktörler, nükleer enerjinin Türkiye için kesinlikle gerekli olduğunu göstermektedir. Elektrik üretim maliyetlerini de düşürecek olan nükleer enerjiyle elektrik üretimine bir an önce başlanmak gerekmektedir. Toryum rezervleri açısından ikinci ülke olan Türkiye'nin böyle muazzam bir fırsatı değerlendirmesi gerekir. Türkiye kesinlikle toryum reaktör teknolojisine sahip olmalı ve bunu sağlayacak mutlak ve kararlı siyasi irade kuralmalıdır (Aras, 2013: 108-115).

2.2.5. Elektrik Enerjisi

Elektrik enerjisi, günümüzde kullanılan en önemli enerjisi türüdür. Yunanca elektron anlamına gelen elektrik enerjisi ilk defa ABD'nde Benjamin Franklin'in yaptığı bir deney sonucu bulunan hareket enerjisidir. Sürtünmeyle ortaya çıkar. İletimi bakır, alüminyum ya da platin maddeleri tarafından yapılmaktadır. Isı, ışık, manyetik ve kimyasal etkileri vardır. Elektrik enerjisinin elde edilebilmesi için birincil ve ikincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesi gerekmektedir.

2.2.6. Manyetik Enerji

Dünyanın etrafında manyetik bir alan vardır. Bu alan, kuzey ve güney kutupları arasındaki pozitif ve negatif gerilimler ve çekimler sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu manyetik alan sayesinde ortaya çıkan manyetik enerji, insanların kutuplar arasındaki çekim farklılıklarını ortadan kaldırarak sağlıklı bir yaşam sürmesini sağlamaktadır.

2.2.7. Kinetik Enerji

Bir nesnenin hareketine bağlı olarak ortaya çıkan bir enerji türüdür. Bir nesneyi hareket ettirmek istiyorsak ona bir kuvvet uygulamamız gerekir. Uyguladığımız bu kuvvet enerjiyi nesneye aktarır ve kinetik enerji ortaya çıkar. Kinetik enerji başka enerji çeşitlerine de dönüşebilir.

2.2.8. Potansiyel Enerji

Cisimlerin fiziksel konumlarına ve cisimde meydana gelen değişikliğe bağlı olarak, mesela cismin düşük potansiyelden yüksek potansiyele geçtiği süreçte ortaya çıkardığı bir enerji türüdür.

2.3. Enerji Kaynakları

Güneş enerjisi ve jeotermal enerjinin pek çok ortak noktası vardır. Doğada bol miktarda bulunurlar ve eşit olmayan bir dağılıma sahiptirler. Bunlar, çevreye en az zarar veren iki enerji kaynağıdır. Çoğunlukla geliştirilmeleri pahalıdır. Geleneksel enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında, her ikisinden de az güç üretilir. Güneş enerjisinden yararlanma girişimleri binlerce yıl önce gerçekleşmiştir. Yunanlılar o yüz yıllar önce aynaların güneş ışığını yoğunlaştıracağını bilerek, teknolojik olarak basit ama güneş ışığı ile ısıtılabilen kültür evleri inşa etmişlerdir. Güneş enerjisinin kesintili bir enerji kaynağı olması sebebiyle, İngilizler, teknolojiden de faydalanarak güneş enerjisi ile çalışabilen buhar motorları tasarlamışlardır.

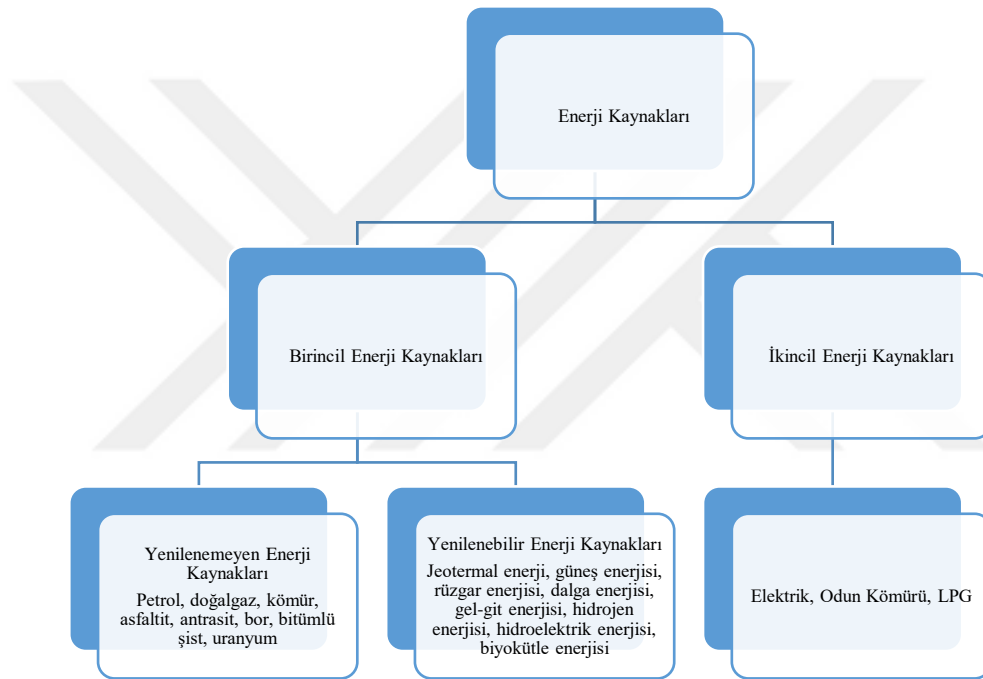
Kaplıcalar, volkanik faaliyetler ve diğer doğal tezahürler şeklindeki jeotermal enerji kaynakları bir dönem uygarlık için bir gizem ve korku timsali iken, araştırılmış ve artık insanlığın rahatlığı için kullanıma sunulmuş bir enerji kaynağıdır. Yeraltından gelen jeotermal enerji, termal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Çok eski çağlardan beri doğrudan binaları ve bonyo suyunu ısıtmak, karları eritmek, yemek yapmak gibi birçok amaç için arda kullanılmıştır. 19. yüzyılda jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı sıcak suyun elektriğe dönüştürülmesi ile başlarken, 1982'de Boise şehrinde ısıtılan su pompaları ile binalar ısıtmaya başlanmıştır (Tabak, 2009: 10-15).

Yel değirmenleri ile en az 3000 yıldan beri tahıl öğütülmekte ve su pompalanmaktadır. Yelkenli gemilerde ise rüzgâr çok daha uzun süredir bir güç kaynağı olarak kullanılmaktadır. Elektrik üretmek için kullanılan yel değirmenleri, ABD'deki Charles F. Brush tarafından inşa edilen 12 kW DC rüzgâr değirmeni jeneratörü ile başlamıştır (Burton vd., 2001: 10-20).

Su gücünün geçmişi binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Romalılar ve Yunanlılar bu gücü yaygın olarak kullanmışlardır. İnsanlık tarihinde ilk kez su çarkları tarımsal alanları işleme ve endüstriyel uygulamalar için yatay su değirmenleri kurularak oluşmuştur. Tahıl öğütmek, sulama yapmak gibi birçok faaliyetler su gücünü kullanarak elde edilmiştir. Su gücünün Çin'de de pirinç ve maden cevheri öğütmek, kömür ve odun kömürü yakmak için oksijen sağlamak, büyük körükleri çalıştırmak gibi işlerde yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Pandey & Karki, 2017: 15-20).

1990'lı yıllarda enerji piyasasına sunulan biyo yakıt enerji kaynağı tarım ürünlerine bağlı olarak oluşmaktadır. Kaynağında her türlü bitkisel ürün mevcuttur. Bitkisel yağların motorlarda kullanımı günümüzde önemsiz gibi görünse de, aslında bu petrol ve kömür katranı kadar değerlidir. Doğada 150 milyar ton/yıl biyo kütle üretilmektedir. Birçok ülke biyoyakıt enerjisi için özel bitkiler yetiştirmektedir. Mesela, Malezya ve Brezilya'da hurma ağaçlarının yetiştirilmesi için özel teşvikler verilmektedir. Hindistan'nın jatropha bitkisine yoğunlaşması ise yine bu bitkiden elde edilen biyoyakıt enerjisinden kaynaklanmaktadır (Narin, 2008: 1).

Şekil 1. Enerji Kaynakları



Kaynak: ETKB'ndan derlenmiştir.

2.3.1. Birincil Enerji Kaynakları

Birincil enerji kaynakları; ham petrol, taş kömürü, doğal gaz gibi tabiattan elde edilen kaynaklardır. Dünya'da kullanılan enerjinin büyük bir miktarı birincil enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Buradaki en büyük paya sahip olan enerji kaynağı ise sırasıyla petrol, kömür ve doğal gazdır.

Türkiye'nin Tablo 1'de verilen 2015 yılı kaynak rezervine baktığımızda, fosil yakıtlardaki rezervlerin daha yoğun olduğunu görmekteyiz. Ülkemizde taşkömürü ve linyit rezervlerinin fazla olması, diğer enerji kaynaklarının tükenebilme özelliği göz önüne

alındığında bir avantaj yaratabilmektedir. Tablodan da anlaşıldığı gibi Türkiye’de petrol ve doğal gaz rezervlerinin dünya sıralamasına göre çok gerilerde olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Türkiye'nin Birincil Enerji Kaynakları Rezervi (2015)

Kaynaklar	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam
Taşkömürü (Milyon Ton)	506,5	425,0	368,4	1.308,5
Linyit (Milyon Ton)				
Elbistan	4.845,5			4.845,5
Diğer	9.146,0	768,9	4,5	9.919,4
Toplam	13.991,5	768,9	4,5	14.764,4
Asfaltit (Milyon Ton)	82			82,0
Bitümler (Milyon Ton)	1.641,4			1.641,4
Hidrolik				
GWh/yıl	59.245,8			59.245,8
MW	22.748,9			22.748,9
Ham Petrol (Milyon Varil)	7.126			7.167,0
Doğalgaz (Milyar m ³)	23,2			23,2
Nükleer Kaynaklar (Ton)				
Uranyum	9.129			9.129,0
Toryum	380.000			380.000

Kaynak: ETKB, Mavi Kitap, 2016.

Tablo 2, dünyada petrol ve doğal gaz rezervlerinin dağılımını göstermektedir. Buna göre, dünya petrol rezervi 1.697,6 milyar varildir ve bunun büyük çoğunluğu, yani %47,3’ü Orta Doğu’da bulunmaktadır. Orta Doğu’da en büyük petrol rezervlerine sahip olan ülke ise Suudi Arabistan’dır. Doğal gaz rezervlerinin dünya üzerindeki dağılımında yine Orta Doğu’nun %42,8 ile başı çektiğini, %30,4 ile Avrupa ve Asya ülkelerinin ikinci sırada yer aldığını görmekteyiz.

Tablo 2. 2015 Yılı Dünya Üzerindeki Petrol ve Doğal Gaz Rezervlerinin Dağılımı

	Petrol Rezervleri		Doğal Gaz Rezervleri	
	Milyar Varil	Top. Payı %	Trilyon m³	Top. Payı %
Kuzey Amerika	238,0	14,0	12,8	6,8
ABD	55,0	3,2	10,4	5,6
Kanada	172,2	10,1	2,0	1,1
Meksika	10,8	0,6	0,4	0,2
Orta ve Güney Amerika	329,2	19,4	7,6	4,1
Venezuela	300,9	17,7	5,6	3,0
Diğer Ülkeler	28,3	1,7	2,0	1,1
Avrupa ve Avrasya	155,2	9,1	56,8	30,4
Rusya	102,4	6,0	32,3	17,3

Kazakistan	30,0	1,8	0,9	0,5
Türkmenistan	0,6	0,0	17,5	9,4
Diğer Ülkeler	22,2	1,3	6,1	3,2
Orta Doğu	803,5	47,3	80,0	42,8
Suudi Arabistan	266,6	15,7	8,3	4,5
İran	157,8	9,3	34,0	18,2
Irak	143,1	8,4	3,7	2,0
Kuveyt	101,5	6,0	1,8	1,0
Katar	25,7	1,5	24,5	13,1
Diğer Ülkeler	108,8	6,4	7,7	4,1
Afrika	129,1	7,6	14,1	7,5
Asya Pasifik	42,6	2,5	15,6	8,4
Çin	18,5	1,1	3,8	2,1
Hindistan	5,7	0,3	1,5	0,8
Diğer Ülkeler	18,4	1,1	10,3	5,5
Dünya	1.697,6	100,0	186,9	100,

Kaynak: www.botas.gov.tr.

2.3.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen enerji kaynakları doğal süreçlere bağlı olarak oluşur. Bunların üretim oranları değiştirilemeyecek kadar yavaştır. Kömür, petrol ve doğal gaz yenilenemeyen birer enerji kaynaklarıdır. Bu kaynakların ana kullanım alanları elektrik üretimidir. Kömürün uzun ve zengin bir tarihi vardır. Fosil yakıtlar içerisinde doğayı en kirletici olan da kömürdür. Doğal gaz, boru hatlarıyla taşınabilen ve sıvılaştırılması özelliğiyle de uzak ülkelere nakledilebilen renksiz, kokusuz ve çevreci bir enerji kaynağıdır. Petrolün ise %70'i ulaşımda kullanılmaktadır. Günlük hayatta çeşitli şeylerin de üretiminde kullandığımız petrolün karmaşık bir yapısı vardır ve ticareti işlenme şekline bağlıdır (Ghosh & Prelas, 2009: 2).

Fosil yakıtlar olarak da bilinen karbon bazlı bu kaynaklar birincil enerji kaynakları olarak da adlandırılır. Bu kaynakların tükenmez oldukları düşünülür; fakat gerçekte durum böyle değildir. Çevresel etkiler bu kaynakları etkileyen önemli bir faktördür. Oluşum süreçleri oldukça uzundur (Marschoff, 1998: 303-306).

2.3.1.1.1. Petrol

Petrol, eski çağlardan beri hayvan ve bitki kalıntılarının sıcaklık ve basınç etkisiyle katmanların altında fosilleşerek oluşturduğu sıvı, koyu renkli, yapışkansı ve yanıcı bir maddedir. Dünya'nın en önemli enerji kaynağıdır.

Geçmiş çok eski yıllara uzanan petrolün, Ortadoğu'da birçok olaylara dayalı bir hikâyesi vardır. Batılı ülkelerin çoğu uzun yıllardır petrole ilgili bilgilerin farkında

değillerdir. Bunun nedeni muhtemelen kullanımları hakkında bilinen ana kaynakların ve bilgilerin Roma İmparatorluğunun sınırları dışında kalmasıdır. Ek olarak, ulaşım kanallarının yetersizliği ve gelişmemiş olması da bu bilgilerin Batı'ya aktarılmasına engel olmuştur. Orta Çağ'dan itibaren Avrupa'da zaman zaman mesela Bavyera, Sicilya, Po Vadisi, Alsak, Hannover ve Galiçya gibi ülke ve bölgelerde petrol sızıntıları görülmüştür. Rafineri teknolojisi Araplar aracılığıyla Avrupa'ya geçmiştir (Yergin & Tuncay, 1995: 22).

Yeraltı rezervuarlarından pompalanan ham petrol, nihai ürünler elde edilmeden ve halka satılmadan önce bir dizi işlem aşamasından geçer. Fakat kullanım amacı işleme şekline bağlıdır. Daha çok ulaşımda yakıt olarak kullanılır (Ghosh & Prelas, 2009: 281).

Petrol, kömür ve doğal gaz gibi rafine ürünlerin kirlilik potansiyelleri hem birbirlerinden farklı hemde diğer enerji kaynaklarına göre daha fazladır. Asit yağmurlarının oluşması, bitki örtülerinin yok olması, ozon tabakasının delinmesi, oksijenin azalması, karbondioksitin artması ve iklim değişikliği bunların bir sonucudur (Griffin & Steele, 1986: 191).

Diğer enerji kaynaklarına nazaran petrolle ilgili olarak 1950 ve 1960 yılları arasında rekabet üstünlüğü açısından büyük belirsizlikler yaşanmıştır. Fakat 1973'ten sonra petrol rekabet eğilimi açısından büyüme trendine geçmiştir (Evans, 1978: 14). Modern toplumda petrolün yaptığını başka hiçbir meta yapamamaktadır. Petrol, küresel ekonomiyi yönlendirmekle kalmayıp aynı zamanda yaşam tarzımızı da kontrol etmektedir.

Tablo 3. Petrol Rezervinin Dünyadaki Bölgesel Dağılımı (1990-2000-2010)

	1990	2000	2010
Orta Doğu	%65.7	%63.1	%54.4
Diğer Amerika	%7.1	%8.9	%17.3
Avrupa, Avrasya	%8.1	%9.8	%10.1
Afrika	%5.9	%8.5	%9.5
Kuzey Amerika	%9.6	%6.2	%5.4
Asya Pasifik	%3.6	%3.6	%3.3

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, June 2011.

Dünya'da petrol rezervinin en yoğun olduğu bölge Orta Doğudur. Suriye, İran, Irak, Suudi Arabistan, Kuveyt, Katar, Birleşik Arap Emirlikleri, Bahreyn ve Yemen ülkeleri zengin petrol ülkeleridir. Dünya'nın dörtte üçünü kapsayan bir yüz ölçümüne sahip olan Orta Doğu

Dünya petrol rezervinin 2010 yılı itibariyle % 54.4 üne sahiptir. Diğer ülkelerdeki rezerv artışları petrol arama faaliyetlerinin ne kadar önem kazandığının bir göstergesidir.

Tablo 4. Dünya'daki Petrol Üreticileri

Üretici Ülkeler	Mt (Milyon TEP)	Dünya Toplamı %
Rusya Federasyonu	494	12.9
Suudi Arabistan	452	11.8
Amerika Birleşik Devletleri	320	8.3
İran İslam Cumhuriyeti	206	5.4
Çin	194	5.0
Kanada	152	4.0
Meksika	146	3.8
Venezuela	126	3.3
Kuveyt	124	3.2
Birleşik Arap Emirlikleri	120	3.1
Diğer Dünya Ülkeleri	1.509	39.2
Dünya Toplamı	3.843	100.0

Kaynak: Key World Energy Statistics, 2010: 11.

Rusya ve Suudi Arabistan başta olmak üzere tablo 3'te verilen ülkelerin sıralanışı petrol üretimi konusunda güce sahip ülkeleri göstermektedir.

Günlük yaşamı etkileyen Dünya ekonomisine hâkim bir kaynak olan petrol'ün %70'i her ne kadar ulaşım amaçlı kullanılsa da çeşitli mallar üretmek için de kullanılan temel bir hammaddedir. Yapı itibariyle karmaşık bir kimyasal olan petrol küresel enerjiyi yönlendiren, insanların yaşam tarzını kontrol edebilen bir özelliğe sahiptir. Çin başta olmak üzere ABD ve Doğu Asya, petrol tüketimi en fazla olan ülkelerdir (Ghosh & Prelas, 2009: 383-400).

2.3.1.1.2. Doğal Gaz

Doğal gaz, gömülü bitki ve hayvanlardan oluşan ve aşırı ısıya ve basınca maruz kalan fosil bir yakıttır. Bir takım doğal olaylar sonucunda yer altındaki sıcaklık ve basınç farkına bağlı olarak, organik maddelerden oluşan bu fosil yakıtın büyük bir çoğunluğu metan gazından oluşmaktadır. Dünya'daki doğal gaz rezervlerinin sınırlı olması onu daha da önemli hale getirmiştir. Doğal gazın önemi 1970'lerden sonra ortaya çıkmıştır. Doğaya zarar vermeyen çevreci bir enerji kaynağıdır.

Geleneksel yakıtlardan daha az hava kirliliğine sebep olur. Tüm fosil yakıtlarda olduğu gibi doğal gazda da uzun vadede bir karbondioksit salınımı ve yüksek sıcaklıklara erişebilmesinden kaynaklı oksit emisyonu söz konusudur (Griffin & Steele, 1986: 191).

Dünyaya'da doğal gaz üretimi 1880 yılında başlamıştır. 1880'den 1970'e kadar 90 yıllık sürede yüzde 6.8 artmıştır (Duncan, 2005: 5).

ABD'nin, iç talebinin yüzde yüzünü en az 90 yıl boyunca karşılayacak kadar doğal gaza sahip olduğu tahmin edilmektedir. Tüketilen gazın yüzde 95'i yerlidir. Amerika doğal gaz üretiminin 1990 yılında 643 milyar m^3 olduğu, 2014 yılında da 939 milyar m^3 'e ulaştığı görülmektedir. Nüfustaki artışa bağlı olarak 2020 yıllarında bu rakamın 1046 milyar m^3 olacağı tahmin edilmektedir (Robinson, 2015: 62).

OPEC ülkeleri doğal gaz rezervlerinin yüzde 40'ına sahiptir. Petrolde olduğu gibi doğal gazda da bölge ya da ülkeler arasında orantısız bir kaynak dağılımı ve üretimi söz konusudur (Özev, 2017: 16-17).

2004 yılı sonrası Irak savaşlarının etkisiyle OECD ülkelerinde doğal gaz ithalatı % 0,06 oranında düşüş göstermiş fakat ülkelerin aldığı bir dizi politik önlemler ve iyi bir pazar yönetimi sayesinde ithalat hacmi tekrar değişmeye başlamıştır. Irak savaşları aynı zamanda Orta Doğu'da petrol ihracını da büyük oranda kesintiye uğratmıştır. 2008 yılı sonrasında ise küresel krizlerin de etkisiyle doğal gaz ithalatında yükselişler başlamıştır. Dünyada bilim ve teknolojinin giderek gelişmesiyle birlikte, 2013 yılı başlarından itibaren doğalgaz kullanım oranı artmaya ve doğalgaz boru hatları gelişmeye başlamıştır. Böylece 2015 yılı doğal gaz fiyatlarının artmaya başladığı bir yıl olmuştur (Min vd., 2017: 8).

Elektrik üretimi yanında konut ve taşımacılıkta kullanımı artan doğal gazın, yatırım maliyetlerinin, yenilenebilir enerji kaynakları yatırım maliyetlerine göre uygun olması, temiz ve çevreci yapısı diğer enerji kaynaklarına göre daha hızlı genişlemesine neden olmuştur. 2040 yılına kadar bu genişlemenin devam edeceği ve doğalgaz kullanımının %69 oranında artacağı tahmin edilmektedir. OECD dışı Asya ülkeleri, Orta Doğu ülkeleri ve OECD üyesi Amerika ülkeleri bu artıştan en fazla pay alan ülkelerdir (Özev, 2017: 16-17).

Türkiye'nin enerji talebi yaklaşık yılda %8 oranında artarak dünyadaki en yüksek artışa sahiptir. Ayrıca; Türkiye'de birincil enerji kaynakları arasında doğal gaza olan talebinin payı da oldukça fazladır. Gaz tüketimi 1987 yılında 0,5 milyar m^3 olarak başlamış olup 2007 yılında yaklaşık 35 milyar m^3 'e ulaşmıştır. Türkiye doğal gaz kullanımının önümüzdeki yıllarda önemli ölçüde artması beklenmektedir. (Erdoğan, 2010: 211-2018).

Doğal gazın atmosferik basınçta yaklaşık olarak $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye soğutulması ile elde edilen LNG (sıvılaştırılmış doğal gaz) kokusuz, renksiz ve zehirli olmayan sıvı fazda bir yakıttır. Enerji ihtiyacını alternatif yakıtlarla sağlayan ve yüksek yakıt tüketimine sahip tüm

işletmelerde kolaylıkla kullanılabilir. Türkiye’de arz güvenliğinin ve arz esnekliğinin artırılması için hem baz yük tesisi olarak çalıştırmak hem de ihtiyaç duyulduğunda pik düşürücü olarak devreye sokulmak amacıyla LNG (sıvılaştırılmış doğalgaz) çalışmalarına 1984 yılında başlanmış olup, ilk olarak BOTAŞ Marmara Ereğlisi LNG terminali 1994 yılında devreye alınmıştır (<http://www.etkiliman.com.tr/05.12.2019>).

LNG’nin en önemli özelliği, şimdiye kadar coğrafi faktörlere bağlı olarak gelişen ticari ilişkilere rağmen bu bağlayıcılığı kıran yeni ticari ilişkiler kurmaya ve siyasi anlamda yeni ittifaklar oluşmasına imkân vermesidir. Daha önce hiçbir ticari ilişkisi olmayan ülkelerin, LNG sayesinde birbirleriyle işlem yapma eğiliminde oldukları ve birbirlerine bağımlı hale geldikleri görülmektedir (Luft & Korin, 2009: 279).

Dünya genelinde doğalgazın belirli tüketim hızı vardır. Rezervler ise en fazla OECD bölgelerinde yer almaktadır. Tablo 5’te, doğal gaz üretiminin bölgesel dağılımında 2014 yılından itibaren büyük bir artış olduğu görülmektedir. 2020 yılında dünyadaki doğal gaz üretiminin genel toplamı 3.802 milyar m^3 ’e ulaşmıştır. Ülkeler bazında en fazla üretim Amerika’da gerçekleşmiştir. Bu ülke için 2014 yılında 1.270 milyar m^3 olan bu rakam 2020 yılında 1.046 milyar m^3 olmuştur.

Tablo 5. Doğal Gaz Üretiminin Dünya’daki Bölgesel Dağılımı (Milyar m^3)

Ülkeler	1990	2014	2020
OECD	882	1.270	1.409
Amerika	643	939	1.046
Avrupa	211	260	220
Asya Okyanusu	28	71	143
OECD Dışı Ülkeler	1.191	2.267	2.393
Doğu Avrupa-Avrasya	831	858	879
Asya	132	460	494
Orta Doğu	95	559	613
Afrika	73	214	230
Latin Amerika	60	176	178
Dünya Toplamı	2.073	3.536	3.802

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy June, 2002: 20.

Tablo 6’da görüldüğü gibi, dünya’nın en büyük doğalgaz üreticisi ABD’dir. Bu sıralamada daha sonra, Rusya ve Kanada yer almaktadır. Dünyadaki doğalgaz rezervlerinin

%3'üne sahip olan ABD'nin doğalgaz üretiminde %20'lik bir paya sahip olduğu ve bunu kaya gazından elde ettiği bilinmektedir.

Tablo 6. Dünya'daki Doğal Gaz Üreticileri

Üretici Ülkeler	bcm	Dünya Toplamı %
Amerika Birleşik Devletleri	594	19.2
Rusya Federasyonu	589	19.0
Kanada	159	5.1
İslam Cumhuriyetleri	144	4.6
Norveç	106	3.4
Çin	90	2.9
Katar	89	2.9
Cezayir	81	2.6
Hollanda	79	2.5
Endonezya	76	2.5
Diğer Dünya Ülkeleri	1 094	35.3
Dünya Toplamı	3 101	100.0

Kaynak: Key World Energy Statistics, 2010: 13.

Doğal gaz da tıpkı petrol gibi borsada emtia olarak alınıp satılabilir. Taşınması zor olduğundan, hareket etme kabiliyeti komşu ülkelerle sınırlıdır. Gelişen teknoloji ile son zamanlarda sıvılaştırılmış doğalgazın deniz yoluyla da taşınması mümkün olmuştur.

2005 yılındaki doğalgaz tüketiminin 104 trilyon fit küp'ten 2030 yılında 183 trilyon fit küp'e çıkması beklenmektedir. Doğalgaz, kömür ve petrole kıyasla daha verimli yanan bir enerji kaynağıdır. ABD'de doğalgaz tüketiminin tüm sektörlerde artması beklenmektedir. Doğalgazın en önemli kullanıcı ülkeleri ABD ve Çin'dir. Doğalgazın taşıma maliyeti çok yüksek olduğu için ticareti ve kullanımı bölgeseldir. Dünyada mevcut rezervlerin 65 yıl yeteceği tahmin edilmektedir (Ghosh & Prelas, 2009: 281-313).

2.3.1.1.3. Kömür

Kömür, yüzyıllar önce var olan ve ölen ağaçların, eğrelti otlarının ve diğer bitkilerin kalıntılarından oluşan yanabilir bir karbon kaynağıdır (Robinson, 2015: 55). Kolayca yanabilen, katı, koyu renkli, homojen olmayan, ucuz ve kaliteli fosil bir maden kaynağıdır. Değişik bir fiziksel yapıya sahiptir. Kükürt ve nitrojen, çoğunlukla da karbon, hidrojen ve oksijen içermektedir. Bazı kömürler ısıtıldığında erir ve plastik olur. İşlemler sonucunda katran, likör ve çeşitli gazlar elde edilebilir (Türkiye Taşkömürü Kurumu, 2019: 1). Dünyanın

geleceği için iki önemli özelliğe sahiptir. Bunlardan ilki düşük maliyetli olması, diğeri ise rezervlerin dünya genelinde yaygın olmasıdır.

İnsanların yaşamı için son derece önemli olan kömür, elektrik üretimi başta olmak üzere birçok endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Dünya da en yaygın olarak kullanılan önemli bir ısı kaynağıdır. Dünya’da kullanılan ilk fosil yakıt kömürdür. Dünya’da 70’in üzerinde ülkede kömür rezervleri bulunmaktadır. Fakat en büyük kömür rezervi ABD’nde bulunmaktadır. Kömür bu ülkenin fosil enerji rezervlerinin yüzde 95’ini oluşturmaktadır. Bu nedenle Amerika net bir kömür ihracatçısıdır.

Kömürdeki kükürt oksitler çok ciddi derecede hava kirliliğine sebep olurlar. Ayrıca kömürün hava kirliliğinden başka yarattığı sorunlarda vardır. Mesela madencilğe dayalı katık atıkların ve atık yığınlarının yarattığı çevre sorunları, madenlerin çökmesi, maden yangınları, akciğer hastalıkları ve ölümcül kazalardır (Griffin & Steele, 1986: 192).

Kömür yüz yıllar önce yemek pişirmek ve ısınmak için kullanılmış olup, endüstriyel işlerde ise 1700 yıllarından sonra yer almıştır (Duncan, 2005: 5).

Dünya’da elektrik üretiminin yaklaşık olarak %40’ı kömürden sağlanmaktadır. Birçok ülkede elektrik üretiminin önemli bir bölümü kömürden elde edilmektedir.

Kömür üretimi 1970-2000 yıllarında talebi karşılamaya yetmemektedir. 1970 yılında 4.57 milyon ton olan satılabilir taşkömürü üretimi varken 1980’li yıllardan itibaren bu rakamlar gerilemiş 1999 yılı sonunda 1.99 milyon ton olmuştur. Görüldüğü gibi, satıştaki bu ciddi düşüş, kömürün gerekli yenileme, modernizasyon ve hazırlık yatırımlarının zamanında yapılmamasından kaynaklanmaktadır (Sabah, Mart, & Çelik, 2002: 38).

Uluslararası ticarete kullanılan kömürün payı sadece üretilen kömürün %15’i kadardır. Bu payın 2040 yılına kadar %13’e düşmesi tahmin edilmektedir. Hindistan ve Çin gibi ülkelerdeki kömür kullanımı ise her geçen gün artmaktadır. Karbon salınımının yüksekliği nedeniyle, karbon yakalama teknolojilerinin geliştirilmesi icap ederken, kömür madenciliğinde, uygun fiyatlı, verimli ve güvenli teknolojilerin daha temiz kullanım fırsatları içeren imkânlar ile donatılması hayati önem taşımaktadır (Özev, 2017: 19).

Tablo 7. Dünya Görünür Kömür Rezervinin Ükelere Göre Dağılımı ve Tükenme Ömürleri (2017 Sonu)

Ülke/Bölge	Antrasit ve Bitümlü (Mt)	Alt Bitümlü ve Linyit (Mt)	Toplam (Mt)	%	Ömür R/P (yıl)
------------	--------------------------	----------------------------	-------------	---	----------------

Toplam Kuzey Amerika	226.306	32.403	258.709	25,0	335
Toplam Güney ve Orta Amerika	8.943	5.073	14.016	1,4	141
Toplam Avrupa	24.220	76.185	100.405	9,7	159
Toplam Bağımsız Devletler Topluluğu	130.162	93.066	223.228	21,6	397
Toplam Orta Doğu ve Afrika	14.354	66	14.420	1,4	53
Toplam Asya Pasifik	314.325	109.909	424.234	1,0	79
Toplam Dünya	718.310	316.702	1.035.012	100	134

Kaynak: Türkiye Taşkömürü Kurumu, 2019: 4.

21. yüzyıl boyunca enerjiye olan talebin artacağı senaryolarının enerji tedarigi hususunda 2050 yılına kadar enerji ihtiyacının bugünkü seviyesinin en az iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Enerji talebindeki artışın nedeni, sanayileşmiş ülkelerde enerji temin güvencesi üretimin ve hizmetlerin devamlılığı için bir ön şarttır (Türkiye Taşkömürü Kurumu, 2019: 21).

Tablo 8. Dünya'daki Kömür Üreticileri (Milyon Ton)

Ülkeler	2016	2017	2019
Çin	3.268,2	3.376,1	3.353,4
Hindistan	711,7	729,8	733,2
ABD	660,8	702,3	728,4
Avustralya	500,3	501,1	503,9
Endonezya	463,5	487,6	490,1
Rusya	366,3	387,2	388,4
Güney Afrika	255,3	257,1	258,2
Almanya	175,6	175,1	176,7
Polonya	131,0	127,0	126,0
Kazakistan	103,1	106,0	107,3
Diğer	688,4	699,5	700,4
Toplam	7.324,2	7.548,8	7.680,7

Kaynak: Türkiye Taşkömürü Kurumu, 2019. 6.

Kömür, ABD’de elektrik üretiminde kullanılan önemli bir kaynak olup, yerel üretimin %32’si kömür, %27’si doğalgaz, %23’ü ham petrol, geri kalanı %18’i ise nükleer enerji ve yenilenebilir enerjiden kaynaklanmaktadır (Committee on the Strategic Assessment of the U.S. Department, 1995: 2-5).

Çin, Dünya'daki kömür talebinin %23'ünü tek balına karşılayabilecek kadar kömür rezervine sahiptir. 1996 yılında kömür, Çin'in birincil enerji arzının %76'sını kapsamaktadır. 2020'ye kadar Çin'in kömür talebinin yılda %3,1 oranında arttıracığı düşünülmektedir. Kömür Çin'deki ticari enerji tükeminde %72'lik bir orana sahiptir. Demiryolu sektöründe de hala en çok kullanılan bir kaynaktır. Konut sektöründe de kömür kullanımı ile Dünya'daki on ülke arasındadır. Çin'deki kömür kaynakları 2000 metre derinlikte ve 5,750 milyar ton civarındadır. Kömür rezervinde, Çin, ABD, Hindistan ve Rusya ilk sıralarda yer almaktadır. Çin; %11'i bitümlü, %12'si antrasit, %13'ü de linyit olmak üzere 114.5 milyar ton kanıtlanmış rezerve sahiptir. Gelecekte ise 150 metreyi geçen derinliklerden kömür çıkarılması hedeflenmektedir (CIAB Asia Committee, 1999: 21-31).

Tablo 9. Türkiye'de Taşkömürü Rezervleri (Ton)

Rezerv Türü	Koklaşmaz	Y. Koklaşabilir	Koklaşabilir			Toplam TTK
	Amasra	Armutçuk	Kozlu	Üzülmez	Karadon	
Hazır	423840	1.579.607	2.794.854	399455	2.366.331	7.564.087
Görünür	169.014.724	6.874.821	64.276.173	134.507.782	129.184.308	503.857.808
Muhtemel	115.052.000	15.859.636	40.539.000	94.342.000	159.162.000	424.954.636
Mümkün	121.535.000	7.883.164	47.975.000	74.020.000	119.034.000	370.447.164
Toplam	406.025.564	32.197.228	155.585.027	303.269.237	409.746.639	1.306.823.695

Kaynak: Türkiye Taşkömürü Kurumu, 2015: 24.

Önemli kömür rezervlerinin bulunduğu Zonguldak Havzası'nda rezerv arama çalışmalarının -1200 metre derinliğe kadar ilerlediği, toplam jeolojik rezervlerin 1.30 milyar ton olduğu, bunun ise sadece %38'inin görünür bir rezerv olduğu bilinmektedir. Rezervler dünya çapında tanınırken, mevcut madencilik teknolojisi ile sadece ekonomik olarak kullanılabilen rezervler dikkate alınmaktadır. Havza bazlı rezervler -1200 m derinliğe kadar olan sondajlardan elde edilen verilerle hesaplanmıştır (Türkiye Taşkömürü Kurumu, 2015: 24).

2.3.1.1.4. Nükleer Enerji

Japonya'nın Hiroşima ve Nagazaki kentlerine atılan nükleer bombalardan sonra duyulan bir kelimedir. Uranyumun fisyon tepkimesine girerek bölünmesi sonucunda açığa çıkan enerjiye denir. Yüksek basınca sahip olan nükleer enerji, su buharlarının tribünleri döndürmesi sonucunda elektrik enerjisi üretilmektedir. Bu sebeple geleceğin enerjisi olarak da

adlandırılmıştır. Mevcut fosil yakıt rezervlerinin giderek azalıyor olması ve enerji kaynaklarının stabil olmaması sebebiyle nükleer enerji daha da dinamizm kazanmıştır.

Nükleer santraller hava kirliliğine neden olmazlar, fakat büyük miktarda soğutma suyuna ihtiyaç duyması sebebiyle termal su kirliliğine neden olurlar. Fakat radyasyon kirliliği en önemli dezavantajdır. Ayrıca yer altındaki yüksek seviyeli nükleer atıkların depolanmasının uzun vadeli tehlikesini değerlendirmekte gerekir (Griffin & Steele, 1986: 193).

Nükleer enerji, fosil kaynaklar kadar doğayı kirletici olmamasına rağmen üretimi aşamasında radyoaktif atıkların imhası ve nükleer santrallerden yayılan radyoaktif gaz salınımları sebebiyle ciddi çevresel sorunlara yol açabilen bir enerjidir (Kalogirou, 2009).

Nükleer enerji oldukça verimli bir enerji şeklidir. Bir pound uranyum, 3.000.000 pound kömür kadar enerjiye eş değerdir (Robinson, 2015: 60).

Nükleer reaktörler dünya elektrik arzının yaklaşık yüzde 11'ini gerçekleştirmektedir. 16 ülkede 60 adet nükleer reaktör bulunmaktadır. Fransa elektrik talebinin yaklaşık yüzde 76'sını, Ukrayna yüzde 56'sını, Belçika yüzde 37'sini, İsveç yüzde 34'ünü, Güney Kore ve AB yüzde 30'unu, ABD ise yüzde 20'sini nükleer enerjiden karşılamaktadır (Özev, 2017: 20).

Nükleer tesislerden çıkan atık miktarları, kömür ve petrolle çalışan üretim tesislerinden çıkan atık miktarlarından daha azdır. Ayrıca reaktörlerin zaman içinde teknolojik olarak gelişme kaydetmediğine dair bazı görüşler olsada reaktör performanslarında ve ekonomisinde ilerlemeler vardır. Dünya'daki birçok ülke nükleer enerjiyi nüfus artışına bağlı olarak artan enerji talebini karşılayacak önemli bir enerji kaynağı olarak görmektedir (Herbst & Hopley, 2007: 2).

Tablo 10'da, nükleer enerjiden yararlanmayı düşünen ülkeler verilmiştir. Bu ülkelerin nükleer enerjiyi kullanabilmeleri bazı aşamalarda gelişmiş olmalarına bağlıdır. Özellikle yasal bazı prosedürlerin, teknolojinin, güvelik standartlarının ve riskleri önleyebilme kabiliyetlerinin olması gerekir. Türkiye bu noktada yasal birçok alt yapıyı oluşturabilmiş bir ülkedir. Aynı zamanda nükleer enerjiyi kurebilmek için birçok uluslararası anlaşmalar da imzalamıştır.

Tablo 10. Nükleer Enerjiden Yararlanmayı Planlayan Ülkeler

Bölge	Ülke
Avrupa	Arnavutluk, Sırbistan, Hırvatistan, Portekiz,

	Norveç, Polonya, Belarus, Estonya, Letonya, İrlanda, Türkiye
Ortadoğu ve Kuzey Afrika	Birleşik Arap Emirlikleri, Suudi Arabistan, Katar, Kuveyt, Yemen, İsrail, Suriye, Ürdün, Mısır, Tunus, Libya, Cezayir, Fas, Sudan
Batı, Orta ve Güney Afrika	Nijerya, Gana, Senegal, Kenya, Uganda, Namibya
Güney Amerika	Şili, Ekvator, Venezuela
Orta ve Güney Asya	Azerbaycan, Gürcistan, Kazakistan, Moğolistan, Bangladeş, Sri Lanka
	Endonezya, Filipinler, Vietnam, Tayland, Malezya, Singapur, Avustralya, Yeni Zelanda,
Doğu Asya	Kuzey Kore

Kaynak: Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı, 2010: 21.

Dünya’da en çok nükleer enerji santrali olan ülke ABD dir. Tablo 11’deki, 2010 verilerine baktığımızda bu sıralamada ikinci en çok nükleer santrali olan ülkenin Fransa olduğunu görmekteyiz. Fransa ayrıca nükleer santrale dayalı elektrik üretiminde de %77,1 ile Dünya’da birinci sıradadır.

Tablo 11. Dünya'daki Nükleer Enerji Üreticileri

Üretici Ülkeler	TWh	Dünya Toplamı %
ABD	838	30,7
Fransa	439	16,1
Japonya	258	9,4
Rusya Federasyonu	163	6,0
Kore	151	5,5
Almanya	148	5,4
Kanada	94	3,4
Ukrayna	90	3,3
Çin	68	2,5
İsveç	64	2,3
Diğer Ülkeler	418	15,4
Dünya	2 731	100,0

Kaynak: Key World Energy Statistics, 2010.

Nükleer Enerjinin, Avrupada ve Kuzey Amerikada kaynak yoğunluğu olarak daha fazla olduğunu Tablo 12’den görmekteyiz. Nükleer güç santrallerinin teknolojik olarak ilerlemesi, artan rekabet ve talep sebebiyle uluslararası ilişkiler çerçevesinde, 2019 yılı itibariyle bu rakamların daha da arttığını söyleyebiliriz.

Tablo 12. Nükleer Enerji Rezervinin Dünya'daki Bölgesel Dağılımı (Milyon Ton)

Kanıtlanmış Rezervler	1995	2000	2002	2019
Kuzey Amerika	184.4	198.0	202.6	963
Amerika ve Diğerleri	2.2	2.7	4.8	24.6
Avrupa	202.5	218.5	225.0	928.5
Sovyetler Birliği	41.3	49.3	51.2	209
Orta Doğu				
Afrika	2.7	3.1	2.6	14.2
Asya Pasifik	93.0	113.4	115.0	647.3
Dünya Toplamı	526.1	585.0	601.2	2796

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy June, 2020: 20.

2.3.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji doğal işlemlerden elde edilen ve tüketildiğinden daha hızlı üretilen güneş, rüzgâr, hidrolik ve biyokütle gibi enerji türlerinden oluşan bir enerjidir (Yao & Herrerias, 2014: 250). Bu kaynaklar, doğal olarak meydana gelen olayların teknoloji yardımıyla faydalı enerji formlarına dönüştürülmesi suretiyle pazarlanabilir enerji üretilmesine imkân verirler. Bu kaynaklar, büyük enerji potansiyeline sahip olup, bölgesel değişkenliği yüksektir. Dünyanın çevresel, ekonomik ve politik sorunları üzerinde olumlu etkileri vardır (Kalogirou, 2009: 35-36).

Yenilenebilir enerji kaynakları, uzun vadeli enerji hizmetleri sunum planının bir parçasıdır. Bu enerjiden faydalanmak küçük ve orta ölçekli işletmelere, tarım ve ormancılık sektörüne ve esnaflara enerji sistemleri kurulum hizmetleri çerçevesinde imkânlar sağlamaktadır (Sovacool & Drupady, 2012).

Yenilenebilir enerjinin ticari olarak kullanılması, bölgesel ekonomi politikasının asıl amacına, yani sosyal eşitsizlikle mücadeleye ulaşmada, akla gelebilecek diğer tüm girişimlerden daha fazla katkıda bulunmaktadır. Böylece enerji alanındaki ilişkiler düzenlenmiş olur ve küresel piyasadan bölgesel piyasalara geçerken uluslararası oyunlarda insanların nerede yaşadığının önemi kalmaz ve bir fırsat eşitliği sağlanır (Scheer, 2002: 291).

1973 yılındaki petrol krizi sonrası enerjideki arz güvenliği için bir takım çözüm arayışları ve bu konuda sarfedilen çabaların bir parçası olarak yenilenebilir enerji teknolojilerinin düşük maliyetli olacağı, istihdam, inovasyon ve yatırım alanlarındaki katkısı gibi özellikler tüm dünyada büyük bir heyecan yaratmıştır (Özev, 2017: 61).

Yenilenebilir enerjinin küresel enerji içindeki payının her geçen gün arttığını görmekteyiz. Bu kaynakların iklim koşullarından etkilenmesi nedeniyle, dikkatli kullanılması gerekir (Özev, 2017: 62).

Bu enerji kaynakları için gerekli olan tesislerin kurulması ve devreye alınması arasında hiçbir ön süre olmadığından gelişmekte olan ülkeler dövizlerini doğrudan yenilenebilir enerji teknolojisine ait ithalata yatırılabilmektedir. Buradaki en önemli strateji, yatırımları iyi yönetmek ve döviz rezervlerini ise yenilenebilir enerjiye yönlendirmektir.

Tablo 13. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomik Potansiyelleri ve Kapasite Faktörleri

Yenilenebilir Kaynaklarımız	Toplam Kurulu Güç Potansiyeli	Kurulu Gücümüz	Kapasite faktörü	2023 Hedefi	Yıllık Ortalama Üretim Potansiyeli (milyon kWh/yıl)
Hidroelektrik	36.000	16.934	%44	36.000	144.000
Rüzgâr	48.000	1.587	%30	20.000	60.000
Güneş	50.000	-	%20	3.000	7.500
Jeotermal	600	94	%84	600	4.400
Biyokütle	2.000	44	%80	2.000	14.000
Toplam	136.600	136.600	-	61.600	229.900

Kaynak: ETKB, 2019.

Yenilenebilir enerji kaynaklarımız ve kapasite faktörleri dikkate alındığında, ekonomik hacim olarak büyük, fakat enerji kaynaklarına sahip olma açısından dışa bağımlı olan ülkemiz için nükleer santral bir seçenek değil, zorunluluktur (Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı, 2010: 32).

Tablo 13, yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu güçlerini ve bunlardaki değişimleri yıllar itibariyle göstermektedir. Buna göre, güneş ve rüzgâr enerjilerinde çok fazla değişim olduğunu görmekteyiz. Bu değişimlerde en önemli pay, teknolojik ve endüstriyel gelişmeleridir. Ayrıca bu alanda yapılan yatırımların teşviklerle desteklenmesi de bu kaynaklardan üretilen enerjinin artmasını sağlamış ve yenilenebilir enerjiye geçiş için bir fırsat yaratmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının dünyadaki kurulu güç dağılımının yer aldığı Tablo 14'te en fazla gücün hidroelektrik enerjide yoğunlaştığı ve bunu rüzgâr enerjisi ile güneş enerjisinin takip ettiği görülmektedir.

Tablo 14. Dünya'nın Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kurulu Gücündeki Değişim

Enerji Türleri	2003 Yılı Kurulu Gücü (GW)	2012 Yılı Kurulu Gücü (GW)	2013 Yılı Kurulu Gücü (GW)	2018 Yılı Kurulu Gücü (GW)
Hidrolik Enerji	715	960	1000	1114
Biyoenerji	36	83	88	122
Jeotermal Enerji	8.9	11.5	12	13,5
Güneş Enerjisi	3	102.5	142.4	442
Rüzgâr Enerjisi	48	283	318	539
Yenilenebilir Enerji	800	1.440	1.560	2.230

Kaynak: Şenel & Koç, 2014: 49 ve www.mmo.org.tr'den derlenmiştir.

2.3.1.2.1. Güneş

İnsanlığın kökeni ve devamı güneş enerjisine dayanmaktadır. Güneş ışığından elde edilen enerji temiz bir enerjidir. Fotosentez ve yağmur döngüsü gibi dünyadaki yaşamı destekleyen en temel süreçler güneş enerjisi tarafından gerçekleştirilmektedir. Tarihin en başından beri insanlık, güneş enerjisini iyi bir şekilde kullanmanın yararına olduğunun farkına varmıştır. Güneş enerjisi günümüzde alternatif bir enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Güneş enerjisinden faydalanmanın dört yolu vardır. Fotovoltaik sistemler (ışığı elektriğe dönüştürme), ısıtma ve soğutma sistemleri (güneş enerjisi), konsantre güneş enerjisi (kullanım ölçeği), ve aydınlatmadır. Bunlar, genellikle enerji üretiminin en pahalı şekilleridir (Robinson, 2015: 64).

Tablo 15'te, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde kurulum maliyetleri en yüksek olan kaynaklar verilmiştir. Kurulum maliyeti en yüksek olan kaynak nükleer enerjidir. Sıralamada daha sonra jeotermal ve biyokütle enerjisi yer almaktadır. Güneş enerji santrallerinin 2014 ve 2018 yıllarına ait yatırım maliyetleri değerlendirildiğinde 2014 yılında 3000-3500 \$/kW olduğu tespit edilmektedir. 2019 yılında ilk yatırım maliyeti ise 3873 \$/kW artış göstermiştir.

Tablo 15. Enerji Santrallerinin Yatırım ve Birim Üretim Maliyetleri

	Yatırım Maliyeti (\$/kW)				Birim Enerji Üretim Maliyeti (cent/kWh)		
	2014 Yılı	2018 Yılı	Değişim (%)	2019 Yılı	2014 Yılı	2018 Yılı	Değişim (%)
Nükleer Santral	5385-8199	5385-8053	-1,08	5530	7,7-11,4	9,3-13,2	17,3
Güneş Enerji Santrali	3000-3500	3500-4500	23,08	3873	14,8-20,5	18,2-27,3	26,4
Jeotermal	4600-7250	4600-7250	0	4362	8,9-15,2	8,9-14,2	0,0

Enerji Santrali							
Biyokütle Enerji Santrali	3000-4000	3000-4000	0	4114	8,7-12,8	8,8-12,5	0,0
Kömür Yakıtlı Termik Santral	3000-8400	3000-8400	0	3246	6,3-15,4	6,7-15,1	6,8
Rüzgâr Enerji Santrali	1500-2000	1400-1800	-8,58	2213	4,8-9,5	3,8-16,2	38,9
Doğalgaz Yakıtlı Termik Santrali	1006-1318	1006-1318	0	917	6,2-8,8	6,7-8,7	-1,4

Kaynak: ETKB, 2018.

Bu enerji kaynağının ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olduğu, diğer enerji kaynaklarına göre daha ucuz bir kaynak olduğu bilinmektedir. Güneş panellerinin bakım maliyetleri de yatırım maliyetlerinin sadece %2,8'ine denk gelmektedir.

Tablo 16'da, ülkelere göre güneş enerji santralleri kurulu güç kapasitesini göstermektedir. Buna göre, Çin, 2020 yılı itibariyle 173 GW ile birinci sırada bulunmaktadır. Gelişen teknolojisi sayesinde Dünya'nın en büyük güneş panellerine sahip olması, onun en büyük üretici olmasına imkân tanımıştır. Tengger çöllerinde 1500 megawattlık güneş enerjisi tarlaları bulunmaktadır.

Tablo 16. Dünya'da Ülkelere Göre Güneş Enerji Santrali Kurulu Güç Listesi (2020)

Ülke	Kurulu Güç (GW)
Çin	173
Amerika Birleşik Devletleri	61
Japonya	56
Almanya	46
Hindistan	26
Türkiye	10,5

Kaynak: enerjiatlasi.com, 2020.

Çin'in, güneş enerjisi alanındaki en önemli prensibinin sadece enerji kaynağından yararlanmak olmadığını, çevreye zarar vermeden ihtiyaçları karşılayabilecek avantajları

sonuna kadar değerlendirebilecek teknolojileri kullanarak stratejiler geliştirdiğini bilmekteyiz (Scheer, 2002: 22). Güneş enerji kulu gç listesinde ikinci sırada 61 GW ile ABD yer almaktadır. Türkiye'nin ise bu sıralamada altıncı olarak sahip olduğu gç 10,5 GW tir.

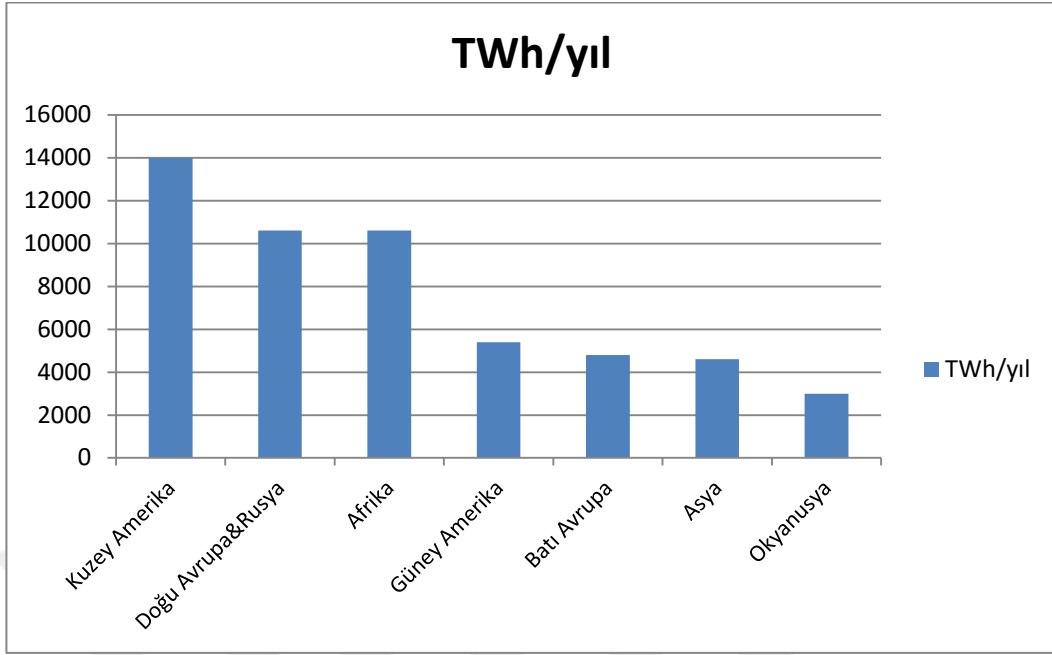
2.3.1.2.2. Rüzgâr

Rüzgâr enerjisi, kinetik enerjiyi mekanik güce dönüştüren rüzgâr türbinlerinin ürettiği bir enerji şeklidir. Rüzgâr gücünün kullanımı, 5000 yıl önce Nil nehrinde gemilerin yelken açmasıyla başladı. Daha sonra tahılları öğütmek ve suyu pompalamak şeklinde kullanıldı. Güneş enerjisi gibi rüzgâr enerjiside mevsimlerle değişen potansiyellere sahiptir. Rüzgâr enerjisi dünyada ilk defa Amerika Birleşik Devletleri' nde 1890 yılında yel değirmenin kurulmasıyla ortaya çıkmıştır. Bugün rüzgâr enerjisi santralleri dünya'nın birçok yerinde temiz bir elektrik enerjisi sağlamaktadır. 14 ülkeden finanse edilen Uluslararası Enerji Ajansı, rüzgâr enerjisini geliştirme konusunda ortak araştırma geliştirme çalışmaları ve bilgi transferi yapmaktadır.

Rüzgâr enerjisine ait tesisatların, ortalama türbin boyutları yakın geçmişe kadar 300 kW iken, artık 500 ile 1000 kW kapasiteli yeni makinelerin geliştirilmesi ve kurulması söz konusudur. Geliştirilmiş türbin tasarımları ve tesis kullanımı, büyük ölçekli rüzgâr enerjisi üretim maliyetlerinde 1980'de kWh başına 35 sentten, kWh başına 5 sentin altına düşmesine katkıda bulunmuştur. Buna katkı sağlayan en önemli faktör düşük fiyatlar, enerjiyi yakalamak için kullanılan elektrik jeneratörlerinin değişken hızda çalışması, gelişmiş tesisler ve birikmiş deneyimleridir (Patel vd., 1999: 23).

Ülkelerin 2014 yılı rüzgâr türbin gç kapasitesinde ilk dört ülke olarak 98588 MW ile Çin, 61946 MW ile ABD, 36488 MW ile Almanya, 22970 MW ile İspanya yer almaktadır. Türkiye ise bu sıralamada 16. olarak 22970 MW kapasiteye sahiptir.

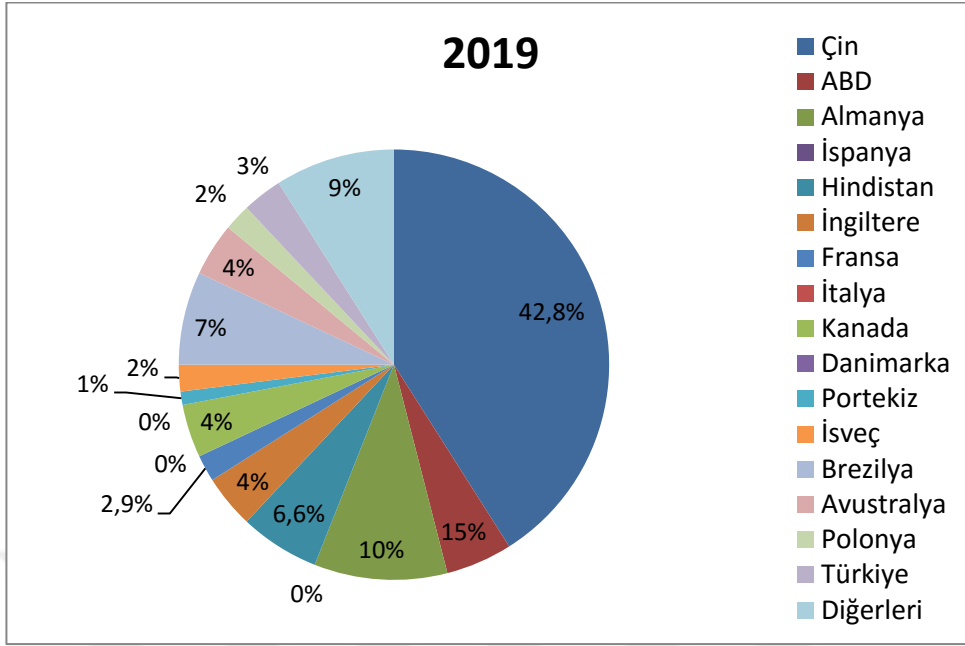
Şekil 2. Dünya Rüzgâr Potansiyelinin Kıtalara Göre Dağılımı (2003-2013)



Kaynak: Şenel & Koç, 2014: 490.

Rüzgâr enerjisi, önemli bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Yel değirmenleri için en önemli parametre rüzgârın hızıdır. Şekil 3 dünya'daki 2019 yılı rüzgâr enerjisi toplam kurulu kapasiteyi göstermektedir. 2019 yılı itibariyle 40.000 mw'ti ve yılda yaklaşık 75 TWh üretmektedir.

Şekil 3. 2019 Yılı Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücündeki Artışın Ükelere Göre Dağılımı



Kaynak: Şenel & Koç, 2014: 50 ve ETKB'ndan derlenmiştir.

Rüzgâr enerjisi özellikle; Çin, Almanya, ABD, Danimarka ve İspanya'da kullanılmaktadır. Tipik üretim maliyeti 0,05 ile 0,13 Euro/kWh'dir. Uzun vadede 0,03 ile 0,10 Euro/kWh'ye kadar düşebilir. Modern rüzgâr enerjisi dönüştürücüleri 4-5 m/s rüzgâr hızında çalışmaya başlar ve 15,17 m/s'de nominal güce ulaşır, 25m/s'de de kapatırlar. Rüzgâr enerjisi çok düşük bir maliyet enerjisine sahiptir (Goetzberger & Hoffmann, 2005: 204-205).

Rüzgâr enerjisindeki büyümenin her daim devam edeceği beklenmektedir. Çünkü 2006 yılında 74 GW olan kurulu güç 2020 yılında 400 GW'a ulaşmaktadır.

Ülkemizdeki yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde rüzgâr enerjisi güç yoğunluğunun Marmara Bölgesi'nde daha yoğun olduğunu Tablo 17'deki verilerden görmekteyiz. Bu bölgedeki; İzmir, Manisa, Balıkesir, Samsun ve Çanakkale illeri kara ve deniz rüzgâr potansiyeli çok yüksek olan illerimizdir.

Tablo 17. 10 m Yükseklikte Bölgelerin ve Ülkemizin Ortalama Rüzgâr Güç Yoğunlukları (2019)

Bölge Adı	Ortalama Rüzgâr Hızı (m/s)	Ortalama Rüzgâr Gücü Yoğunluğu (W/m ²)
Marmara Bölgesi	4.2	68.91
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	3.6	27.34
Ege Bölgesi	2.8	28.17

Akdeniz Bölgesi	2.4	28.36
Karadeniz Bölgesi	2.6	25.30
İç Anadolu Bölgesi	2.1	26.10
Doğu Anadolu Bölgesi	2.8	12.29
Türkiye Toplamı	2.44	32

Kaynak: ETKB, Sektörel Görünüm 2019.

Rüzgârın özellikleri, yerel coğrafi farklılıklar ve yeryüzünün homojen olmayan ısınmasına bağlı olarak, zamansal ve yöresel değişiklik gösterir. Rüzgâr hız ve yön olmak üzere iki parametre ile ifade edilir. Rüzgâr hızı yükseklikle artar ve teorik gücü de hızının küpü ile orantılı olarak değişir (ETBK, 2019). Bu sebeple Marmara Bölgesi ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi rüzgâr enerjisinin en güç yoğunluğu açısından en fazla olan bölgeleridir.

2.3.1.2.3. Hidrolik

Dünyada kullanılan en eski enerji türü hidrolik enerjidir. İlk defa 1880 yılında endüstriyel bir ortamda enerji elde etmek için kullanılmıştır. Amerika’da ilk hidroelektrik santrali 1882 yılında kurulmuştur (Robinson, 2015: 58).

Akan suyun akış süresince taşıdığı hızı enerjiye dönüştürmesidir. Hidroelektrik santrallerden yüksek miktarlarda enerji elde edilmektedir. Bu alanlarda kurulu olan türbinler, mekanik enerjiyi jeneratörler aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürür. Suyun akışı ne kadar hızlı olursa ortaya çıkan enerjide o kadar güçlü olur.

Çok düşük bir kirlilik seviyesine sahiptir. Özellikle hava kirliliği etkisi sıfırdır. Sadece su kirliliği yaratmaktadır. Buda tesisatların uygun tasarlanmasıyla önlenabilmektedir. Hidrolik santraller kinetik enerjiyi elektriğe dönüştürebilen bir enerji türüdür. Bunun nehir sisteminin ekolojisine bazı olumsuz etkileri vardır. Fakat bunun yanı sıra mevsimsel su taşkınlarının da önüne geçilmektedir (Griffin & Steele, 1986: 192).

Tablo 18’de görüldüğü gibi Dünya sıralamasında hidroelektrik enerjiyi en yüksek oranda kullanan ülkelerin başında Avustralya gelmektedir. Avustralya % 70 oranında yenilenebilir enerji kaynakları kullanan bir ülkedir. Ayrıca yenilenebilir enerjinin % 40’ını hidroelektrik santralleri oluşturmaktadır. Arjantin, Bolivya, Ekvator, Şili gibi Güney Amerika ülkeleride hidroelektrik enerji bakımından oldukça zengindir. Özellikle Arjantin’in, Atlas Okyanusu’na uzanan 4989 km’ lik kıyı şeridinde sahip olması büyük bir avantaj sağlamaktadır. Arjantin’in kuzeyinde yer alan Bolivya’da sahip olduğu sayısız kıvrımlar sayesinde hidroelektrik enerjisi sıralamasında önde gelen ülkelerdendir.

Tablo 18. Dünya'daki Hidroelektrik Potansiyelleri

Tanımlama	Teorik Potansiyel (GWh)	Teknik Potansiyel (GWh)	Teknik ve Ekonomik Potansiyel (GWh)
Afrika	4.000.000	1.665.000	1.000.000
Avustralya/Okyanusya	19.000.000	6.800.000	3.600.000
Avrupa	600.00	270.000	105.000
Kuzey ve Orta Amerika	3.150.000	1.225.000	800.000
Güney Amerika	6.000.000	1.500.000	1.100.000
Dünya Toplamı	7.400.000	2.600.000	2.300.000
	40.150.000	14.060.000	8.905.000

Kaynak: DSİ, 2019.

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en aktif olanı hidroelektrik santrallerdir. Bu enerji kaynağının potansiyeli küresel dilimin %1'i kadardır. 2023 yılına kadar bu teknik potansiyelin elektrik üretiminde kullanılması hedeflenmektedir (Özev, 2017: 65).

Tablo 19. Hidroelektrik Santralleri Kurulu Güç ve Proje Kapasiteleri (2019)

Durum	Güç (MWe)	Oran
Devrede	28.358	% 62,2
Kurulumu devam eden	5.252	% 12,0
Üretim lisansı alınan	3.133	% 7,2
Önlisans alınan	3.944	% 9,0
Proje aşamasında	2.993	% 6,9
TOPLAM	43.669	% 100

Kaynak: enerjiatlası.com, 2019.

2.3.1.2.4. Jeotermal

Jeotermal enerji, güvenilir, ucuz, çevre dostu ve yenilenebilen yeşil bir enerji kaynağıdır. Yerin derinliklerindeki kayaçların arasında birikmiş olan ısının sıcak su ya da buhar olarak rezervuarda depolanmasına denir.

Yeryüzündeki ısıya, petrol için yapılan delme işlemine benzer bir süreçte su ve buhar kuyuları için sondaj ile erişilebiliyor ve bu durumda jeotermal savunucular bu kaynağı muazzam bir ısı ve güç kaynağı olarak görüyor (Robinson, 2015: 56).

Eski zamanlardan beri Japonlar banyo yapmak için jeotermal enerjiden yararlanmaktadır. İlk jeotermal tesis 1961 yılında Matsukava'da inşaa edilmiştir. Bu tesis her

ne kadar küçük olsa da enerji şirketlerinin çok dikkatini çekmiştir. Japonya’da yaklaşık yetmiş kuvaterner volkanı bulunmaktadır. Bunların arasından yedisi aktiftir (Nasser, Abe, & Hirakawa, 1982: 1,2).

Jeotermal enerjinin kullanımı ve tasarımları için yüzey altındaki kırıkların izlenmesi ve kontrol edilmesinde yeni teknolojilerin geliştirilmesi mutlak olarak esastır.

Jeotermal enerji, dünyadaki diğer enerji kaynakları içerisinde göz ardı edilemeyecek kadar büyük miktarda, dâhili olarak üretilen ve depolanabilen bir enerji kaynağıdır. Suyun mağmanın üzerindeki geçirimsiz tabakada beklemesi ve üst tabakalarda bulunduğu çatlaklarla yeryüzüne çıkmasıyla aşırı ısınmış olarak çıkan buharın enerji potansiyeli olarak çok etkileyici olduğu bir gerçektir. Bu kaynakların enerji potansiyeli çok yüksektir. Mesela; İtalya’daki Lardarello jeotermal verimliliği ile ünlü bir rezervuardır (Griffin & Steele, 1986: 363-364).

Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarının hemen hemen hepsine sahip olan bir ülkedir. Dünyada yedinci ülke konumunda olmasına rağmen yine de enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü ithalat yoluyla karşılamaktadır. Üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye’nin jeotermal enerjide de önemli bir potansiyele sahip olduğunu fakat bu potansiyelin sadece %4’ünü kullandığını söyleyebiliriz (Kömürcü & Akpınar, 2009: 1611-1615).

Tablo 20. Dünya’da Ülkelere Göre Jeotermal Enerji Kurulu Gücü (MW) (2019)

Ülke	Kurulu Güç (MW)
Amerika Birleşik Devletleri	3.639
Endonezya	1.948
Filipinler	1.868
Türkiye	1.303
Yeni Zelanda	1.005
Meksika	951
İtalya	944
İzlanda	755
Kenya	676
Japonya	542

Kaynak: enerjiatlası.com, 2019.

Dünya’da 70 ten fazla ülkede jeotermal enerji kullanılmaktadır. Amerika birleşik Devletleri bu kaynağı en doğru şekilde kullanan ülkelerin en başında gelir. Özellikle batı eyaletlerinde daha başarılıdır. Dünya’da en çok jeotermal enerji kullanan ülkeler; ABD,

Filipinler, Endonezya, Meksika, İtalya, Japonya, Yeni Zelanda ve İzlanda'dır. Dünyada ki jeotermal enerjinin %30'u ABD'nde üretilmektedir. Dünya'da yaklaşık 16.000 megawatt jeotermal enerjiye bağlı elektrik enerjisi üretilmektedir. Ayrıca 60 milyon insan bu enerjiden ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Filipinler ise jeotermal enerjiyi kullanan dünya'daki ikinci büyük ülkedir. Ülkede elektrik enerjisinin büyük çoğunluğu bu enerji türünden karşılamaktadır. İzlanda'da ise evlerin yaklaşık % 90'ı bu enerji ile ısınmaktadır (Wachtel, 2010: 6-7).

Tablo 21. Türkiye'deki Kurlu Gücün Kuruluş Kaynaklarına Göre Dağılımı (MW) (2019)

Kuruluşlar	Kaynak Tipi	2002	2012	2014	2015	2016
EÜAŞ	Termik	10.932	12.561	8.884	7.319	6.939
	Hidrolik	10.109	12.214	12.995	13.004	13.166
	Jeotermal	18				
	TOPLAM	21.058	24.775	21.879	20.323	20.105
Üretim Şirketleri	Termik	8.636	22.468	32.918	34.584	37.472
	Hidrolik	2.132	7.406	10.648	12.864	13.515
	Rüzgâr	19	2.261	3.630	4.503	5.571
	Jeotermal		162	405	624	821
	Güneş			40	249	833
	TOPLAM	10.788	32.297	47.641	52.824	58.392
TOPLAM	Termik	19.569	35.029	41.802	41.903	44.411
	Hidrolik	12.241	19.620	23.643	25.868	26.681
	Rüzgâr	19	2.261	3.630	4.503	5.751
	Jeotermal	18	162	405	624	821
	Güneş			40	249	833
	TOPLAM	31.846	57.071	69.520	73.147	78.497

Kaynak: ETKB, 2019.

Ülkemizin jeotermal potansiyeli oldukça yüksek olup potansiyel oluşturan alanların %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölgesi'nde, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'i diğer bölgelerde yer almaktadır. Jeotermal kaynaklarımızın %90'ı düşük ve orta sıcaklıkta olup doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, çeşitli endüstriyel uygulamalar vb.) için, %10'u ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur (ETKB, 2019).

2.3.1.2.5. Biyokütle

Biyoenjerji, bitkilerden ve hayvan kaynaklarından gelen herhangi bir organik malzemeden üretilen yenilenebilir bir enerjidir. Biyoenjerji kaynaklarına "biyokütle" adı verilir (Robinson, 2015: 52).

Ülkemizde ise bitkisel ve hayvansal atıkların gübre olarak kullanılmayarak yakılması ve ısı üretiminde kullanılması biyokütle enerjisinden yararlanıldığının bir göstergesidir.

1975'ten beri Avrupa ülkelerinin Ar-Ge çalışmalarında birinci sırayı biyokütle enerjisi oluşturmaktadır. Günümüzde biyokütle deyince tarım ve ormancılık kavramı akla gelmektedir. Oysaki çevrenin iyileştirilmesi tarımsal üretimdeki alternatifler gibi temel hususlar da kapsamaktadır. Ayrıca biyokütle kullanımı kırsal kalkınma için oldukça önemlidir. Enerji tarlaları, tarımsal atıkların toplanması ve bataklıklar yoğunluğu yüksek enerji taşıyıcılığına dönüştürülebilir (W. Palz, Coombs, & Hall, 2006: 3-4).

2014 yılında dizel yakıt dışındaki yakıtlara %3 biyoetanol karıştırma zorunluluğu getirilirken, yerli ürünlerden elde edilen biyoetanol ya da biyodizelin %2'ye kadar kullanılması ise vergiden muaf tutulmuştur. Ayrıca dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli tehdit konusu ise gıda atıklarından elde edilen biyolojik kaynak üretiminin de gıda fiyatlarını ve gıda güvenliğini tehdit etmesidir (Özev, 2017: 65).

Tablo 22. Biyokütle Kaynakları, Kullanılan Çevrim Teknikleri, Elde Edilen Yakıtlar ve Uygulanma Alanları

Biyokütle	Çevrim Yön.	Yakıtlar	Uygulama Alanları
Orman Artıkları	Havasız Çürütme	Biyogaz	Elektrik üretimi, ısınma
Tarım Atıkları	Proliz	Etanol	Isınma, ulaşım araçları
Enerji Bitkileri	Doğrudan Yakma	Hidrojen	Isınma
Hayvansal Atıklar	Fermantasyon, havasız çürütme	Metan	Ulaşım araçları, ısınma
Çöpler (Organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
Algler	Hidroliz		Sentetik yağ, roketler
Enerji Ormanları	Biyofotoliz	Motorin	Ürün kurutma
Bitkisel ve Hayvansal Atıklar	Esterleşme Reaksiyonu	Motorin	Ulaşım araçları, ısınma, seracılık

Kaynak: EİGM, 2019.

Biyokütlenin enerji üretiminde diğer enerji kaynaklarına karşı rakipsiz avantajları vardır (Karayılmazlar, Saraçoğlu, Çabuk, & Kurt, 2001: 65-66).

1. Sera gazı emisyonunu azaltıcı ve iklim değişikliğini yavaşlatıcı tek enerji kaynağı olması.

2. Toprak koruma, su, enerji ve besin üretiminin güvence altına alınması, peyzaj değeri oluşturması

3. Sürekli iş imkânları oluşturması.

4. Devlete ekonomik ve siyasal avantajlar sağlaması.

Tablo 23. Yenilenebilir Kaynaklardan Biyoelektrik Üretimi (2018)

Yenilenebilir Elektrik Teknolojisi	Gelişmekte Olan Ülkeler	AB25	Almanya	Çin	ABD	Dünya
Rüzgâr	11,1	50,5	21,8	3,8	13,6	76,0
Küçük HES	62,0	13,0	1,9	52,0	4,0	78,0
Güneş	0	4,2	3,7	0	0,7	6,8
Jeotermal	4,8	0,6	0	0	3,6	9,8
Gel-Git	0	0,3	0	0	0	0,6
Biyoelektrik	25,0	11,0	3,1	3,0	4,6	49,0
Büyük HES	362	120	8	100	97	786

Kaynak: ETKB, Sektörel Görünüm 2018.

Dünyadaki biyodizel pazarının büyüklüğü 82,7 milyar dolardır. Çünkü dünyada en çok üretilen sıvı yakıt biyoetanoldür. En çok etanol üreten ülke ABD iken biyodizel üreten ülke ise AB dir. Almanya, İspanya, Fransa ve İtalya da üretici ülkelerdendir. AB, petrol alanında %98 oranında petrol bağımlısı olan bir taşıma sistemine sahiptir. Bu oranın %80 lik kısmı ise; Rusya, Suudi Arabistan, Libya, İran ve Norveç'ten gelmektedir. Bu durum her ne kadar siyasi ve ekonomik olarak Avrupa için istenmeyen bir durum yaratsa da AB ülkelerinde artan biyoyakıt kullanımı, hem yakıt kaynaklarını çeşitlendirmek hem de atmosfere verilen zararı kontrol etmek olarak açısından kullanımı mutlaka değerlendirilmesi gereken bir noktadadır (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK), 2012: 201-203).

Tablo 24. Türkiye'de Biyogaz Tesislerinin Sayıları ve Kapasiteleri (2018)

	İşletme Halindeki Tesisler	İşletmedeki Kapasite (MW)	Planlamadaki Tesisler	Planlamadaki Tesis Kapasitesi (MW)	Toplam Biyogaz Tesisleri	Toplam Kapasite (MW)
Tarım (hayvansal atıklar, bitkiler)	2	0,76	16	16,99	17	17,58
Gıda sanayi (atıksu, organik atık)	17	16,8	3	5,86	19	18,56
Belediye (çöp gazı, atıksu)	17	97,99	16	37,76	32	143,90
Belediye (çöp gazı)	13	96,07	10	34,08	25	132,03
Belediye (atıksu)	5	3,98	4	3,68	8	7,63
Sınıflandırılmamış	0	0	31	66,13	34	68,18

Kaynak: ETKB, Sektörel Görünüm 2018.

Biyoyakıtların piyasaları, ekonomik ve sosyal etkileri değerlendirildiğinde tarım ve hayvancılık sektöründe üreticilerin refahını arttırmada önemli bir rol oynamıştır. Enerji alanındaki dışa bağımlılığı biraz daha azaltacağı düşünülen bu yakıt türü için biyoyakıt mahsülleri yetiştirmek ve yerli kaynaklara yönelmek gerekmektedir.

2.3.2. İkincil Enerji Kaynakları

Birincil enerji kaynaklarına bağlı olarak üretilen enerji kaynaklarına ikincil enerji kaynakları adı verilir. Bunları elektrik, benzin, mazot, motorin, hava gazı ve LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı) olarak türlerine ayırabiliriz.

2.3.2.1. Elektrik

Elektrik enerjisi, bakır benzeri iletken tellerin hareket etmesi sonucu oluşan bir enerji türüdür. Bu enerji türünü bir başka kaynaklar yoluyla elde etmek mümkündür. Mesela termik kaynaklar, hidrolik, nükleer ve yenilenebilir kaynaklar yoluyla elektrik enerjisi elde edilir.

Elektrik üretimi tüm dünyada tek düze bir yapıya sahiptir. Tüm dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de sosyal ve ekonomik gelişim için hayati bir girdidir. Çünkü elektrik enerjisi ülkenin ekonomik yapısını anlatan en önemli göstergedir. Nüfusun hızla büyüdüğü ülkelerde buna paralel olarak enerji talebide her geçen gün artmaktadır.

1882 yılında, Londra'nın Holborn Viaduct istasyonunda bir elektrikle aydınlatma sistemi tesis edildi. Elektrik enerjisi ve elektrikle işletilen sanayiler Berlin'de o kadar çabuk yayıldı ve benimsendi ki, şehir kısa zamanda isim değiştirerek Elektropolis adıyla tanınır oldu (Yergin & Tuncay, 1995: 77).

Dünyada elektrik enerjisinin öyküsü 1878 yılına dayanmaktadır. Öyleki; ilk kez günlük yaşamda aydınlatma amacıyla kullanılmıştır. Tarsus' ta 1902 yılında kurulan ve 2 kW lık bir güce sahip küçük bir su değirmeni ile ilk elektrik enerjisi üretim santrali kurulmuş olmaktadır. Daha sonra 1913 yılında Silahtarağa Elektrik Santrali kurulmuştur. Santrallerin çoğu motor gücüyle çalışarak 43 şehre elektrik enerjisi iletmektedir. 1950 yılında ülkedeki üretim kapasitesi 500 MWh iken, kurulu güç 407,8 MW' a ulaşmaktadır. 1953 yılında ise hidroelektrik santralleri kurmak amacıyla Devlet Su İşleri kurulmuş olup özel sektör ve devlet ortaklığı ile yeni elektrik santrallerinin yapımları başlamıştır (Karagöl & Tür, 2017: 15).

1970 yılından itibaren Türkiye' nin linyitteki gücü 1989 yılına kadar istikrarlı bir şekilde artmış ve 2000 yılı sonunda %24' e düşmüştür. 1990 yılında termik üretimde linyitin payı zirveye çıkarak %55 ile elektrik enerjisinin üretiminde çok önemli bir paya eriştiği görülmektedir. 2000 yıllarında ise yerini doğal gazla bırakmaktadır (Sabah vd., 2002: 40).

Türkiye'de kurulu elektrik üretim kapasitesi 2020 verilerine göre lisanssız 6.726,0 MW tır. Ancak, elektrik üretimindeki bu artış yeterli değildir. Türkiye'yi uzun yıllardan beri net elektrik ithalatçısı yapan elektrik talebidir. Öngörüler, Türkiye'nin elektrik tüketiminin önümüzdeki yıllarda da artarak devam edeceğini göstermektedir.

2020 yılında Türkiye'de elektrik enerjisi kurulu güç kapasitesinin 462,0 MW'ı termik santrallerden, 70,8 MW'ı rüzgâr enerjisinden, 8,7 MW'ı akarsulardan ve 6.184,5 MW'ı da güneş enerjisinden oluşmaktadır. 2020 yılı sonuna göre doğalgaz ve linyitten elde edilen elektriğin kurulu güçlerinde toplam 244,8 MW'lık eski yönde değişim olduğu, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güçte ise 3.778,6 MW'lık bir artış gerçekleştiği görülmektedir. 2020 yılı verilerine göre elektrik enerjisi üretimi 264.897.839.020 kWh, elektrik enerjisi tüketimi ise 264.605.292.090 kWh dir. 2019 yılına göre; 2020 yılında elektrik enerjisi üretimi %7,8, tüketim ise %5,8 artış göstermiştir (www.emo.org.tr).

Elektrik enerjisi tüketimi, bir ülkenin en önemli gelişmişlik göstergelerinden biridir. Hızla gelişmekte olan ülkemizde her yıl artan elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanması, kurulacak kaynak çeşitliliğine sahip yeni elektrik santrallerine ve elektrik enerjisinin verimli kullanımının artmasıyla karşılanabilir (Meral vd., 2009: 36).

Artan rebabet ile birlikte ulusal ve uluslararası elektrik piyasalarının 2020' de 25.800 TWh iken ve 2040' da 36.500 TWh' e yükselmesi beklenmektedir. OECD ülkeleri aynı dönem için yıllık %1,5 artış beklerken, Dünyada birincil elektrik üretim kaynakları arasında en yüksek artışın %2,9 ile yenilenebilir kaynaklardan olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca; elektrik üretiminin büyüüp gelişmesine en çok katkı sağlayan kaynaklar doğalgaz ve nükleer enerjidir. Bu durum sera gazı emisyonunun artmasına sebep olmaktadır. 2040 yılında kömürden elde edilen enerjinin payı azalarak yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerji eşitlenecektir. Tüketimi çok yapan ülkelerin temiz enerji teknolojilerini hayata geçirmeleri de kömürün bu artan payını düşürecektir (Özev, 2017: 20-21).

Tablo 25, Dünya'da ve Türkiye'de üretilen elektriğin yakıtlara göre dağılımını göstermektedir. Buna göre, Türkiye'nin %45 kWh ile petrole bağlı elektrik ürettiğini,

Dünya’da ise elektrik üretiminde kömür kullanımında %40,6 kWh ile birinci olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 25. Dünya’da ve Türkiye’de Üretilen Elektrik’in Yakıt Kaynaklarına Göre Dağılımı (2019)

Kaynaklar	Dünya	Türkiye
Petrol	%33,3	%45
Doğalgaz	%21,6	%34
Kömür	%40,6	%21
Hidroelektrik	%6,9	%26,2
Nükleer	%4,5	%
Diğer (Yenilenebilir vb.)	%3,2	%6,8

Kaynak: Key World Energy Statistics, 2019 ve ETKB'dan derlenmiştir.

Tablo 26’da, Dünya’da elektrik üretimi için en yaygın olarak kullanılan kaynağın % 40,6 ile kömür olduğu, bunu hemen arkasından yenilenebilir enerji kaynaklarının takip ettiği görülmektedir. Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Hindistan ve Almanya’da kömür, Rusya’da doğalgaz, Fransa’da nükleer enerji ve Kanada’da yenilenebilir enerji elektrik enerjisi üretiminde en fazla paya sahip olan kaynaklardır (ETKB, 2019).

Tablo 26. Bazı Ülkelerin Kaynak Bazında Elektrik Üretim Oranı (2019)

Ülke	Kömür	Petrol	Doğalgaz	Nükleer	Yenilenebilir Enerji	Diğer
Fransa	%2,1	%0,3	%2,3	%77,6	%17,5	%0,2
Almanya	%45,4	%0,9	%9,9	%15,5	%28,0	%0,3
ABD	%39,5	%0,9	%26,8	%19,1	%13,6	%0,1
Kanada	%9,9	%1,2	%9,3	%16,4	%62,8	%0,3
Çin	%72,5	%0,2	%2,0	%2,3	%23,0	%0,0
Hindistan	%75,1	%1,8	%4,9	%2,8	%15,5	%0,0
Rusya	%14,9	%1,8	%50,1	%17,0	%17,0	%0,0
Dünya	%40,6	%4,3	%21,6	%10,6	%22,9	%0,1

Kaynak: ETKB, 2019.

Tablo 27’de görüldüğü gibi 2019 yılında kurulu gücün kuruluşlara göre dağılımına bakıldığında serbest üretim şirketleri %68,86 MW üretim yaparak en büyük üretim kapasitesini gerçekleştirmiş iken, %22,18 lik üretim yapan EÜAŞ ise ikinci sırada yer almaktadır.

Tablo 27. Kuruluşlarına Göre Kurulu Gücün Dağılımı (2019, MW)

EÜAŞ	%22,18
İşletme Hakkı Devredilen Santraller	%4,11
Yap İşlet Santralleri	%3,47
Yap İşlet Devret Santralleri	%1,8
Serbest Üretim Şirketleri	%68,86
Lisanssız Santraller	

Kaynak: TEİAŞ, EPDK: 2019.

2.4. Enerji Kullanımı

Enerji kaynaklarının sınırlılığı, nüfus artışı, sanayileşmeye dayalı büyüyen hacim ve yoğun kullanılan enerji kaynakları neticesinde yenilenebilir enerjiye duyulan ihtiyaçlar her geçen gün artmaktadır.

Enerji kullanımı; daha çok binalar, makine, teçhizatlar ve ulaştırma ile ilgilidir.

Dünya rezervlerinin ve enerji kaynaklarının düzensiz dağılmış olması ve hükümetler tarafından yanlış yönetilmesi enerji kullanımındaki en önemli zorluklardan biridir. Enerjiyi korumanın ve ömrünü uzatmanın en önemli yolu geri dönüşümdür.

Dünyada enerji tüketimini en fazla yapan ülkeler arasında başta; Texas, California, Florida, Ohio, New York, Pennsylvania, Illinois, North Carolina, Michigan ve Indiana yer almaktadır (Robinson, 2015: 95). Türkiye’de ise en fazla enerji tüketimi yapan şehirler; başta İstanbul olmak üzere İzmir, Kocaeli, Ankara, Bursa, Hatay, Antalya ve Adana şeklinde sıralanmaktadır.

Enerji kaynaklarını daha iyi ifade edebilmek için, tüm yakıtları ayrı ayrı ve ortak bir enerji biçiminde göstererek sunmak gerekir. Bu her bir yakıtın ekonomiye yaptığı katkının ve başka yakıtlara dönüşümüyle karşılıklı ilişkilerinin kolay bir şekilde karşılaştırılmasına katkı sağlar.

Tablo 28’de dünyada birincil enerji kaynaklarının tüketimiyle/kullanımıyla ilgili veriler yer almaktadır. Bu veriler Çin, ABD ve Hindistan’ın enerji kullanımında dünyada ilk üç sırayı paylaştığını gösteriyor.

Tablo 28. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (Milyon TEP)

Ülke	2013	2014	2015	2019	Dünya Toplamındaki Payı 2019 (%)	Sıra
Çin	2.903,9	2.970,3	3.014,0	141.70	%24,3	1
ABD	2.271,7	2.300,5	2.280,6	116.58	%16,2	2
Hindistan	626,0	666,2	700,5	34.06	%5,8	3
Rusya	688,0	689,8	666,8	28.81	%5,1	4
Japonya	465,8	453,9	448,5	18.67	%3,2	5
Kanada	335,0	335,5	329,9	14.21	%2,4	6
Almanya	325,8	311,9	320,6	13.14	%2,3	7
Brezilya	290,0	297,6	292,8	12.40	%2,1	8
Güney Kore	270,9	273,1	276,9	12.37	%2,1	9
İran	247,6	260,8	267,2	12.34	%2,1	10
Suudi Arabistan	237,4	252,4	264,0	11.04	%1,9	11
Fransa	247,4	237,5	239,0	9.68	%1,7	12
Endonezya	175,0	188,3	195,6	8.91	%1,5	13
Birleşik Krallık	201,4	188,9	191,2	7.84	%0,8	14
Meksika	188,9	190,0	185,0	7.72	%1,3	15
İtalya	155,7	146,8	151,7	6.37	%1,1	16
İspanya	134,2	132,1	134,4	5.72	%1,0	17
Avustralya	130,7	129,9	131,4	6.41	%1,0	18
Türkiye	120,3	123,9	125,9	6.49	%1,0	19
Tayland	120,3	123,4	124,9	5.61	%1,0	20
Güney Afrika	124,6	128,2	124,2	5.40	%0,9	21
Tayvan	109,9	111,4	110,7	4.81	%0,8	22
BAE	97,2	99,0	103,9	4.83	%0,8	23
Polonya	96,0	92,4	95,0	4.28	%0,7	24
Ukrayna	114,7	101,0	85,1	3.41	%0,6	25
Toplam	12.873,1	13.020,6	13.147,3	583.90	%100,0	26

Kaynak: ETKB, Mavi Kitap 2017 ve BP Statistical Review of World Energy 2020: 8'den derlemiştir.

Bu sıralamada Çin'in birinci sırada yer alması, hızlı büyüyen ekonomisine bağlı olarak enerji gereksinimlerinin de atması ve nüfusunun fazla olmasının neden olduğu yüksek tüketimden kaynaklanıyor olabilir. Enerji gereksinimini de arttıran bu durum neticesinde dünya petrol piyasalarındaki fiyatlar da etkilenmektedir. ABD ise, en fazla tükettiği petrol kaynağı ile sıralamada ikincidir. Türkiye bu sıralamanın çok gerisindedir. Tabii ki, enerji kaynaklarının coğrafi olarak dağılımı, ülkenin sahip olduğu teknoloji, uluslararası ilişkiler, enerji politikaları ve enerjinin ekonomiye katkısı gibi birçok faktör bu sıralamayı etkilemektedir.

2.4.1. Sektörel Tüketim

Enerji tüketim eğilimlerinin sektörlere göre dağılımında, kaynak kullanımlarının her yıl bir öncekine göre arttığı görülmektedir. Enerji üretiminin, tüketimindeki atışları

karşılayamaması sebebiyle enerjinin büyük çoğunlu ithal edilmektedir. Türkiye'nin sanayileşmekte olan bir ülke olması sebebiyle enerji maliyetleri çok yüksektir. Bu durum, özellikle tüketimin büyük ölçüde petrol ve doğal gazla bağlı olmasından kaynaklanmaktadır. Tabii ki, fiyatlardaki artışlar da tüketime paralel olarak ilerlemektedir. Tablo 29'da tüketici/kullanıcı gruplarının sektörlere göre dağılımları verilmektedir.

Tablo 29. Genel ve Nihai Enerji Tükeminin Sektörel Dağılımı (Ktep)

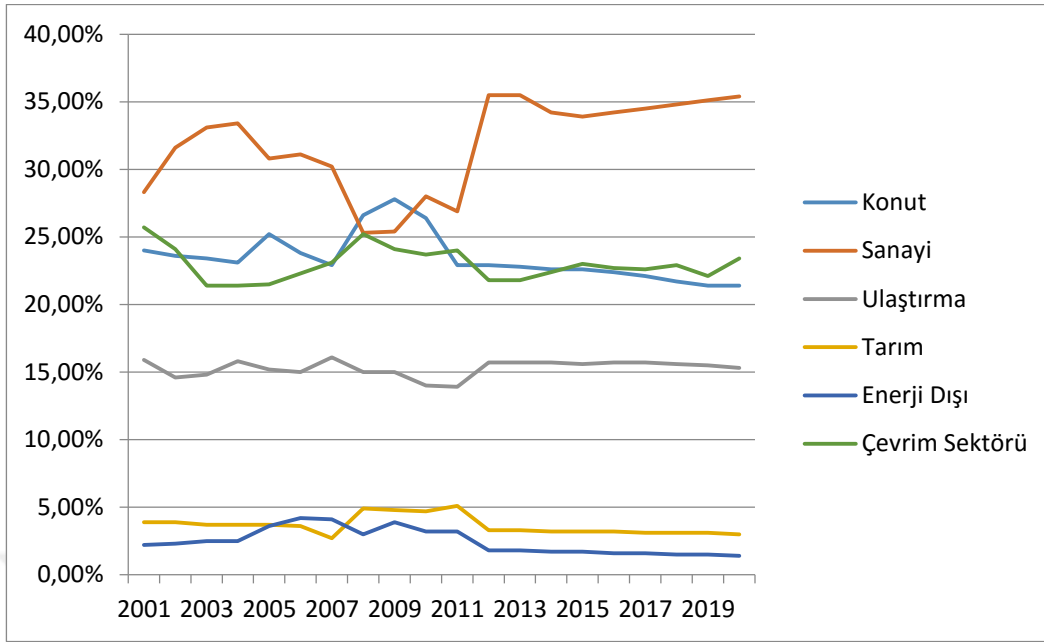
Toplam Enerji Tüketimi (Bin TEP)	1990	2000	2011	2017
Toplam Enerji Ürünleri Arzı	52,465	79,428	113,371	145,305
Çevrim ve Enerji Sektörü	10,228	17,834	28,459	33,522
Sanayi	13,641	22,876	27,138	35,329
Ulaştırma	8,723	12,007	18,455	28,425
Mesken ve Hizmetler	15,356	19,556	30,230	36,013
Tarım ve Hayvancılık	1,956	3,073	3,796	4,273
Enerji Dışı Tüketim	2,543	3,455	5,205	7,372

Kaynak: EPDK, 2018.

Tablo 29'da en dikkat çeken şey, tüketimin yıllar itibariyle artmasıdır. Mesken ve hizmetler sektörünün 1990-2017 yılları arasında enerji tüketiminde artışlar gözlenmektedir. 2017 yılında tüketimi 36,013 Ktep olan bu sektörü, 35,329 Ktep tüketim ile sanayi sektörü takip etmektedir.

Şekil 4'te, Türkiye'nin, 2001-2020 yılları arasındaki sektörel enerji talepleri verilmiştir. Burada sektörel enerji tüketimleri; konut, sanayi, ulaştırma, enerji dışı ve çevrim sektörünü kapsamaktadır. Verilen rakamların tarihsel süreç içerisinde artış göstererek ilerlediğini fakat bu oranların, özellikle sanayi ve ulaştırma sektörlerinde 2008 yılında düşüşe geçtiğini görmekteyiz. Bunu etkileyen en önemli faktörün, konut piyasasında başlayan ve daha sonra ekonomik piyasaları etkisi altına alan küresel kriz olduğunu ve gelişmekte olan ülkeleri daha fazla etkilediğini, küçük ve orta ölçekli birçok işleymeyi piyasadan uzaklaştırarak geriye finansal anlamda dev şirketlerin kalmasına sebep olduğunu söyleyebiliriz.

Şekil 4. Türkiye'de Sektörel Enerji Tüketimleri (%)



Kaynak: ETKB, 2020.

2.4.2. Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi

Birincil enerji kaynakları tüketiminin dünyada yıllar itibariyle nasıl artış gösterdiğini değerlendirecek; burada en önemli etkenlerin teknolojik değişim, artan nüfus ve ekonomik etkenler olduğunu söyleyebiliriz. Bu artışın her geçen gün artacağını da mutlaka unutmamalıyız. 1980'li yıllardan sonra birincil enerji kaynakları tüketiminin arttığını bu kaynaklar içerisinde en büyük oranın da petrole ait olduğunu aşağıdaki tablodan net bir şekilde görmekteyiz. Genel toplamlara baktığımızda 1980 yılında tüketilen kaynağın 7.224 Mtep olduğunu, 1990 yılında 8.779 Mtep olarak arttığını ve ve petrolün en önde olan sırasıyla her geçen yılda diğer kaynaklarda dâhil olmak üzere, Uluslararası Enerji Ajansı'nın tahminleriyle 2035 yılında 18.676 Mtep olacağı varsayımı kuvvetlenmektedir. Bu tablo aynı zamanda fosil enerji kaynaklarındaki tüketimin yerini yenilenebilir enerji kaynaklarına da bıraktığını da göstermektedir.

Tablo 30. Kaynak Bazında Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi

Kaynak Türü	1980		1990		2000		2011		2018	
	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%
Petrol	3.107	43	3.230	37	3.649	36,4	4.130	31,5	5.120	33,3
Kömür	1.788	24,80	2.331	25	2.295	22,9	3.776	28,8	4.421	28,1

Doğal gaz	1.235	17	1.668	19	2.088	20,8	2.793	21,3	3.350	24,1
Nükleer	186	2,6	526	6	675	6,7	669	5,1	856	4,5
Hidrolik	148	2,1	184	2	225	2,3	301	2,3	484	6,9
Biyokütle	748	10,4	903	10	1.045	10,4	1.313	10	1.849	10
Diğ. Yenilenebilir	12	0,1	36	0,4	55	0,5	131	1	703	3,2

Kaynak: ETKB ve EPDK'dan derlenmiştir.

Tablo 30' da, dünya'nın 1980-2018 yılları arasındaki birincil enerji kaynakları tüketim verileri yer almaktadır. 1980 yılında en fazla tüketilen kaynağın %43 ile petrol olduğunu, bunu %24,80 ile kömürün ve %17 ile doğalgazın takip ettiğini söyleyebiliriz. 1980 yılındaki İran devrimi sebebiyle, petrol üretimi dünya talebinin altında bırakılmış ve OPEC tarafından fiyatlar yükseltilmiştir. Bu sebeple petrol tüketimi 1990, 2000 ve 2011 yıllarında petrol tüketimi yavaşlamış ve küresel büyümeyi etkilemiştir. Her ne kadar 1980 yıllarından sonra petrol fiyatları OPEC tarafından ayarlanıp kotalar konulsada, petrol tüketimindeki artış yavaşlamıştır. Dünya birincil enerji tüketim verileri genel olarak incelendiğinde en fazla tüketimlerin fosil enerji kaynaklarından olduğu görülmektedir.

Dünya ortalamasına bakıldığında; 1971 yılında kömürün payının %40 olduğu, 1980'de ise 37.8'e gerileyerek, 35.5'e düştüğü görülmektedir. 2000 yılında ise bu oran artarak 38.2' ye, 2010 yılında ise yeniden %40 lara ulaşmıştır. 2011 yılında ise %40.9 olarak belirlenmiştir. Kömürün halen elektrik üretiminde dünyanın en önemli birincil kaynağı olduğu ve üretimin yarısına yakın bir pay alması dikkat çekerken, istatistikler 2011 yılında Botsvana'da üretimin tamamının kömürden yapıldığını, Moğolistan'da ise %98.2, Kosova'da 96.9, Güney Afrika'da ise %93.8 gibi yüksek paylara sahip olduğu görülmektedir. (Yapıcı, 2014: 36-37).

Nüfus artışı ve sanayileşmeye bağlı olarak artan enerji ihtiyacının karşılanmasında alternatif bir enerji kaynağı olarak doğal gazın hava kirliliğine de bir çözüm olması adına tüketimi yıllar itibariyle artış göstermektedir (Doğal Gaz Piyasası 2018 Yılı Sektör Raporu, 2018: 27).

Tablo 31'de Türkiye'nin sahip olduğu birincil enerji kaynakları tüketimlerine ait 2001-2019 verilerine bakılarak linyit tüketiminin ciddi bir düzeyde olduğu görülmektedir. Ülkemiz linyit yatakları açısından oldukça zengindir. En fazla Güneydoğu Anadolu'da çıkarılmakta ve elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. 2019 yılında 82.48 Bin ton linyit tüketilmektedir.

Tablo 31. Türkiye'nin Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (2001-2019)

	2001	2008	2012	2019
Taş Kömürü (Bin Ton)	11.176	22.720	31.460	39.506
Linyit (Bin Ton)	61.010	75.264	75.341	82.48
Asfaltit (Bin Ton)	31	630	868	82.48
Petrol (Bin Ton)	29.661	30.877	29.237	50.000
Doğal Gaz (10^6m^3)	16.339	36.928	45.259	46.000
Hidrolik, Jeotermal Elektrik (GWh)	24.100	33.432	57.865	63.842
Jeotermal Isı (Bin Tep)	687	1.011	1.463	1.473
Rüzgar (GWh)	62	847	5.861	8.405
Güneş (Bin Tep)	287	420	768	839
Odun (Bin Ton)	16.263	12.264	7.843	6.640
Hayvan ve Bitki Art.(Bin Ton)	5.790	4.883	4.788	4.598
Biyoyakıt (Bin Ton)	18	20	26	32

Kaynak: Peker, 2014: 37 ve ETKB'ndan derlenmiştir.

Türkiye’de üretim potansiyeli yüksek bir diğer enerji kaynağı ise hidrolik ve jeotermal elektrik enerjisidir. Bu enerji kaynağının tüketimi 2019 yılı itibariyle 63.842 GWh’tir.

Tablo 31’deki verilere göre doğalgaz tüketimlerinin, her yıl artış gösterdiğini bunun en önemli sebebinin ise 1980 yılından itibaren konutlarda ısınma amaçlı doğalgaz kullanımının olduğunu sanayi, elektrik ve diğer tüketim çeşitlerinin de bu orandaki artışı etkilediğini söyleyebiliriz. 2019 yılında tüketilen doğalgazın 46.000 10^6m^3 olduğunu görmekteyiz.

Taş Kömürü’nün tüketim verilerine baktığımızda 2019 yılı itibariyle 39.506 Bin ton olduğunu, fakat üretilen taş kömürü kaynaklarının yine aynı yıl itibariyle 2.292 Bin ton olarak üretildiğini aradaki farkın ithalat yoluyla karşılandığını söyleyebiliriz.

Petrol tüketim verileri 2019 yılı için 50.000 Bin ton iken, üretim verileri ise, 2,324 Bin ton dur. Üretim talebin çok gerisindedir. Türkiye bu talebi karşılayabilmek için petrol ithal etmiştir.

Tablo 32’de Dünya’da ve Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları kullanım oranlarının her geçen gün arttığını görmekteyiz. Temiz enerji kaynakları olarak ta bilinen bu kaynaklar içerisinde özellikle rüzgâr ve güneş enerjilerinin tüketim payları 2018 yılında diğer enerji kaynaklarına göre daha fazla artış göstermiştir.

Tablo 32. İkincil Enerji Kaynakları Tüketimi (2005-2018)

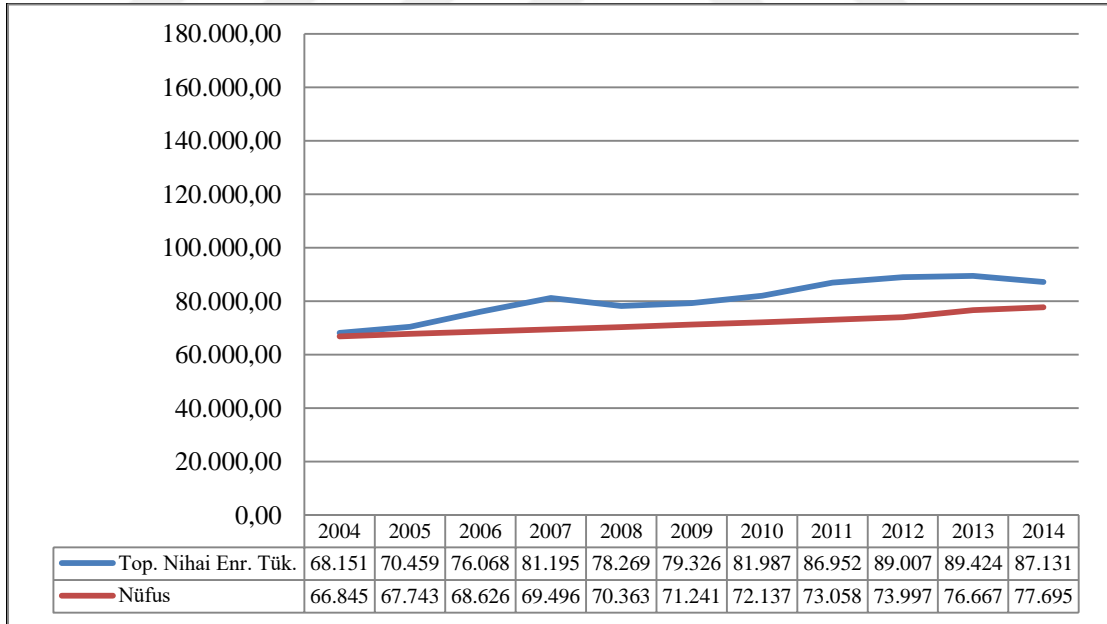
Yıllar	Hidrolik Enerji		Rüzgâr Enerjisi		Güneş Enerjisi		Diğer Enerji Kaynakları		Toplam	
	Türkiye	Dünya	Türkiye	Dünya	Türkiye	Dünya	Türkiye	Dünya	Türkiye	Dünya
2005	9,00	662,20	0,01	23,63	-	0,83	0,05	60,46	9,08	771,0
2010	11,70	782,10	0,66	78,76	0,0018	6,87	0,25	83,18	13,27	1035,77
2018	9,1	879	1,90	159,79	0,0132	42,06	0,88	115,07	118932	1195,92

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy June 2012, TSKB'den derlenmiştir.

2.4.3. Nüfus-Tüketim İlişkisi

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ülke nüfusunun artması ve ekonominin büyümesi, enerji talebini de aynı şekilde arttırmaktadır. Enerji talep artışı % 5-6 arasında olmakla birlikte dönem bandı dışında da değişimlere sebep olmuştur. Enerji Bakanlığı, 2020 yılı itibariyle Türkiye'nin enerji tüketiminin yıllık 222,000 MTEP'e ulaşacağı tahmin edilmektedir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim içindeki payını arttırmak gerekmektedir (Peker, 2014: 41).

Şekil 5. Türkiye'nin Nihai Enerji Tüketimi ve Nüfus İlişkisi (2004-2014)



Kaynak: ETKB, Mavi Kitap 2014 ve TÜİK'ten derlenmiştir.

Nüfus artış hızı ile enerji tüketimindeki artış hızına baktığımızda, nüfus artış hızının 10 yılda 10.850 milyon artış gösterdiğini, nihai tüketimin ise 18.980 Mtep arttığını görmekteyiz. Bu değerler nüfus artış hızının tarihsel süreç içerisinde çok büyük bir artış

göstermediğini fakat nihai enerji tüketimindeki değişimin yüksek olduğunu görmekteyiz. Bu artışın sebeplerinden birincisi; kişi başına düşen enerji tüketiminin artmış olması ya da kullanılan arzın talebi karşılama oranının düşük olması, ithalat bağımlılığı, kullanılan konut, taşıt ve sanayileşmenin her geçen gün artması olabilir. Şekil 5'teki verilerden yararlanılarak hesaplanan kişi başına düşen nihai enerji tüketimi 2004 yılında 1.01 Tep iken bu oran 2010 yılında 1.14 Tep olmuş ve son olarak da 2013 yılında 1.17 Tep olarak hesaplanmıştır.

2.5. Enerji Arz ve Talebi

Enerji talebi; nüfus ve tüketim eğiliminin artmasına bağlı olarak meydana gelmektedir. Bu talebi karşılayabilmek, fiyat hareketliliğine, arz kabiliyetine ve enerji kullanım etkinliğine bağlıdır (Fanchi, 2005: 200).

Gayri Safi Milli Hâsıla büyüme oranları, enerji taleplerini belirleyen en temel belirleyicilerdir. Bu oran artan enerji fiyatlarından etkilenir. Arz ve talepler, tüketicilerin üreticilerin artan maliyetlerine karşı ödeme istekliliğini eşitleyen bir denge fiyat üzerinden dengelenir (Alan S., Richard G., & John P., 1978: 4).

Enerji arzı; enerjinin ısı, ışık, hareket, elektrik, kimyasal, nükleer ve yerçekimi gibi çeşitli şekillerde üretilmesine denir.

Yenilenemeyen enerji kaynakları dünyadaki, birçok ülkenin enerji arzının çekirdeğini oluştururken, yenilenebilir enerji kaynakları ise dünyanın sahip olduğu enerji kaynakları içerisinde büyük bir paya sahiptir. Enerji sektörü her daima fosil yakıtla güvenmeye devam edecek fakat kullanım oranı, 2035 yılına kadar yüzde 68'den yüzde 57'ye düşecektir. Küresel enerjiye olan talep, özellikle gelişmekte olan ekonomilerde artacaktır. Doğal gaz talebinin artması beklenirken, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'da kömüre olan talebin azalacağı Çin, Hindistan ve diğer gelişmekte olan ülkelerde artacağı düşünülmektedir (Robinson, 2015: 50).

Bir ülkenin sahip olduğu enerji arzı ve enerjiye olan talebi, sanayideki gelişimini ve enerji kaynaklı bir ekonomik kalınmayı etkileyecektir. Ülke içerisinde enerjiye olan talebin artması ülkedeki sanayi sektörüne bağlıdır. Enerji talebinin maliyeti ve güvenilirliği ekonomik kalkınma için son derece önemlidir.

Petrol ve doğal gaz, her zaman küresel enerji arzının birincil kaynakları olmuştur. Petrolün, en az 2030 yılına kadar küresel enerjinin yüzde 30'unu sağlayan birincil yakıt içerisindeki en büyük tek element olarak kalması beklenmektedir. 2006 yılında dünya pazarındaki enerjinin yüzde 21'ini oluşturan doğal gazın, bu payının da artacağı

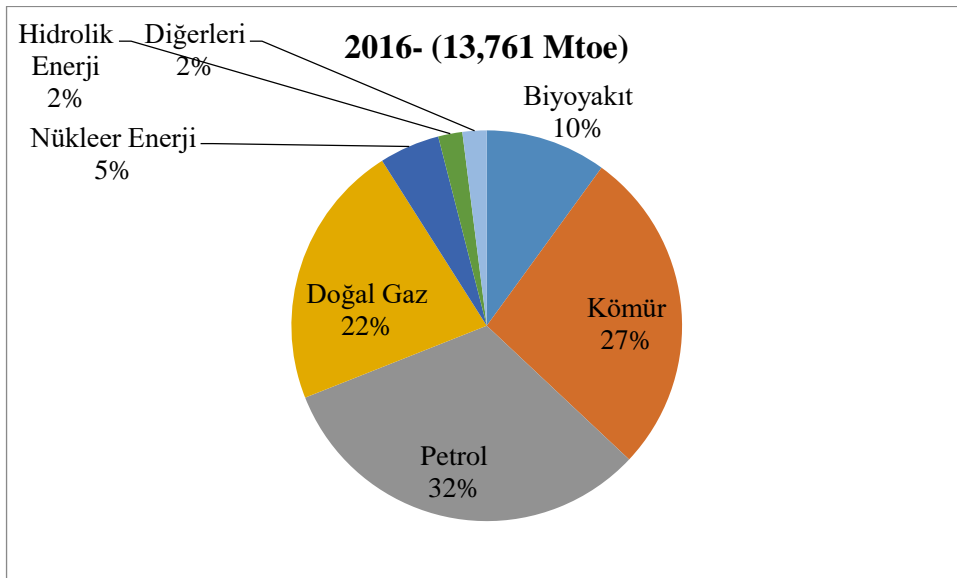
düşünülmektedir. Özellikle 2030 yılına kadar yüzde 22 olacağı tahmin edilmektedir (Goldthau & Witte, 2010: 2).

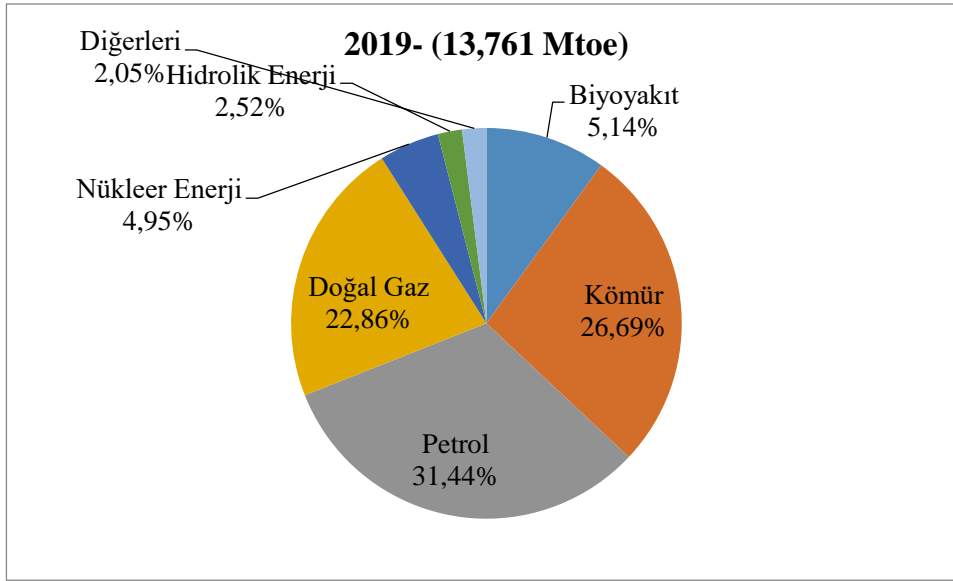
Küresel doğal gaz talebinin artmasındaki en büyük etkenin teknolojik yenilikler olduğunu ve orta sınıfın büyümesine bağlı olarak satın alma gücünün artışı söyleyebiliriz. Çin'in 2030 yılına kadar dünya'nın en büyük petrol tüketicisi olarak ABD'yi geçeceği tahmin edilirken, Orta Doğu'da da petrol talebinin büyüyeceği tahmin edilmektedir. Ayrıca 2020'ye kadar Orta Doğu'nun en büyük ikinci doğal gaz tüketicisi, 2030 yılına kadar da dünya'nın en büyük üçüncü petrol tüketicisi olacağı düşünülmektedir (Robinson, 2015: 69).

Petrol arz ve talebinin kontrolü 1960'lar ve 1970'lerde OPEC'in kurulması ve petrol zengini ulusların bağımsızlıklarını ilan etmesiyle kaybolmuştur. Talep üzerindeki kontrol ise Asya ekonomilerinden gelen hızlı talep artışı ve NOC (National Oil Companies) Ulusal Petrol Firmaları'nın oluşması ile 21. yüzyılın başında kaybolmuştur (Mouraviev & Koulouri, 2019:13).

Şekil 6'da Dünyada birincil enerji arzının 2016 ve 2019 yıllarına ait yüzdesel dağılımı yer almaktadır. 2016'dan 2019 yılına kadar ki zaman sürecinde Dünya'daki toplam birincil enerji arzının 2,5 katı kadar arttığını ve bu sürede petrolün her zamanki ki gibi hâkim yakıt olduğunu, fakat 2019 yılında %31,44'e düştüğünü söyleyebiliriz.

Şekil 6. Dünya'da Enerji Türlerine Göre Toplam Birincil Enerji Arzı





Kaynak: World Energy Balances, 2018: 9 ve www.mmo.org.tr'den derlenmiştir.

Doğalgazın ve hidrolik enerji kaynaklarının biraz arttığını, nükleer enerji payının ise %5'ten %4,95'e gerilediğini görmekteyiz (World Energy Balances, 2018: 10).

2010-2018 yılları arasındaki verilere bakılarak oluşturulan Tablo 33'teki birincil enerji talebinin yapılan tahminlere göre 2010 yılı için sapma göstererek %65 ile Türkiye'yi birinci yaptığını söyleyebiliriz.

Tablo 33. Bazı Ülkelerin Toplam Birincil Enerji Tahminlerinde Gerçekleşme ve Sapmalar

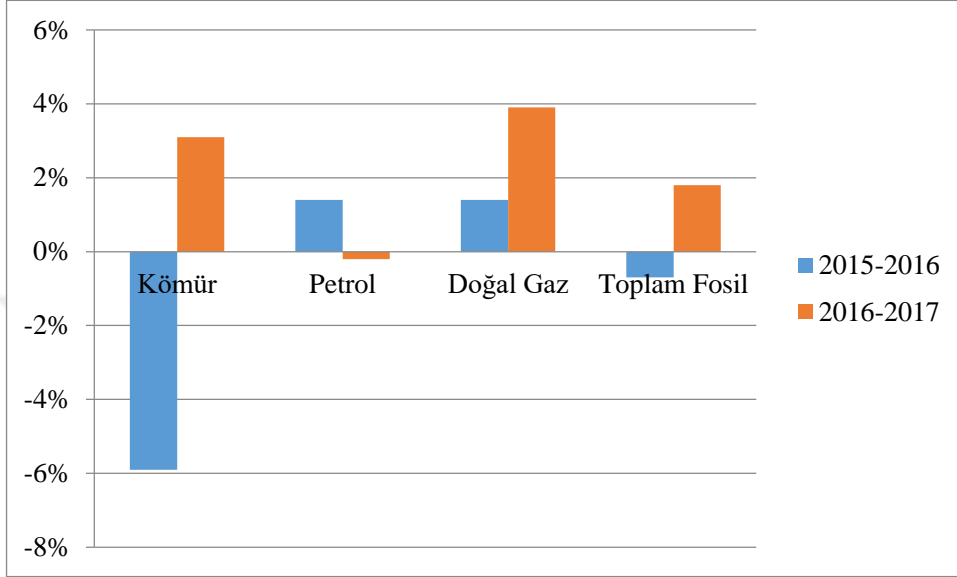
Ülkelerin Toplam Birincil Enerji Tahminleri, Gerçekleşme ve Sapmalar (%)						
Ülke	2010 Senaryo	2010 Gerçek	Sapma (%)	2018 Senaryo	2018 Gerçek	Sapma (%)
Türkiye	175	106	65	160	129	24
Çin	1426	2416	-41	2509	2990	-16
Hindistan	478	691	-31	776	851	-9
Brezilya	201	262	-23	265	295	-10
Rusya	660	710	-7	751	689	-9
OECD	5532	5404	2	6261	5259	19
Dünya	11390	12730	-11	14071	13633	3

Kaynak: TMMOB, 2018: 12.

Enerji taleplerindeki tahminler ve sapmalar sıralamasında, Türkiye'de talep fazla tahmin edilirken, diğer ülkelerde ise eksik tahmin edilmektedir. Çin %16, Brezilya %10, Hindistan ve Rusya %9, oranlarında daha düşük öngörülerde bulunmuş. OECD'nin sapma ortalaması ise %19 dur. (TMMOB, 2018: 11).

Şekil 7’de 2016 ile 2017 yılları arasında 150 ülkeye ait arz ve talep verileri ile fosil yakıt üretiminin yüzdesel değişimi yer almaktadır. Bu oranlara bakıldığında 2016 yılında küresel enerji talebinin 2015 yılına oranla arttığını söylenebilir.

Şekil 7. Küresel Fosil Yakıt Üretiminin Yıllık Ortalama Değişimi



Kaynak: World Energy Balances, 2018: 7.

Bu verilere dayanarak kömür üretiminin belirli bir süre düşüş eğiliminde olmasının ardından yükselişe geçtiğini bunun temel sebebinin ise kömür üretimindeki artışlar olduğunu söyleyebiliriz. Kömürden sonra ikinci sırayı, doğal gaz üretimi almaktadır. OECD üyesi olmayan Asya ve Avrupa ülkelerinde ise +%5.8, OECD ülkelerinde +%2.3 artmıştır. Ham petrole gelince, OECD ve Afrika ülkelerinde 2017 yılında sırasıyla +%2.5 ve +%5.1 lik bir büyüme gerçekleşmiştir. Petrol ve doğal gazdaki artış 15 yıllık süre sonunda +%1.1 oranında azalmıştır (World Energy Balances, 2018: 7).

Sektörel dağılımlara göre, Türkiye'nin birincil enerji tüketimi 2001 ile 2014 yılları arasında ve 2015-2020 yılları arasında değişmektedir. Tablo 34'ten anlaşılacağı gibi 2008 yılındaki küresel mali krizin etkileri enerji piyasasını etkilemiştir.

Tablo 34. Türkiye'de Birincil Enerjide Sektör Talepleri

Türkiye’de Birincil Enerjide Sektör Talepleri (Bin Tep)							Türkiye’de Birincil Enerjide
Konut	Sanayi	Ulaştırma	Tarım	Enerji	Çevrim	Toplam	

					Dışı	Sektörü	Talep	Toplam Arz
2001	18.122	21.324	12.000	2.964	1.638	19.354	75.402	
2002	18.463	24.782	11.405	3.030	1.806	18.845	78.331	
2003	19.634	27.777	12.395	3.086	2.098	18.836	83.826	
2004	20.252	29.358	13.907	3.314	2.174	18.814	87.818	85.809
2005	22.923	28.084	13.849	3.359	3.296	19.564	91.074	88.642
2006	23.677	30.996	14.994	3.610	4.163	22.201	99.642	96.802
2007	24.623	32.466	17.282	3.945	4.430	24.879	107.625	104.287
2008	28.323	26.906	15.996	5.174	3.244	26.779	106.421	103.096
2009	29.466	25.966	15.916	5.073	4.153	25.565	106.138	102.915
2010	28.868	30.628	15.328	5.089	3.459	25.894	109.266	105.827
2011	29.973	30.830	15.950	5.755	4.442	27.528	114.480	114.480
2012	31.794	31.467	20.284	1.952	4.390	31.097	142.861	120.093
2013	34.500	52.056	23.700	4.988	2.706	32.940	150.890	120.290
2014	36.450	54.766	25.100	5.210	2.774	35.911	160.211	123.937
2015	38.507	57.633	26.541	5.443	2.844	39.186	170.154	
2016	40.400	60.991	28000	5.690	2.915	40.459	178.455	
2017	42.150	64.842	29.480	5.943	2.988	42.520	187.923	
2018	43.900	69.144	31.000	6.203	3.063	45.601	198.911	
2019	45.700	73.795	32.500	6.475	3.140	48.626	210.236	
2020	47.549	78.732	34.039	6.753	3.219	52.132	222.427	

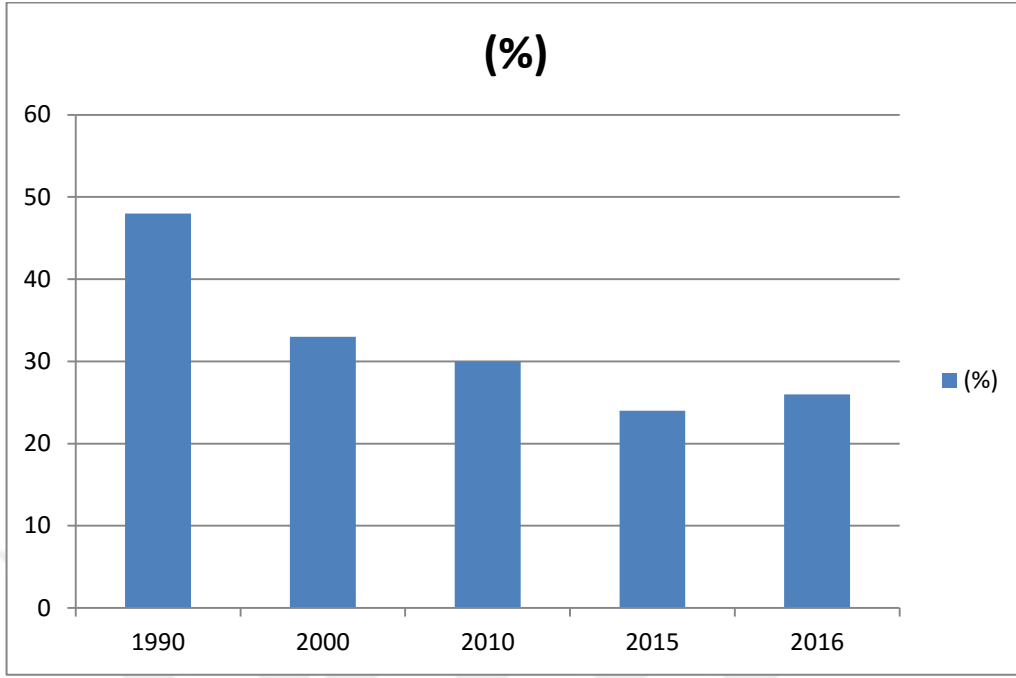
Kaynak: Peker, 2014: 32 ve ETKB Mavi Kitap'tan derlenmiştir.

Bu yıla kadar istikrarlı bir şekilde artan enerji tüketimi, kriz sonrası konut, tarım ve çevrim sektörlerinde etkisini daha fazla göstermektedir. Ekonomik krizin ardından yaşanan gerileme 2010 yılında enerji talebinde de küçük bir artış yaratmaktadır. Ancak bu etki 2011 yılında azalış göstermiş ve Türkiye ekonomisi canlanmıştır (Peker, 2014: 33).

2015 ve 2020 yılları arasındaki veriler tahminleri ifade ettiği için, 2004-2014 yılları arasındaki birincil enerji kaynakları toplam arz değerlerini karşılaştırdığımızda toplam arzın daima toplam talebin gerisinde kaldığını ve özellikle 2012, 2013 ve 2014 yıllarında bu farkın daha fazla olduğunu görmekteyiz.

Türkiye'nin toplam enerji üretiminin arzını karşılama oranı şekil 8'de, 1990 yılında %48' den 2000 yılında %33'e düşmüştür.

Şekil 8. 1990-2018 Türkiye Toplam Enerji Üretiminin Arzı Karşılama Oranı



Kaynak: TMMOB, 2018: 44.

Çünkü Türkiye'nin enerji arzında dışa bağımlılığı her geçen gün artmaktadır. Bu sebeple 2010, 2015 ve 2016 verilerine baktığımızda yerli üretimin arzı karşılama oranının çok gerisinde kaldığını net olarak göstermektedir.

2.6. Enerji ve İktisadi Büyüme

Bazı mal ve hizmetlerin üretiminde girdi olarak kullanılan enerjinin ülke ekonomisinin büyümesinde de önemli katkıları vardır. Bu sebeple ülkenin birincil enerji yoğunluğu o ülkenin gelişmişlik seviyesinin ve enerji kaynaklarını verimli kullanıp kullanmadığının önemli bir göstergesidir. Enerji kaynaklarına bağımsız olarak sahip olan ülkeler, ekonomik büyüme yolunda her zaman avantaj elde etmişlerdir (Korkmaz & Yılgör, 2011: 112).

Endüstrileşme sürecinde, enerjinin yoğun bir şekilde kullanımı hem üretimi hem de toplumun yaşam standartını yükseltmektedir. Mesela; 1947-1974 dönemlerine ait veriler kullanılarak ABD'nde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiş ABD ekonomisi için bu çalışmaların nedenselliğini gözden geçirmiştir. Nedenselliğin ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru olduğu sonucuna varılmıştır. Enerji tüketimi ve enerji tüketiminin ekonomik yansımaları değişen ve gelişen dünya koşulları ile birlikte tüm ülkelerin ilgi odağı olmuştur (Mucuk & Uysal Doğan, 2009: 107).

Türkiye’de enerji piyasasında birincil enerji kaynaklarının %70’i ve elektriğin %60’ı ithalata bağlı olarak tüketilmektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynakları, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme açısından son derece önemlidir. Bu durum ayrıca çevre ve enerji politikaları açısından da hayati önem taşımaktadır. Enerji tüketimi özellikle üretim sürecinde hayati önem taşımaktadır. Fakat bu dönemlerde tasarrufa yönelik politikaların büyümeyle olumsuz etkileyeceğini unutmamak gerekir (Öcal & Aslan, 2013: 494-499).

Türkiye’de 1980’den sonra egemen olan görüş dış ticaret rejimidir. Bu görüş neticesinde enerji tüketiminde hızlı bir büyüme ve artış süreci başlamıştır. İhracata dayalı ekonomi modelinin uygulandığı bu süreçte tarım kesimi önemini kaybederken, sanayi ve hizmetler sektörü ise ön plana çıkmaktadır. Bu süreçte yaşanan değişim daha fazla enerji kullanımını gerektirdiği için de, petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtlara olan talepler artmaktadır (Mucuk & Uysal Doğan, 2009: 106).

Tablo 35’te, OECD üyesi olmayan ülkelerin dünya enerji tüketiminde sürekli artan bir paya sahip olduğunu görmekteyiz. 2016 yılında Çin’in küresel enerjinin %21,5’ini, ABD ise %15,7’sini tüketmektedir. Sonuç itibariyle bu beş ülkenin 2016 yılında küresel enerjinin yarısından fazlasını talep ettiğini, ilk on ülkenin ise 1971’den 2016 yılına kadar %56’dan %62’ye yükselen bir küresel enerji talebi oluşturduğunu görmekteyiz (World Energy Balances, 2018: 10).

Tablo 35. Dünya Enerji Piyasasındaki İlk On Ülke

Ülke	TPES/Mtoe	Piyasa Payları	
		2016	1971
Çin Halk Cumhuriyeti	2958	22%	7%
ABD	2167	16%	29%
Hindistan	862	6%	3%
Rusya Federasyonu	732	5%	N/A
Japonya	426	3%	5%
Almanya	310	2%	6%
Brezilya	285	2%	1%
Kore	282	2%	%0.3
Kanada	280	2%	3%
İran	248	2%	3%
Diğerleri	5211	38%	44%
Dünya	13761	100%	100%

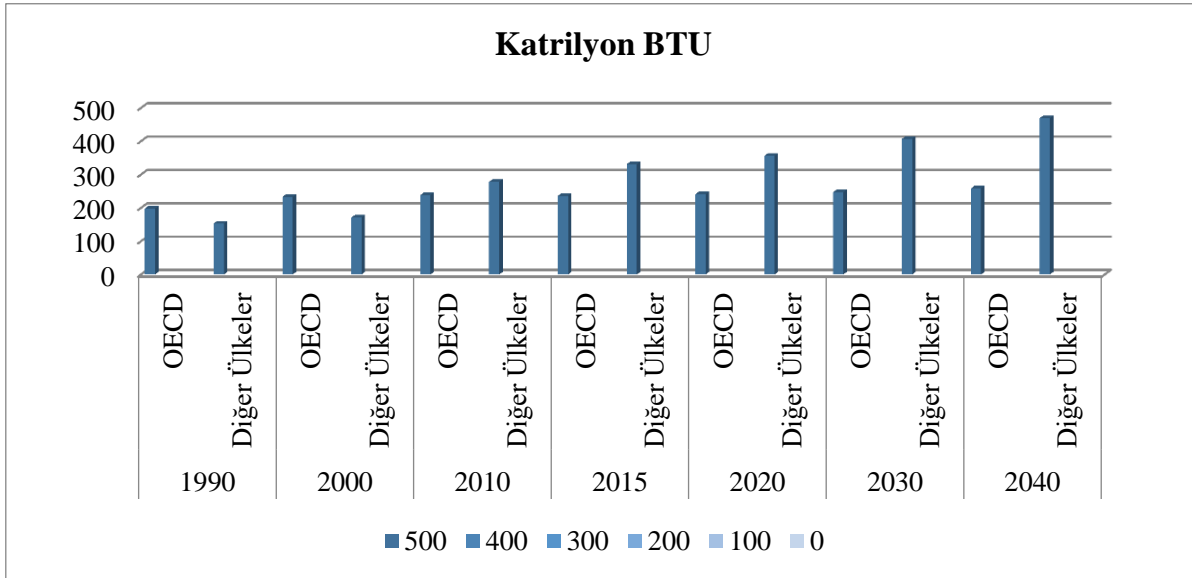
Kaynak: World Energy Balances, 2018: 10.

Enerji, ekonomilerde üretim sürecinde kullanılan en önemli girdidir. Bu sebeple ekonomik büyümeyi destekleyen ve katkı sağlayan bir yönü vardır. Enerji ve ekonomi arasındaki ilişkilerin niteliği ve niceliği 1973'ten bu yana dünya petrol fiyatlarındaki artışa bağlı olarak büyük önem kazanmıştır (Hudson & Jorgenson, 1978: 118).

ABD'nde büyümeyi etkileyen en önemli faktör, yüksek enerji fiyatlarından dolayı verimliliğin azalması şeklinde ifade edilmektedir. Yıllık büyüme oranının veya reel GSMH'nin, 1977'den 2000'e kadar ortalama yüzde 3,2 olduğunu ve bu büyüme oranının, 1950 ve 1973 yılları arasında ortalama yüzde 3,8'lik olduğu tahmin edilmektedir. Bu azalmanın bir kısmının ekonomik büyümenin azalmasından kaynaklandığını diğer bir kısmının da düzenlemenin sağladığı korumadan ve reel enerji fiyatlarındaki sürekli artıştan kaynaklandığını söyleyebiliriz (Hudson & Jorgenson, 1978: 138).

Sürdürülebilir bir kalkınma için küresel enerji tüketimi önemlidir. Bu artışın en fazla OECD dışında kalan ve gelişmekte olan ülkelerde olduğunu Şekil 9'da görmekteyiz. Bunun temel sebepleri gelişmekte olan ülkelerin büyümek için daha fazla sanayileşme ve enerji tüketimine ihtiyaç duymalarıdır.

Şekil 9. Dünya Enerji Tüketimi



Kaynak: EIA, 2013.

Elektrik enerjisinin sanayileşen ve büyüyen ülkeler için önemli bir kaynak olduğu bilinen bir gerçektir. Nüfus artışı, ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi bileşeni küresel ekonomi için oldukça önemlidir. Bu tüketimi azaltıcı yöndeki politikalar ülkenin büyümesini olumsuz etkilemektedir. Bu sebepten dolayı enerji politikaları elektrik tüketimlerini azaltmayacak ve sanayileşmeyi yavaşlatmayacak nitelikte olmalıdır (Akbaş & Şentürk, 2013: 60). Tablo 36’da ülkelerin nüfus, GSYH, enerji üretimi ve tüketim verilerinin ülkelere göre dağılımı yer almaktadır.

Tablo 36. Ülkelerin 2011 Yılı Nüfus, GSYH/Kişi, Enerji Üretimi ve Tüketim Miktarı

Ülkeler	Nüfus (milyon)	GSYİH/Kişi (\$/kişi)	Enerji Tüketimi (Mtep)	Elektrik Tüketimi (TWh)	CO ₂ Emisyonu (Milyon Ton)
Çin	1348.1	5445	2613.21	4700.07	8979.14
ABD	313.1	48112	2269.33	4308	6016.61
Rusya	142.8	13089	685.63	1051.59	1675.04
Hindistan	1242.6	1489	559.10	1006.17	1797.99
Japonya	126.5	45903	477.59	1104.18	1307.40
Kanada	34.3	50345	330.27	607.59	624.44
Almanya	82.1	44060	306.41	614.5	802.82
Brezilya	196.7	12594	266.88	501.32	481.89
Kore	48.4	22424	263.01	520.10	738.06
Türkiye	74.7	10444	118.80	228.41	323.40
Dünya	6978.3	10027	12274.62	22018.12	34032.75

Kaynak: Şenel & Koç, 2014: 41.

Tablo 36’dan dünyada elektrik üretimi rakamlarının, küresel ekonomik trendler ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. 2001 ve 2009 yıllarında gerçekleşen küresel finans krizlerinin de etkisiyle elektrik üretimi diğer yıllara göre daha düşük bir miktarda seyretmiş ve hatta azalmıştır (Türk Sınai Kalkınma Bankası, 2018: 16).

Ülkelerin yaptıkları sanayi ve kalkınma planları neticesinde Dünya enerji üretimi ve tüketimi artmaktadır. En çok enerji tüketen ülkelerin başında Çin gelirken; bunu ABD, Rusya, Hindistan ve Japonya izlemektedir. Enerji tüketimine bağlı olarak ger geçen gün karbon salınımının da arttığı bilinen bir gerçektir (Şenel & Koç, 2014: 41).

Gelişmekte olan ülkelerdeki elektrik tüketimi, yükselen ekonomik büyüme ile paralel bir seyir izlemektedir. 2017 yılında %7 ekonomik büyüme oranına sahip iki ülke, Çin ve

Hindistan, 2017 yılı küresel elektrik talebi büyümesinin %70'ini oluşturmuşlardır (Türk Sınai Kalkınma Bankası, 2018: 17).

Tablo 37’de ülkelere ait enerji tüketimleri ve enerji yoğunluk verileri yer almaktadır. Tablodaki ilk beş ülke enerji alanında bağımsız olan ve tüketimlerini milli kaynak ile yapan ülkelerden oluşmaktadır. Bu nedenle kişi başına enerji tüketimleri fazladır.

Tablo 37. 2011 Yılı Ülkelerin Kişi Başına Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Enerji Yoğunluğu

Ülke	Kişi Başına Elektrik Tüketimi (kWh/kişi)	Kişi Başına Enerji Tüketimi (tep/kişi)	Enerji Yoğunluğu (tep/bin dolar)	Kişi Başına CO ₂ Emisyonu (ton/kişi)
İzlanda	53072	17.42	0.52	10.52
Norveç	25876	8.77	0.14	9.14
Kuveyt	20965	11.92	0.26	32.87
Katar	18395	15.7	0.17	39.95
Kanada	17620	9.58	0.22	18.1
İsveç	16656	5.34	0.14	5.8
ABD	13926	7.28	0.17	19.31
BAE	13837	11.05	0.19	28.73
Finlandiya	13653	5.14	0.20	9.8
Türkiye	3058	1.59	0.11	4.33
Dünya	3155	1.87	0.19	4.88

Kaynak: Şenel & Koç, 2014: 42.

Gelişmiş ülkelerde, enerji verimliliğini arttırmak, enerji yoğunluğunu azaltmak ve kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimini arttırmak, enerji politikaların temelini oluşturan unsurlardır. Birincil enerji yoğunluğu, toplam milli hasılaya düşen birincil enerji tüketimi olarak tanımlanırken aynı zamanda ülkenin gelişmişlik seviyesini de göstermektedir (Şenel & Koç, 2014: 41).

Birincil enerji tüketimlerinin petrol ve doğalgaz gibi dışa bağımlılığı yüksek olan kaynaklardan yapılması ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemektedir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin daha fazla sanayileşme çabaları, nüfus artışı ve milli kaynakların yetersizliği reel GSYİH’ı olumsuz etkilemektedir.

Bu nedenle Türkiye'nin 2019 yılına yönelik siyasi mekanizmasındaki en önemli konuları enerji maliyetleri ve fiyatlarıdır. Bu çerçevede enerji sektöründe temel altyapı konularında önemli ilerlemeler kaydedilmiş, enerji piyasaları büyük ölçüde liberalleşmiştir. Rekabet edebilirliği arttırmak için kamulaştırma çalışmaları, finansal sistemdeki yük ve piyasa riskine maruz kalan santrallerin teknik ve ekonomik sorunları enerji gündemindeki önemli konulardandır. Milli kaynak arama çalışmalarının yoğunlaşması, enerji tasarrufuna yönelik faaliyetlerin artması, fiyat ve vergi politikaları, enerji tüketimine bağlı reel GSYH'yı pozitif yönde etkilemek içindir (Türk Sınai Kalkınma Bankası, 2018: 57).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENERJİ POLİTİKALARI

3.1. Enerji Politikası Kavramı ve Tarihi

Enerji politikaları; üretici veya tüketici ayırt etmeden tüm canlıların hayatı ilgilendiren, tarım ve sanayi gibi ekonomik yaşamı mümkün kılan, ülkelerin gelişmişlik seviyelerini arttırmaya yarayan en önemliside tüm bunların yaşanmasını mümkün kılan sosyal, siyasi ve ekonomik bir içeriktir. Tüm gücünü kamusal yapıdan almaktadır. Zaman göre dinamik bir yapıya sahiptir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, enerji politikalarının belirlenmesinde önemli adımlar atarak kendisine bağlı kuruluşlarla hizmetler vermektedir (Alodalı vd., 2020: 189-202).

Enerji politikasını oluşturma sürecine birden fazla faktörün katkıda bulunduğunu ve enerji politikasının oluşma sürecinde en fazla orana sahip olan kaynağın bu politikaların oluşma şekline yön verdiğini söyleyebiliriz. Amerika Birleşik Devletleri'nin 1990 yılına kadar sahip olduğu enerji kaynaklarının %75'ini oluşturan petrol ve doğal gazın, enerji politikalarının oluşma şeklini etkilediğini söyleyebiliriz. Ayrıca fiyat kontrolleri ve ithalat bağımlılığı da enerji politikalarını etkileyen en önemli faktörlerdendir.

Mesela 1970'lerde ABD ve Kanada'da uygulanan enerji politikalarının oluşmasında rol alan en önemli faktörlerin petrol ve doğal gaz üzerindeki fiyat kontrolleri olduğunu görmekteyiz. Daha sonraki yıllarda Amerikalılar ve Kanadalılar, Avrupa'daki benzin fiyatlarının çok yüksek olduğunu gözlemleyerek fiyatlardaki yükseklığın tüketim vergilerinden kaynakladığını tespit ettiler. Bu vergiler devletin en önemli gelir kaynağıydı; üstelik vergi kaçırılma ihtimali olmadan tahsili de oldukça kolaydı (Griffin & Steele, 1986: 261).

Enerji, geçtiğimiz yüzyıldan beri eşi görülmemiş düzeyde ekonomik büyüme, refah ve küreselleşme sağlayan itici bir güç olmuştur. Ayrıca birincil enerji kaynakları da bu dönemde popülerlik kazanmıştır. Kaynakların kısıtlı olması, arz güvenliği ve artan çevresel kaygılar sebebiyle, son on yılda küresel enerji matrisine yenilenebilir ve geleneksel olmayan enerji kaynakları dâhil olmak üzere geleneksel fosil yakıtlara alternatifler sunulmuştur. Bununla birlikte, enerjiye olan talep ve sağladığı gelişmiş yaşam kalitesi gücü her geçen gün büyümektedir. Bu küresel gerçeği uygun şekilde yönetmek, dünya genelinde analiz edilen, geliştirilen ve uygulanan birçok enerji ve iklim politikasına bağlıdır.

Tarihe kısa bir bakış yapacak olursak, enerji ve ekonomik büyüme arasında sıkı bir ilişki vardır diyebiliriz. Özellikle, Endüstri Devrimi, İkinci Dünya Savaşı sonrası patlama ve 1970'lerin ortalarındaki petrol krizi gibi olaylar bu ilişkiyi daha da güçlendirmiştir. Son zamanlarda, 2007 yılında başlayan ekonomik kriz, petrol ve doğal gazla olan talep ve fiyat dalgalanmaları, enerji üretimi için nükleer enerjinin kullanımı konusundaki endişelerin yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklarının yakın zamanlı vadeleri, enerji türleri arasında kutuplaşmaya neden olmuştur. Enerji teknolojileri, tarihsel kalıntılara bakarak yaptığı araştırmalara göre yaklaşık 250 yıl önce sanayi devriminin başlangıcından beri, enerji geçişlerinin çok uzun sürdüğünü, çok karmaşık olduğunu, genellikle başlangıçta beklenenden daha pahalı olduğunu söylemektedir (Simmons, Coyle, & Chapman, 2014: 28).

Enerji; insan, çevre ve ekonomik gelişme bağlamında yer almaktadır. Enerji tedariki ve yönetimi, bu döngüye bağlı bir uygulama gerektirir. Bu nedenle burada ortaya çıkabilecek bir sorun sadece politika yapımcıların çözülebileceği bir konu değildir.

1909 yılına kadar ABD günde yarım milyon varil petrol üreten bir ülke olarak diğer ülkelere fark atarken, Orta ve Güney Amerika'da ayrıca Orta Doğu'da yeni petrol yatakları keşifleri ile ABD'nin bu üstünlüğü azalmıştır (Fanchi, 2005: 200).

Bu aşamada, geçmişten günümüze enerji politikalarının çeşitli ülkelerde nasıl oluştuğuna bakılması faydalı olacaktır. ABD'nin enerji ve iklim politikasını ortaya çıkaran en önemli olay, 1973'teki Arap-İsrail savaşıdır. Bu savaş arapların petrol ambargosu ile başlamıştır. Bu da ABD'nin ithalatına bağımlılığını arttırmaktadır. Çünkü ambargo petrol üretiminde ayda %5-10 arasında bir azalmaya ve ABD'ne yapılan petrol ihracatında önemli bir enerji arzı sıkıntısına neden olmuştur. Bu olaydan sonra ABD ile Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'nün (OECD) diğer üye ülkeleri arasında 1973 petrol krizine cevaben Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) kurulmuştur. İlk görevi ise piyasada petrol stoklarının serbest bırakılması, petrol fiyatlarını ve petrol arzındaki aksaklıkları koordine etmektir (Simmons vd., 2014: 34).

1973 yılına petrol fiyatlarının düşük olmasını avantaja çevirmek için gerçekleştirilen fiyat artışları ile ortaya çıkan ilk petrol krizi, küresel enerjinin büyük oranda fosil yakıtlara bağlı olduğunu ve en kısa zamanda çeşitli enerji kaynaklarına bağlı bir enerji portföyü oluşturmak gerektiği sonucu ortaya çıkarmıştır (Fanchi, 2005: 17).

Avrupa Birliği'nde Enerji ve İklim Politikası ise, enerji ile ilgili olayların ortaya çıktığı II. Dünya savaşı sonrası dönemde başlamıştır. 1950'de Fransa Dışişleri Bakanı Robert

Schuman, Schuman Deklarasyon'unda Fransa ile Batı Almanya arasında kömür/çelik sanayilerini tek çatı altında birleştirmelerini önerdi. Bu öneriyle, Avrupa Politikasının değişimine temel oluşturan ve Avrupa Kömür Çelik Topluluğu'nun kurulmasını sağlayan tohumlar atılmış oldu. 18 Nisan 1951 yılında Fransa, Almanya, İtalya, Belçika, Lüksemburg ve Hollanda'yı bir araya getirerek, kömür ve çeliğin serbest dolaşımını ve üretim kaynaklarına serbest erişimi sağlamak amacıyla topluluk kuruldu (Simmons vd., 2014: 42).

1-3 Haziran 1955 tarihinde, Sicilya Adası'nda Messina şehrinde Avrupa Kömür Çelik Topluluğu'na yeni bir başkan seçmek için bir araya gelinirken, Avrupa Topluluğu'nun oluşmasına temel olan Gümrük Birliği fikri ortaya çıktı ve Avrupa Ekonomik Topluluğu (AET) ve Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu'nun (EURATOM) kurulmasına karar verildi. Sonrasında 1 Ocak 1958'de Roma Antlaşması imzalandı (Simmons vd., 2014: 43).

Petrol İhraç Eden Arap Ülkeleri (OAPEC) 1968 yılında kurulmuş olup, petrol fiyatlarının ve miktarlarının belirlenmesi açısından kartel niteliği taşıyan ve aynı zamanda petrol üreten ülkeler arasında işbirliği sağlayan bir kuruluştur. Bu kuruluşun 1973'te petrol ambargosu ilan etmesiyle Avrupa Birliği'nde yaşanan ekonomik kargaşa ile artan petrol fiyatları ve bunun finansal sonuçları Avrupa'nın çeşitli ülkelerine ekonomik darbe indirmiştir.

Avrupa Birliği, yirmi birinci yüzyıl'da %80 petrol ve %60 doğal gaz ithalatıyla büyük ölçüde fosil yakıta bağımlıdır. Ayrıca nükleer reaktörlerde kullandığı uranyumun %97'si Rusya, Kanada, Avustralya, Nijerya ve Kazakistan gibi ülkelere ithal edilmekte olup, sadece %3'ü Avrupa'dan çıkarılmaktadır (Simmons vd., 2014: 45).

1980'lerde rüzgâr ve güneş enerjisi gibi alternatif enerji kaynaklarının, nükleer enerji yerine tercih edilmesi, 1992 Enerji Politikasının oluşmasında rol oynamıştır. O dönemlerde ABD'nin kırkıncı başkanı olan Ronald Reagan, nükleer enerjideki sübvansiyonları arttırırken, yenilenebilir ve alternatif enerji kaynaklarına sağlanan destekler önemli ölçüde azaltılmıştır (Strangfeld, 2006: 24).

Çin, dünyada enerji tüketiminde ikinci, akaryakıt kaynaklı emisyonlarda birinci sırada yer almaktadır. Ayrıca, önemli ölçüde enerji kaynakları ve altyapısına sahiptir ve daimi bir Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi üyesidir. Bu konuda dünyada büyük güç olarak, dış ve ulusal güvenlik politikalarında enerji ve iklim politikasının rolünü arttırmıştır.

Çin'deki hızlı ekonomik büyüme, üretim süreçlerinin özelliği nedeniyle kömür tükeminde artışa neden olmuştur. Bu artan enerji talebi nedeniyle Çin kömür tüketiminde 2009 yılında ABD'yi geçmiştir. Son kırk yıla baktığımızda Çin hükümetinin enerji

politikasının ekonomik büyümeye odaklandığını enerji ve çevre politikasında ise büyük bir göz ardı edilmenin söz konusu olduğunu görülmektedir (Mouraviev & Koulouri, 2019: 187-188).

1993 yılında Çin'in Pekin bölgesinde ilk defa petrol ithal edilmeye başlanmıştır. Kısa bir süre sonra Çin bu konuda başarı elde ederek 2009 yılına ise dünya'nın en büyük ikinci petrol ithalatçısı olmuştur. 2011 yılı itibariyle net ithalatı Basra Körfezi, Sudan, Angola ve Venezüella gibi ülkelerden teslim edilen günlük 5,5 milyon varile ulaşmıştır. 2014 yılında ise Çin'in kuzeydoğusu'nda yoğunlaşan petrol rezervleri 20,4 milyar varil olarak tahmin edilmektedir (Simmons vd., 2014: 50).

Rusya, dünyanın en büyük geleneksel doğal gaz rezervine, ikinci en büyük kömür rezervine ve dokuzuncu en büyük ham petrol rezervine sahiptir. Bu sebeple ekonomisi büyük ölçüde enerji ihracatına bağlıdır. Rusya 2018 yılında günlük ortalama on milyon varilin üzerinde çıkardığı petrol ile Dünya'nın en büyük petrol ihracatçısı olan Suudi Arabistan'ı geçmiştir. Ayrıca Rusya enerji kaynaklarının %51,6'sını Ukrayna üzerinden Avrupa'ya ihraç etmektedir. Çünkü Ukrayna'nın Rusya ile Avrupa Birliği arasında Avrupa'nın enerji güvenliğini garanti altına almak açısından stratejik bir önemi vardır. Ukrayna doğal gazın yanı sıra petrol ve elektrik enerjisi nakil hatları açısından da güvenlidir. Günümüzde Rus doğal gazının %80'i ve 30 milyon ton Rus petrolü Ukrayna üzerinden Avrupa'ya ulaştırılmaktadır.

Doğu Sibiry, Kuzay Kutbu ve Kuzey Hazar Denizi'nde sadece Rusya'yı değil, diğer bölge komşularını da ilgilendiren petrol ve doğal gaz kaynakları ve buna bağlı olarak artan bir çalışma potansiyeli vardır. Ayrıca Arktik Okyanusu rezervlerinin 90 milyar varil petrol, 1.669 trilyon metreküp doğal gaz ve 44 milyar varil doğal gaz sıvısı olduğu tahmin edilmektedir (Simmons vd., 2014: 53).

Rus enerji politikası'nın gözetimi Enerji Bakanlığı'na verilmiştir. Ayrıca ulusal enerji politikası'nın uygulanmasında birden fazla kurum vardır. Rusya'da Çin gibi sadece kendi enerji ve iklim politikalarını değil, aynı zamanda komşu ülkelerin de sorunlarını etkileyebilecek önemli iklimsel ve çevresel zorluklarla karşı karşıyadır. Son yıllarda Rus-Çin ilişkisi jeopolitik açıdan dikkat çekicidir. 2000-2010 yılları arasında Çin'e yapılan ham petrol ihracatı, 1.3 milyondan 12.8 milyon tona yükselerek yaklaşık on kat artmıştır.

Bölgedeki enerji tüketen devletlere olan güven ve artan bağımlılık göz önüne alındığında, Rus liderliği, hedeflerini yalnızca yerel değil uluslararası ekonomik, çevresel ve

güvenlik sonuçlarını optimize etmeye yardımcı olacak şekilde stratejilerle dengeleyerek fırsata çevirmeyi başarmıştır.

Brezilya'nın enerji matrisine baktığımızda bol miktarda hidroelektrik enerji ve biyokütleden üretilen elektrik ve şeker kamışı kaynaklı etanol olduğunu söyleyebiliriz. Etanol dünya'nın en temiz enerji kaynağıdır ve Brezilya bu kaynak ile ünlüdür. Şeker kamışı etanolü sürdürülebilir bir biyo enerjidir. Araçların yüzde doksandan fazlasında esnek yakıt olarak kullanılabilir. Yenilenebilir enerjinin küresel ortalaması ise %12,6 iken, Brezilya'nın ortalaması %45 dir. Ayrıca Brezilya'da %60 orana sahip olan Amazon yağmur ormanları, dünyadaki biyosfer için ekolojik bir değere sahiptir. Brezilya ekonomisi son yıllarda büyümüş ve bu büyümeye uygun bir takım politikalar yaratmıştır. Sürdürülebilir kalkınma ve çevre politikası iç içedir. Bu hem yerel hemde uluslararası açıdan öncelik kaynağıdır. Brezilya sera gazı emisyonunda dünyada 4. Sırada yer almaktadır. Sürdürülebilirlik ve iklim değişikliği ile ilgili küresel sahnede 2014'de Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı'na ev sahipliği yapmıştır (Simmons vd., 2014: 54,55). Brezilya'nın Ulusal Enerji Planı 2030 yılına kadar kamu ve özel sektörler için uzun vadeli bir plandır. Amacı ise güvenliği sağlamak, stratejiler ve politikalar geliştirmektir.

Hindistan, dünya'nın en büyük dördüncü enerji tüketicisidir. Aynı zamanda Çin ve ABD'den sonra dünya'nın üçüncü güneş enerji üreticisidir. Enerji ihtiyacının %60 ını fosil olmayan kaynaklardan elde edecek kadar enerji yatırımları yapmaktadır. Çünkü enerji ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle Hindistan enerji politikası, ekonomik kalkınmayı sürdürebilmek için enerji kaynaklarını güvence altına almaya odaklanmaktadır. Ayrıca enerji ve iklim gündeminde kaynaklara erişimi ve güvenilirliği artırmak, düzenleyici bir fiyat reformu uygulamak, petrol bağımlılığını azaltmak, daha düşük karbon kaynaklarıyla enerji çeşitliliğini ve verimliliğini artırmaktır. Bütün bunlar için yabancı ortaklarla önemli yatırımlar yapılmış ve özel çıkarlar için yabancı yatırımcılar Hint projelerine katılma hususunda teşvik edilmiştir (Simmons vd., 2014: 61).

3.2. Enerji Politikasının Amaçları

Enerji politikalarının üç temel amacı vardır. Bunlardan ilki; arz güvenliğini sağlamak, ikincisi; rekabetçi bir enerji piyasasının kurulmasına öncülük etmek, üçüncüsü ise; ülke kalkınmasının sürdürülebilir olmasına katkıda bulunmak. O halde diyebiliriz ki; bir enerji politikasının en önemli amacı, ekonomik büyümeye etkin ve verimli bir şekilde katkıda bulunmak, ülkenin sahip olduğu veya satın aldığı enerji kaynaklarının güvenilir, zaman uyumlu ve çevresel faktörleri dikkate alabilen özelliklere sahip olmasını sağlamaktır. Çünkü

enerji sorunları her zaman enerji politikalarının önemli bir parçası olmaktadır. Bu çerçevede atılan adımların odak noktası ise güvenilir, ekonomik, çevreci, kesintisiz enerji sistemleri geliştirmek ve yerel enerji piyasasını tamamlamaktır. Yurtiçi enerji piyasasının tamamlanması ise, arz güvenliğinin sağlanması ve etkin talep yönetiminin oluşturulması ile mümkündür. Rekabetçi ve güvenilir enerji pazarları oluşturmak ve işlemlerini sağlamak birçok yasal düzenlemelerle mümkündür (Bayraç & Çildir, 2017: 204).

Her devlet kendi enerji politikasını oluşturmak için enerji kullanımı ve arzı çerçevesinde değişen koşullarla ilgili güncellemeler yapmaktadır. Bu çerçevede, başarılı politikalar devam ettirilirken başarısız olanlar terk edilir. Bu sebeple, yenilenebilir enerji kullanımını ve enerji verimliliğini arttırmak ve faydalı olan politikaları belirlemek ve uygulamaya devam etmek gerekir (Seungtaek, Yeowon, & Wai K, 2015: 1283).

Enerji politikalarının etkiliğini gösteren enerji verimliliği, kaynakların kullanımında miktarı azaltmadan çıktı miktarını artırarak, birincil enerji yoğunluğunu azaltmaktır. Demek oluyor ki; birincil enerji yoğunluğu, Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla başına tüketilen enerji miktarıdır. Enerji kullanımının bir göstergesi olması sebebiyle de bu oranın düşük çıkması idealdir. Fakat Türkiye’de bu oran yüksek çıkmaktadır. Bu oranın düşürülmesi için ya toplumdaki enerji kullanım alışkanlıklarının değiştirilmesi ya da Arz-Talep dengesinin düzenlenmesi gerekir. Kolay ulaşılabilen makul fiyatlı bir enerji, ülkenin ekonomik refahına önemli katkılar sağlayacaktır (Fanchi, 2005: 200).

3.3. Enerji Politikasının Araçları

Tüm dünyada enerji politikasının oluşturulması ve desteklenmesi sürecinde faydalanılan birçok politika aracı vardır. Bu araçlar, genellikle, teşvik edici, caydırıcı ve önleyici gibi güçlere sahiptir.

Tablo 38 enerji politikası araçlarının çeşitlerini ifade etmektedir. Bu kapsamda tercih edilen en yaygın uygulamalar; Tarife Garantisi model ve Yenilenebilir Portföy Standardı’dır. Bunlardan ilki, fiyat esaslı ikincisi ise miktar esaslı teşvik politikasıdır. Bunların yanında ayrıca az sayıda ülkede, Net Ölçüm/Hesaplama ve Kamu ihalesi uygulanmaktadır (Çelikkaya, 2017: 60).

Tablo 38. Enerji Politikası Araçları

<p>A) Tarife garantisi modeli (fiyat esaslı)</p> <ol style="list-style-type: none">1. Piyasadan bağımsız tarife garantisi (sabit fiyat modeli)2. Fiyatın enflasyona göre ayarlandığı model3. Aşamalı tarife modeli4. Spot piyasa modeli	<p>B) Piyasa fiyatına bağlı tarife garantisi modeli</p> <ol style="list-style-type: none">1. Sabit prim garantisi2. Değişken prim modeli3. Sabit yüzde modeli4. Uygun tarife garantisi
<p>C) Yenilenebilir portföy standardı (miktar esaslı)</p>	<p>D) Net ölçüm/hesaplama modeli</p>

Tarife Garantisi modelinin ilk versiyonu, Piyasadan Bağımsız Tarife Garantisi modelidir ve burada uygulanan sabit fiyat modelidir. Böylece fosil yakıtlardaki fiyat dalgalanmalarından yenilenebilir enerji üreticileri etkilenmemektedir. Burada fiyatların daha gerçekçi ve makul olması gerekir (Couture & Gagnon, 2010: 957).

1990'lı yıllardan beri birçok ülke özellikle elektrik sektöründe yenilenebilir enerji üretimini teşvik etmek için çeşitli politikalar uygulamışlardır. Amaç hava kirliliğini ve sera gazı emisyonunu azaltarak teknolojik yeniliği teşvik etmektir. Sabit fiyat modelini uygulayan Almanya 2000-2008 yıllarında yenilenebilir enerji üretimi açısından %200'ün üzerinde bir başarı sağlamış, yenilenebilir enerji üretimi %6,3'den, %15'e yükselmiştir. Fakat burada enflasyon dikkate alınmamıştır (Schaffer & Bernauer, 2014: 16).

Uygulanan ikinci model ise fiyatın enflasyona göre ayarlandığı modeldir. Burada tarife ekonomik değişikliklere bağlı olarak ayarlanıp üreticilerin gelirleri koruma altına alınmaya çalışılmaktadır. Mesela; İrlanda'da fiyatlar önceden belirlenerek enflasyona göre ayarlanabilir bir formülasyona dönüştürülmüştür. İspanya'da yine aynı şekilde aylık ya da yıllık enflasyon ayarlamaları yapmaktadır. Fransa teknolojik değişiklikleri göz önünde bulundurarak % 40 ile %100 arasında bir enflasyon yaparken, Kanada ise elektriğe uyguladığı taban fiyatın %20'si kadar enflasyon ayarlaması yapmaktadır. Tüm bu enflasyon

ayarlamalarına baktığımızda, amacın, fiyatlardaki değişimlere bağlı olarak yatırımcılardaki oluşan risk algısını olumlu yönde değiştirmek olduğunu görebiliriz (Couture & Gagnon, 2010: 957-958).

Üçüncü uygulama modeli olan aşamalı tarife modeli ise, ilk zamanlarda daha yüksek bir ödeme şeklini ve daha sonra tarifenin perakende fiyatın altına düştüğü bir modeldir. Mesela; Minesota’da ilk on yılda yüksek daha sonra düşük fiyat uygulanmaktadır. Slovenya’da fiyatlar beşinci yılın sonunda %10 düzeyinde azaltılmaktadır. Bu modelin amacı ise yenilenebilir enerjiye yönelimi arttırmak ve böylece üreticilerin başlangıç maliyetlerini düşürmektir. Dördüncü model, spot piyasa modelidir. Burada spot piyasa fiyatı tarife fiyatını aşarsa ya da altına düşerse aradaki fark esas alınarak kapatılmaktadır. Mesela; Hollanda’da bu farklar sübvansiyon ile kapatılırken, İspanya’da vergi ile finanse edilmektedir (Couture & Gagnon, 2010: 959).

Tarife Garantisi modelin dışında uygulanan ikinci model ise; Piyasa Fiyatına Bağımlı Tarife Garantisi modelidir ki; bu modelin ilki ise Sabit Prim Garantisidir. Burada da üreticiye bir alım garantisi sunulmaktadır. İkinci model Değişken Prim modelidir. Bu model esnek bir fiyat yapısına sahiptir. Ayrıca piyasada meydana gelebilecek değişikliklere karşı hazırlıklı bir fiyattır. Bu modelin amacı, perakende fiyatlarda meydana gelen artışa bağlı olarak oluşan kazançları minimize ederek ya da tam tersi durum ile yatırımcıya güvence sağlanarak fiyatın proje maliyeti ile uyumlu olması sağlanmaya çalışılır (Couture & Gagnon, 2010: 961).

Uygulanan üçüncü model ise Sabit Yüzde modelidir. Perakende fiyatın sabit bir yüzdesini esas alan bir modeldir. Buradaki fiyatlar dalgalı bir seyir izlemektedir. Üretici açısından riskli bir modeldir (Palmer, Paul, Woerman, & Steinberg, 2011: 3976-77).

Uygun Tarife Garantisi modelde ise, sabit fiyat modeli uygulamada en çok tercih edilen modeldir. Riski çok düşük ve getirisi oldukça yüksektir. Bu sebeple yenilenebilir enerji’nin gelişimine büyük katkı sağlamaktadır (Çelikkaya, 2017: 64).

Yenilenebilir Portföy Standardı ise; 2000’li yıllarda uygulanmaya başlayan miktar temelli bir teşvik politikasıdır (Aguirre & Ibikunle, 2014: 375).

Türkiye’de belli bir döneme kadar yenilenebilir portföy standardı uygulaması bulunmaması sebebiyle enerjinin bir kısmı, vergi dışı teşvikler, kamu ihale/teklif sistemi ve net ölçüm/hesap/fatura gibi alternatiflerle elde edilmiştir. Buradaki amaç rekabetin gücünü arttırmaktır (Çelikkaya, 2017: 68-69).

Yenilenebilir enerjinin üretim maliyetini azaltmaya yönelik uygulanan bir diğer teşvik yöntemi de vergi alanındadır. Hükümetlerin bu alanda verdikleri teşvikler, özellikle üreticilerin brüt gelirlerini arttırdığı ve üretim maliyetini düşürdüğü için önemlidir. Ayrıca talebi teşvik etmek için, özel enerji kaynaklarına verilen teşvikler ve yatırım indirimleri de söz konusudur (Marata, Ferrer, Dorrill, & Watkins, 2010: 482).

Yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmek için uygulanan bir başka politika aracı da fosil yakıtlardan elde edilen enerjiye uygulanan vergilerdir. Hatta bu vergilendirme türünün ağırlaştırılması ile fosil yakıt tüketiminin azaltılmasına ve yenilenebilir enerjinin desteklenmesine katkı sağlanacaktır.

Enerji piyasalarındaki rekabeti arttırmak için kullanılan programlardan Ar-Ge ve inovasyon ile bazı vergi teşvik araçları, vergi erteleme, muafiyetler ve istisnalar, amortismanlar, vergi indirimleri, karbon rejimi ve ek vergiler söz konusudur (Aslani, Naaranoja, & Wong, 2013: 503).

AB'nin yenilenebilir enerji üretiminde başarılı olduğunu ve birçok ülkenin ise enerji politikalarını uygulama konusunda 2000'li yıllardan bu yana önemli teşvik politikalarını uyguladıkları görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının brüt nihai enerji tüketimi içindeki payı 2015 yılında %16,7 ye ulaşmaktadır. Bu sıralamayı en yüksek oran ile yani %53,9 ile İsveç gerçekleştirmiştir. Daha sonra %39,3 ile Finlandiya, %37,6 ile Letonya, %33 ile Avusturya takip etmiştir. Tüketimin en az gerçekleştiği ülkeler ise, %5 ile Malta ve Lüksemburg'dur. Bunları %5,8 ile Hollanda, %7,9 ile Belçika, %8,2 ile İngiltere ve %9,4 ile Güney Kıbrıs izlemektedir. Her bir ülke farklı enerji kaynaklarına ve farklı enerji potansiyellerine sahiptir. Bu nedenle, ülkeler gerek piyasa yapısına göre ve gerekse kullanılacak enerji türüne göre teşvik mekanizmalarının kombinasyonlarını kullanmalıdır (Bayraç & Çildir, 2017: 206).

3.4. Enerji Politikalarının Analiz Çerçevesi

Enerji politikalarının etkinliğini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmanın ampirik bölümünde, politikaların bütün amaçlarına hizmet eden enerji verimliliği ile bunu belirlediği düşünülen bazı değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmektedir. Enerji verimliliği, yaygın bir şekilde birincil enerji yoğunluğu değişkeni ile temsil edilmektedir. Enerji verimliliğini iyileştirme çalışmalarının enerji fiyatlarını düşürmesi ve daha fazla tüketime sebep olması sebebiyle, ikinci değişken olarak ham petrol fiyatları, tüketim artışlarından etkilenen karbon emisyonları ve son olarak da enerjinin etkin yönetiminin önemli bir göstergesi olan tasarruflar

değişken olarak alınarak yapılacak analizde ARDL sınır testinden faydalanılmıştır. Bu testin kullanılmasının en önemli nedenleri, farklı düzeylerden durağan seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin aranması, otokorelasyon ve içsellik sorunlarına karşı tutarlı sonuçlar vermesi, kısa dönem ayarlanma sürecini ve uzun dönemli ilişkileri ayrıştırabilmesi gösterilmektedir (Pesaran ve Shin, 1997).

Çalışmada öncelikle değişkenlerin durağanlık derecelerine bakılacaktır. Böylece değişkenler arasında kısa ve uzun dönemli nedensellik testleri uygulanacak ve ilişkinin tespitinden sonra uzun dönemli bir ilişki çıkarsa, modele vektör hata düzeltme katsayısı eklenecektir. Şayet kısa dönemli ilişki çıkarsa, kısa dönemli ARDL testi yapılarak bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkene etkileri tespit edilecektir.

3.4.1. Enerji Politikalarını Etkileyen Unsurlar

Enerji politikasının oluşmasını etkileyen en önemli olgu küresel ısınma ve buna bağlı meydana gelen iklim değişiklikleridir. Dünya’da enerji kaynaklarına sahip olabilmek için ortaya çıkan çatışmaları en aza indirecek, ekonomik büyümeyi destekleyecek ve geleceği koruyabilecek nitelikte enerji ve iklim politikası oluşturmak gerekir.

Dünyanın en hızlı büyüyen ekonomilerinden bazıları için enerji ve iklim politikasının etkileri, önemi ve karmaşıklığı; Çin, Rusya, Brezilya ve Hindistan gibi ülkeler için daha gelişmiş ve yerleşik ülkelerdekenden ABD ve Avrupa Birliği belirgin bir şekilde farklıdır.

Avrupa Birliği’nin enerji politikasını belirleyen en önemli faktör ise enerji güvenliği konusudur. Orta Doğudan Avrupa Birliği’ne gelen petrol arzı ile ilgili krizlere tepki olarak 1960 ların sonlarında bir mevzuat oluşturulmuştur. Nükleer Enerji alanında bile AB’ne üye devletlerden, ulusal programlarını sunmalarını, en yüksek güvenlik standartlarını garanti eden depoları ne zaman, nerede ve nasıl inşa edeceklerini ve yönetim kurallarını talep etmiştir. Aralık 2009’da düzenlenen Lizbon Antlaşması’ndan önce Avrupa Birliği’nin enerji politikası oluşturma hususunda yasal bir yükümlülüğü yoktur (Tosun, Biesenbender, & Schulze, 2015: 5).

Sera gazı emisyonunun olumsuz etkilerine karşı kamuoyunda bir farkındalık yaratmak için de son yıllarda önemli ölçüde etkili enerji politikalarının oluşması eylemleri söz konusudur. Hem ulusal hemde uluslararası çıkarların temsil edildiği ve tercihlerin sürekli müzakare edildiği Avru Birliği gibi karmaşık bir karar alma kurumunda enerji politikası oluşumunu anlamak oldukça zordur. Enerji sektörünün karmaşıklığı, ithalat bağımlılığı, değişen enerji çeşitliliği bu zorluğun en önemli nedenlerindedir. Ayrıca enerji güvenliği,

ekonomik rekabet, çevresel sürdürülebilirlik, hızla azalan kaynaklar ve iklim değişikliği de bu politikaların oluşumundaki baskıları arttırmaktadır (Birchfield & Duffield, 2011: 235).

Bir enerji kaynağı olarak petrol, sanayileşme evresinde ekonomik, askeri ve politik olarak ülkelerin güçlerini gösterdiği bir kaynak ve uluslararası sorunların da en önemli nedenlerinden biridir. Kendine has dinamiklere sahiptir. Bu nedenle, petrolün yerel ve uluslararası boyutları olan devletler, örgütler, şirketler, toplumlar bir olgu olarak göz önünde bulundurulmalıdır (Sevim, 2012: 4381). Bu nedenle enerji politikalarını etkileyen faktörler çerçevesinde politik yapının, ekonomik ve askeri faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

3.4.1.1. Ekonomik Unsurlar

Enerji denklemi küresel bir sorundur. Enerji piyasaları sürekli olarak gelişmekte, uluslararası kurallar her geçen gün zorlaşmaktadır. Bununla birlikte arz ve talep eğilimleri ticaret hacmi içinde enerji sektörünün payını arttırmaktadır. Çünkü enerji modern dünyanın ekonomik ve sosyal gelişimi için diğer mallara göre daha hayati öneme sahiptir (Goldthau & Witte, 2010: 49-50).

Savaş sonrası dönemde İngiltere tükettiğinden daha fazla enerji üreten bir ülke konumuna gelmiştir. Elindeki yakıt çeşitliliği bu durumu güçlendiren önemli bir etkidir. Ülkenin kendi kendine yeterliliği zamanla artarak net bir enerji ihracatçısı konumuna gelmesini sağlamıştır. Değişen piyasa ve çevre koşulları sebebiyle enerji kullanımında zamanla değişmektedir. Nitekim petrol tüketimindeki değişimlere bağlı olarak İngiltere'nin birincil enerji arzı içerisinde kömürün payı %90'dan % 14'e düşmüştür. Kömürdeki nispi düşüşe karşılık ile ülke petrol ve gaz üreticisi haline gelmiştir. 1960'ların sonuna doğru doğal gaz tedarik edilmeye başlanırken petrol tüketimi de önemli ölçüde artmıştır. Ülke şu anda büyük oranda elektrik üretimine odaklanmıştır (Birchfield & Duffield, 2011: 189).

AB, küresel enerji piyasasında en büyük ithalatçı ve tüketici konumundadır. Bu sebeple enerjinin AB'nde stratejik önemi mevcuttur. Dünyada enerji tüketiminde önemli bir sıralamaya sahip olmasına rağmen enerji kaynakları açısından yetersizdir. Bu nedenle enerjide her daim dışa bağımlıdır. Tükettiği enerjinin yüzde 54'ünü ithal etmek zorunda kalan ülke ithalata olan bağımlılığını her yıl arttırmaktadır. Bu da ithal kaynaklara olan yüksek bağımlılığı ve birliğin enerji alanında ortak politikalar oluşturmasını zorunlu kılmaktadır (Bayraç & Çildir, 2017: 204).

Düşük petrol fiyatları veya fiyat dalgalanmaları hem Türkiye'nin arz güvenliğini etkileyen önemli bir faktör, hem de ülkenin cari açığını kapatmaya çalışan bir yeteneğe

sahiptir. Ayrıca kısa vadede Türkiye'nin cari açığını kapatabilme gücünde söz konusudur. Fakat fiyatların bu seviyelerde kalması mümkün değildir. Türkiye'nin enerji güvenliğindeki bu süreç orta ve uzun vadeli risk analizi ile değerlendirilip, daha düşük fiyatlı petrol arayışları ile devam ettirilmelidir. Artan petrol fiyatları, talebin her geçen gün arttığı bir ortamda cari açık ve enerji güvenliği açısından ciddi sorunlara neden olabilmektedir (Özev, 2017: 44).

3.4.1.2. Siyasi Unsurlar

Uluslararası enerji piyasalarında özellikle 1960 yılından sonra önemli bir gelişme yaşanmıştır. Dünya petrol ihracatının % 80'ini kontrol eden Venezuela, Suudi Arabistan, İran, Irak ve Kuveyt'in kartelleşme teklifleri neticesinde merkezi Viyana'da bulunan OPEC (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü) kurulmuştur. Örgüte daha sonra Katar, Cezayir, Libya, Birleşik Arap Emirlikleri, Endonezya ve Nijerya'da katılmıştır. 1967 Arap-İsrail savaşından sonra birçok ülkeye ve Türkiye'ye yapılan petrol ambargosu uluslararası enerji piyasalarında ciddi dalgalanmalara neden olmuştur. Tabii ki bu durumdan etkilenmeyen birçok ülke olmuştur. Bunun en önemli sebebi, enerji kaynakları konusunda bağımsız olmaktır. 1973 sonrası yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji yoğunluğunu azaltmak ve petrol krizi sonrasında başlayan yeni projelerle bağımsız hale gelmek ise çok önemli bir çabadır (Sevim, 2012: 4383).

Enerjide dışa bağımlılık, ülkelerin dış güvenlik politikalarını ve stratejilerini şekillendirmektedir. Bu durum ayrıca, devletlerin uluslararası ilişkilerini etkilerken uluslararası hamleleri ve eylemleri, enerjiye sahip olma, enerji lojistiğini güvence altına alma ve dünyanın enerji kaynakları üzerinde kontrol uygulama dürtüsünü de etkilemektedir. Petrolün her zaman ana gündemi Hazar Bölgesi olmuştur. 21. yüzyılda petrol ve gaz rezervleri üzerindeki mücadeleler Ortadoğu'daki hâkimiyet emellerini devam ettirirken, Hazar Bölgesinde ise uluslararası jeopolitik hamleler ivme kazanmaktadır (Sevim, 2012: 4381).

Avrupa'daki 20 yıllık iç enerji politikaları geçmişine baktığımızda, kurumsal reformlarda serbest ve adil bir enerji piyasasının gelişmesini sağlama yönünde önemli çalışmalar olduğunu ancak, kurumsal reformların uygulanmasında bazı başarısızlıklar sebebiyle bu çalışmaların yeterince ilerleyemediği görülmüştür (Birchfield & Duffield, 2011: 33).

Enerji politikası ile ilgili ayrışma sadece siyasi düzeyde değil, diplomatik ve teknik uzmanlar cephesinde de var olmaktadır. Mesela Fransa'nın üretimlerindeki artış sebebiyle enerji tüketiminde de artışın gözlemlendiği ve bu sebeple nükleer enerjiye yöneldiği

görülmektedir. Tabii bu da Fransa'nın Kyoto Protokolü'ne taraf olması davranışını ortaya çıkarmıştır (Birchfield & Duffield, 2011: 57).

3.4.1.3. Coğrafi Unsurlar

Enerji politikalarının oluşturulma sürecini etkileyen coğrafi etkenlerin en önemlisi jeopolitiktir. Bu konuda karşımıza çıkan en önemli kavram boru hattı diplomasisidir. Boru hattı diplomasisi, Hazar Havzası ve Orta Asya'dan, Avrupa'ya doğru boru hattı kapasitesinin geliştirilmesine ilişkin birçok faaliyeti içermektedir. Öyle ki, Rusya'ya olan bağımlılığı azaltmak için planlanan Nabucco Projesi ile Rus gazını bir başka şekilde taşımayı planlayan Türk-Akım (Mavi-Akım) Projesi bu duruma örnek olarak verilebilir (Birchfield & Duffield, 2011: 55-56).

Jeopolitik faktörler, ülkelerin iç siyasi sorunları, petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar, İran gibi büyük üreticilerin piyasaya giriş ve çıkışları, Çin, Hindistan, Türkiye, Endonezya ve Brezilya gibi ülkelerdeki büyüme hızına bağlı olarak enerji talebindeki artış, yenilenebilir enerji teknolojilerindeki gelişmeler ve çevresel faktörler küresel enerji güvenliği ile ilgili çalışmalarda göz önünde bulundurulması gereken temel faktörler arasında yer almaktadır (Özev, 2017: 28).

Enerji jeopolitiğinin enerji siyaseti ve enerji güvenliği kavramları üzerinde bu kadar etkili olmasının en önemli nedeni, fosil enerji kaynaklarının günümüz enerji paradigmasının merkezinde yer almasıdır. Fosil enerji kaynaklarının, özellikle petrol ve doğal gazın, üretim ve tüketim blokları arasında asimetrik dağılımı bir diğer önemli faktördür. Özellikle artan doğalgaz talebinin bir sonucu olarak yeni jeopolitik gelişmeler ve uluslararası düzeyde yeni grupların oluşumu söz konusu olabilir. Kaynak ve talep noktaları arasında kısmen simetrik dağılımı nedeniyle, kömür, enerji jeopolitiği bağlamında fazla tartışmaya neden olmayan bir kaynaktır. Fosil enerji kaynakları arasında yer alan petrol ve doğalgazın sınırlı rezerv değerlerine sahip olmasına ve bugün petrol rezervlerinin ekonomik ömrünün 40 yıl olacağı tahmin edilmesine rağmen, her iki enerji kaynağına olan talep çok hızlı artmaktadır (Sevim, 2012: 4389-4390).

3.4.1.4. Askeri Unsurlar

Enerji güvenliği ile genel siyasi ve askeri güvenlik alanları arasındaki etkileşim göz önüne alındığında, askeri kapasite geliştirilmenin iç ve dış güvenlik açısından önemi asla tartışılmaz bir konudur. Bununla birlikte, enerji üreticileri ve tüketicileri arasında enerji güvenliği, üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye için, eşsiz bir merkez olma özelliği

yaratmaktadır. Denizcilik geliştirme çalışmaları, askeri ve ekonomik güvenliğin yanı sıra, özellikle petrol ve LNG tedariki açısından hayati öneme sahiptir. Bu noktada caydırıcılığı artırmak için elde edilecek fiziki güç ile birlikte diplomatik faaliyetlerle deniz gücünün daha etkin hale getirilmesi amaçlanmalıdır (Özev, 2017: 92).

3.4.1.5. Kurumsal Yapı

Kapsamlı bir enerji politikası tasarlama kararı, 2005'te Hampton Court'taki Avrupa Konseyi toplantısında verilmiş ve o zamandan bu yana çoğu Avrupa kurumunun siyasi gündeminde olmuştur.

Avrupa Birliği'nde enerji güvenliği ve stratejik politika oluşturma krizlerinin her geçen gün artış göstermesi, ortak bir enerji politikası oluşturma gerekliliğini şekillendirmiştir. Enerji güvenliği, dış enerji ilişkileri ve enerji ağları, merkezi enerji politikasının önemli konuları haline gelmiştir. Çalışmaların içeriği, mevcut enerji durumunu özetlemenin yanısıra geleceğe yönelik stratejiler belirlemektir.

Avrupa Birliği'nde ortak bir enerji politikası oluşturma sürecinde politikaların nasıl şekillendiğini belirleyen uluslararası birçok unsurlar söz konusudur. Hatta bunlardan ilki Lizbon Antlaşmasıdır (Birchfield & Duffield, 2011: 236). 2007 yılında Lizbon'da yapılan bu antlaşma, Avrupa Birliği'nin daha demokratik bir şekilde çevre, enerji ve iklim değişikliği konularında çalışmasını sağlayabilecek yeni hedefler içeren bir amaca hizmet etmektedir.

Türkiye'nin enerji alanındaki mevcut kurumsal yapısı ve enerji verimliliği, uluslararası uygulamalara ve Dünya Bankası raporuna göre karşılaştırıldığında, Enerji Verimliliği Kurumu'nun bağımsız, özerk ve karar vermede esnek olması gerekir. Ayrıca Türkiye'de enerji verimliliği fonksiyonlarının görev ve sorumluluklarını yerine getirme ve finansman politikasını uygulama konusunda, uzman gibi yüksek nitelikli kişileri işe alma konusunda bazı güçlüklerin olabileceği yorumları yapılmaktadır. Bu konuların başka paydaşlarla değerlendirilip daha görünür ve hesap verilebilir bir niteliğe sahip olması gerekmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Enerji Verimliliği Kurumsal İncelemesi, 2015: 53). Türkiye, YEGM (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü) bünyesindeki Enerji Verimliliği ve Çevre Daireleri Başkanlığı'nı, Dış ilişkiler Genel Müdürlüğü'ne bağlamıştır. Ayrıca bu organizasyonda Türkiye'deki enerji politikalarının oluşumunu sağlamak adına tüm faaliyetleri yürütmek ve piyasaların yönetimini ve düzenlemelerini yapmak üç kurum tarafından gerçekleştirilir. Bunlar; Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü ve Enerji Piyasası Düzenleme Kuruludur.

Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı ile enerji verimliliği ve finansman mekanizmalarının geliştirilmesi, kamu ve özel sektörde enerji verimliliği kültürünün ve farkındalığının oluşturulması, üretim ve tüketimin teşvik edilmesi, akıllı şehirlerin ve şebekelerin konumlandırılması, sanayi, ulaşım ve tarımda enerji verimliliğinin artırılması, bölgesel ısıtma sistemlerinin yaygınlaştırılması, alternatif yakıt ve kaynakların kullanımının artırılması, çevre dostu yapıların yaygınlaştırılması ve mevcut yapıların daha verimli hale getirilmesi kapsamında tüm sektörlerde enerji verimliliği etkinliğinin artırılması çalışmaları yürütülecektir (Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023, 2018: 4).

YEGM çalışmaları kapsamında, enerji verimliliğinin etkililiğini arttırmak amacıyla farklı kurum ve kuruluşlarla etkileşim içerisinde olmak gerekmektedir. Bu sebeple YEGM bazı kurum ve kuruluşları yetkilendirmiştir. Bu çerçevede enerji verimliliği yetkisi olan kurumlar TMMOB Makina Mühendisleri Odası ve Osmaniye Korkut Ata Üniversitesidir.

Enerji verimliliği yatırımlarının hayata geçirilmesinde ilave finansman desteği sağlamak üzere “Ulusal Enerji Verimliliği Finansman Mekanizması” oluşturulması hedeflenmiş, gerekli mevzuatın oluşturulması için düzenlemeler yapılması kararı alınmıştır. Ayrıca, farklı kurum ve kuruluşlar tarafından oluşturulan ve uygulanan farklı destek mekanizmaları arasında koordinasyonu sağlamak ve bu finansman mekanizmalarının kontrolüne ve izlenmesine yönelik protokoller geliştirmek, ana hedefler arasındadır (Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023, 2018: 35-36).

3.5. Alternatif Enerji Politikaları

Yenilenebilir enerjiyi destekleyerek hem fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmak hemde alternatif enerji kaynaklarının araştırılmasına yönelik yatırımları ve bundan doğacak olumlu sonuçları elde etmek gerekir. Bunun için yenilenebilir enerji teknolojilerinin mümkün olduğu kadar en düşük maliyetle elde edilebilir olması ve etkin kullanılması için enerji politikalarının işlevini yerine getirmesi gerekir. Teknolojik, politik ve ekonomik güçler yenilenebilir enerji maliyetini azaltan ve uygulanabilirliği arttıran önemli bir faktördür (Goldthau & Witte, 2010).

Alternatif enerji politikalarını oluştururken piyasadaki arz ve talep ilişkilerini kapsamlı bir şekilde incelemek gerekir. Ayrıca talebin birincil ya da ikincil kaynaklardan mı karşılanacağı konusunda açık olarak sunulmalıdır. Yatırım talebini, enerji ithalat seviyesini ve enerji kullanım verimliliğine ilişkin sonuçları inceleyerek gerekli değerlendirmeler

yapılmalıdır. Böylece hem politikacıların hem de yöneticilerin aktif katılımıyla birlikte ekonomistlerin ulusal enerji planlarıyla ilgili çabaları artacaktır (Evans, 1978: 26).

Ayrıca herhangi bir enerji politikasının kendini karakterize edebilecek beş kritere sahip olması gerekir (Evans, 1978: 26).

1. Enerji fiyatının uzun süre istikrarlı olması
2. Taşıma ve dopolama kabiliyetinin rahat ve kolay olması
3. Arz çeşitliliğini içerebilir olması
4. Enerji kaynaklarının korunmasına ilişkin makul tercihlerin yapılması
5. Kirliliği en aza indirecek politikaların takip edilerek kontrollerinin yapılması

3.5.1. Enerji Tasarrufu ve Verimlilik

Ekonomik gelişme için sadece enerji kaynaklarından faydalanmanın yetmeyeceğinin, aynı zamanda enerji tasarrufu ve verimliliğini arttırmanın yollarını aramak gerektiğinin farkına olmalıyız. Özellikle enerji tasarrufu ve verimliliği ele alınırken, sadece enerji maliyetlerini düşürmekle kalmayıp, alternatif enerji sağlayıcıların da desteklemesi gerekir. Enerji tasarrufu ve verimliliği çalışmalarının, enerji güvenliğini arttırma ve küresel iklim değişikliği ile mücadeleye olumlu katkıları vardır. ABD’nde özellikle ekonomik kalkınmayı teşvik etmek için enerji verimliliği programları başlatılmıştır. Ayrıca bunu teşvik etmek için kamu hizmetleri ile ilgili programlar oluşturulmuştur (Robinson, 2015: 89-90).

Enerji, bir ürün veya hizmetin yaratılmasında kullanılan üretim faktörlerinden biridir. Enerji verimliliği ise; girdi miktarını ve kaliteyi azaltmadan çıktı miktarını arttırmaktır. Enerji tasarrufu ise tüketilen toplam enerji miktarında bir azalma olarak tanımlanır. Burada tasarruf kavramı enerji verimliliğinden önce gelir. Enerji verimliliği çalışmalarında, gelecekteki enerji fiyatlarını, enerji kullanımına bağlı işletme maliyetlerindeki değişiklikleri, ürün kullanım yoğunluğunu ve mevcut ekipmanın ömrünü dikkate almak gerekir (Robinson, 2015: 90).

Enerji kaynaklarının etkin kullanımı; enerjideki son kullanım verimliliğine bağlı birincil enerjiyi yararlı bir enerji formuna dönüştürmek için harcanan çabadır. Mesela bir ampülün değiştirilmesi ihtiyacında alacağımız en etkin karar en ucuz ampülü seçmektir. Tabiki burada ampülün nasıl ışık sağladığı ve de ömrünü göz önünde bulundurmamak gerekir. Şayet pahalı bir ampül seçildiyse daha az aydınlatma ihtiyacı duyduğumuz yerde değerlendirmek bu enerji kaynağının etkin kullanımını sağlayacaktır (Fanchi, 2005: 176).

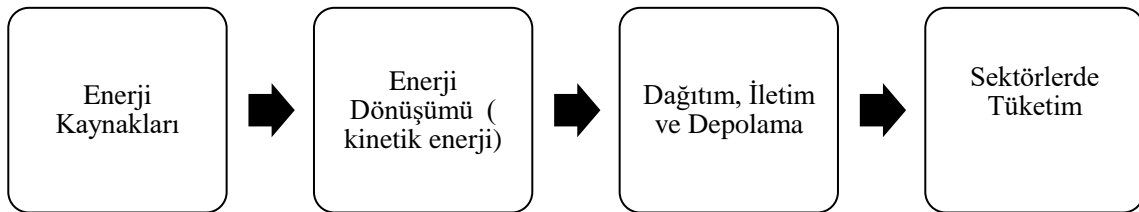
Üretkenliği teşvik etmek ve enerji yoğunluğunu azaltmak için temiz enerjileri tercih etmek enerji verimliliğini olumlu etkileyecek ve enerji tüketimini düşecektir. Enerji fiyatlarının piyasa güçleri dikkate alınmadan sabitlenmesi verimliliği olumsuz etkileyeceği için piyasa mekanizmasının çalışmasına izin veren sektörlerin serbestleşmesi verimliliği arttıracaktır. (Mouraviev & Koulouri, 2019: 207-208).

3.5.2. Araştırma-Geliştirme Çalışmaları

Gelişmiş ülkelerde tüketim alışkanlıklarındaki değişime bağlı olarak doğal ürünlerden uzaklaşılması, sentetik ürünlerin üretiminde kullanılan enerji tüketimlerinin artmasına neden olmaktadır. Bunlarla ilgili mevcut rezerv miktarlarının neler olduğu ya da enerji kaynaklarının nereden alınacağı, nasıl kullanılacağı hususunda bir bilgi birikimi oluşturmak ve yeni kaynaklar bulabilmek için Ar-Ge çalışmalarının olması ve bunun için bir bütçe planlamasının yapılması mutlaka gereklidir. Bu çalışmalar ülkelerin tüketim alışkanlıklarına, lojistik kabiliyetlerine, sahip oldukları enerji kaynakları potansiyellerine, coğrafi konumuna ve teknolojik seviyesine bağlıdır.

Dünyada her geçen gün kömür tüketimi arttığı için sera gazı emisyonu yükselmektedir. Bu nedenle temiz enerji teknolojilerine yönelmek toplumsal bir sorumluluktur. Enerji alanında petrol, doğal gaz ve kömür gibi kaynakların daha fazla tüketilmesi ve artan karbon salınımı sebebiyle yapılacak en önemli mücadele çalışmaları inovasyon ve Ar-Ge dir. Enerji alanında yapılması gerekenler Şekil 10’da tasvir edilmektedir. Öncelikle ülkenin sahip olduğu enerji kaynaklarının mevcut rezervlerinin araştırılması, bunların enerji kaynaklarına dönüşümü ile ilgili teknolojik yeterlilikler, iletim, dağıtım ve depolama ve son olarak da sektörel tüketimlerle ilgili inovasyon ve Ar-Ge çalışmalarının Türkiye ve Dünya’da değerlendirilmesi sosyal ve ekonomik değerler sağlayacaktır.

Şekil 10. Enerji Değer Zinciri



Kaynak: Enerji Alanı Ulusal Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Hazırlanmasına İlişkin Bilgi Notu, 2010: 5.

Tablo 39. Enerji Değer Zinciri Boyunca Ar-Ge ve Yenilik Faaliyeti Konuları

Enerji Kaynakları						Enerji Dönüştürümü			Dağıtım, İletim ve Depolama			Sektörlerde Tüketim									
Yenilenebilir Enerji			Alternatif Enerji			Enerji Tasarrufu			Enerji Sistemi			Tüketen Sektörler									
Biyoenjeri	Güneş enerjisi	Hidroelektrik/HES	Jeotermal/Toprak Isısı	Rüzgâr Enerjisi	Melez Sistemler	Bor Madeni	Hidrojen	Temiz Fosil Yakıtlar	Nükleer Enerji	Yakma Teknolojileri	Enerji Geri Kazanımı	Birleşik Isı ve Güç	Enerji Stratejileri	Elektrik Şebekesi	Enerji ve Ekserji Analizi	Enerji Verimliliği	Enerji Depolama	Binalarda Enerji	Sanayide Enerji Verimliliği	Tarımda Enerji Verimliliği	Ulaştırımda Enerji Verimliliği

Kaynak: Enerji Alanı Ulusal Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Hazırlanmasına İlişkin Bilgi Notu, 2010: 5.

Ar-Ge ve inovasyon yoluyla dönüşüm sağlamanın ve kendi kaynaklarımızı kullanarak enerji teknolojilerimizi üretebilmenin sosyo-ekonomik faydaları önemli olacaktır. Farklı senaryoların gerçekleştirilebilmesi için, enerji alanında ulusal Ar-Ge ve inovasyon stratejilerinin gerekliliği ve stratejiye uygun bilgi, tecrübe ve işbirliğinin önemi, sosyal ihtiyaçlarımızın giderilmesi ve refah seviyemizin yükseltilmesi için öne çıkmaktadır. (Enerji Alanı Ulusal Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Hazırlanmasına İlişkin Bilgi Notu, 2010: 6).

Bir ülkenin enerji alanlarındaki en önemli belirleyicisi olan enerji politikalarının oluşumunda Ar-Ge çalışmaları ve teknoloji çok önemlidir. Ülkenin enerji kaynakları açısından rezervlerini gözden geçirmesi hem ekosistem, hemde yeterlilik açısından gereklidir. Ar-Ge çalışmaları ülkenin sahip olduğu enerji kaynaklarının yapısına, teknoloji düzeyine ve imkânlarına, kurumsal ve siyasi yapısına göre planlanmalıdır.

Türkiye'de enerji sektörünün uzun bir Ar-Ge çalışmaları geçmişi vardır. Osmanlı döneminde yerli buhar kazanı imalat çalışmaları, 1974 Kıbrıs Barış Harekâtı sonrasında hızlanan yerlileştirme çalışmaları, EPDK'nın üretici işletmeler için belirlediği Ar-Ge bütçeleri ve son olarak YEKA süreçleri bu adımlardan bazılarıdır. Bu noktada bir Ar-Ge kültürü oluşmaya başlamıştır (ETBK).

Türkiye, bugüne kadar jeofizik, jeokimya ve jeoloji alanlarında pek çok kez çalışmalar yapmış ve rezerv açısından nasıl bir potansiyele sahip olduğu hakkında bilgiler toplamıştır. Bu çalışmalar sonucunda; Türkiye’de rüzgâr enerjisinin potansiyel olarak daha fazla olduğunu ve ikinci sırayı hidroelektrik kaynakları ve güneş enerjisinin aldığını söyleyebiliriz.

Aslında aşamalı bir Ar-Ge stratejisi kaçınılmazdır. Buradaki; aşamaların neler olabileceği aşağıda sıralanmaktadır.

- a. Temel Ar-Ge laboratuvarları
- b. Enstitüler
- c. Kurumlar arası işbirlikleri (TÜBİTAK vd.) proje, tarife bütçeleri ve birimleri
- d. Ticarileştirmeye yönelik mekanizmalar

Bu sayede hem mevcut sistem ve mekanizmalar en üst düzeyde kullanılırken, hem de çoklu strateji ile tüm paydaşların bir arada bilgilendirildiği ve çabaların koordine edildiği bir yapı kurulabilir (www.enerji.gov.tr).

Ar-Ge çalışmalarında iki tanımlama oldukça önemlidir. Bunlardan biri mevcut olmayan bir enerji kaynağını bularak buradan bir fayda yaratmak, diğeri ise mevcut olan enerji kaynaklarından yola çıkarak bunların özelliklerinde ya da üretim yöntemlerinde bir takım değişiklikler yaparak daha etkin bir kullanıma erişmesini sağlamaktır. Burada önemli olan, her iki tanımlamada da bu süreçleri çok iyi bir şekilde yönetmek ve çalışmaların sürdürülebilirliğini sağlamaktır.

Ülkemizde, enerji ve doğal kaynaklarda kendi kendine yeterliliğin önemli bir boyutu olan Ar-Ge, inovasyon ve teknoloji geliştirme çalışmaları için teşvikler verilmektedir. Ancak çalışmalar katma değeri yüksek alanlara odaklanmalı, sanayileşme ve ticarileşme ön planda olmalı, teşvik ve izleme yapıları buna göre tasarlanmalıdır. Bu nedenle, Ar-Ge kaynaklarının en uygun şekilde kullanılması için desteklenecek alanlar için Ar-Ge Stratejisinin belirlenmesi gerekmektedir. Mevcut durumda yapılan Ar-Ge çalışmalarının teoride kaldığı, ticarileştirilemeyeceği ve bu nedenle ticarileştirme önlemlerine ihtiyaç duyulduğu söylenmektedir. Ayrıca Ar-Ge projelerinin takip edildiği bir kontrol ve izleme birimi eksikliği vardır. Kamu-üniversite-sanayi işbirliği yeterli değildir. Bilgi ve teknoloji üreten tarafların bilgileri merkezi bir birimde toplanmamakta ve bazen çalışmalarda mükerrerlik olabilmektedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2015: 87).

3.5.3. Arz Güvenliği

Arz güvenliği, bir ülkenin sahip olduğu enerji kaynağı ister milli isterse ithal olsun, o ülke ekonomisi açısından stratejik bir öneme sahiptir. Fakat ithalat bağımlılığı yüksek olan ülkelerin bu anlamda riskleri daha fazladır. Döviz kaynaklı fiyat artışları o ülkedeki ekonomiyi olumsuz etkilemektedir. Başta siyasi olanlar olmak üzere bu güvenliği zayıflatacak başka faktörler de vardır. Ayrıca, arz güvenliği ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönde doğrudan bir ilişki vardır. Nüfus artışı, sanayileşme ve kentleşme oranları ülkedeki enerji tüketimlerini arttırmaktadır. Bu ülkeler enerji ihtiyaçlarını ithalat yoluyla karşıladıklarında ise maliyetler artmakta ve cari açık meydana gelmektedir (Gökce & Babacanoğlu, 2020: 158-159).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının sınırsız olması özelliği, bu kaynakların enerji güvenliği açısından popüler olmasını etkileyen önemli bir nedendir. Bir bölgenin suyu, rüzgârı, güneşi düzenli olarak yenilediği sürece enerji kaynakları var olacaktır. Enerji çeşitliliği ve bu enerjilerin her geçen gün daha fazla kullanılması, ülkelerin enerji politikalarının bir parçasıdır (Robinson, 2015: 175).

Enerji kaynakları içerisinde petrolün jeopolitik öneminin büyük olması sebebiyle ülkelerin petrole erişimi için verdiği mücadele, enerji güvenliği konusundaki endişeleri gündeme getirmiştir. Savaşlar sonrasında petrol; ulaşım, üretim, ısınma vb., bir çok sektör insanların birincil enerji kaynağı olmuştur. Ayrıca enerji güvenliği sanayileşmiş ülkelerin yanı sıra Çin, Hindistan gibi hızlı büyüyen ülkelerin de dikkatini çekmiştir. 2000 ve 2008 yıllarında petrol fiyatlarındaki artış bu düşünceyi etkileyen önemli bir faktör olmuştur (Mouraviev & Koulouri, 2019: 11,12).

Aslında enerji güvenliğine ilişkin tek kaygı petrole erişim değildir; bunun yanı sıra enerji kaynaklarının genişliği, teknolojik gelişmeler, enerji sistemlerinin yapısı, politik ve ekonomik yapı ile doğal riskleri de saymak gerekir. Enerji güvenliği uzun vadede ekonomik kalkınma ve çevresel ihtiyaçlarla, kısa vadede ise arz ve talep dengesindeki ani değişimlere cevap verebilme becerisi ile ilgilidir. Ülkedeki yerel fiyatların yüksekliği ve hane halkı tüketimi ekonomik büyümenin önündeki temel engellerdir (Mouraviev & Koulouri, 2019: 14).

Türkiye, kömür ve yenilenebilir enerji kaynaklarına bağlı arz güvenliği stratejilerinde milli kaynaklara ağırlık verilmesi, nükleer teknoloji, petrol ve doğal gaz ithalat kaynaklarının çeşitlendirilmesi, çevresel özelliklerin iyileştirilmesi açısından diğer ülkeler ve tüketiciler

arasında geçiş yapılması ve enerji piyasası açısından rekabetin serbestleştirilmesi gibi hedeflerin peşindedir. Bu kapsamda, 2023 yılına kadar kömür ve linyit kaynaklarının tam kapasiteyle açılması, hidroelektrikte tam kapasite kullanımı ve elektrikte yenilenebilir enerji payının %30'a ulaşması ve toplam elektrik üretiminin 414 TWh olması hedeflenmektedir (Özev, 2017: 33).

Arz güvenliğini sağlamak için yapılan çalışmalar kapsamında, kaynak çeşitlendirmesine gitmek, tedarik açısından tek ülkeye bağımlı olmamak ve başka ülke arayışlarına gitmek, milli kaynak arama faaliyetlerini arttırmak ve bu alanda yapılan yatırımları teşvik etmek gerekmektedir. Ayrıca temin edilen kaynakların depolanması da arz güvenliği açısından son derece önemlidir (Gökce & Babacanoğlu, 2020: 171-172).

Enerji türleri içerisinde depolama kabiliyeti en fazla olanı elektrik enerjisidir. Piller, aküler, güç kaynakları, depolama türlerine birer örnektir. Fakat bunların hepsinin ayrı ayrı oldukça yüksek maliyetleri vardır. Maliyetleri düşürmek için enerjiyi yerinde tüketmek daha önemlidir. Bu tüketim şekline puantaj denir. Puantaj sisteminde tüketimleri kontrol edebilmek ve daha dengeli bir tüketim sağlayabilmek için tarife sistemi vardır. Kısmen de olsa olumlu sonuçlar veren bu sistemde ekonomik büyüme, nüfus artışı ve enerji tüketimi bağlamı yetersiz kalmıştır. Sonuç olarak arz güvenliğini sağlamak için önemli bir aşama olan su ve hava depolama kabiliyetinin ülkemizde daha ayrıntılı bir şekilde kullanılması gerekir. Böylece elektrik tüketimlerinin daha az olduğu geceleri tüketim fazlası olan elektrikler depolanarak başka başka yerlere taşınabilir (Özer & Sönmez, 2013: 39-48).

3.6. Enerji Politikaları ve Kazanımlar

Avrupa'da iç enerji politikalarının 20 yıllık geçmişine baktığımızda kurumsal reformlarda serbest ve adil bir enerji piyasasının gelişmesini sağlayan bazı önemli gelişmeler görülmektedir. Fakat kurumsal reformların bazıları hala yetersizdir. Bu sebeple enerji tam ve doğru kullanılamamaktadır.

Yenilenebilir enerji politikası 1970'lerden beri arz güvenliği konusundaki kaygılara bir cevap olmuştur. O dönemlerde çevre kaygıları da gündemde olduğu için, 1980'lerin sonlarına doğru çevre bilincinin de artmasıyla enerji politikasının arkasındaki itici güçler değişmiş ve yenilenebilir enerji politikasını yönetmek için farklı yaklaşımlar ve teknolojiler geliştirmiştir. Mesela Danimarka bir destekleme programıyla rüzgâr enerjisinde öncü olmuştur; şimdi dünyanın en büyük rüzgâr endüstrisine sahiptir. İsveç ise 1970 ve 1980 yılları arasında bioenerji kaynağı mahsulleri teşvik ederek 1991 yılında enerji üretimi konusunda

fosil yakıtların kullanılmasının önüne geçmiştir. Almanya ise 1991 yılında hem rüzgâr hem de güneş enerjisi endüstrisinde hızlı bir büyüme sağlayarak elektrik enerjisi tedarikçilerine fiyat garantisi veren bir kanun hazırlamıştır (Birchfield & Duffield, 2011: 113).

Fransa ise uyguladığı enerji politikası ile ulusal çıkarlarını korumak ve Avrupa'daki değişim sürecini dikkate alarak güçlü bir devlet müdahalesini ortaya koymuştur. İlk petrol krizinden sonra başlattığı nükleer program sayesinde, 2019 yılı enerji ihtiyacının yaklaşık %40'ını karşılamaktadır (Birchfield & Duffield, 2011: 146).



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE’DE ENERJİ SEKTÖRÜ VE ENERJİ POLİTİKALARI

Dünyada ve Türkiye’de enerji sektörü her zaman petrolün hâkimiyetindedir. Bu nedenle ülkelerin ulusal enerji programları her daim büyük ölçüde petrol talebine bağlıdır. Tek bir enerji kaynağının piyasayı bu kadar etkilemesi tüm ülkeleri yeni kaynak arayışlarına sevk etmiştir. Enerji kaynaklarının çeşitliliği ne kadar fazla olursa, dışa bağımlılık o kadar az olacak ve enerjideki darboğazlık azalacaktır.

4.1. Türkiye’ de Enerji Sektörü

Artan nüfus, kentleşme, sanayileşme, yaygın teknoloji kullanımı ve artan zenginliğe paralel olarak enerji tüketimi kaçınılmaz olarak her geçen gün artmaktadır. Öte yandan enerji tüketimi mümkün olan en düşük seviyede tutulmalı, enerji en ekonomik ve verimli şekilde kullanılmalıdır. Çünkü enerji sektöründe, enerji kaynaklarının üretim ve tedarik maliyetleri yüksektir. Ayrıca enerji projeleri, uzun planlamalar ve yatırım dönemleri ile yüksek finansman ve ileri teknoloji gerektirmektedir (Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005, 2000: 142).

Enerji talebinin mümkün olduğu ölçüde yerli kaynaklarla karşılanması için, gerek kamu ve gerekse özel sektörde bilinen kaynakların en ekonomik ve maksimum faydayı sağlayacak şekilde değerlendirilmesi ve yeni kaynakların geliştirilerek biran önce üretime geçirilmesine son yıllarda büyük önem verilmektedir (Bahar, 2005: 41).

Türkiye'nin elektrik sektörü, arz güvenliğine yönelik politika yaklaşımı, ülkenin ekonomik büyümesine ve refahına katkı sağlayacak şekilde geliştirilmektedir. Türkiye uzun zamandır, dikey bütünleşik bir yapıyla hizmet sunmaktadır. 1990'lı yıllarda elektrik üretim ve dağıtım faaliyetleri birbirinden ayrılmış, özel şirketlerin yatırım ve işletme sürecine katılımı için girişimler başlatılmış ve çeşitli modeller test edilmiştir. 2000'li yıllardaki yasal düzenlemeler ve kararlı serbestleşme adımları ile elektrik sektörünün, günümüz rekabetçi modeline dönüştürülmesi sağlanmıştır. Türkiye'nin doğal gaz tüketimi; nüfus, sanayileşme ve kentleşme ile doğru orantılıdır. Türkiye'nin doğal gaz üretiminin tüketime oranı %2'nin altında olmakla beraber bu oran 2017 yılında %0,66 olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca Türkiye'nin doğal gazda ithalata bağımlılık oranı %99 civarındadır. 2017 yılı toplam doğal gaz üretiminin %50'den fazlası Tekirdağ'da gerçekleşmiş, Tekirdağ'ı %23,7 ile İstanbul ve %14,8 ile Kırklareli izlemiştir. 2017 yılında ithalattaki pay %91,3'e gerilemiştir. Türkiye'nin

doğal gaz ithalatını sağladığı ülkeler arasında %51,9 ile Rusya olurken, bunu %16,7 ile İran, %11,8 ile Azerbaycan, %8,4 ile Cezayir ve %2,4 ile Nijerya izlemektedir (Sektörel Görünüm, 2018: 17-50).

Zamanla petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların azalabileceği ve fiyatlarının artabileceği gerçeğinden yola çıkarak, bu kaynakların yerini alacak yeni enerji kaynaklarının geliştirilmesi gerekmektedir. Petrol ve doğal gaz konusunda zengin olmayan ülkemizde, bu alanda %90 oranında bir dışa bağımlılık ve zamanla artmaya devam eden bir tüketim alışkanlığı söz konusudur. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınma yaklaşımında enerji tüketimini hedeflemek ve dolayısıyla ekonomik ve sosyal kalkınmayı desteklemek ve çevreye en az zarar verecek minimum miktar ve maliyette enerji kaynağı tedarik etmek gerekmektedir. Enerji sektöründe serbest piyasa düzenine geçilirken, enerji politikalarının da bu doğrultuda oluşturulması ve düzenlemelerin yapılması oldukça fadyalı olacaktır (Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005, 2000: 142).

Türkiye'nin enerji arzının %30'u, enerji tüketiminin ise %35'i petrol kaynağından oluşmaktadır. Ülkenin ham petrol üretimi yıllık 2,5 milyon ton civarındadır. Petrol ihtiyacının %90'ından fazlası ise ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Türkiye'nin enerji ithalatı yüksektir ve bu da dış ticaret açığındaki artışın en önemli nedenlerinden biridir. Türkiye'de kömürün neredeyse tamamı linyit statüsündedir. Taş kömürü yalnızca Zonguldak bölgesinde üretilmektedir. Zonguldak Havzası'ndaki toplam taşkömürü rezervi 1,30 milyar ton, görünür rezerv ise 506 milyon tondur. 1980'lerin başında ülkenin toplam taş kömürü tüketiminin %80'i yerli kaynaklardan karşılanırken, imalat sanayinde taş kömürü kullanımının artması nedeniyle 2017 yılında bu rakam %3,3'e düşmüştür. TEİAŞ'ın 2018 yılı istatistiklerine göre taşkömüründen elektrik üreten santrallerin oranı 18.997 MW olup, bu toplam kurulu gücün % 21,6'sına karşılık gelmektedir. İthal kömürden elektrik üreten santrallerin kurulu gücü ise 8.794 MW olup, kurulu gücün %10'una tekabül etmektedir. 2020 yılında yaklaşık 96.760 GWh elektrik üretilmektedir. Bu değer toplam kurulu gücü 91.380 MW seviyesindedir (Sektörel Görünüm, 2018: 17-50).

Son yıllarda elektrik ve linyit üretimindeki artışlar ihtiyacı karşılayacak seviyelere ulaşmış ve böylece elektrik enerjisindeki kesintiler sona ermiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları dâhil her türlü enerjide arama faaliyetlerinin sürdürülmesi enerjideki millileştirme çalışmaları açısından önemlidir. Elektrik sektöründe, kârlılığı ve verimliliği artırmak için mevcut tesislerin daha verimli çalışmasına ve yeni üretim tesislerinin inşa edilmesine katkı sağlamak üzere Enerji Bakanlığı bünyesinde özelleştirme çalışmaları devam etmektedir.

Enerji sektöründe izlenen mevcut politikaların, ekonomik koşulları ve çevresel etkileri dikkate alınarak ülkenin enerji ihtiyaçlarını yeterli ve güvenilir şekilde karşılayacak atılımlara hizmet etmesi gerekmektedir (Bahar, 2005: 41).

Türkiye'de 2000 yılında hidroelektrik santrallerin kurulu gücü 27,3 GW'dir. Ancak o dönemde Türkiye'de hidroelektrik santralleri hariç yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik üretim portföyü çok düşük konumda idi. 2000'li yılların başlarında elektrik üretiminde fosil kaynaklara bağımlılık ve başta doğal gaz santralleri olmak üzere arz güvenliğine ilişkin endişeler, elektrik üretimi için başta yenilenebilir kaynaklar olmak üzere tüm yerli kaynakların arayışlarını hızlandırmıştır. 2005 yılında yürürlüğe giren ve zaman içinde güncellenen mevzuat ile yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik üretimi desteklenmiştir. Piyasanın serbestleşmesiyle birlikte elektrik alanında daha büyük rol oynayan özel sektör de yenilenebilir enerji santrallerine ilgi göstermeye başlamıştır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji geliştirme kurulu güç kapasitesi 2000-2017 yılları arasında istikrarlı bir artış kaydetmiş ve 2020 yılı sonu 4200 GW seviyesine ulaşmıştır. Ancak hızla artan elektrik talebine paralel olarak doğalgaz ve kömür santrali yatırımlarının artması nedeniyle yenilenebilir enerjinin toplam kurulu güç içindeki payı bir miktar artarak % 47'ye ulaşmıştır (Sektörel Görünüm, 2018: 17-50).

4.1.1. Enerji Türleri ve Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynaklarımızın tamamını devreye sokuncaya kadar, enerjide kaynak ve ülke çeşitlenmesine gidilmesi arz güvenliği açısından büyük bir öneme sahiptir (Güner, Albostan, & Fırtına, 2009: 6).

Türkiye linyit, taş kömürü, asfaltit, petrol, doğal gaz, hidroelektrik ve biyokütle ile jeotermal, rüzgâr ve güneş enerjisi dâhil olmak üzere çok çeşitli geleneksel ve yenilenebilir enerji kaynaklarına sahiptir. Bununla birlikte, bunların çoğu yetersiz nitelik ve niceliktedir. Türkiye'nin hidroelektrik rezervlerinin dünya rezervlerinin yüzde 1'i civarında olduğu tahmin edilmektedir (ESMAP Report, 2000: 5).

Türkiye'nin zengin enerji kaynağı olan linyit 428 milyon ton ispatlanmış kömür rezervi ile Zonguldak bölgesinden çıkarılmaktadır. Komşu İran ve Irak'ın aksine, Türkiye petrol ve gaz bakımından fakir bir ülkedir. Rezervler sadece 46 milyon ton petrol ve 10 milyar metreküp doğal gazdan oluşmaktadır. Toplam linyit rezervi 7,3 milyar ton olup bunun 3,4 milyar tonu Afşin-Elbistan bölgesinde bulunmaktadır.

Güneydoğusunda yer alan komşu ülkelerin aksine Türkiye farklı olarak büyük su kaynaklarına sahiptir. Elektrik üretiminin yüzde 35-40'ı hidroelektrik santrallerinden sağlanmaktadır. Günümüzde biyokütle enerjisi, başta gübre olmak üzere, ağaç, hayvan ve bitki atıklarından oluşmaktadır. Bunlar özellikle kırsal kesimde ısınma ve yemek pişirme amaçlı yakılarak tüketilen birincil enerjinin yaklaşık yüzde 25'ini oluşturmaktadır. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları açısından da önemli rezervlere sahiptir. Batı sahili ve Güneydoğu Anadolu, rüzgâr enerjisi üretimi için çok uygun yerler olarak tanımlanırken yıllık ortalama rüzgâr hızları yaklaşık 2,5 metre/saniye olarak belirlenmiştir. Böylece yıllık rüzgâr enerjisi yoğunluğu 2,4 w/m²'dir. Ayrıca, jeotermal enerji potansiyeli yaklaşık 35 GW ile oldukça büyüktür (ESMAP Report, 2000: 5-6).

Türkiye'nin coğrafi konumu, onu Avrupa'yı Asya'ya bağlayan doğal bir kara köprüsü yapmaktadır. Ülke hem ekonomisi hem de nüfusu bakımından hızla büyümekte, buna paralel olarak da elektrik enerjisi talebi hızla artmaktadır. Türkiye'nin diğer ülkelere göre ekonomik gelişimi, 1990'lı yıllarda, yılda yaklaşık % 4,4 artarken, elektrik tüketimi yıllık ortalama % 8,5 oranında artmıştır. 2019 yılında ekonomik gelişim oranı %14,9 iken elektrik tüketim oranı 2018 yılına oranla %0,38 azalarak 304.252 GWh'a ulaşmıştır (Hamzaçebi, 2006: 2009).

Türkiye'nin birincil enerji kaynakları rezervini gösteren Tablo 40'ta 4 yıllık veriler incelendiğinde bazı enerji kaynaklardaki rezervlerin arttığı görülmektedir. Rezervlerdeki bu artış özellikle linyit, doğalgaz ve uranyum kaynaklarında daha fazladır.

Tablo 40. Türkiye'nin Birincil Enerji Kaynakları Rezervi (2015-2019)

Kaynaklar	Toplam (2015)	Toplam (2019)
Taşkömürü (Milyar Ton)	1.308,5	712
Linyit (Milyon Ton)	296	317
Elbistan	4.845,5	5.689
Diğer	9.919,4	11.245
Toplam	14.764,9	16.478
Asfaltit (Milyon Ton)	82	94
Bitümler (Milyon Ton)	1.641,4	1.875
Hidrolik (GW)	13,4	27,2
GWh/Yıl	59.245,8	62,648
MW	22.748,9	23,002
Ham Petrol (Milyon Varil)	7.167	334
Doğalgaz (Milyar m ³)	23,2	408
Nükleer Kaynaklar (Ton)		
Uranyum	9.129	13.614
Toryum	380.000	384.000

Kaynak: ETKB, Mavi Kitap 2016 ve www.tskb.com'dan derlenmiştir.

Enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, enerji politikalarının önemli bir parçasıdır. Üretim kapasitelerini arttırmak ve bu kaynakları sürdürülebilir kılmak ülkemiz için öncelikli konulardandır. Tablo 41, Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynaklarına ait verileri içermektedir. 2015 ve 2019 yıllarına ait veriler karşılaştırıldığında kaynakların artış trendinde olduğu görülmektedir. Bu kaynakların daha da geliştirilmesi çevre kirliliği ve iklimle mücadelede önemli konulardandır.

Tablo 41. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli (2015-2019)

(2015)	Hidrolik	Rüzgâr	Güneş	Biyokütle	Jeotermal
Kurulu Güç (MW)	25.867,8	4.503,2	248,8	362,4	623,9
Elektrik Üretimi (GWh)	67.1453,8	11.652,5	194	1.758,2	3.424,0
Isı (Bin TEP)	-	-	795	-	4,99
2023 Hedefi (MW)	36000	20000	5000	1000	1000
Potansiyel	160 TWh/yıl	48000 MW	1500 kWh/ m ² – yıl	20 Milyon TEP	31500 MWt 2000 MW
(2019)	Hidrolik	Rüzgâr	Güneş	Biyokütle	Jeotermal
Kurulu Güç (MW)	28.291	7.005	5.062	738,8	6.895
Elektrik Üretimi (MWh)	15.338	19.102	7.744	1.077	5.968
Isı (Bin TEP)					
2023 Hedefi (MW)	34000	20000	5000	1000	1000
Potansiyel					

Kaynak: ETKB, Mavi Kitap 2016 ve www.setav.org'dan derlenmiştir.

Tablo 42'deki enerji kaynaklarına ait kurulu güçler içerisinde Hes'lerin büyük paya sahip olduğunu, bunu sırasıyla doğalgaz ve taş kömürünün takip ettiğini söyleyebiliriz.

Tablo 42. Kaynaklara Göre Kurulu Güç Tablosu (2017-2019)

Birincil Kaynak	2017 Yılı Kurulu Güç		2019 Yılı Kurulu Güç
	(MW)	Payı (%)	(MW)
İthal Kömür	8.793,9	55,08	8.966
Taş Kömür + Asfaltit	782,5		698,9
Linyit	9.090,1		-
Sıvı Yakıt	303,6		-
Çok Yakıtlı (Katı + Sıvı)	682,9		-
Çok Yakıtlı (Sıvı + D. Gaz)	3.433,6		-
Doğalgaz	23.205,7		25.902

Biyokütle	634,2		846
Termik Toplam	46.926,3		
Rüzgâr	6.516,2	44,92	8.004
Güneş	3.420,7		6.040
Barajlı Hes	19.776,0		29.396
Akarsu Hes	7.497,1		
Jeotermal	1.063,7		1,486
Yenilenebilir Toplam	38.273,7		43.686

Kaynak: Sektörel Görünüm, 2018: 63 ve www.assets.kpmg'den derlenmiştir.

Türkiye'nin petrol ve doğalgaza bağımlılığı her ne kadar yüksek olsa da, yenilenebilir enerji kullanımı ciddi düzeydedir. Elektrik üretim verilerine bakıldığında birincil ve ikincil kaynak olmak üzere oldukça fazla bir çeşitliliğe sahip olduğu görülmektedir. Bu kaynakların içerisinde teknolojik gelişim ve mühendislik koordinasyonuna bağlı olarak yol almış bir enerji kaynağı da nükleer enerjidir. Dünya'da 30'dan fazla ülkede nükleer enerji ile elektrik enerjisi üretilmektedir. ABD'nde 99, Fransa'da 58, Japonya'da 42 ve Çin'de 35 nükleer reaktör vardır. Bu enerji kaynağının denetimini sağlamak için bağımsız uluslararası örgütler kurulmuştur. Nükleer enerjinin insanları tedirgin eden yönleri oldukça fazla olduğu için sosyal kabulü biraz düşüktür. Tesislerdeki emniyet durumları ve kullanım atıklarının nasıl yok edileceği akıllarda hep soru işaretleri oluşturmaktadır. Nükleer enerji santralleri kurma çalışmalarında saha araştırmaları ekonomik, mühendislik, soyal ve çevresel başlıklar altında incelenmektedir. Yer seçimine, öncelikle fay hatları üzerinde olup olmadıkları, deprem özellikleri ve soğutma suları açısından incelendikten sonra karar verilmektedir. Türkiyede ilk nükleer güç santrali Akkuyu'da kurulmaya başlamıştır. 2010 yılında imzalanan bazı anlaşmalar ile bu santral start almıştır (TÜBA-Nükleer Enerji Raporu, 2019: 36).

Nükleer santrallerin çalışmasında kullanılan uranyum rezervinin dünyadaki mevcut miktarı 6,35 milyon ton civarındadır. Bu miktarın 846.500 tonu Hindistan'da, 744.000 tonu Türkiye'de ve 60.000 tonu ise Brezilya'dadır (www.mta.gov.tr). Enerji üretiminde kullanılacak olan toryum ve uranyuma yönelik tuz reaktörlerinin (MSR) teknolojik olarak her geçen gün ilerlemesi vesilesiyle 2021 yılında üretim çalışmaları başlayacaktır. Ticarileşmesi ise 15 yıl kadar sürebilir (TÜBA-Nükleer Enerji Raporu, 2019: 36).

Türkiye'de güneş enerjisi sistemlerine yönelik çalışmalar 1980-1990 yılları arasında başlamıştır. TÜBİTAK'ın ve EİEİ'nin yaptığı çalışmalar neticesinde zamanla da kullanımı artmaktadır. Piller, aydınlatmalar, trafik ışıkları gibi birçok alanda da kullanımı yoğunlaşmaktadır. 2015 yılında güneş enerjisine bağlı kurulu güç kapasitesi 248,8 MW'ttan,

2019 yılında 939,19 MW'a yükselmiştir. Türkiye 2020 yılında da arazi projeleri yapmaya devam etmektedir (www.myenerjisolar.com).

Bu arazi projelerinden biri, Kalyon Enerji Yatırımları AŞ'nin, Konya'nın Karapınar İlçesi'nde, 2023'te faaliyete geçirmeyi planladığı YEKTA Güneş Enerji Santrali'dir. Yılda 2300 GWh elektrik üretmeyi planlayan bu proje 3 fazdan oluşmaktadır. Bu projenin Türkiye'deki elektrik ihtiyacını daha düşük maliyetle karşılayacağı ve ülkenin kalkınmasında önemli bir rol oynayacağı muhakkaktır. Bu projede kullanılacak olan güneş panelleri de yine Kalyon Holding'e ait Kalyon PV tarafından üretilecektir. Bu amaçla kurulan fabrika, bir güneş panelinin üretimindeki bütün aşamaları, yani kütük, dilim, hücre ve panelleri tek çatı altında toplayacak şekilde ve aynı zamanda 1.400 kişiye istihdam imkânı sağlayacak 1.000 MW güce sahip, 400 milyon dolarlık bir yatırımla kurulmuştur. Türkiye'nin yenilenebilir enerjilerini millileştirme çalışmalarında önemli bir adım olarak görülen bu fabrika, güneş paneli üretiminde önemli bir aşama olan ingot'u Avrupa ve Ortadoğu'da üreten ilk ve tek fabrika özelliğindedir (www.kalyonpv.com).

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), Karadeniz Bölgesi'nde 2000 yılından bu yana doğalgaz arama çalışmaları yürütmektedir. Bugüne kadar birçok sığ deniz kuyusu kazılmıştır. Bu çabalar sonunda, Fatih sondaj gemisi, 2020 yılının Temmuz ayında Karadeniz Bölgesindeki Tuna 1 kuyusunda 85 milyar m^3 doğalgaz rezervi bulmuştur. 2021 yılında çıkarılması planlanmaktadır. Bu rezerv yılda 50 milyar m^3 doğalgaz tüketen Türkiye'nin 6 yıllık doğalgaz ihtiyacını karşılayabilmektedir.

4.1.2. Türkiye'de Enerji Mevzuatı

Enerji mevzuatı, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde enerji verimliliği açısından oldukça önemlidir. Özellikle yürürlükte olan bazı yasal düzenlemelerin enerji politikalarını güçlendirecek, arz güvenliğini sağlayacak, rekabet ve çevre bilincini arttırarak küresel ısınmayı önlemeye katkıda bulunacak ve enerji talebini karşılayacak nitelikte ve güçte olması gerekir.

2001'de çıkarılan 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu, elektrik enerjisi piyasasının oluşturulması ile ilgili düzenlemelerin ve denetlemelerin yapılmasına ilişkin hükümler içermektedir. Bu Kanun ile Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu kurulmuş, ardından 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu ile Kurumun adı Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) olarak değiştirilmiştir. 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu petrol piyasasını kontrol etmektedir. 5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu ise sıvılaştırılmış

petrol gazı piyasasını kontrol etmektedir. Kısacası, elektrik sektöründeki mevzuatın amacı, doğal tekel niteliğindeki elektrik iletim ve dağıtım faaliyetlerini düzenlemek, elektrik üretim, toptan ve perakende piyasalarını rekabete açmaktır. Petrol ve LPG piyasaları ise genel olarak rekabete açık olmakla birlikte bazı düzenlemelere tabidir. Bu alandaki fiyat düzenlemeleri 01.01.2005 tarihinden itibaren kaldırılmıştır. Doğalgaz piyasasındaki düzenlemelerin amacı, dikey yapıyı ithalattan son kullanıcıya kadar serbestleştirmektir (Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013, 2007: 61).

Türkiye'nin çevre politikaları, çevreyi korurken ayrıca ekonomik kalkınma gündemini de sürdürme ilkesine dayanmaktadır. Bununla uyumlu olarak, enerji tüketiminde öngörülen artış ile buna ilişkin çevresel sorunlar arasında bir denge aranır. Çevresel açıdan sürdürülebilir enerji kullanımı, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynaklarının hedefleri de dâhil olmak üzere, tüm enerji sektörü için temel hedefleri belirlemekten ETKB sorumludur. Bakanlık, ayrıca yakıt spesifikasyonlarının belirlenmesinden de sorumludur.

Hükümet, son yıllarda enerji politikalarında yaptığı değişikliklerle enerjiyle ilgili çevre sorunlarının farkındalığını artırmaya çalışmaktadır. Mesela 1986 yılında Hava Kalitesi Kontrol Yönetmeliği'ni yürürlüğe koyarak santrallere emisyon limitleri koymuş ve bölgelerindeki hava kalitesini izleme ve emisyon limitlerinin aşılması durumunda önlem alma yetkisini Sağlık Bakanlığı'na vermiştir. Yönetmelik gereği Sağlık Bakanlığı, yerel şubeler de dâhil olmak üzere hava kalitesi izleme ve uygunluk alma uygulamalarını bir takım uyarılar yapmak, gerektiğinde de uygunsuz işlem yapan kuruluşların faaliyetlerini durdurma yetkisine sahiptir (ESMAP Report, 2000: 14).

Birçok ülke gibi Türkiye de enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasına ilişkin çözümler üretmek amacıyla alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasını teşvik etmek üzere yasal düzenlemeler yapmıştır. Tablo 43, bu konuda çıkarılan kanunlar hakkında özet bir bilgiyi içermektedir.

Tablo 43. Türkiye'nin Enerji Mevzuatına İlişkin Kanunlar

Kabul Tarihi	Kanun Numarası	Kanun Adı	Kanunun Amacı
10/05/2005	5346	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun	Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir,

			ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonunun azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesi.
14/03/2013	6446	Elektrik Piyasası Kanunu	Elektriğin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, rekabet ortamında özel hukuk hükümlerine göre faaliyet gösteren, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir elektrik enerjisi piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin yapılmasının sağlanması.
03/06/2007	5686	Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli sular Kanunu	Jeotermal ve doğal mineralli su kaynaklarının etkin bir şekilde aranması, araştırılması, geliştirilmesi, üretilmesi, korunması, bu kaynaklar üzerinde hak sahibi olunması ve hakların devredilmesi, çevre ile uyumlu olarak ekonomik şekilde değerlendirilmesi ve terk edilmesi ile ilgili usûl ve esasları düzenlemek.

Kaynak: ETKB' ndan derlenmiştir.

4.1.3. Türlerine Göre Enerji Üretimi ve Kullanımı

Enerji kaynakları fosil ve yenilenebilir kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılır. Bu kaynakların her birinin potansiyelleri ve yeryüzündeki rezerv miktarları birbirlerinden farklıdır.

Dünyadaki enerji kaynaklarının dağılımlarındaki bu farklılık sebebiyle insanlar alternatif enerji kaynaklarına yönelmektedir. Bu yönelim ayrıca kaynak çeşitliliğinin oluşumu, arz güvenliği ve ithalat bağımlılığının da azaltılması açısından son derece önemlidir. Bu çerçevede atılan adımlardan ilki, 1963 sonrası Planlı Kalkınma Döneminde yapılan kalkınma planları çerçevesinde 1985-1989 yıllarını kapsayan 5. Beş Yıllık Kalkınma Planıdır. Bu planla birlikte coğrafi faktörlere bağlı olarak ülkenin sahip olduğu enerji çeşitliliği ve potansiyeli ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Bu planla, yerli kaynakların kullanılması ve bu alanlarda yapılan yatırımların desteklenmesi için projelerin geliştirilmesi, üretim ve tüketim dengelerinin incelenerek kaynakların etkin kullanılması sağlanmaya çalışılmaktadır.

Bu aşamada, yenilenebilir olanlar da dâhil Türkiye'nin sahip olduğu kaynakların potansiyellerine bakmak faydalı olacaktır. Ülkemizde 320 civarında akarsu, dere, çay ve buralarda kurulu toplam 504 adet baraj vardır. Atatürk, Keban, Karakaya, Özlüce, Gökçekaya ve Obruk barajı gibi 203 adet baraj yüksek potansiyellere sahiptir. Hidroelektrik santrallerinin Türkiye için büyük bir potansiyel olduğu ve bazı projelerle bu potansiyelin daha da artabileceği düşünülmektedir.

Tablo 44'te hidroelektrik santrallerinin yıllar itibariyle kurulu güç kapasitelerinin arttığını 2011 yılından 2019 yılına kadar çeşitli enerji kaynakları içerisinde hem temiz ve çevre dostu hemde yüksek verimli bir kaynak olarak Türkiye'de büyük üretim kapasitesi oluşturduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 44. Türkiye'de Enerji Kaynaklarına Göre Kurulu Güç ve Üretim Kapasitesi (2011-2019)

	2011		2013		2015		2017		2019	
	Kurulu Güç (MW)	Üretim Kapasitesi (GWh)	Kurulu Güç (MW)	Üretim Kapasitesi (GWh)	Kurulu Güç (MW)	Üretim Kapasitesi (GWh)	Kurulu Güç (MW)	Üretim Kapasitesi (GWh)	Kurulu Güç (MW)	Üretim Kapasitesi (GWh)
Hidroelektrik	21,0	97,8	246,2	785,4	2116,3	7678,7	11096,3	39032,6	12588,5	42514,9
Kanal	8,0	45,5	246,2	785,4	2092,1	7607,3	6012,9	22316,0	6269,1	22838,4
Rezervuar	13,0	52,3	0,0	0,0	24,3	71,4	5083,4	16716,6	6319,4	19676,5
Jeotermal	72,4	515,9	140,4	1051,9	389,9	4157,4	752,1	6619,5	1252,7	10975,1
Jeotermal	72,4	515,9	140,4	1051,9	389,9	4157,4	752,1	6619,5	1252,7	10975,1

Rüzgâr	563,1	2017,2	106,5	279,3	2732,1	11163,1	5238,7	21152,3	6495,6	23779,4
Rüzgâr	563,1	2017,2	106,5	279,3	2732,1	11163,1	5238,7	21152,3	6495,6	23779,4
Güneş	0,0	0,0	51,8	69,0	0,0	0,0	12,9	23,8	81,7	161,3
Fotovoltaik	0,0	0,0	51,8	69,0	0,0	0,0	12,9	23,8	81,7	161,3
Biyokütle	56,6	455,7	101,6	809,3	185,2	1434,0	300,0	2195,5	503,1	4001,1
Bitkisel ve Hayvansal Atık	0,0	0,0	1,7	13,4	17,7	146,8	82,9	598,9	203,4	1743,6
Biyogaz	22,6	198,0	0,5	0,0	59,2	477,0	22,9	160,9	30,8	216,6
Çöp Gazı	34,0	257,6	99,4	795,9	108,3	809,9	187,1	1401,8	256,0	1936,4
Lastik Atığı	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	33,8	12,8	104,5
Genel Toplam	713,1	3086,5	646,6	2994,9	5423,6	24433,2	17399,9	69023,7	20921,5	81431,7

Kaynak: TMMOB'ndan derlenmiştir.

Türkiye'nin üç tarafının denizlerle çevrili olması ve 3000 km'nin üzerinde bir kıyı şeridine sahip olması itibarıyla önemli bir rüzgâr potansiyeline sahiptir. Fakat bu potansiyeli belirlemek için birçok çalışma yapmak gerekir. (1990-1994) yıllarını kapsayan 6. Beş Yıllık Kalkınma Planı ile yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği ve bu yöndeki çalışmaların yoğunlaştırılması başlamıştır. Türkiye' de ise ilk rüzgâr enerjisi yatırımları 1998 yılında başlamıştır. Meteoroloji İstasyonlarının çalışmaya yaptıkları katkılar neticesinde bölgesel topoğrafyaların çıkarılması ve rüzgârdan elde edilecek enerji verileri çıkarılmıştır. 2001 yılında 563,1 MW Kurulu güç kapasitesine sahip olan rüzgâr enerjisi 2017,2 GWh elektrik üretirken 2019 yılında kurulu güç 6495,6 MW'a ulaşmış ve üretim kapasitesi 23779,4 GWh olmuştur.

2001 yılında jeotermal enerjinin kurulu gücü 14.060 MW'tir. Ayrıca 2007 yılında 100 MW seviyesinde olan kurulu güç, 2015 yılında büyük bir sıçrama yaparak 2018'de 1.199 MW'a ulaşmıştır. Güneş enerjisinden elektrik üreten santralin kapasitesi lisanssız yatırımlar dâhil olmak üzere 4.850 MW'tir. Bu kapasitenin 2.588 MW'ı sadece 2017 yılında devreye alınmıştır. Kurulu güç dâhilinde yenilenebilir enerji santralleri üretimi artmıştır. 2000 yılında, yenilenebilir enerji santrallerinde üretilen enerjinin yaklaşık % 25'i, 2018 yılı sonunda % 33'e yükselmiştir (TSKB Sektörel Görünüm, 2018: 50).

Ülkemizin jeotermal potansiyeli oldukça yüksek olup potansiyel oluşturan alanların %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölgesi'nde, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'i diğer bölgelerde yer almaktadır. Jeotermal kaynaklarımızın %90'ı düşük ve orta sıcaklıkta olup doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, çeşitli endüstriyel uygulamalar vb.) için, %10' u ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur (ETKB). Yukarıdaki tablodan da anlaşıldığı üzere 2011 yılında 72,4 MW Kurulu güç kapasitesine sahip olan jeotermal enerjimiz 515,9 GWh enerji üretirken 2015 yılında bu

kapasitenin çok fazla artarak 389,9 MW'a ulaştığını ve 4157,4 GWh enerji ürettiğini, 2019 yılında ise 1252,7 MW ile 10975,1 GWh enerji üretilerek, dünya sıralamasında 1,282 MW ile dördüncü olduğunu söyleyebiliriz.

2005 yılından itibaren mevcut kaynakların geliştirilmesine verilen önem ve yeni kaynak arayışları artmaktadır. 2004 yılı sonunda 3.100 MWt olan kullanılabilir ısı kapasitesi, ısı enerjisinde ilave 1.900 MWt artışla 5.000 MWt'a yükselmiştir. Bulunan 173 jeotermal saha sayısı, sondaj çalışmaları ile 10'u elektrik üretimine uygun yeni sahaların keşfedilmesiyle 239 sahaya çıkarılmıştır. Bugüne kadar toplam 634.412.250 metre sondaj araştırması yapılmış olan ve açılan kuyulardan doğal çıkışlar dâhil yaklaşık 5.000 MWt ısı enerjisi elde edilmiştir (ETKB).

2001 yılındaki Elektrik Piyasası Kanununda yaşanan eksiklikler sebebiyle revizyona gidilmiş ve 2005 yılında 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun çıkarılmış ve böylece satın alma garantisi 10 yıla çıkarılmıştır. Bu kanunla birlikte yenilenebilir enerji piyasası canlanmış ve yerli ve küçük firmalar da üretimlere başlayabilmiştir. Türkiye'nin coğrafik olarak güneş kuşağında olması bu enerji kaynağı açısından zenginleşmesine imkân vermiştir. Öyleki 2012 yılında ülkenin güneş enerjisi piyasası 84 milyar civarındadır. 2013 yılında 51,8 MW Kurulu güç kapasitesine sahip olan bu tesisler 69,0 GWh enerji üretirken, 2019 yılında 81,7 MW' a ulaşarak 161,5 GWh kadar enerji üretmiştir. Güneş enerjisinden sadece ısı teknoloji olarak değil aynı zamanda güneş pilleri teknolojisi olarak da yararlanılmaktadır. Güneş kollektörü olarak ülkemiz dünyada ikinci sıradadır.

Tablo 45. Elektrik Enerjisi Üretiminin Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı (2011-2018)

Yıllar	Kömür		Petrol Ürünleri		Doğal Gaz		Atık		Termik		Hidrolik		Rüzgâr-Jeotermal +Güneş		Yenilenebilir		Toplam
	GWh	Pay (%)	GWh	Pay (%)	GWh	Pay (%)	GWh	Pay (%)	GWh	Pay (%)	GWh	Pay (%)	GWh	Pay (%)	GWh	Pay (%)	
2011	66218	28.9	904	0.4	104048	45.4	469	0.2	171638	74.8	52339	22.8	5418	2.4	57757	25.2	229395
2013	63786	26.6	1739	0.7	105116	43.8	1171	0.5	171812	71.5	59420	24.7	8921	3.7	68342	28.5	240154
2015	76166	29.1	2224	0.8	99219	37.9	1758	0.7	179366	68.5	67146	25.6	15271	5.8	82417	31.5	261783
2017	97561	33.0	1971	0.7	108169	36.6	2797	0.9	210498	71.2	58450	19.8	26563	9.0	85013	28.8	295511

Kaynak: TMMOB'ndan derlenmiştir.

Türkiye'nin enerji kaynaklarına göre elektrik üretimin verilerine tablo 45'ten baktığımızda ise 2011 yılında 229395 GWh civarında iken 2013 yılında ise artış göstererek 240154 GWh olduğunu görmekteyiz. 2015 ve 2017 yıllarında bu artışlar devam ederek 295511 GWh olmaktadır. Elektrik üretiminin enerji kaynakları türlerine göre dağılımına baktığımızda ise termik santrallere bağlı olarak arttığını daha sonra doğal gaz ve kömürün katkı sağladığını yukarıdaki tabloya bakarak söyleyebiliriz. Geçmiş yıllara kıyasla doğal gazın elektrik üretimine olan katkısı azalmaktadır. Bu durum doğal gaz fiyatlarındaki artışlardan kaynaklanabilir. Kömür, güneş, rüzgâr ve jeotermal enerji kaynaklarının katkısının ise geçmiş yıllara nazaran artış gösterdiği görünen bir gerçektir.

2019 yılındaki toplam brüt elektrik üretimi incelendiğinde, 2018 yılına göre %1,40 oranında düşüş olduğu görülmektedir. Kömür santrallerinden elde edilen elektrik üretiminin payı %36,1 iken 2018 yılının ilk çeyreğinde % 35,4'e gerilemiştir. Aynı dönemde en büyük düşüş doğalgaz santrallerinden üretilen elektriğin payında gerçekleşmiştir. 2018 yılının ilk çeyreğinde %30,4 olan doğalgaz santrallerinden üretilen elektriğin payı, 2019'un aynı döneminde %17'ye gerilerken, hidroelektrik santrallerden üretilen elektrikte ise büyük bir artış gözlemlenmiştir (TSKB Sektörel Görünüm, 2018: 10-11).

2009 yılında yaşanan küresel kriz nedeniyle enerji tüketimde bir miktar azalma olmasına rağmen, 2008 yılında birincil enerji kaynaklarının tüketiminde birinci sırada yer alan doğalgaz, bu konumunu korumaya devam etmektedir. Ülkemizdeki doğalgaz tüketim profilindeki en önemli konu elektrik sektöründe kullanılan bir enerji kaynağı olmasıdır. EPDK'nın 26.01.2017 tarih ve 6884 sayılı kararı çerçevesinde Türkiye' de 2017 yılında doğal gaz tüketim tahmini 46 milyar m^3 olarak belirlenmektedir (BOTAŞ Sektör Raporu, 2016: 16-17).

Tablo 46. Türkiye'nin Faturalanan Elektrik Tüketim Miktarları (2017-2018)

Tüketici Türü	Dağıtım Gerilim Seviyesinden Bağlı Tüketicilerin Tüketim Miktarı (MWh)		İletim Gerilim Seviyesinden Bağlı Tüketicilerin Tüketim Miktarı (MWh)		Toplam (MWh)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Abone	80.768.336,36	147.685.452,79	19.685.372,29	16.747.847,16	100.453.708,65	164.433.299,95
Serbest Tüketici	90.762.663,09	30.225.373,40	34.497.156,39	38.951.356,19	125.259.819,48	69.176.729,59

Genel Toplam	171.530.999,45	177.910.826,19	54.182.528,68	55.699.203,35	225.713.528,13	233.610.029,54
--------------	----------------	----------------	---------------	---------------	----------------	----------------

Kaynak: EPDK, 2018.

2018 yılında faturalı elektrik tüketimi bir önceki yıla göre %3,49 artarak 233,61 TWh'ye ulaşmıştır. Bu miktarın 55,7 TWh'si iletim gerilim seviyesindeki tüketicilere, kalan kısmı ise 177,91 TWh'si dağıtım gerilim seviyesindeki tüketicilere satılmıştır. İlave olarak, 233.61 TWh tüketiminin 69.18 TWh'si serbest tüketicilerin ve 164.43 TWh'si serbest olmayan tüketicilerin tüketiminden oluşmaktadır (Elektrik Piyasası 2018 Yılı Piyasa Gelişim Raporu, 2019: 5).

Türkiye, çevresinde doğal gaz rezervlerine sahip ülkeler olmasına rağmen, yıllık yaklaşık 18,5 milyar m^3 rezervi ile tüketiminin %1'ini bile karşılamamaktadır. 2008 yılında 969 milyon m^3 üretimin ardından sürekli azalan üretim miktarı ile bir önceki yıla göre %21 lik bir artış göstererek 2018 yılında 428 milyon m^3 'e ulaşmıştır. Doğal gaz tüketimi 2017 yılında 49,3 milyar m^3 'dür. Türkiye'nin doğal gaz tüketimi 2018 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık %8,4 azalmıştır ve bu düşüş tüm zamanların en büyük düşüş oranı olarak kaydedilmiştir. 2018 yılında hizmet sektörü dışındaki tüm alanlarda doğalgaz tüketimi azalış göstermektedir. Konutlarda tüketilen doğalgaz 12,7 milyar m^3 olarak gerçekleşmiş ve bir önceki yıla göre% 6,0 azalmıştır (TSKB Sektörel Görünüm, 2018: 18-19).

Tablo 47. Türkiye'deki Petrol Üretimi ve Yurt İçi Tüketimleri (2015-2018)

Ürün Türü	Üretim				Yurt İçi Satış (Tüketim)			
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018
Benzin Türleri	5.113.058	5.101.861	5.360.216	4.684.112	2.097.248	2.234.045	2.303.254	2.329.920
Motorin Türleri	8.509.777	9.582.347	10.395.069	9.292.051	20.564.852	22.322.578	24.166.321	23.576.884
Fuel Oil Türleri	547.712	-305.850	-72.009	61.205	604.054	583.539	492.356	359.919
Havacılık Yakıtları	5.024.287	4.486.633	4.837.246	4.786.244	1.319.241	1.338.751	1.262.517	1.280.675
Denizcilik Yakıtları	2.344.697	2.346.900	2.154.285	1.766.077	234	44.240	41.220	43.805
Gazyağı	57.820	11.728	4.163	3.84	56.609	14.621	4.686	2.698
Diğer Ürünler	5.267.448	7.507.583	6.258.144	4.408.714	182.465	179.898	190.626	213.321
TOPLAM	27.86.799	28.731.203	28.937.115	25.002.287	24.824.703	26.717.671	28.460.979	27.807.223

Kaynak: EPDK' ndan derlenmiştir.

Tablo 47'den görüldüğü gibi Türkiye'nin 2018 yılı ham petrol üretimi yaklaşık 2,8 milyon ton olarak kaydedilmiştir. Türkiye'de ki ham petrol üretimi, dünyada oranları ile

karşılaştırıldığında %0,1'ine tekabül etmektedir. 2018 yılında toplam rafineri üretimi 2017 yılına göre %13,6 azalarak 25 milyon tona ulaşmıştır. Bunun yanı sıra 2017 yılına kadar artış eğilimi gösteren petrol ve petrol ürünleri tüketimi 2018 yılında düşüşe geçerek 2019 yılında da azalmaya devam etmektedir (TSKB Sektörel Görünüm, 2019: 22-23).

2015 yılında toplam petrol üretimi 27.864.799 ton iken bunun 24.824.703 ton'u tüketilmektedir. Her yıl bir önceki yıla göre petrol üretimi ve tüketimleri artış göstermektedir. 2017 yılında 28.937.115 ton üretilen petrol 2018 yılında 25.002.287 ton'a düşmüştür. Yine tüketim düzeyi de 2017 yılında 28.460.979 ton iken 2018 yılında 27.807.223 ton olarak gerçekleşmiştir. Petroldeki bu düşüşün en önemli sebebi; fiyatlardaki artışa bağlanabilir. Çünkü 2017 yılında kurşunsuz 95 oktan benzin fiyatı 2,08 TL/LT, motorin ise 2,12 TL/LT dir. Kurşunsuz 95 oktan benzinin nihai satış fiyatı 5,26 TL/LT dir. 2018 yılında ise kurşunsuz 95 oktan benzinin nihai satış fiyatı 6,219 TL/LT dir.

Tablo 48. Türkiye'nin Doğal Gaz Üretimi ve Tüketimleri (2011-2018)

	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
Üretim (milyon Sm^3)	42,17	354,15	367,28	381,37	479	537	632	759
Tüketim (milyon Sm^3)	49.329	53.857	46.395	47.999	48.717	45.918	45.242	43.697

Kaynak: TSKB'ndan derlenmiştir.

Türkiye' de enerji tüketimleri içerisinde doğal gazın ayrı bir önemi vardır. Fakat doğal rezervleri yetersizdir. Uzun yıllar petrol ve doğal gaz arama ve üretim çalışmaları yapılmış olsada dışa bağımlılığımız % 98,8 dir. En önemli doğal gaz ithalatçımız ise başta Rusya, İran ve Azerbaycan'dır. Yukarıdaki tabloda 2011 yılından 2018 yılına doğru doğal gaz üretim verilerinin artış gösteren bu eğilimlerinin 2012 yılından sonra azaldığını fakat doğal tüketimlerinin yıllara oranla artış gösterdiğini söyleyebiliriz. Türkiye'de kullanılan doğal gazın yarısı elektrik üretiminde diğer yarısında ısınma ve diğer hizmetlerde kullanılmaktadır.

Uluslararası doğal gaz ticareti 2012 yılında durgun bir seyir izlemiş ve %0,8 azalış ile 1.015,6 milyar m^3 olmuştur. 2012 yılındaki LNG ithalatı bir önceki yıla göre %1,9 azalarak 236,3 milyon tona gerilemiş ve tesislerdeki tedarik, bakım çalışmaları olumsuz etkilenmiştir. Ayrıca, İran'dan ham petrol ve akaryakıt ithalatını yasaklayan Avrupa Birliği'ndeki ambargolar 2012'de yürürlüğe girmiş ve doğalgaz ithalatı yasaklanmıştır (ETKB).

Türkiye sahip olduğu enerji kaynaklarını tam olarak kullanamamakla beraber mevcut üretimleri tüketimi karşılayamamaktadır. Türkiye' de son otuz yılda kişi başına enerji tüketimi 1219 KEP'e yükselmiştir. Fakat bu oranlar hala dünya ortalamasının altında kalmıştır. Yıllar itibarıyla enerji sektöründe yerli üretime olan talebi azalmış ve yerli üretimin tüketimi karşılama oranı son otuz yılda düşmüştür. 70 yıldır tüm dünyada yaşanan petrol krizine rağmen Türkiye, özellikle kömür ve petrol üretimi de dâhil olmak üzere birincil enerji tüketimi içinde petrole bağlı politikalar uygulamıştır. Yenilenebilir enerji üretiminde Türkiye'nin toplam birincil enerji üretimindeki payı istikrarlı bir şekilde %41,2'den %24,8'e gerilemiştir. 1980'den beri çalışan çoğu kömür yakıtlı elektrik santrali ile 1980 ile 1990 arasında toplam kömür arzında önemli bir artış olmuştur (Sabah vd., 2002: 41).

Birincil enerji tüketimini sektörel bazda incelersek, 1970'li yıllarda konut ve hizmet sektörü diğer sektörlerin çok ilerisindeyken, 21. yüzyılda yerini sanayi ve çevrim sektörüne bırakmıştır. Diğer sektörlerde yıllar içinde önemli ölçüde değişiklik olmamıştır. Türkiye'de kömürün toplam enerji tüketimi içindeki payı, 1970 yılından bu yana artış göstermiş fakat dünya ortalamasına göre ise düşüş eğilimine girmiştir. Türkiye'de linyit tüketimi otuz yıl sonra yerli kaynaklar ile karşılanırken, 80' li yıllardan sonra taşkömürü ithalat edilmektedir. Taşkömürünün önemli bir kısmı daha önce konut, elektrik santrali ve ulaşım sektöründe, özellikle kok üretiminde tüketilirken, 2000'li yıllarda ağırlıklı olarak sanayi alanında kullanılmaktadır (Sabah vd., 2002: 41).

Konut ve ticari binaların ihtiyaçları için tüketilen enerji miktarı, dünya enerji tüketiminin yaklaşık yüzde 20'sine karşılık gelmektedir. Ulaşım sektörü dışındaki tüketimlerin 2012 ile 2040 yılları arasında yıllık %1,4 oranında artması beklenirken, OECD ülkelerinde, nüfus ve GSMH büyüme oranlarının düşmesi sebebiyle bu artış %0,6 civarında gerçekleşmektedir. Benzer nedenlerle, OECD dışı ülkelerdeki tüketim artışı %2,4 iken diğer ülkelerdeki artış beklentisi ise %1,1'dir (Özev, 2017: 25).

4.1.4. Türlerine Göre Enerji İthalatı ve İhracatı

Türkiye, Rusya ve İran'dan elde ettiği ithal enerjiye büyük ölçüde bağımlı olmasına rağmen bölgedeki sekiz ülkeyi sınırlayan stratejik konumu sebebiyle Avrupa Birliği için bir enerji merkezi ve ağ geçidi potansiyeline sahiptir. Türkiye dünyadaki doğal gaz rezervinin %71'ine, petrol kaynaklarının %73'üne ve enerji tüketicileri ile tedarikçileri arasında bir merkeze yakın olması sebebiyle, Avrupa Birliği'nin enerji arz güvenliğinde büyük bir role sahiptir. Fakat Avrupa, Türkiye'nin kendileri için bir geçiş merkezi olması yerine enerji

satıcısı olarak bu bölgede rol alması gerektiğini ileri sürmektedir (House of Commons Business and Enterprise Committee, 2008: 33).

Türkiye'nin coğrafi konumu, Hazar havzasındaki petrol ve doğal gaz yataklarının ithalatı sebebiyle Avrupa'ya geçişinde büyük avantaj sağlamaktadır. Enerji tüketiminin büyük bir bölümünü dış kaynaklardan ithal eden Türkiye' nin aynı zamanda ödemeler dengesine de büyük bir yük binmektedir (Yıldız, 2011: 259).

Türkiye, enerji talebinin yarısından fazlasını ithalat yoluyla karşılamaktadır ve talebin artması yerli üretimdeki büyümeyi aştığı için ithalatın, toplam birincil enerji arzı içindeki payı artmaktadır. 1997 yılında, toplam enerji ithalatının, %65'i petrol, %19'u doğal gaz ve %13'i taş kömürü, %20'si diğer kömür ve %3'ü elektrik enerjisidir (ESMAP Report, 2000:7).

Türkiye'de birincil enerji kaynağı, ithalat sıralamasında ilk sırayı son otuz yıldır petrol alırken, onu kömür ve doğalgaz takip etmektedir. İlk kez 1987 yılında ithalatına başlanan doğal gaz tüketimi, on üç yılda ilk kez sıçrama yaşayarak 33,60 kat artmış olup, 14,7 milyar m^3 'e ulaşmıştır. Çevreye ve insan sağlığına zararlı maddeler içerdiği bilinen petrokok ithalatı da hızla artmış ve 1990-1998 yılları arasındaki artış oranı %250 olmuştur (Sabah vd., 2002: 41).

Türkiye' nin 2010 yılında toplam enerji ithalatı 38,5 milyar dolardır. 2011 yılında bu rakam 54,1 milyar dolara çıkmıştır. Aynı yılda 54,1 milyar dolarlık enerji ithalatı, 14,5 milyar doları ham petrol ve 20,2 milyar doları doğalgaz ithalatı gerçekleşmiştir. 2012 yılı toplam enerji ithalatı 55 milyar dolar düzeyindedir. Bu rakamın tüm yıl için 60 milyar dolar civarında olacağı düşünülürken, enerji ithalat değerinin seviyesi, petrol fiyatlarındaki değişimden etkilenmektedir. İthalat değerinin 2010'dan 2011'e büyük bir sıçrama yapmasının nedeni ise, 2010'da 80 dolar olan ortalama petrol fiyatının 2011'de 111 dolara yükselmesidir. 2012' de ortalama ham petrol fiyatı bir önceki yıla göre sabit kalmıştır (Petrol-is.org.tr).

Türkiye, doğalgaz alanında arz güvenliğini sağlamak ve ihtiyaçlarını karşılamak için uzun vadeli alım ve satım sözleşmesi imzalamıştır. Rusya Federasyonu ile Mavi Akım projesi kapsamında toplam 20 milyar m^3 /yıl, İran ile 9,6 milyar m^3 /yıl, Azerbaycan ile 3 anlaşma kapsamında toplam 12,75 milyar m^3 /yıl, Türkmenistan ile 15,6 milyar m^3 /yıl doğal gaz ile; Cezayir'le 4,4 milyar m^3 /yıl, Nijerya ile 1,3 milyar m^3 /yıl miktarında LNG alım anlaşmaları yapılmıştır. İthalata ilişkin anlaşma kapsamında 2018 yılında Azerbaycan'ın Şah Deniz Faz-II sahasından 6 milyar m^3 doğal gaz anlaşmasının başlaması öngörüldürken, 1999

yılında Türkmenistan ile yapılan anlaşma henüz yürürlüğe girmemiştir (BOTAŞ Sektör Raporu, 2016: 23).

Tablo 49. Türkiye'nin Petrol İthalat ve İhracatı (2012-2018)

Türkiye'nin Petrol İthalat ve İhracatı (2012-2018)							
	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
İthalat (Ton)	17.740.785	16.886.881	15.116.847	14.565.902	17.477.986	18.554.156	19.484.875
İhracat (Ton)	8.875.016	10.090.038	9.688.515	10.805.577	9.286.007	8.345.041	9.086.110

Kaynak: EPDK'ndan derlenmiştir.

Türkiye'nin 2016 yılında enerji ithalatının bir önceki yıla göre yaklaşık %30'luk bir düşüşle 27 milyar 155 milyon dolar olarak gerçekleştiğini Tablo 49'dan söyleyebiliriz. Bu rakam 2012 yılından bu yana düşüş eğilimi gösterirken, azalan kaynakların daha etkin ve verimli kullanılması amaçlı kaynakları çeşitlendirme hamleleri özellikle petrol fiyatlarındaki düşüşler ile daha önemli hale gelmiştir (Özev, 2017: 32).

Tablo 50. Türkiye'nin Doğal Gaz İthalatı ve İhracatı (2012-2018)

Türkiye'nin Doğal Gaz İthalat ve İhracatı (2012-2018)							
	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
İthalat (milyon Sm^3)	50.360,58	55.249,95	46.352,17	48.427,08	49.262,28	45.268,98	45.922,00
İhracat (milyon Sm^3)	673,28	630,67	674,68	623,94	632,60	682,0	611,0

Kaynak: EPDK'ndan derlenmiştir.

Türkiye petrol ve doğal gazda büyük ölçüde dışa bağımlıdır. Bu kaynakların elde edilemesinin ülkenin ekonomisinde ağırlık yarattığı bilinen bir gerçektir. Son 15 yıl içerisinde enerji ithalatının parasal değeri, cari açığa yakın seyretmektedir. Petrol ve doğalgaz arama çalışmaları açısından bu durum ülkenin gündeminde hız kazanmaktadır. Öte yandan, toplam rafinaj kapasitesini artırma planları ve bu kapsamda tamamlanan yatırımlar da dikkat çeken bir diğer gelişmedir. Yerli kaynak arama rafinajlarındaki artış iç pazarda rekabeti geliştirirken Türkiye'nin bölgesel enerji ticaretindeki elini de güçlendirmektedir (TSKB Sektörel Görünüm, 2018).

Tablo 51. Türkiye'nin LPG İthalatı ve İhracatı (2012-2018)

Türkiye'nin LPG İthalat ve İhracatı (2012-2018)							
	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
İthalat (Ton)	3.306.044	3.385.734	3.417.583	3.461.849	3.132.605	3.088.191	2.999.078
İhracat (Ton)	110.040	266.368	212.926	257.643	111.382	79.995	87.766

Kaynak: EPDK'ndan derlenmiştir.

LPG (Sıvılaştırılmış Petrol Gazları) piyasalarında ithalat oranları, ihracat oranlarının çok ötesindedir. Çünkü Türkiye'deki LPG üretimi tüketimi karşılayamamakta ve büyük oranda dışa bağımlı olarak, ABD, Kazakistan, Norveç, Rusya'dan ithal edilmektedir. Yukarıdaki tabloda da görüldüğü üzere 2012 yılından sonra LPG ithalatı 2018 yılına doğru artış eğilimi göstermektedir. Fakat 2018 yılında %2,35 azalmıştır. Aynı yıllar arasındaki ihracat rakamları da büyük oranda azalmıştır.

Tablo 52. Türkiye'nin Elektrik İthalatı ve İhracatı (2012-2018)

Türkiye'nin Elektrik İthalat ve İhracatı (2012-2018)							
	2018(GWh)	2017(MWh)	2016(MWh)	2015(GWh)	2014(GWh)	2013(GWh)	2012(GWh)
İthalat	2.466,01	2.729,06	6.400,12	7.411,10	7.953,00	7.429,00	5.827,00
İhracat	3.073,60	3.300,09	1.442,08	2.964,60	2.696,00	1.227,00	2.954,00

Kaynak: EPDK'ndan derlenmiştir.

Enerji piyasasındaki elektrik ithalatı yıllar itibariyle sürekli artan bir seyir izlemiştir. İhracat ise yine ithalatın çok gerisinde kalmıştır. İthalattaki bu artışların en önemli sebebi elektrik tüketimindeki büyük artışlardır. Tüketimlerin çok fazla olması ve ihracatın gelişmemesi cari açığın enerjiye dayalı olmasının bir göstergesidir. Son yıllarda doğal gaz ve petrol tüketimindeki artışların da en önemli sebebi elektrik tüketimidir.

1990 yıllarının başından bu yana elektrik tüketimi yıllık ortalama %9 oranında artmaktadır. 1997'de toplam elektrik tüketimi 82.300 gigawatt-saat (GWh) ve kişi başına tüketim 1.643 kilowatt-saat (kWh) dir. Sanayi sektörü, toplam elektrik sektöründeki tüketimin

%54' ünü tüketerek birinci olurken bunu %42 ile konut ve ticari kullanım takip etmektedir. Türkiye'nin enerji yoğunluğu OECD ülkelerinin çok altındadır. Bunun en önemli sebebi; Türkiye'deki yaşama maliyetinin çok düşük olmasıdır (ESMAP Report, 2000: 9).

Ülkemizin her geçen gün daha çok ihtiyaç duyduğu ve modern toplumun vazgeçilmez ve en önemli enerji kaynağı olan doğalgaz, son yıllarda başta TPAO olmak üzere yerli ve yabancı şirketler tarafından yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Doğal gazı öncelikle yerli kaynaklardan temin etmek için arazi alanlarımıza ek olarak arama ve sondaj yapma faaliyetleri yürütülmektedir. Dünya enerji sistemi ile entegre ve çevre ile uyumlu şeffaf ve rekabetçi bir piyasaya dayalı enerji sistemi ve sektör yapısının oluşturulması, ithalata olan bağımlılığın azalması, kaynak çeşitliliğinin artması ve arz güvenli açısından ülke çeşitliliğine, odaklanarak sektörümüzün rekabet gücünü artırmak hedeflenmektedir (BOTAŞ Sektör Raporu, 2016: 15).

4.1.5. Yatırımlar İçin Enerji Kaynaklarının Seçimi

Fosil enerji kaynaklarının neden tükendiğinin insanoğlu tarafından bilinmemesi ve sonuçlarının neye mal olacağı ayrıca nükleer enerjinin kullanılmasından duyulan korku, jeotermal enerji, güneş ve rüzgâr enerjisine olan ilgiyi artırmıştır. Elektrik üretiminin güvenliği ile ilgili endişeler, mevcut enerji kaynaklarından hangisinin uygulanacağı ile ilgili birçok soruyu gündeme getirmiştir. Bununla birlikte, modern endüstriyel medeniyetin temel bileşenlerinden biri olduğu için elektrik talebi de her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle, karar vermek için oldukça zor bir ikilem söz konusudur. Alternatif enerji kaynaklarının seçiminde tüm enerji kaynaklarının, artılarını ve eksilerini listeleyen grafikleri iyice tartışmalı ve nicel önlemlerle desteklemelidir. Aksi takdirde uygulanabilir politikaların belirlenmesinde bu seçimlerin katkı sağlama olma olasılığı düşüktür. İkinci bir yaklaşım, alternatif enerji kaynaklarının seçiminde kullanılan seçeneklerin her birinin etkinliğini rasyonel veya öznel birimler açısından ölçmek ve özelliklerini tanımlamak gerekir. Buradaki nitelikler ekonomik, sosyal, çevresel, psikolojik, ekolojik ve politik faktörleri içerebilir. Karar mercileri, seçmenler veya ilgili kurumların fikir birliğine dayalı olarak her bir özellik için bir tercih fonksiyonu oluşturulabilir (Shahid & A.A., 1978: 669).

Birçok enerji kaynağı iklim koşullarına bağlıdır. Bu nedenle enerji planlamalarında bazı optimizasyon yöntemleri kullanılmalıdır. Enerji sektörünün disiplinler arası bir uygulama alanı vardır. Enerji sorunları karmaşık ve belirsizdir. Bu nedenle kararlar daha sınırlı koşullar altında alınmaktadır. Çünkü çok sayıda karar değişkenleri ve parametreler vardır. İçerdikleri yüksek karmaşıklık ve çözülmesi zor problemler mevcuttur. Literatürdeki enerji

optimizasyonu uygulamalarının kapsamı; enerji verimliliğinin artırılması, enerji kararlarının verilmesi, enerji yatırımı ve planlaması, enerji tesis lokasyonunun seçilmesi, en uygun enerji alternatifinin seçilmesi, enerji kaynağının atanması, enerji yönetimi ve projelendirilmesi gibi konulardır (Çayır Ervural vd., 2016: 52).

Enerji kaynaklarının seçiminde her bir enerji kaynağı için çok değişkenli bir fayda teorisinin yapılarak ayrı ayrı modellenmelerinin çıkarılması ve karar veren mercilerin buralardan elde edilecek çevresel, teknolojik, ekonomik, sosyal ve bölgesel özelliklerine bakarak seçimlerini yapmaları daha isabetli olacaktır. Çünkü bu kaynakların seçimindeki belirsizlikler çok yüksektir (Shahid & A.A., 1978: 671).

Yenilenebilir enerjide basit ve etkili bir çözüm sunan grafik teorisi ve matris yaklaşımı, çok kriterli seçeneklere sahip karar verme yöntemlerinden biridir. Enerji sektöründe alanında uzmanlaşmış kişilerin görüşleri ile seçim yapabilmek için kriterlere ihtiyaç duyulmaktadır. Yenilenebilir enerji ile ilgili matris sunumu ve seçim indeksi enerji kaynaklarındaki değerlendirme sürecini oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisi, uygulamada kullanılan grafik teorisi ve matris yaklaşımı ile en iyi alternatif olarak önerilmekte iken; güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, biyokütle enerjisi, hidrolik enerji ve jeotermal enerji sıralamasında esas alınan kriterlerden, ekonomik, sosyo-politik, çevresel ve teknolojik konulardaki değişiklikler seçim düzeninde farklı sonuçlara neden olabilmektedir (Merdivenci, 2005: 37-38).

Türkiye'nin enerji politikaları açısından çeşitliliği, Avrupa Birliği'nin enerji politikasına ne kadar uyumlu olduğu konusunda şekillenmektedir. Çünkü bu seçim noktasında Türkiye önemli bir stratejik konuma sahiptir. Petrol ve doğal gazın Avrupa'ya taşınması Türkiye'nin bu stratejik konumuyla yakın ilişkilidir.

Enerji güvenliğini sağlamak ve oluşturulacak politikaların sürdürülebilir olmasını sağlamak için öz kaynak miktarının doğru ve güvenilir bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu tespit ile ulusal kalkınma hedeflerine ulaşmak için gerekli olan enerji talebinin karşılanması öncelikle hangi kaynaklara yatırımların yapılması gerektiği, kaynaklar arası dağılım oranları ile belirlenebilmektedir (Uğurlu, 2006: 123).

Enerji alanındaki yatırımlar, Elektrik Piyasası Kanunu ile hız kazanmıştır. İthalat bağımlılığını azaltmak, yeni istihdam alanları yaratmak ve verimliliği arttırmak için yapılan bu yatırımların teşvik politikalarına ve Ar-Ge çalışmalarına ihtiyacı vardır. Ayrıca bu

yatırımların genç nüfus arasındaki istihdam sorunlarına katkı sağlayacağı da düşünülmektedir. (Erdal, 2012: 172-180).

Yapılan bu yatırımların yaygınlaşması ve başarıya ulaşması için milli donanım kullanımına zorunluluk getirilmeli, yüksek teknoloji sağlanmalı, teşvikler ve lisanslara izin verilmelidir (Yıldırım, 2019: 331).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı Türkiye’de kalkınma hedeflerinin önceliğindedir. Birincil enerji kaynaklarına olan bağımlılığı azaltmak ve bunun yarattığı cari açığı önlemek bu alanlarda yapılacak projelere bağlıdır. Türkiye’deki projelerde yabancı yatırımcıların katılımı fazladır. Fakat yatırım maliyetlerini düşürmek ve yerli yatırımcıları da desteklemek için yabancı yatırımcılara tanınan vergi ve sübvansiyon kolaylıkları yerli yatırımcılara da tanınmalıdır (Destek, 2019: 192).

Enerji yatırımlarının en önemli fon kaynağı banka kredileridir. Bu kredilerin hacmi 2019 yılı itibariyle 207 milyar TL dir. Enerji alanındaki yatırımlara verilen kredilerin toplam krediler içindeki payı ise %7,8 dir. Buradaki borçlanmalar genellikle uzun vadeli. Yapılan yatırımlar neticesinde 2018-2019 dönemlerinde yenilenebilir enerji kurulu güç kapasitesi 91.300 MW seviyesine çıkmıştır. 2016 yılı itibariyle enerji sektöründeki toplam proje tutarı 1.095.745 TL iken yapılan yatırımlar 500.000 TL dir. Madencilik sektöründe 143.500 TL, kültür sektöründe (kömür sahalarındaki arkeolojik kazılar) ise 1.500TL dir (www.assets.kpmg).

4.1.6. Enerji Verimliliği

Enerji verimliliği, nitelik ve miktar gibi özellikleri koruyarak çıktı miktarını arttırmaktır. Türkiye enerji verimliliği konusunda ciddi adımlar atmıştır. Fakat yine de bazı sektörlerde verimlilik sağlama hususunda ciddi eksiklikleri vardır. Eksikliklerin neler olduğunu ve boyutlarını araştırmak gerekmektedir. 1990-2012 dönemlerinde enerji verimliliği %250 artmıştır. Fakat bu verimliliğin tüketimi azaltmaya etkisi marjinal düzeyde kalmıştır. Önümüzdeki dönemlerde genç nüfusun ekonomiye katılımıyla birlikte enerji tüketimindeki artış, cari açığı sorunları derinleştirecektir (Özev, 2017: 74-75).

Tablo 53. Enerji Verimliliği (1990-2020)

Yıllar	Enerji Verimliliği (TEP/Yıl)	Enerji Tüketimleri (TEP)	Nüfus
1990	99,4724	47.67405	53921760
2000	97,9412	73.47472	63240194

2010	85,844	107.6308	72326988
2015	83,1298	137.1915	78529409
2019	81,4682	153.5403	82319724
2020	64.097	493.479	83154000

Kaynak: www.iea.org.

Enerji verimliliği birincil enerji yoğunluğu ile ölçülebilir. Birincil enerji yoğunluğu GSYH başına tüketilen enerji miktarıdır. Enerji verimliliği endeksinin düşük çıkması verimliliğin arttığı anlamındadır. Tablo 53'ten anlaşıldığı gibi, enerji tüketimleri nüfus artışına paralel olarak artış göstermektedir. Türkiye sanayileşen bir ülke olduğu için, enerji tüketiminin azalması imkânsızdır. Kaynakların daha etkin kullanılması ile sağlanan verimlilik, ancak enerji tasarrufunun, maliyet azalışlarının, israfların önlenmesinin neticesinde sağlanabilecektir.

Enerji verimliliği, özellikle gelişmiş ülkelerde enerji politikasının önde gelen gündem maddelerinden biridir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre, 2017 yılında 1.8 trilyon dolar (yaklaşık 235 milyar dolar) olan toplam enerji yatırımının %13'ü enerji verimliliği için yapılmış ve bu alandaki yatırımlar %3 oranında artmıştır. 2016 yılında enerji verimliliği kriterlerini karşılayamayan araç, gereç, süreç ve uygulamaların artan maliyetlerle karşılaşması hatta ek vergilere tabi olması mümkün görülmektedir (TMMOB Enerji Görünümü, 2018: 57).

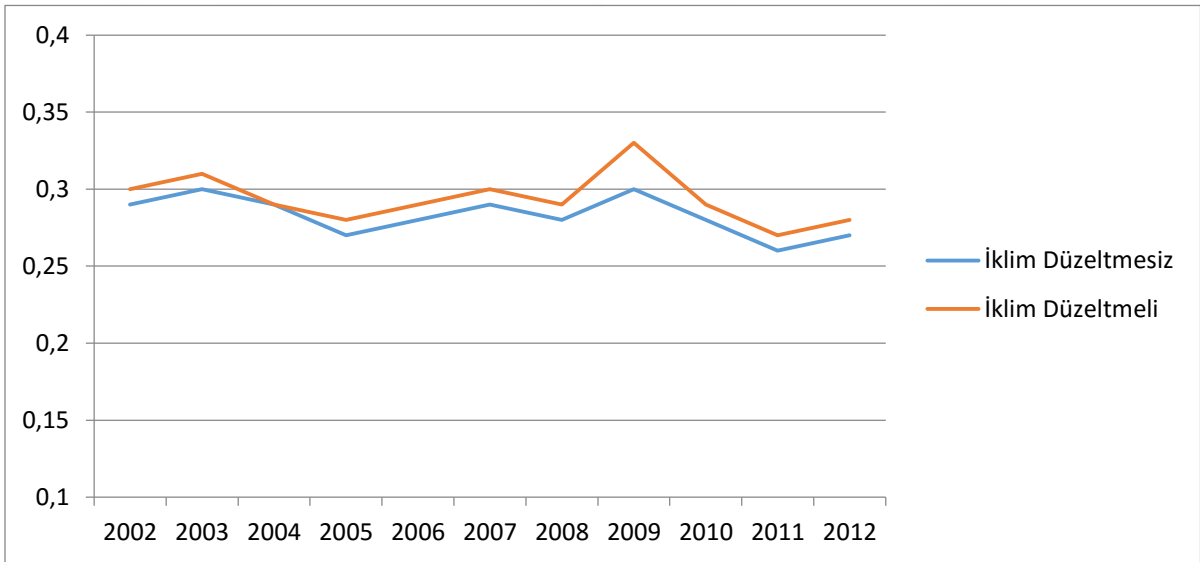
Arz güvenliği, enerji tasarrufu ve verimliliği uygulamalarının hayata geçirilmesi ile mümkündür. İletim ve dağıtım sistemindeki kayıplar ve verimsizlikler arzda alınan tüm önlemlere rağmen israfa neden olmaktadır. Enerji verimliliğinin önemli bir göstergesi olan birincil enerji yoğunluğu daha çok imalat kesiminde kendini göstermektedir. Fakat Türkiye'nin sanayileşme yapısı ve büyüme eğiliminde bir ülke olduğu, bu sebeple de verimlilik artışı için tasarruf çalışmalarının yetersiz kalabileceği gerçeği göz önünde bulundurulmalıdır. Verimlilik ve tasarruf çalışmaları, sektör ve kurumlar arası işbirliği ile bütüncül çalışmalar gerektirmektedir. Koordinasyon ve işbirliği eksikliği amaçlanan sonuçlara ulaşmayı engelleyebilecektir (ETKB Stratejik Plan, 2015: 52-53).

Türkiye, Enerji Verimliliği Kanunu kapsamında 2007 yılında enerjinin etkin kullanılması, kaynak israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin azaltılması ve daha çevreci olunması amacıyla enerji kaynaklarının kullanımında verimliliğin artırılması çalışmalarının yürütülmesini hedeflemektedir. Bu kanununun yürürlüğe girmesinden sonra uygulanmasını

sağlamak için bir dizi yönetmelik ve tebliğ çıkarılmıştır. Bunlar; Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Artırılmasına Dair Yönetmelik, Binalarda Enerji Performansına İlişkin Yönetmelik ve Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmeliklerdir (TSKB Sektörel Görünüm, 2019: 28).

Şekil 11’de, 2007 yılında kabul edilen kanundan sonra enerji verimliliği için yapılacak hizmet ve çalışmaların yönlendirilmesi, yetkilendirilmesi ve özendirilmesi ile enerji yönetiminin verimlilik artışına etkisinin yansımaları görülmektedir.

Şekil 11. Birincil Enerji Yoğunluğu TEP 1000\$



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2015: 52.

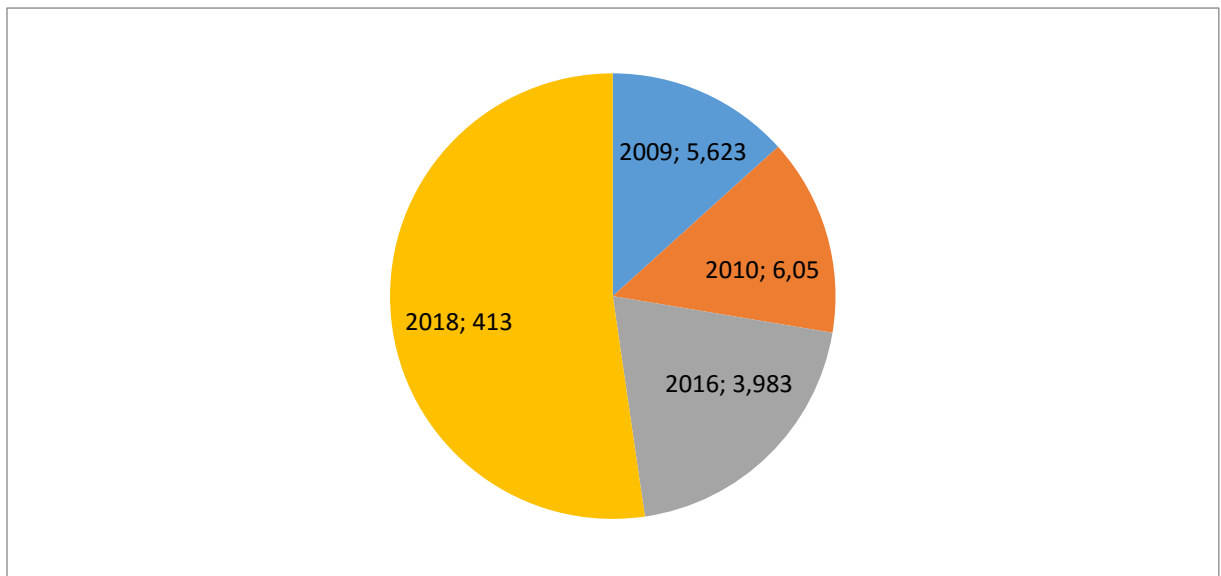
Enerji yoğunluğu; sanayideki yapısal değişikliklerden, enerji tüketiminden, kullanılan teçhizattan ve sektörlerdeki verimlilikten etkilenmektedir. Enerji yoğunluğu göstergesi güvenilir bir göstergedir fakat kayıt dışı ekonomi oranının yüksek olduğu ekonomilerde verimli sonuçlar vermemektedir. 2000-2017 döneminde ülkemizdeki birincil enerji yoğunluk endeksi yıllık bazda %1,3 nihai enerji yoğunluk endeksi ise %1,4 oranında azalmaktadır. Birincil enerji yoğunluğu bir önceki yıla göre %1,0 azalırken, nihai enerji yoğunluğu %0,9 azalmıştır. 2000 yılına kıyasla 2017’de birincil enerji yoğunluğu endeksinde %0,5 ve nihai enerji yoğunluğu endeksinde %20,8 iyileşmeler olmuştur (EİGM Birincil ve Nihai Enerji Yoğunluğu 2000-2017: 2).

Türkiye'de ulaştırma sektöründeki enerji yoğunluğu, hizmet ve tarım sektörüne göre oldukça yüksek görünmektedir. Ülkemizde 2001 - 2016 yılları arasında yıllık ortalama 2,6 MTEP enerji tasarrufu yapılırken tasarruftaki büyüme trendi diğer yıllarda da devam etmiştir. 2016 yılı sonunda 42,5 MTEP'lik birikimli iyileşme gösteren Türkiye'de, 24,9 MTEP'lik iyileşme ile ulaştırma sektörü öne çıkarken, bunu 9,8 MTEP ile ulaştırma sektörü, 7,7 MTEP ile imalat sektörü ve konut sektörü takip etmektedir (TSKB Sektörel Görünüm, 2019: 31).

Enerji tasarrufu ve verimliliğini artırmak için sektörde verimlilik hizmeti veren firma ve kurumları, şirketleri ve denetim mekanizmalarını aynı doğrultudaki politikalar ile yönetmek ve izlemek gerekmektedir. Ayrıca, halkın bilinçlendirilmesi ve farkındalığın artırılması çalışmalarını başarının ön koşuludur. Hedefin gerçekleşmesini sağlayacak altyapı ve karar destek mekanizmalarının oluşturulması, projelerin artması ve kurumlar arası koordinasyon ile toplu bir enerji verimliliği hareketinin başlatılması ve sürdürülmesi gerekmektedir (ETKB Stratejik Plan, 2015: 58).

Şekil 12'de görüldüğü gibi 2009 yılında verimlilik arttırıcı projeler sonrası elde edilen tasarruf 5,623 TEP iken, 2012 yılında 8,478'e yükselmiş ve projelerdeki başarı sayesinde verimlilikteki artış devam ederek 2013 yılında 22,099 seviyesine erişmiştir. Bu alanda gerçekleştirilen projeler içerisinde sanayi alanındaki enerji kullanımları, verimli teçhizata sahip olmak ve kullanmak, yalıtım hizmetleri oluşturmak, süreç düzenlemeleri yapmak, sağlanmıştır.

Şekil 12. Verimlilik Arttırıcı Proje (VAP) Destekleri ile Elde Edilen Enerji Tasarrufu (TEP)



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2018: 58.

Türkiye, Avrupa Birliği'nin 2020 hedef ve politikalarına uyarlanmış olup, belirli kural ve düzenlemelerin gümrük birliği anlaşması kapsamında Avrupa Birliği piyasasına uyumunu sağlamak için önlemler almıştır. AB'nin 2006 Enerji Kullanım Direktifi ile 2012 Enerji Verimliliği Direktifi'nin iç hukuka aktarılmasına yönelik çabalar devam etmektedir (Özev, 2017: 76).

Enerji dağıtımında ve kullanımında enerji verimliliğini artırmak için birçok eylem planı hazırlanmıştır. Bunlar; enerji yönetim sistemlerinin kurulması ve verimliliklerinin artırılması, ulusal enerji verimliliği finansman mekanizmasının geliştirilmesi, enerji verimliliği projelerinin bir takım yarışmalarla desteklenmesi, bu projelerde teknik, hukuki ve mali konuları kapsayan sözleşmelerin oluşturulmasıdır. Ayrıca, kayıtların geliştirilmesi, enerji verimliliği faaliyetlerinde veri tabanı ve raporlama sistemlerinin, koordinasyon, kontrol, idari ve kurumsal yapının güçlendirilmesi, farkındalığın artırılması, eğitim ve güçlendirme faaliyetlerinin yürütülmesi, sürdürülebilir iş ve satın alma yaklaşımının benimsenmesi, depo ve hizmetler sektörü için programların uygulanması, belediye hizmetlerinde enerji verimliliği hedeflerinin artırılması, mevcut binaların rehabilitasyonu ve enerji verimliliğinin artırılması, merkezi ve bölgesel ısıtma/soğutma sistemlerinin kullanımı, mevcut binaların enerji kimlik belgelerinin sahiplik oranının artırılması, sürdürülebilir yeşil binaların teşvik edilmesi, mevcut kamu binalarında enerji performansının iyileştirilmesi ve yaygınlaştırılmasını da ilave etmek gerekir (YEGM Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023, 2018: 30-93).

Tablo 54. Verimlilik Arttırıcı Proje Desteği

Bölgeler	2019
Marmara Bölgesi	%51
Ege Bölgesi	%19
Karadeniz Bölgesi	%10
Akdeniz Bölgesi	%10
İç Anadolu Bölgesi	%7
G. Doğu Anadolu Bölgesi	%3

Kaynak: Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Bakanlığı.

Enerji kullanımında ve dağıtımında, enerji yoğunluğunu ve verimliliğini olumsuz etikeleyen bir takım etmenler vardır. Bunlardan ilki kayıp ve kaçak enerji kullanımınıdır. Bu enerjinin bedelini ödemediği anlamına gelmektedir. Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü yaptığı 34 ülke ortalamasında kayıp ve kaçak sıralamasında büyük bir yüzdeye sahip olduğunun ve bu sebeple Türkiye'nin son sıralarda yer aldığını açıklamıştır. Enerji Piyasası Denetleme Kurulu, kayıp ve kaçakların aşağı çekilmesi gerekirken dağıtım tesislerindeki periyodik bakımların yetersizliği ve verimli işletilmemesi yanı sıra dağıtım şirketlerinin mali kaynak aktarımları için hedeflerini değiştirmemeleri sebebiyle bu kayıpların arttığını bildirmiştir. Tablo 55'ten de anlaşıldığı gibi, 2015 ve 2016 yıllarında hedeflerin pek değişmediği, oysa ki 2018 yılında bu oranların çok başarılı olarak tahmin edildiği sonucuna varılmaktadır.

Tablo 55. Dağıtım Şirketleri Kayıp Oranları (%)

Elektrik Dağıtım Şirketi	2010		2015		2018		2020	
	Hedef	Gerçek	Hedef	Gerçek	Hedef	Gerçek	Hedef	Gerçek
Dicle	36.83	65.25	72.52	72.12	69.2	54.94	60.47	-
Vangölü	35.35	57.15	59.68	59.70	57.27	49.16	51.42	-
Aras	17.95	25.62	25.63	26.60	25.65	23.55	23.89	-
Çoruh	11.70	11.96	10.15	9.28	9.02	11.85	8.22	-
Fırat	10.95	12.58	10.09	10.44	10.47	10.32	10.42	-
Çamlıbel	8.74	7.01	6.92	7.06	7.55	5.08	6.95	-
Toroslar	9.06	7.90	11.71	12.5	12.34	11.85	11.54	-
Meram	8.43	9.50	8.28	7.30	7.66	6.69	7.19	-
Başkent	8.23	8.22	7.88	7.00	7.64	6.11	7.18	-
Akdeniz	7.84	9.94	8.02	7.02	7.63	5.78	7.10	-
GDZ	7.80	7.49	7.00	7.36	7.84	6.63	7.53	-
Uludağ	6.10	6.39	6.90	6.94	7.2	4.2	6.30	-
Trakya	6.24	6.85	7.70	7.39	7.12	4.37	6.49	-
Ayedaş	6.57	6.92	6.61	7.00	-	-	7.12	-
Sakarya	6.54	6.81	6.33	6.68	7.34	6.52	7.25	-
Osmangazi	6.48	6.92	7.21	7.44	7.55	6.41	7.20	-
Boğaziçi	10.57	10.89	9.78	9.44	7.98	6.04	7.79	-
KCETAŞ	10.05	7.04	10.01	5.25	-	-	-	-
ADM	7.49	8.65	8.09	7.03	7.15	5.53	6.75	-
Akedaş	11.76	7.31	10.03	4.98	7.2	7.28	7.12	-
Yeşilirmak	10.59	13.54	8.78	7.90	8.06	7.63	7.88	-
Toplam	10.88	15.68	10.00	14.20	-	-	-	-

Kaynak: EPDK ve Düzgün, 2018: 625'ten derlenmiştir.

Tablo 55'in son satırında 2010 yılında kayıp-kaçak hedef oranının %10,88 olarak belirlendiğini fakat gerçekleşmenin %15,68 olduğu görülmektedir. ETKB'ndan alınan bilgilere göre, 2014 yılında Türkiye'de tüketilen elektrik miktarı 130.822.604 MWh iken, kayıp enerji miktarı 31.495.043 MWh ve toplam dağıtılan enerji 162.347.647 MWh dir.

Türkiye'deki kayıp kaçak oranı 2014 yılında %15,4 tür. Dünya ortalaması ise %8,1 iken Avrupa Birliği ortalaması %6,2 dir. Kayıp ve kaçakların engellenmesi hususunda EPDK ve TEDAŞ yetkilendirilmiştir.

Elektrik enerjisindeki kayıp ve kaçakların düşük gelir düzeyi ile özdeşleştirilmesi ve elektrik enerjisi fiyatlarının çok yüksek olması, tüketicilerin bu bedeli ödemekten kaçmasına sebep olarak kaynakların verimliliğini olumsuz etkilemektedir. Elektrik ücretlerinin asgari ücret içindeki payı ise ortalama %5,6 dır. Fiyatların yüksek olmasındaki temel sebeplerden biri de özelleştirmeler olabilir.

Elektrikteki kayıp ve kaçakları ayırtırmak oldukça güçtür. Yıllık ortalama %5 ile %7 arasında kayıp ve kaçak oranının, yıllık 3.5 ile 5.1 milyar TL arasında bir parasal kayba tekabül ettiği tahmin edilmektedir. Buna maliyetler, vergiler ve fonlar da eklendiğinde 5.8 ile 8.5 milyar TL arasında parasal kayıp olduğu görülmektedir. 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile 2020 yılı sonuna kadar ulusal tarife uygulanacak ve tüketicilerden kaçak elektrik bedeli tahsil edilecektir (Düzgün, 2018: 624).

Türkiye'nin kayıp ve kaçak oranları sıralamasında dünya ortalamasının çok üzerinde olduğu ve bu durumu toparlayıp OECD seviyelerine yaklaşmasının ancak 2030'lu yılları bulacağı tahmin edilmektedir. Almanya, Japonya ve Güney Kore oranlarına ulaşmak için mevcut şebeke planlamasındaki durum senaryosunu takip etmenin faydalı olacağı ama tek başına yeterli olmadığı, bunun dışında enerji talebindeki artışı bir paradigma değişikliği ile karşılamının, üretim tesislerinin sadece tüketim noktası yakınında ve şebekelerde verimli ekiplerin kurulmasını sağlamanın çok daha sonuca odaklı çözümler olduğunu söyleyebiliriz. Bu nedenle 2023 için düşük, orta ve yüksek durum senaryoları geliştirilmiştir. Ancak yapılacak yatırımların tamamının doğrudan enerji verimliliği yatırımı kapsamında olmayacağı ve elde edilecek verimlilik kazancının dolaylı bir etkisinin olacağı unutulmamalıdır. Akıllı sayaç uygulaması, toplam kayıp oranları coğrafi şartlar ve teknik kapasiteler dikkate alınarak en düşük verimlilik değerlerine sahip bölgelerden başlayarak faydayı maksimize edecektir. Şebekelerdeki kayıpların azaltılmasında iletim hatlarında uygun malzemelerin kullanılması ve buna göre transformatör seçimlerinin yapılması alınabilecek diğer tedbirlerdendir (Düzgün, 2018: 629-632).

4.1.7. Türkiye’de Enerji Piyasası

Enerji piyasası mekanizmaları incelendiğinde; entegrasyon, tek alıcılı piyasa, ayrışma, toptan satış piyasaları ve perakende rekabetinin olduğu piyasalar olmak üzere beş temel kategori üzerinden değerlendirme yapılabilir. Perakende rekabetine doğru ilerleyen rotada her ülke için farklılık gösteren bu konunun, farklı kurum ve kuruluşlara atanan rol ve sorumlulukları değişmektedir. Bir diğer ifadeyle, elektrik piyasasında özel sektöre verilen alan arttıkça kamu şirketlerinin ya da tekellerin etki alanları daralmakta ve taşıdıkları görev ve sorumluluklar özel şirketler tarafından üstlenilmektedir (dunyaenerji.org/2018/07/TEPG1).

Elektrik hizmeti bundan 20 yıl kadar önce dikey bütünleşik bir yapıyla verilmektedir. Dikey bütünleşik yapı; elektrik üretimi, iletimi, dağıtım ve son tüketiciye perakende satışı tek bir şirketin çatısı altında toplanması anlamına gelmektedir. Bu tekel yapıdan kaynaklanan koordinasyon sorunları çözülürken, sistem operatörü, talep hareketine ve iletim kısıtlamalarına bağlı olarak üretim birimlerini devreye alarak ani talep dalgalanmalarına yanıt vermektedir (Atiyas, 2006: 28).

Elektrik sektöründeki teknolojik gelişmeler son bir kaç yılda üretim ölçeğinin değişmesine neden olmuştur. Bu süreçte üretim ve perakende satış bölümlerinin tekel olarak örgütlenmesine gerek olmayacaktır. Böylece doğal tekel özellikleri korunacaktır. Bu sürecinin en önemli unsurları ise şunlardır (Atiyas, 2006: 30):

- Dikey bütünleşik tekel yapısının üretim, iletim, dağıtım ve perakende parçalarına ayrılması.
- Sektörün rekabete açılabilir bölümlerinin, yani üretim ve perakende satışların serbestleştirilmesi, bu bölümlerde yeni girişlere izin verilmesi.
- Tekel özelliğini korumaya devam eden ve düzenlemeye tabi olan iletim ve dağıtım şebekesine elektrik üretimi veya alım satım faaliyetinde bulunan tüm katılımcıların erişim hakkının sağlanması.
- Bağımsız bir sistem işletmecisinin oluşturulması, bu işletmeciye iletim şebekesinin yönetimi, talebi karşılamak üzere üretimin programlanması ve sistemin fiziksel istikrarını sağlamak görevinin verilmesi.
- Toptan elektrik piyasasının kurulması.

- Elektrik tarifelerinin ayrıştırılması (yani nihai tüketici fiyatını oluşturan üretim, iletim dağıtım ve perakende bileşenlerinin ayrıştırılması, bu faaliyetlerin ayrı ayrı tarifelendirilmesi).

4.1.7.1. Piyasanın Yapısı ve Özellikleri

Enerji piyasalarının ortak özellikleri, piyasaların yapısına ve piyasaya konu olan enerji kaynağının özelliklerine göre değişiklik gösterebilmesidir. Bu nedenle enerji piyasalarının yapısını rekabet, arz ve talep özelliklerine göre incelemekte fayda vardır. Rekabetin yüksek olduğu bu piyasaların özelliklerini ve yapısını incelerken, atomisite varsayımını gözden geçirmek gerekir. Sektörde yani piyasada çok sayıda firma ve tüketici bulunmaktadır. Bu firmalar için alıcı ve satıcı sayılarının fazla olması fiyatı veri kılmaktadır (Aytaç, 2010: 4-5).

Burada farklı teknolojilerin özelliklerini ve enerji piyasası üzerindeki etkilerini dikkate almak gerekir. Burada iki önemli piyasa koşulu vardır. Bunlardan ilki piyasanın genel olarak serbestleştirilmesi, diğeri ise enerji arz güvenliği, endüstriyel rekabet edebilirlik ve çevre koruma ile ilgili kaygılardır (Çiçek Bezir vd., 2009: 1430).

Fakat enerji piyasalarındaki serbestleşme hareketi yatay entegrasyonu da beraberinde getirmektedir. Yatay entegrasyon, müşteri tipi aynı olan farklı şirketlerin gerçekleştirdiği birleşmelerdir. Özellikle piyasaya giriş engellerinin kalkması ile birlikte şirket birleşmeleri ve davralmaları artmıştır. Elektrik ve gaz sektöründeki şirketlerde yatay entegrasyon yoluyla serbestleşme daha fazladır (Albers, 2001: 3).

Dünya petrol piyasalarını incelediğimizde dikey entegrasyonun hâkim olduğunu söyleyebiliriz. Dikey entegrasyon aynı sektörde olup farklı alt sektörlerde müşterisi olan şirketlerin birleşme türüdür. Bu birleşmelerin petrol şirketlerinin büyümesinin önünde engel teşkil ettiğini ve bu sebeple çok uluslu şirketlerin sadece dikey olarak entegre olmayıp aynı zamanda faaliyet alanlarındaki benzer ürünlerle de çeşitlendiklerini söyleyebiliriz. Bu sebeple birçok petrol şirketi kriz zamanlarında sermayelerini arttırarak piyasanın kontrolünü ele geçirmeye çalışmak için birleşmeleri tercih etmişlerdir. Mesela, ülkenin en büyük petrol rafinerisi olan Hindistan'ın Reliance Petroleum ve Petro Kimya Şirketi Reliance Industries birleşmiştir (Ranja, 2004: 27-28).

Enerji piyasalarındaki atomisiteden ve rekabetten olumsuz etkilenen işlem maliyetlerinin kendine dönmesine neden olan bir başka model, uzun vadeli enerji sözleşmelerdir. Bu sözleşmeler enerji piyasaları için büyük önem taşımaktadır. Dünyanın

enerji ihtiyaçlarının çoğu, ithalat yoluyla ve uzun vadeli sözleşmeler ile karşılanmaktadır (Aytaç, 2010: 6).

Türkiye enerji sektörü başlangıçta geleneksel olarak devlete aittir. Devlet, işletmelerin yönetimini ve kararlarını kontrol altında tutmaktadır. Geçmişte hükümetler enerji fiyatlarını düşük tuttukları için, ilgili Kamu İktisadi Teşebbüsleri yatırım yapmak için yeterli gelir elde edememişlerdir. Böylece sermaye bağışları için Hazine'ye ve yatırımlar için devlet güvencesine bağımlı olmuşlardır. Ekonomi üzerindeki diğer olumsuz etkiler sebebiyle, fiyat politikaları, etkin olmayan kullanım, sınırlı sermaye ile enerji talebindeki ve ithalatındaki hızlı büyüme, işletmelerin yatırımlarını olumsuz etkilemiştir. Hükümet işletme haklarını sözde işletme haklarının devri düzenlemeleri altında, linyit madenlerini, elektrik santrallerini ve elektrik dağıtım tesislerini özel sektöre satmaya başlayarak, ayrıca devlete ait rafineri (Türkiye Petrol Rafinerileri Şirketi veya TUPRAS) ve petrol ürünleri dağıtımıcısının (Petrol Ofisi) endüstrideki kârlılığı dengelemek amacıyla özelleştirilmesini 2006'da başlatmıştır. Özel bir finansman programı uygulayarak enerji santralleri için yap-işlet-devret ve yap-işlet projelerini oluşturarak serbestleştirmeye yönelik bir hareket gerçekleştirmiştir. 1994 yılına kadar elektrik üretimi, taşımacılığı ve dağıtımı, Türkiye Elektrik Kurumu'nun (TEK) tekelindeyken, 1994 yılında TEK iki şirkete ayrılmıştır. Türkiye Elektrik Üretim ve İletim Kurumu (TEAŞ) ve Türkiye Elektrik Dağıtım Şirketi (TEDAŞ). Hem TEAŞ hem de TEDAŞ, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na (ETKB) rapor vermektedir. TEAŞ, ülkenin üretim kapasitesinin %70'ine sahip ve iletim sistemini işletirken (dağıtım dâhil), TEDAŞ ana dağıtım sistemlerine sahiptir ve yönetmektedir (ESMAP Report, 2000: 9).

Türkiye'nin enerji piyasasındaki reformları 2001 yılından bu yana rekabetçi bir elektrik ve doğalgaz piyasası kurmak ve bu alanda araştırma yapmakla geçmiştir. Elektrik piyasasında serbest bir piyasa yapısı oluşturmak için EPDK her yılın sonunda, bir sonraki yıl için serbest tüketici limitini düşürerek talep tarafında tedarikçisini seçebilecek tüketici sayısının artmasını sağlamak amacıyla. Böylece toptan satış piyasasında müzakereye açık arz ve talebin gelişimi rekabetin tesis edilmesinde kritik öneme sahip olmaktadır.

4.1.7.2. Enerji Arzu

Türkiye'nin kalkınma önceliğini oluşturan en önemli konu enerjidir. Fakat birincil enerji kaynağı rezervleri oldukça sınırlı olan Türkiye için özellikle hidroelektrik santralleri ve nükleer enerji santralleri hayati öneme sahiptir. Bu nedenle bu enerji kaynaklarına yönelik tesislerin kurulumu için gerekli olan politikalar konusunda faaliyetleri hızlandırmak ve mevcut sorunları aşmak gerekir.

Enerji talebi ve arzı arasındaki boşluğun azaltılması, enerji verimliliği ve enerji tasarrufunun artırılması kaynak yoğunluğunun azaltılması, optimum enerji karışımının elde edilmesi, enerji arzının çeşitlendirilmesi, enerji altyapısının geliştirilmesine yatırım yapılması, alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dair Ar-Ge çalışmalarıyla, inovasyonun ve rekabetin teşvik edilmesi sağlanarak fiyat dalgalanmalarına karşı kırılabilirlik azaltılmaya çalışılabilir. Türkiye çok az yerli petrol ve doğalgaz kaynağına sahiptir. Bu yüzden neredeyse tamamen yabancı kaynaklara bağımlıdır. Fosil yakıtlara bağlı enerji tüketimi sürekli artmaktadır. Bu yakıtlara olan yoğun bağımlılığına rağmen, enerji talebi ülkedeki her türlü yenilenebilir kaynakların geliştirilmesi için büyük bir potansiyele sahiptir. Ayrıca Türkiye'nin gelecekteki nükleer yakıt arzı olarak önemli toryum rezervleri de bulunmaktadır (Balat, 2010: 1998).

Türkiye'nin 2018 yılı toplam enerji arzı 143,66 milyon TEP'tir. Bunun %29,17'si petrol, %28,66'sı doğalgaz ve %28,56'sı kömürden oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarında ise %8,07'si jotermal, rüzgâr ve güneş enerjisi, %3,59'u hidrolik enerji ve %2,10'u biyokütle enerjisidir. Linyit ise ülkenin ana enerji kaynağı konumundadır (www.mmo.org.tr).

Serbest piyasada elektrik enerjisine yönelik yatırımlar ve teşvikler, teorik ve uygulamalı yöntemlerle desteklenmektedir. Ancak talep esnekliğinin çok düşük olması ve şebekenin enerji depolayamaması gibi nedenlerle, arz güvenliğini sağlamak ve rekabet edebilmek için düzenlemelere ihtiyaç vardır. Bu konular birçok ülkede çeşitli piyasa mekanizmalarıyla yapılmaktadır (TSKB Sektörel Görünüm, 2018: 48).

Hızla büyüyen ekonomi ve nüfusa paralel olarak, Türkiye'nin enerji talebi de hızla artmaktadır. Türkiye'nin GSYH'sı, 1973'ten 1997'ye kadar yıllık ortalama %4,2 oranında büyürken, nüfus aynı dönemde yıllık %2 oranında artmıştır. Sonuç olarak, toplam birincil enerji arzı, GSYH'daki büyümenin bir miktar üzerinde, yılda yaklaşık %4,5 oranında artmaktadır (ESMAP Report, 2000: 6). Fakat 2020 yılında GSYİH %15,0 büyürken, nüfus aynı dönemde binde 13,9'a gerilemiştir. 2019 yılı elektrik tüketimi ise %0,38 gerilemiştir (www.tskb.com.tr).

Tablo 56'da Türkiye'nin enerji talebinin 2005 yılından 2020'ye doğru arttığını görülmektedir. Bunu etkileyen en önemli faktörlerin başta enerji fiyatları olmak üzere istihdam, demografik yapı, teknoloji, ekonomik büyüme ve gelir esnekliği olduğunu söylenebilir.

Tablo 56. Genel Enerji Talepleri

	2005	2010	2015	2020
Taşkömürü ve İkincil Kömür	16	25	31	51
Linyit ve Asfaltit	11	19	25	32
Petrol	34	42	50	60
Doğalgaz	20	30	41	52
Hidrolik	4	5	7	9
Nükleer	0	0	8	8
Yenilenebilir	7	7	8	10
Net Elektrik İthalatı	0	0	0	1
Toplam	92	128	170	223
Artış (%)	0	39	33	31
Kişi Başına Tüketim (Ktep)	1284	1631	2040	2541

Kaynak: ETKB'ndan derlenmiştir.

Türkiye'nin enerji talebi her yıl artmaktadır. 2019 yılı GSYH rakamları 4 trilyon 320 milyar 191 milyondur. Talep bir önceki yıla göre %15,0 oranında büyümüştür.

Artan enerji talebine göre yerli enerji kaynaklarının sınırlı üretim kapasitesine sahip olması, enerji ithalatında, özellikle petrol ve doğalgazın oranını arttırmıştır. Toplam enerji talebinin yaklaşık %26'sı yerli kaynaklarla karşılanırken, geri kalanı ithalatla karşılanmaktadır. Yüksek nüfus artışı, kentleşme ve ekonomik büyüme sayesinde, birincil enerji tüketimi 1990'dan, 2007'ye kadar iki katına çıkarak 2007'de yaklaşık 106 milyon ton petrol eşdeğerine (Mtoe) ulaşmıştır. (Balat, 2010: 1999). 2018 yılında ise bu rakam bir önceki yıla göre %0,0 artmış ve 13,5 MTEP olmuştur.

Enerji talebinin dünyadaki görünümüne baktığımızda, 1950 yılında dünya enerji talebi 6 milyon ton kömür, 700 milyon ton petrol, 260 milyon ton doğal gaz ve 40 milyon ton hidroelektrik enerjisinden oluşan 2600 milyon ton kömür eşdeğeri (bundan sonra mtce) olarak gerçekleşmiştir. 1972 yılına gelindiğinde, dünya enerji tüketimi 7600 milyon ton kömür eşdeğerine yükselmiştir. 1973 yılının sonundaki beklenti dünyadaki enerji tüketiminin 1985 yılında yaklaşık 6 milyon ton'a ulaşmasıydı. Bu rakamlar bize enerji tüketiminin savaş sonrası sanayiciliğin hayati bir yönü olduğunu vurgulamaktadır (Evans, 1978: 29-30). Dünya enerji talebinin 2018 yılı toplam verileri 14.314 MTEP'dir. Bu toplam içinde kaynakların dağılımı

şöyledir: Kömür 3.821 MTEP, petrol 4.501 MTEP, doğalgaz 3.273 MTEP, nükleer 709 MTEP, hidrolik 361 MTEP, biyoenerji 737 MTEP.

Türkiye'deki enerji talebi her geçen gün artış halindedir. Bu enerji talebinin bilinen yerli kaynaklarla karşılanması mümkün değildir. 2015 yılında 131,3 mtpе olan birincil enerji talebinin 2020 yılında sanayi sektöründe 295.161 milyon/kWh olduğu, konutlarda 175.790, tarımda 7.069, ulaşırmada ise 5.442 milyon/kwh'a ulaştığı görülmektedir. Tüketilen doğalgazın yaklaşık %99'u ve petrolün yaklaşık %89'u ithal edilmektedir. Türkiye nükleer enerjiden yararlanarak yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji talebi içerisindeki payını arttırmaya ve diğer enerji kaynaklarına olan bağımlılığını azaltmaya çalışmaktadır. Ayrıca; enerjide kaynak bağımlılığını azaltmak, yerli kaynak kullanımını üst düzeye çıkarmak ve iklim değişikliği ile mücadele etmek için çalışmalar hala sürmektedir. Kömür; ekonominin tüm sektörlerinde kullanılan ve her zaman enerji talebinde önemli bir yeri olan enerji kaynağıdır (BOTAŞ Sektör Raporu, 2020: 13).

Türkiye'de her zaman GSYH, elektrik ve enerji arasında çok güçlü bir ilişki vardır. Bu ilişki son zamanlarda biraz zayıflamıştır. Türkiye'nin elektrik talebindeki büyümenin ekonomik gelişmelere bağlı olarak 2018 yılında önceki yıllara göre yavaşladığı öngörülmektedir. Benzer şekilde 2019 yılındaki talep büyümesinin ekonomideki toparlanma seviyesiyle ilişkili olduğu tespit edilmektedir. Fakat gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi, artan enerji verimliliği nedeniyle talebin belirli bir oranda kalması ve eskisi kadar yüksek olmaması beklenmektedir (TSKB Sektörel Görünüm, 2018: 15).

4.1.7.3. Enerji Fiyatları

Türkiye'nin enerji tüketimi büyük oranda elektrik enerjisi şeklindedir. Hızla artan enerji tüketimi ve buna bağlı olarak artan enerji fiyatları güvenlik sorunlarını, çevresel kaygıları da beraberinde getirmektedir.

Türkiye'de elektrik tüketimi son 20 yılda %10,6 artış göstermiştir. Elektrik tüketimi 2007 yılında 182 TWh iken, 2020'de 546 TWh' ye yükselmesi beklenmektedir. Buna rağmen kişi başına elektrik tüketimi dünya ortalamasının altındadır. Avrupa Birliği'nde bu oran 6602 KWh iken Türkiye'de 2427 KWh dir. 2020 yılında ise 5700 KWh'ye çıkacağı tahmin edilmektedir (The U.S. – Turkish Relations, 2008: 106-107).

Türkiye'nin enerjideki dışa bağımlılığı ve bazı enerji kaynaklarını depolayamaması tedarikte meynada gelen aksaklıklara karşı riskleri arttırmakta ve bu durum da fiyatlara

yansımaktadır. Özellikle doğalgazda %98 dışa bağımlılık ve tedarikçilik en önemli sorunlardan biridir (Balat, 2010: 202).

Türkiye'nin ithalat ettiği enerji kaynakları rakamları, 2002 yılından bu yana genel olarak yükseliş eğilimindedir. 2009 yılındaki küresel kriz nedeniyle hafif bir düşüş gösterse de 2008 yılı seviyesini hızlı bir şekilde geçmiştir. 2016 yılında 27,17 milyar ABD doları gerçekleşme rakamlarına sahip olan enerji ithalatı, 37,84 milyar ABD dolar olan 2015 yılı rakamlarıyla kıyaslandığında %28 lik bir azalma kaydedildiği tespit edilmektedir. Bu nedenle ülkenin, ithalat faturasının düşmesindeki en önemli faktörün petrol fiyatlarındaki düşüşler olduğu söylenebilir (BOTAŞ Sektör Raporu, 2016: 17). 2019 yılı enerji ithalatı 41.189,49 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Enerji ithalatının toplam ithalat içindeki payı ise %20,51'dir.

4.1.8. Enerji Bağımlılığı ve Mevcut Sorunlar

Bir ülkenin enerji sorunları o ülkenin gelişmesi ve halkının yaşam standartları ile ilgilidir. 65 milyona yakın genç nüfusa sahip olan ve her geçen gün sanayileşen Türkiye'de ekonominin enerji talebi de her geçen gün artmaktadır.

Enerji politikalarıyla belirlenen hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için bir takım hukuki düzenlemelerin ve mevzuata bağlı engellerin kaldırılması gerekmektedir. Yatırımlarda gecikmelere sebep olan ve iç siyasete dayalı sorunlar olarak öne çıkan, küresel ve bölgesel gelişmelerin ayrıca ikili anlaşmaların bu durumlardan etkilendiği, tüm bunların ise enerji güvenliğinde dalgalanmalara ve jeopolitik risklere sebep olabileceği gerçeği göz önünde bulundurulmalıdır (Oral, 2017: 295).

Enerji güvenliği konusunda tek aktörün devlet olmadığını, devlet dışında ulusal ve uluslararası başka aktörlerin de önemli olduğunu kabul etmek gerekir. Bu çerçevede ithalatçıların, ihracatçıların, üreticilerin, tüketicilerin ve transit devletlerin de çıkarlarını kapsayacak planlar yapmak gerekir.

Türkiye petrol ithalatının büyük kısmını Ortadoğu'dan ve Irak'tan temin etmektedir. Rusya, İran ve Libya gibi ülkelerden yapılan ithalat zamanla önemli ölçüde azalmıştır. Suriye ve Irak'ta siyasi istikrarsızlık aslında petrol ithalatına pek yansımamıştır. Ancak terör sorununun yanı sıra, Irak'taki istikrarsızlığın yoğunlaşması, enerji güvenliğinin petrol ayağında, hem arz hem de stok güvenliği açısından önemli sorunlar ortaya çıkarmaktadır (Özev, 2017: 38).

1980'li yıllarda dünyadaki gelişmelere paralel olarak Türkiye'de enerji yatırımlarını arttırmak ve daha rekabetçi bir piyasa sunmak için elektrik sektörü özel sektöre açılmıştır. Bunu gerçekleştirmek için birçok model uygulanmaya başlanmıştır. Sektörün yeniden yapılandırılması için yatırımlar ve faaliyetler ön plana çıkarılmıştır. Fakat bu çalışmalar zamanında yapılamadığı için sektörden beklenen yatırımlar gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle kamu yatırımları yetersiz kalmıştır (Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005, 2000: 143-144).

Türkiye'de uygulanan enerji politikalarının, ülkenin enerji taleplerini karşılayacak yeterlilikte olmaması ve dünya gerçeklerinden uzak olması ülkede politik sorunlara yol açmaktadır. Hükümet programlarına bakıldığında, enerji politikalarının tutarlı bir şekilde olmadığı ve bu nedenle beklenen hedeflere ulaşamadığı görülmektedir (Yıldız, 2011: 276-278).

4.1.9. Türkiye'nin Jeopolitik Konumu

Türkiye bir enerji üreticisi değil ama linyit rezervleri (10 milyon ton) ve hidroelektrik (180 milyar kilovatsaat) potansiyeli bakımından zengindir. Petrol ve doğal gaz açısından dışa bağımlıdır. İthalat, petrol talebinin %98'ini karşılamaktadır. Türkiye'nin stratejik konumu, Orta Doğu ve Hazar Bölgesinden Avrupa'daki büyük tüketicilere geçiş sağlayan bir öneme sahiptir. Dünya genelinde 86 mbd petrol tüketilmekte ve bu hacmin neredeyse yarısı Türk topraklarından geçmektedir. Türkiye'nin enerji güvenliği bakımından rolü giderek artan bir biçimde (Petrol ve Doğal gaz boru hatları bakımından) önemli hale gelmektedir. Türkiye'nin Akdeniz limanı dünyanın en önemli enerji merkezlerinden biridir. Hatta bu durum Iraklılar için birçok anlam taşımaktadır (Luft & Korin, 2009: 250).

Türkiye-Irak (Kerkük-Yumurtalık) boru hattı, 1,4 mbd kapasiteye sahip ilk hat (615 mil) olarak 1976'da faaliyete geçti ve ilk tanker Mayıs 1977'de yüklendi. İkinci paralel hat ise (550 mil) 1987'de faaliyete geçti ve Ceyhan yakınlarında sonlandı; fakat Ağustos 1990'da ABD'nin o zamanki Irak rejimine yaptırım uygulama kararı uyarınca kapatıldı. Fakat daha sonra ABD'nin kararlarına uygun bir şekilde sınırlı miktarda tekrar açıldı. Boru hattı faaliyete geçti fakat 1991 Körfez savaşında kapasitesinin neredeyse yarısı kadar petrol taşıdı. Bu durum Türkiye için transit gelirlerinde tahmini olarak 40 milyar dolarlık kayba neden oldu. Irak'ın 2003'teki işgalini takiben çalışmalar durdu, ayrıca sabotaj saldırılarına maruz kaldı, şimdilerde ise ciddi derecede ihmal edilebilir bir kapasite ile çalışmaktadır (Luft & Korin, 2009: 251-252). 2011 yılı sonrası Kuzey Irak'ta yeni yeraltı rezervlerinin keşfedilmesi petrol

arama çalışmalarına önemli katkı sağlamaktadır. 2015 yılı verilerine göre bu bölgeden çıkarılan petrol 155 milyar varil iken bu rakam 2017 yılında 185 milyar varil olmaktadır.

1987’de Ruslar yasal yollarla doğal gaz satmak için Türkiye’ye Karadeniz’den geçen bir boru hattı yapılmasını önerdiler. Mavi Akım Projesi olarak adlandırılan bu proje 2.150 metrelik denizaltı hattına sahip ve yıllık hacmi 16 bcm’dir (milyar metreküp). Samsun’dan Ankara’ya gaz taşıyan bu proje ile 7,65 bcm gaz alınmıştır. Bu proje sayesinde ithalatın %65’i Rusya’dan gelmektedir. Ruslar ise bu boru hattını Ankara’ an Ceyhan’a uzatmayı ve oradan da denizin altındaki gazı İsrail’e ulaştırmayı planlamaktadır. Bu nedenle Ceyhan’ın Avrupa’daki enerji arzında çok önemli bir konumu vardır. Enerji arzını çeşitlendirmek için Avrupa piyasaları açısından bir diğer önemli nokta ise Karadeniz ile Ege Denizi arasındaki İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı’dır (Özev, 2017: 15-22). Bütün bunlar bir arada düşünüldüğünde, Türkiye Rusya ve Orta Asya petrol ve doğalgazını Avrupa’ya aktaran bir enerji koridoru olma durumundadır.

Doğalgaz, üreticiden tüketiciye en verimli ve ucuz olarak boru hatları ile ve sıvılaştırılarak (LNG) basınçlı tanklarla taşınabilir. Doğalgaz alışverişini en fazla Rusya’dan yapan Türkiye, arz güvenliğini sağlamak amacıyla gaz temininde alternatif güzergâhlar belirlemek için Türkiye-Azerbaycan iş birliği ile 3.500 km uzunluğunda ve maliyeti 10 Milyar dolar olan TANAP projesi imzalanmıştır. Denizlere çıkışı olmayan Azerbaycan için bu proje Avrupa’ya açılmak demektir (Erdoğan, 2017: 10-23). TANAP boru hattı, Türkiye’de yedi ilden geçerek Edirne’nin İpsala ilçesinde son bulacaktır. 2020’de yıllık 16 milyar metreküp olan kapasitenin 2023’te 23 milyar metre küp miktarına ulaşması beklenmektedir (www.botas-ahk.gov.tr).

Yılda 43.000 geminin geçtiği İstanbul Boğazı, akaryakıt ve benzeri tehlikeli maddeleri taşıyan gemilerin artması sebebiyle büyük tehdit altındadır. Gemi trafiğinin oluşturduğu bu riskleri azaltmak amacıyla İstanbul Boğazı’na bir alternatif geçiş koridoru planlanması zorunlu hale gelmiştir. İstanbul’un tarihsel ve kültürel dokusu korumak, deniz trafiğindeki yükü azaltmak, uluslararası bir su yolu oluşturmak ve boğaz trafiğini güven altına almak amacıyla Kanal İstanbul Projesi yapılmaktadır. Bu projenin gemilerin geçiş sürelerini azaltması ve büyük gemilerin geçişlerini kolaylaştırması sebebiyle bir enerji kanalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca kanalın etrafında yapılacak enerji tarımı ve rüzgâr türbinleri için de fizibilite çalışmaları devam etmektedir (www.kanalistanbul.gov.tr) .

4.2. Türkiye’de Enerji Politikaları

Genel olarak, enerji politikası enerji üretimi, dağıtımı ve tüketimi konularını içerir. Enerji politikaları uluslararası anlaşmalar, ticari enerji faaliyetleri (ticaret, nakliye, depolama vb.) mevzuatı, yatırım teşvikleri, enerji üretimi, dönüşüm ve kullanım kılavuzları (verimlilik ve emisyon standartları), vergilendirme ve diğer kamu politikaları gibi bir çok konuyu kapsar. Mevcut enerji politikaları aynı zamanda enerji arzını artırmak; daha temiz ve daha verimli enerji kullanmak; hava kirliliği, sera etkisi, küresel ısınma ve olumsuz iklim değişikliği gibi sorunlarla mücadeleyi teşvik etmek için çevre dostu teknolojiler de dâhil olmak üzere çevre sorunlarıyla da ilgilidir. Türkiye'nin enerji stratejisinin üç ana ayağı vardır. Bunlarda ilki, yurtiçi tüketim için çeşitlendirilmiş, güvenilir ve uygun maliyetli tedarik sağlamak; ikincisi, enerji piyasasını serbestleştirmek; üçüncüsü ise, önemli bir enerji koridoru ve enerji merkezi olmaktır. (Balat, 2010: 1999).

4.2.1. Türkiye’de Enerji Politikalarının Gelişimi

Uluslararası enerji politikası, enerji kaynakları için rekabet eden devletler tarafından şekillendirilerek ve dolayısıyla rekabetçi bir mücadeleye odaklanarak oluşmaktadır. Bazı ülkeler enerji kaynakları açısından, uygun fiyatlı, güvenilir ve sürdürülebilir potansiyele sahipken, bazıları ise modern enerjiye erişimde hala ciddi düzeyde eksiklikler yaşamaktadır. Dünya nüfusunun hala %17'si elektriksiz kalırken biyokütle kullanarak yemek yapanların oranı ise %38’dir. Fosil enerji kaynakları küresel enerji talebinin %80'ini karşılamaktadır. Enerji talebinin 2035 yılına kadar %40 artacağı ve bunun %75'inin ise hala fosil enerji kaynakları ile karşılanabileceği beklenirken artan talebin çoğunun Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ve yüksek nüfusa sahip olan ülkelere kaynaklanacağı tahmin edilmektedir. 1990-2010 döneminde elektrik üretiminde fosil olmayan yakıtların payı %37'den %33'e düşerken, kömürün payı %37'den %42'ye yükselmiştir. Alüvyonlu yataklarda oluşan şeyl (kaya) gazı da petrol gibi yeni teknoloji gerektirerek işletmeler tarafından rezerve dönüştürülmeye başlanmıştır (Özev, 2017: 13-14).

Türkiye'nin sistematik bir şekilde izlenen uzun vadeli ve güçlü bir enerji politikasının olmadığını dünyanın siyasi ve ekonomik konjonktürüne ve hükümetlere göre değişen ve şekillenen kısa vadeli politikaların izlendiği söylenmektedir (Yıldız, 2011: 261).

Enerji kaynaklarında dışa bağımlı olan ülkelerin enerji politikalarını oluştururken bağımsız olmaları söz konusu değildir. Uluslararası anlaşmalar ve kaynak tedariklerinin

yapıldığı ülkelerle olan ilişkiler; enerji kaynaklarının dağılımı, bölgesel yoğunlukları ve fiyatları bu politikaların belirlenmesine yön vermektedir.

Enerji politikaları oluşturulurken enerjinin sağlanacağı kaynaklar ve bu kaynaklara erişim yolu/yöntemi, sürekliliği, üretim ve dönüşüm yöntemleri, son kullanıcıya kesintisiz teslimat ve tüketimde verimlilik kriterleri gibi birçok unsur dikkate alınmalıdır. Bu kriterler doğrultusunda belirlenen enerji politikalarının ekonomik, siyasi, hukuki ve sosyal yönleri ile çevre ve güvenlik boyutları vardır (Uğurlu, 2006: 85).

Türkiye' nin enerji alanındaki diplomatik faaliyetlerini uluslararası alanlara yaymak için oluşturulan enerji politikalarının, hem ülkenin egemenliğini koruyacak nitelikte olmasına hem de uluslararası normlara, ekonomik, askeri ve diplomatik kapasitelere uyumluluğuna dikkat edilmelidir. Aksi takdirde Türkiye'nin enerji güvenliğini tehdit edecek bir durum ortaya çıkabilir (Özev, 2017: 101).

Türkiye'de arz güvenliği sağlamak için oluşturulan enerji politikaları, bölgesel ve küresel enerji gerçekleri ile jeopolitik konum dikkate alınarak oluşturulmuştur (Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı, 2010: 28).

Diğer dünya ülkeleri gibi Türkiye'nin de temel politikası, enerjinin zamanında, yeterli, güvenilir, rekabet edilebilir fiyatlardan, çevresel etkileri de göz önünde tutularak sağlanmasıdır. Bu bağlamda enerji politikasının oluşturulmasında aşağıdaki hususların göz önünde bulundurulması gerekir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2006: 3).

- Enerji arz güvenliğinin ve güvenilirliğinin sağlanması,
- Stratejik petrol ve doğal gaz depolama kapasitesinin artırılması,
- Kaynak çeşitlendirmesi,
- Yerli ve yenilenebilir kaynakların kullanımı ve geliştirilmesine öncelik verilmesi,
- Farklı teknolojilerin kullanımı ve geliştirilmesi ve yerli üretimin artırılması,
- Yatırım ihtiyacının büyüklüğü ve çevresel etkiler dikkate alınarak enerjinin üretiminden tüketimine kadar tüm safhalarında verimliliğin artırılması,
- Yakıt esnekliğinin artırılması (üretimde alternatif enerji kaynağı kullanımına imkân sağlanması),
- Ülkemizin jeostratejik konumundan yararlanarak enerji koridoru olma potansiyelinden en iyi şekilde yararlanılması ile Orta Doğu ve Hazar petrol ve

doğal gazının dünya piyasalarına ulaştırılması sürecine her aşamada katılım sağlanması (Rezervden pay, nakil, rafinaj, pazarlama, LNG),

- Enerji sektörünün, işleyen bir piyasa olarak şeffaflığı ve rekabeti esas alacak şekilde yapılandırılması,
- Bölgesel işbirliği projelerine katılım ve entegrasyonun sağlanması,
- Her aşamada çevresel etkilerin göz önünde bulundurulması.

2012 yılına kadar enerji alanında çevre güvenliği ve emisyon değerleri çalışmaları pek yapılmamaktadır. Fakat Kyoto Protokolü çerçevesinde 2012 sonrasında emisyon değerlerini düşürme, verimliliği artırma, etkin kaynak kullanımı ve temiz enerji teknolojileri çalışmaları artmış ve temel politikalar arasında yer almıştır (Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı, 2010: 29).

4.2.2. Enerji Politikalarının Yapısı ve Özellikleri

Türkiye'de enerji politikalarının yapısı 1980 yılı sonrası değişmiş ve devletçi anlayıştan uzaklaşarak liberal enerji politikası anlayışına dönüşmüştür. Bu durumu etkileyen en önemli faktörün, özel sektörün enerji sektörüne girişi ve teşvikleri olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca 1980'den sonra nükleer enerji de bu alandaki çalışmalara katılmıştır. Elektrik sektöründeki üretim, iletim ve dağıtımındaki monopol yapı kaldırılmıştır. Türkiye'de döşenen petrol boru hatları ile bölgedeki enerji merkezi olma özelliği artırılmış, siyasi ve ekonomik güçler kazanılmıştır. Özel sektörün enerji piyasasındaki payının artırılması amacıyla bu dönemde ilk kez özelleştirme kavramı tartışılmaya başlanmış ve yasal mevzuatın düzenlenmesi çalışmaları başlatılmıştır. Ancak, arz güvenliği için yeni kaynak arama çalışmaları ve yeni tesislerin kurulması ile ilgili olarak milli kaynakların artırılacağı söylenece de, bu konuda yeterli adımlar atılamamış ve yenilenebilir enerji potansiyeli kurulamamıştır (Yıldız, 2011: 268).

2000'li yıllarda Türkiye başta Avrupa Birliği normları olmak üzere, Dünya Bankası, IMF ve OECD gibi uluslararası kuruluşların desteklediği düzenlemelerle birlikte, küresel ekonomi ile bütünleşmenin bir gereği olarak enerji sektöründe serbest piyasa koşullarını ve rekabeti öngören bir yapılanmaya girmiştir (Yıldız, 2011: 269).

Dokuzuncu Kalkınma Planı, “7.1.5. Enerji ve Ulaştırma Altyapısının Geliştirilmesi” başlığında, madde 407'de aşağıdaki ifade yer almaktadır:

“Arz güvenliğinin artırılması amacıyla birincil enerji kaynakları bazında dengeli bir kaynak çeşitlendirmesine ve orijin ülke farklılaştırmasına gidilecektir. Üretim

sistemi içinde yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının azami ölçüde yükseltilmesi hedeflenecektir” denilmiştir.

Türkiye'nin, enerji alanındaki stratejik konumunu enerji politikalarıyla da destekleyerek geliştirmesi gerekir. Yine Dokuzuncu Kalkınma Planı, madde 414'de enerji politikalarının oluşuma katkı sağlayan faktörler vurgulanmıştır:

“Türkiye'nin mevcut jeostratejik konumunun etkin bir biçimde kullanılmasıyla enerji üreticisi ve tüketicisi ülkeler arasında transit ülke olunması, bu şekilde jeostratejik konumumuzun daha da güçlendirilmesi sağlanacaktır. Ceyhan'ın uluslararası petrol piyasasında ana dağıtım noktalarından ve petrol fiyatlarının teşekkülünde önemli merkezlerden birisi olmasına çalışılacaktır. Doğal gazda transit boru hatlarının yapımının tamamlanarak Avrupa'ya gaz satışında etkin olunması amacıyla gerekli tedbirler alınacaktır. Arz güvenliğinin artırılmasına katkı yapacak olan diğer ülkelerle elektrik ticaretinin yapılabilmesi amacıyla gerekli altyapı oluşturulacaktır.”

Türkiye'deki enerji tüketiminin büyük bir kısmı ithalata dayalı olarak petrol kaynaklarından karşılanmaktadır. Bu, Türkiye ekonomisi için büyük bir yük oluşturmaktadır. Karbon salınımı sebebiyle ülkede, kömüre dayalı termik santralleri işletme verimliliği her geçen gün azalmaktadır. Bu nedenle Türkiye için AB enerji çeşitliliği ve entegrasyon politikası, kalitenin iyileştirilmesi açısından son derece önemlidir. Türkiye, aynı zamanda enerji alanında kilit role sahip olan önemli bir hidroelektrik enerji üreticisidir. (Aytüre, 2013: 45). Kömür ve doğalgaz başta olmak üzere fosil enerji kaynaklarına sahip olan Türkiye'nin termik santrallerinin eski teknolojilere sahip olması sebebiyle sera gazını azaltmak bir yana daha da arttıracığı ve bu durumu engelleyecek bir mali güce sahip olmadığı görüşü hâkimdir. Uluslararası bir konuma sahip olan ülkenin enerji iletimi ve dağıtım konusunda Kyoto Protokolü'ne taraf olarak satmayı hedeflediği enerji bedelinin daha fazlasını karbon kotası olarak ödemesi söz konusudur (Uğurlu, 2006: 253).

Avrupa Birliği faaliyetleri kapsamında Karadeniz Bölgesi'nde iş birliklerini geliştirmeye yönelik çalışmalara Türkiye de katılmaktadır. Sürdürülebilirliği teşvik etmek için Balkan Enerji Bağlantı Görev Gücü projeleri de bu faaliyetler kapsamındadır. Ayrıca AB ile işbirliğini teşvik etmek için Arnavutluk, Ermenistan, Azerbaycan, Bulgaristan, Gürcistan, Yunanistan, Moldova, Romanya, Rusya Federasyonu, Ukrayna, Makedonya, Türkiye ve Sofya'da kurulan Karadeniz Bölgesel Enerji Merkezi'nin bir üyesidir. Bu merkez enerji politikalarının geliştirilmesi, Enerji Şartı Antlaşması'nın uygulanması, yatırımların teşvik edilmesi gibi faaliyetler yürütmektedir (Aytüre, 2013:46).

Enerji politikalarının, ekonominin işleyişini, uluslararası hukuku, güncel istatistikleri, jeopolitik konjonktürü, teknolojik gelişmeleri, paydaş stratejilerini ve güncel istatistikleri içeren bir alt yapı üzerine kurulması gerekmektedir. Bunu başarmak oldukça zordur ancak imkânsız değildir. Önemli olan teknolojik, jeopolitik, diplomatik ve stratejik alanlarda yeterli uzmanlaşmanın, sayısal ve niteliksel alanlarda köklü bilgilerin sağlanmasıdır. Bunun ötesinde, komşu ülkelerde enerji stratejileri ve jeopolitik konjonktür gibi yeni uzmanlık alanlarının da yaratılması gerekmektedir (Özev, 2017: 100).

4.2.3. Ekonomik Gelişmeler, Enerji Politikaları ve Stratejiler

Enerji piyasası ve ekonomi açısından büyük öneme sahip olan enerji, ülke politikalarında da kendine önemli bir yer bulmuştur. Ülkeler ekonomik büyümeyi destekleyici enerji politikaları geliştirmeye başlamışlardır. Türkiye’de de bu yönde adımlar atılmaya ve çeşitli politikalar yürütülmeye çalışılmış ve söz konusu politikalar çeşitli dönemler itibariyle birincil ve ikincil enerji kaynaklarına yönelik enerji arama çalışmaları yönünde dönüşüm göstermiştir (Yıldız, 2011: 257).

Enerji politikalarındaki hedeflerin erişilebilirliği için, siyasi ve ekonomik istikrar şarttır. Yatırımların yüksek maliyetli olması, ithalata bağlı petrol ve doğal gaz fiyatlarındaki artışlar ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarına bağlı teknolojik gelişmeler ülkenin siyasi anlamda istikrarlı bir çizgide olmasını ve enerji politikalarının da bu bağlamda şekillenmesini zorunlu kılmıştır (Oral, 2017: 294).

Dünyada enerji piyasalarına yönelik gücün Doğuya geçmesi; askeri, ekonomik ve siyasi gücün de oraya geçmesi anlamına gelmektedir. Bu durum Türkiye'deki enerji güvenliğini de riske atmaktadır. Türkiye'nin jeopolitik konumunun bu güce sahip olmasında önemli avantajlar sağladığı ve Batı'ya karşı Doğu'nun pazarlık gücünü arttırdığı bilinen bir gerçektir. Türkiye, tabiki bu durumdan istifade edinecektir. Yeni kaynaklar yeni ihracat piyasaları ve yeni müttefikler oluşacaktır. Bu durum yeni stratejik imkânların ve ufukların açılması anlamına gelmektedir. Fakat tüm bunların yeni riskler ve yeni zorlukları da beraberinde getireceği göz ardı edilmemelidir (Özev, 2017: 95).

Avrupa, Türkiye’yi doğu, güney ve kuzeyimizde yeralan petrol ve doğalgaz zengini komşularımız sayesinde enerji kaynaklarının kendilerine boru hatlarıyla ulaştırılmasında bir geçiş ülkesi gibi görmektedir. Türkiye ise bu tür boru hatlarından gelen petrol ve doğalgazla artan enerji ihtiyacının bir kısmını sağlamayı ve arz güvenliğini geliştirmeyi planlamaktadır (Güner vd., 2009: 7)

2000 yılı sonrasındaki enerji politikasında Türkiye'nin Avrupa Birliği katılım müzakereleri önemli bir rol oynamıştır. 2001 yılında Türkiye'de Elektrik Piyasası Kanunu, 2003 yılında ise Petrol Piyasası Kanunu çıkarılmıştır. Amaç, bu piyasaları serbest piyasalara dönüştürmektir. 2004 yılından sonra birçok yeni enerji kanunu çıkarılmış ve enerji piyasasının serbest piyasa yapısına sahip olması hedeflenmiştir (Yıldız, 2011: 275).

Yenilenebilir enerji kaynakları, milli gelirin artırılması, Ar-Ge faaliyetlerinin iyileştirilmesi, cari açığın azaltılması, istihdama katkı, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması, ekonomik büyüme gibi nedenlerle sadece enerji güvenliği açısından değil, genel olarak ülke politikaları için de hayati önem taşımaktadır. Türkiye'de enerji piyasasının yenilenebilir enerjiye dayalı olarak üretim yapması, piyasanın büyümesine, genişlemesine ve merkez olma hedefine katkı sağlayacaktır (Özev, 2017: 66).

Uygulanan politikaların ve düzenlemelerin şeffaf olmasının iki önemli sonucu vardır. Birincisi, yasal belirsizliği azaltmaktır. Düzenlemenin nedenlerini bilmek, düzenleyici veya politika uygulayıcısının gelecekte ortaya çıkabilecek öngörülemez durumlarda nasıl harekete geçebileceği hakkında bilgi sahibi olmak, belirsizliğin azaltılmasında önemli bir rol oynar. İkincisi ise, gerekçelerini ortaya koyarak düzenleyici kurumların hesap verebilirliğini artırmaktır. Gerekçelendirme, kararların kalitesini artırır ve sorgulanmasını sağlar (Atiyas, 2006: 100).

4.2.4. Enerji Sektöründe Özelleştirmeler ve Düzenlemeler

Türkiye'de enerji sektörü, 1980 yılına kadar devletin ağır müdahalesi ile yönetilirken, 1980 sonrası başlayan piyasa ekonomisine geçiş sürecinde enerji alanında özelleştirmeler başlamıştır. Ekonomik büyüme ve makroekonomik istikrar için atılan bu adımlar oldukça önemliydi. Daha sonra yap-işlet-devret sistemi oluşturularak daha temiz, çevreci ve uygun maliyetli rekabet edebilir enerji temini sağlanmaya çalışıldı.

1994 yılında Avrupa Birliği ülkeleri ile birlikte 50 ülkenin katıldığı Enerji Şartı Anlaşması imzalanmıştır. Bu anlaşma ile bir yandan taraflar arasında enerji iş birliği ve özellikle Sovyetler Birliği'nden kopan ülkelerdeki kaynakların garanti altına alınması öngörülmüş, bir yandan da enerji verimliliği konusunun önemi vurgulanmıştır (Yıldız, 2011: 265).

1980 yılında enerji politikalarında serbestleşme daha çok hissedilmeye başlamıştır. Ayrıca 2000'li yıllarda Avrupa Birliği normları, Dünya Bankası, IMF, OECD ülkeleri ve

Türkiye, uluslararası düzelemelerle bütünleşmenin bir zorunluluğu olarak serbest piyasa koşullarını ve rekabeti öngören çalışmalara başlamışlardır (Yıldız, 2011: 269).

Özelleştirme çalışmalarının amacı gereği, enerji piyasasındaki talepler önce ülkedeki enerji kaynaklarından karşılanacak, kaynakların yetersiz olması durumunda da dış kaynak kullanımına gidilecektir. Arz güvenliğini oluşturacak bir kaynak teminine gidilmesi ve kaynakların çeşitlendirilmesi önemlidir. Üretimden tüketime kadar tüm aşamalarda enerji kaynaklarının uygun teknolojilerle verimli kullanılması, enerji tasarrufu projelerinin desteklenmesi ve teşvik edilmesi sağlanacaktır. Özelleştirme çalışmaları devam ederken, kamu maliyesi yükünün azaltılmasına yönelik tasarruf politikalarının devreye girmesi, yatırımlarda özel kesimin payının artmasına ve girişimlerin özendirilmesine imkân vermiştir (Devlet Planlama Teşkilatı, 1990: 258-259).

Yakıt ve elektrik talebinin kesintisiz, güvenli ve uygun maliyetlerle karşılanması için enerji yatırımlarının planlı ve istikrarlı bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bu nedenle, elektrik ve doğalgaz sektörlerindeki özel ve kamu sektörü faaliyetlerini düzenleyerek rekabete açık, sağlıklı ve verimli işleyen, aynı zamanda etkin ve bir tedarik yöntemine sahip sisteminin kurulması için yeni yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir (Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005, 2000: 152).

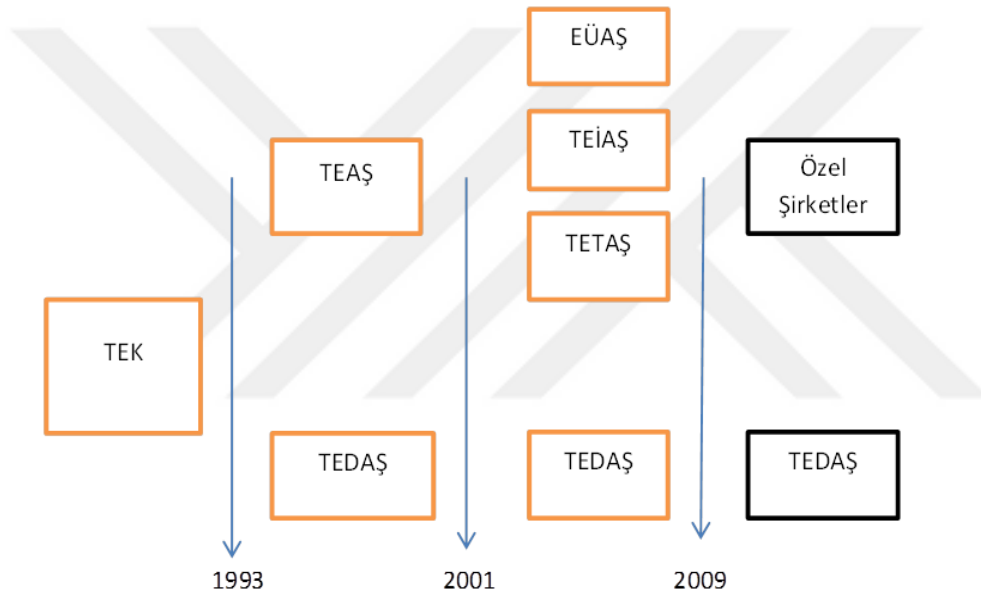
Elektrik enerjisindeki kayıp ve kaçakların azaltılması hususunda dağıtım sisteminde kârlılığı doğrudan etkileyecek bir takım uygulamalar söz konusudur. Bu amaçla verilen teşviklerin kayıp ve kaçaklardaki hedeflere yönelik olması ve ne kadar zamanda gerçekleşeceği önemlidir. Özelleştirme öncesinde hedef kayıp ve kaçak oranlarının belirlenmesi ve özelleştirmeye yeterli katılımın sağlanması için bu potansiyel kârın önemli bir kısmının özelleştirme bedeline yansması beklenmelidir (Atiyas, 2006: 93).

Enerji sektöründeki en önemli sorunlardan biri, rekabetin gelişmesine yönelik faaliyetlerin piyasaya bağlı yöntemlerle değil de idari yöntemlerle yapılmasıdır. Ayrıca hükümet fiyat artışlarını arzu etmediği için perakende fiyatlara müdahale etmekte ve kısa vadede ortaya çıkabilecek önceliklere göre sistemin çeşitli bölümlerinde ayarlamalar yapılabilmektedir. Bu nedenle, yasal ayrılığa rağmen sistemin farklı bölümleri koordinasyon veya işbirliği içinde hareket ederek perakende fiyatları düşük tutma gibi önceliklerin gerekliliklerini yerine getirebilmektedir (Atiyas, 2006: 93).

Son yirmi yılda, elektrik sektöründeki serbestleşme hızlandırılmış ve bir dizi reform gerçekleştirilmiştir. Kamu hizmetlerinin özelleştirilmesi ise çok karmaşıktır. Özelleştirmeler

genellikle üç aşamadan oluşur: birincisi, mülkiyetin kamudan özel sektöre geçmesi; ikincisi, şirketlerin yeniden yapılandırılması; üçüncüsü, endüstrinin şeklinde bir değişiklik yapılmasıdır. Rekabete dayalı prosedürler, bu üç faktörün kombinasyonuna bağlı olarak, serbestleşme olaylarının nasıl yürütüldüğünü önemli ölçüde değiştirir. Enerji dağıtım şirketlerinin özelleştirme süreci 2009 yılında etkin bir şekilde başlatılmıştır. Sonuç olarak, yüksek kaliteli, kesintisiz, düşük maliyetli, tüketim için yeterli, teknik kayıpları az olan, enerjilere sahip olmak hedeflenmektedir (Karahana & Toptas, 2013: 614-616).

Şekil 13. Türkiye'de Elektrik Piyasasının Yapılanma Süreci



Kaynak: Karahan & Toptas, 2013: 616.

Türkiye’de elektrik alanındaki tüm yapılanma süreci 1993 yılında başlamış ve elektrik sektöründeki özelleştirme süreci 2009 yürürlüğe girerek 12 bölgede tamamlanmıştır. Türkiye'nin elektrik dağıtım piyasasındaki gelişmeler serbestleşme planı kapsamında Başkent, Sakarya ve Meram Elektrik Dağıtım Şirketleri sırasıyla Ocak, Şubat ve Ekim 2009'da özelleştirilmiştir. Ardından Osmangazi Elektrik Dağıtım Şirketi Mayıs 2010'da özelleştirilmiştir. Türkiye'de toptan elektrik piyasası şirketleri, EPDK’dan toptan satış lisansı almak zorundadır. Piyasadaki lisans sahipleri kategori olarak ikiye ayrılabilir: Bunlardan ilki özel sektör, diğeri ise kamu sektörüdür. Özel sektörde birçok şirket olmasına rağmen, kamu sektöründe faaliyet gösteren sadece bir şirket vardır. Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt

Şirketi (TETAŞ) devlete ait bir elektrik toptan satış şirketidir. 2004 yılında açıklanan Elektrik Sektörü Reformu ve Özelleştirme Strateji Belgesi ile TEDAŞ tarafından yönetilen elektrik dağıtım şebekesi özelleştirilmiştir. Buradaki ana beklenti verimlilik artışı ve kayıp kaçakların azalmasıdır (Karahana & Toptas, 2013: 618-619).



BEŞİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE’DE ENERJİ POLİTİKALARININ ETKİNLİĞİNİN AMPİRİK ANALİZİ

Bu bölümde, Türkiye’de enerji politikalarının etkinliği ampirik olarak analiz edilecektir. Enerji politikalarının etkinliği ile ilgili olarak enerji yoğunluğu ve enerji verimliliği kavramları merkezi konulardandır. Enerjiye ulaşılabilirliğin ucuz ve hızlı olması, ancak güçlü bir enerji politikası ile mümkündür. Diğer taraftan, küresel kaygılar, ulusal çıkarlar ve iklim değişikliğinin etkisi toplumda enerji tüketimindeki farkındalığı arttırmıştır. Bu sebeple, politikacılar enerji verimliliğini artırmak ve azalan kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlamak amacıyla enerji verimliliği konusuna odaklanmışlardır.

Bu bölümdeki analizlerde, 1994-2019 dönemini kapsayan yıllık verilerden faydalanılacaktır. İlk önce, analizlerde kullanılacak modeldeki değişkenlerin durağanlık dereceleri tespit edilecektir. Aksi takdirde durağan olmayan seriler aracılığıyla yapılan tahminlerde sahte regresyon riski oluşabilir. Buradan elde edeceğimiz sonuca göre, kullanılacak tahminlere karar verilecektir. Durağanlık dereceleri tespit edilen değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin geçerliliği eş bütünleşme testi ile sınanacak ve değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin geçerliliği ayrıca ARDL sınır testi kullanılarak da incelenecektir.

5.1. Enerji Politikalarının Etkinliği

Bir enerji politikasının başarılı olup olmadığı konusundaki değerlendirmede önemli olan, bu konuda nelerin yapıp nelerin yapılmadığıdır. Bu politikaların ekonomiye ve topluma hizmet edeceğini düşünecek olursak, kaynakların etkin kullanımı politikaların başarısının bir göstergesi olacaktır. Politikaların belirlenen hedefler doğrultusunda belirlenmesi ve uygulanan yöntemlerin doğru olması enerji verimliliği üzerinde pozitif bir etki oluşturacaktır.

Enerji politikalarının öncelikle sürdürülebilir ve enerji kaynakları açısından verimliliği destekliyor nitelikte olması gerekir. Ayrıca verimlilik tek hedef olmadığı gibi, bunu bile etkileyen birçok faktör vardır. Yenilenebilir enerji kaynakları ile fosil enerji kaynakları ekonomik olarak aynı değere sahip değildir. Yenilenebilir enerji kaynakları üretim maliyetleri açısından oldukça pahalıdır. Fosil enerji kaynakları ise daha ucuz olmasına rağmen karbon salınımı açısından çevreye karşı zararlıdır. O halde yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim maliyetlerini düşürmek için Ar-Ge ve inovasyon çalışmaları yapmak gerekir.

5.2. Literatür Taraması

Literatürde enerji politikalarının etkinliği ile ilgili enerji olan verimliliği konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Bunlardan her biri konunun farklı bir yönünü ele almaktadır. Ancak hepsinin ortak yönü, enerji politikalarının etkinliğini belirlemek amacıyla farklı farklı değişkenlerle enerji verimliliklerini ve etkinliklerini ölçmek ve uygun politikalar önermeleridir. Aşağıda, bunlardan bazıları özetlenmektedir.

Kocsis ve Hof (2016), 2016 yılı verileri ile Hollanda'da kullanılan enerji politikası araçlarının politika hedeflerine ulaşılmasına ne ölçüde katkıda bulunduğunu ortaya koyarak politikaların etkinliğine odaklanmaktadır. Bu çalışmada, sürdürülebilir enerji politikaları olarak sübvansiyonlar ve finansal olmayan araçlar değerlendirilmiştir. Bu çalışmada mevcut veriler, harcama sonrası değerlendirmeler ve görüşmeler neticesinde üretim sübvansiyonlarındaki tasarımların özellikle rüzgâr enerjisi ve biyokütle enerjisi için beklentileri karşılamadığı, politika araçlarının tekrar gözen geçirilerek etkinliğin artırılabilirliği sonucuna varılmıştır.

Lee, Kim ve Chong (2015), 2015 yılı verileri ile ABD'nde yenilenebilir enerji kullanımını ve enerji verimliliğini arttırmak için hangi tür politikaların yararlı ve etkili olduğunu belirlemek amacıyla DSIRE veri tabanından alınan verilerle ABD'nin yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği ile ilgili kaç adet teşvik edici ve düzenleyici politikalar olduğuna dair bilgiler toplamıştır. Enerji ile ilgili diğer veriler ÇED'in web sitesinden elde edilmiştir. Politika sayısı, yenilenebilir enerji kullanımı ve enerji verimliliği arasındaki ilişkiye pearson korelasyon yöntemi uygulanmıştır. Sonuç olarak, teşvik politikalarının düzenleyici politikalardan daha az etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Shen (2015), yedi ülkede ve bölgede farklı türden bina enerji verimliliği politikalarını ve bunların uygulamalarını inceleyerek politikaları zorunlu yönetim, teşvik aracı ve gönüllü programlar şeklinde gruplandırmış, politika araçlarının sayısı, gelişme eğilimi ve gelişimine katkı sağlayan deneyimler ile enerji verimliliğindeki ilerlemeleri incelemiştir. Asya, Avrupa Kuzey Amerika, Okyanusya, ABD, AB, Avustralya, Çin, Japonya, Singapur ve Hindistan gibi ülkelerde gruplandırılmış politika araçlarının etkilerinin değerlendirilerek gönüllü programların, zorunlu yönetim ve teşviğe yönelik programlara nazaran daha çok gelişme gösterdiği, ayrıca gönüllü programların Avustralya ve ABD gibi gelişmiş ülkelerde de daha fazla benimsendiği bilgisine ulaşmıştır. Bu araştırma ampirik bir nitelik taşımamaktadır.

Sisbot, Tunc, Camdali ve Gülsan (2013), 1990-2007 yılları arasında Türkiye'nin elektrik tüketim verilerini kullanarak, 2009 yılında kabul edilen Kyoto Protokolü kriterlerine uygun olarak, gelecekteki elektrik enerjisi kaynaklarının optimum dağılımını belirleme sorununu ele almış, Türkiye'nin birincil enerji kaynakları ve karbon salınımı Fransa ve Almanya ile zaman serileri analiziyle karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Gelecek için bir elektrik enerjisi tüketim modeli, Üstel Düzleştirme Yöntemi (verilerdeki değişimlerin güncelleştirildiği bir yöntem) kullanılarak tahmin edilmiş, bu modele bağlı olarak ve büyük karbon emisyon kaynaklarına ceza uygulanarak, asgari düzeyde belirlenen işletme maliyetleri için enerji kaynaklarının optimum dağılımı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda, gelecekteki elektrik enerjisi ihtiyacının nükleer santraller ile termik santrallerden inşa edilecek karbon tutma ve depolama üniteleri yardımıyla yapılabileceği bilgisine ulaşılmıştır.

Xiaoli, Shujie, Sufang, Rui ve Suwei (2015), Çin'in rüzgar enerjisi politikasının etkinliğini ampirik bir analiz ile ölçerek 2001-2013 yılları arasındaki rüzgar enerjine ait fiyat politikaları ile fiyat dışı politikaların bu enerji kaynağına ait tesis kuruluşu üzerindeki etkilerini ölçerek, fiyat ve teşvik politikalarının fiyat dışı politikalardan daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Harmenik, Monique ve Cremer (2004), Avrupa Birliği'nin yenilenebilir enerji politikalarının etkinliğini inceleyerek, 1999-2010 yılları arasındaki daha önce yürürlükte olan ama artık geçerli olmayan politika araçları, yürürlüğe giren politika araçları ve ne zaman uygulanacağı net olmayan politika araçlarının teorik ve gerçek etkinliklerini belirleyen özelliklerini incelemiştir. Çalışmada, yenilenebilir enerjiyi destekleme politika araçlarının teknolojik ve ülke düzeyinde ayrıntılı bir değerlendirilmesi yapılarak, Avrupa Birliği'ne üye 15 ülkenin yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik üretiminin toplam elektrik tüketimine katkısının beklenenin çok gerisinde kaldığı ve hedeflere ulaşabilmek için ek politikalara ihtiyaç olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yılmaz, Sevinç ve Akıncı (2015), Türkiye'de 1967-2015 dönemleri kapsayan verilerle enerji üretimi, tüketimi, tasarrufu ve ithalatının, enflasyon ve cari açık üzerindeki etkilerini incelemiştir. Zaman serileri analizinin yapıldığı bu çalışmada, değişkenlerin ilk fark düzeylerinde durağan oldukları ve eş bütünleşme analizi sonuçlarına göre aralarında uzun dönemli nedensellik ilişkilerinin bulunduğu ortaya konulmaktadır. VECM analizi sonuçlarına göre, enerji üretimi ve tüketimindeki artış, enflasyon ve cari açığa yükselmeye neden olmaktadır. Bunun nedeni ise, enerji üretim ve tüketiminin ithalatın artmasına yol açmasıdır.

Çam vd., (2018), Türkiye'nin 1960-2013 yıllarına ait verilerle enerji verimliliğinin belirleyicisi olan ve enerji etkinliğini ölçmek için kullanılan TOPSİS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ile etkinlik skorlarının tahmini seyrini görmek için kullanılan yapay sinir ağları modelini ve sınırlı bağımlı değişken modelini açıklamak amacıyla kullanılan topit modellerini kullanarak iki aşamadan oluşan bir analiz yapmıştır. Birinci aşamada; karbon salınımı, GSYH, yenilenebilen ve yenilenemeyen enerji tüketimi, sermaye stoku ve iş gücü miktarı değişken olarak kullanılarak enerji etkinlik skorları hesaplanmıştır. İkinci aşamada ise bağımlı değişken olarak kullanılan etkinlik skorlarının yapay sinir ağları ve topit uygulaması ile diğer tüm değişkenler bağımsız değişkenler olarak analiz edilmiş ve Türkiye'de enerji verimliliğinin 1960 yılından itibaren azalan bir seyir izlerken 2001 yılından sonra 2013'e kadar artış eğilimine geçtiği sonucuna varılmıştır. Bütün değişkenlerin anlamlı çıktığı bu analizde enerji verimliliği ve ekonomik büyüme ilişkisinin gerçekleşmesi için endüstriyel ve çevre politikaları ile mali politikaların birlikte uygulanmasının verimliliği artıracak ve karbon salınımını azaltacak önerilerinde bulunulmuştur.

Bilginoğlu & Dumrul (2012), Türkiye'nin enerji bağımlılığı üzerine yaptıkları çalışmada, 1960-2008 dönemlerini kapsayan verilerle bağımlı değişken olarak yurt dışı bağımlılığını temsilen enerji ithalatının enerji verimliliğine oranını, bağımsız değişken olarak ise enerji yoğunluğu, konutlarda kullanılan enerji miktarı ve reel GSMH'yi ele alarak, Johansen-Juselius eş-bütünleşme analizi ile incelemiştir. Bağımsız değişkenlerin yurt dışı bağımlılığını pozitif yönde etkilediği ve en etkili bağımsız değişkenin enerji yoğunluğu olduğu sonucuna varılmıştır.

Wang vd., (2014), Çin'in 30 otuz farklı bölgesinde enerji ve çevre verimliliğini Range-Adjusted Measure Based Analysis ile ölçmek için enerji üretimi, enerji tüketimi ve carbon emisyonu değişkenleri kullanmıştır. 2006-2010 dönemlerini kapsayan yıllık veriler ile yapılan bu çalışmada Pekin, Şanghay ve Guangdong bölgelerinde enerji ve çevre verimliliğinin pozitif yönlü iken diğer bölgelerde verimliliğin düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Sağbaş & Başbuğ (2018), Türkiye'nin enerji görünümünü ve potansiyelini enerji verimliliği ve iklim değişikliği performansı çerçevesinde ODEX (sektörel enerji verimliliği indeksi) 2000-2016 dönemlerine ait veriler ile değerlendirerek, enerji verimliliğini tasarruf potansiyelleri ile karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Ayrıca elde edilen verimlilik rakamları, yıllık ve toplam veriler olarak AB - 28 ülkeleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada Türkiye'de

2000-2016 yılları arasında enerji verimliliği çalışmaları neticesinde tasarruf rakamlarının toplamda %24,8 yıllık bazda ise %1,8 olduğu, AB – 28 ülkelerinde bu verilerin, toplamda %18,1 yıllık bazda ise %1,3 olduğu tespit edilmiştir. Türkiye'deki rakamların AB – 28 ülkelerine kıyasla daha iyi olduğu sonucuna varılmaktadır.

Doğan & Yılankırkan (2015), Türkiye'de enerji tüketim miktarları, nüfus, sektörel enerji tüketim oranları, enerji verimliliği ve enerji yoğunluğunu etkileyen teknolojiler 2001-2018 dönemlerine ait konut, ulaşım ve sanayi gruplarına ayrılarak tablolar oluşturulmuş, OECD ve AB ülkelerine ait rakamlar karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Enerji verimliliğinin artırılması çalışmaları neticesinde, 2011 yılında 0,2646 TEP/1000 dolar olarak gerçekleşen enerji yoğunluğunun, 2018 yılında 0,243 TEP/1000 dolar değerinin altına indiği, 2018 yılına kadar kamu binalarındaki enerji tüketiminin de, 2012 yılı göstergelerine göre verimlilik artırıcı uygulamalarla %10 düşürülmesinin hedeflendiği belirlenmiştir. Kısaca, Türkiye'nin enerji yoğunluğunun OECD ve AB ülkeleri ortalamasının üzerinde olduğu sonucuna varılmıştır.

Söğüt & Oktay (2004), sanayi alanındaki enerji tasarrufunun, sanayideki enerji verimliliğine etkilerini incelemek için, 2004 yılına ilişkin sanayide kullanılan kömür ve elektrik tüketimleri ile maliyetlerin dağılımlarını yaparak grafikler oluşturmuştur. Çalışmada, enerji maliyetlerini düşürerek verimliliği arttırmak için enerji tasarrufu kapsamında kojenerasyon (elektrik enerjisi ile ısı enerjisini birlikte kullanmak) ünitesi kurulması gerektiği sonucuna varılmıştır. Böylece tasarruf amacıyla oluşturulan bu ünite sayesinde fabrikanın verimliliğinin arttığı sonucuna varılmaktadır.

Buluş & Topallı (2011), artan enerji verimliliğine bağlı olarak enerji fiyatlarında meydana gelen düşüşler sebebiyle daha fazla enerji tüketimi gerçekleştiği için tasarruflar olumsuz etkilenmektedir. Tasarruflardaki bu eksik kısım geri tepme etkisi (rebound etkisi) olarak bilinmektedir. Enerji verimliliğini tekrar iyileştirmek amacıyla planlanan ve gerçekleşen tasarruflar arasındaki farklar bazı mühendislik hesaplamaları ile ölçülerek tahmin edilmektedir. Hesaplanan tasarruflar (kWh) ile gerçekleşen tasarruflar (kWh) arasındaki fark yine hesaplanan tasarruflara (kWh) bölünerek bulunan sonuç 0'a yakın çıktığında enerji kullanım hedefleri başarılı, %100'e yakın çıktığında başarısız demektir. Türkiye için yapılan bu çalışmada rebound etkisi %50 çıkmaktadır. Türkiye sanayi yoğun teknoloji ile çalışan bir ülke olduğu için, enerji tüketimlerinin uzun vadede devam edeceği ve enerji verimliliğini iyileştirmek için tasarruf politikalarını yeniden değerlendirmesi gerektiği sonucuna

varılmaktadır. Böylece rebound etkisiyle hesaplanan gerçek kazanımlar ile tasarruflardaki kayıplar dikkate alınarak enerji verimliliği iyileştirilecektir.

Akıncı vd. (2018), enerjide rebound etkisinin enerji üretimi, tüketimi, tasarrufu, ithalatı, enflasyon ve cari işlemler açığı üzerindeki etkilerini Türkiye için 1967-2015 dönemi verileriyle zaman serileri analizi kullanarak incelemiştir. Analiz sonuçları, enerji verimliliği ve üretimindeki artış sebebiyle enerji tüketiminin arttığını ifade eden Jevons Paradoksu ya da rebound etkisinin Türkiye ekonomisinde geçerli olduğu sonucuna varılmıştır.

Adom (2015), 1971-2011 dönemlerine ait verilerle zaman serileri analizini kullanarak, Nijerya için petrol fiyatları, doğrudan yabancı yatırımlar, sanayi katma değeri ve ticari dışa açıklığın, enerji yoğunluğuna etkisini incelemiştir. Analiz sonuçlarına göre, petrol fiyatları ve doğrudan yabancı yatırımların enerji yoğunluğuna etkisi anlamsız çıkarken, sanayi katma değerinin ve ticari dışa açıklığın enerji yoğunluğu arttırdığı sonucuna varılmıştır. Bu durum enerji tasarrufu potansiyellerinin düşmesine sebep olmuştur. Doğrudan yabancı yatırım programlarının, ülkenin sanayi özelliklerini dikkate alarak yapılması gerektiği konusunda ise önerilerde bulunulmuştur.

5.3. Enerji Politikalarının Etkinliğinin Ekonometrik Analizi

Çalışmanın bu alt bölümünde Türkiye'deki enerji politikalarının etkinliği, 1994-2019 dönemlerini kapsayan yıllık veriler kullanılarak ekonometrik yöntemlerle analiz edilecektir. Daha önce yapılmış olan çalışmalarda çeşitli değişkenlerin enerji verimliliğine etkileri birçok kez analiz edilmiştir. Bunlardan farklı olarak, bu çalışmada, enerji politikalarının etkinliği, bir ülkenin enerji alanındaki gelişmişlik seviyesini gösteren enerji yoğunluğu üzerinden incelenecektir. Ülkenin iç dinamiklerine bağlı olarak, doğrudan yabancı yatırım düzeyini yükseltmek ekonomik büyümenin en önemli belirleyicisidir. Gelişmekte olan ülkelerin kalkınma süreçlerine katkısı olan doğrudan *yabancı yatırımlar*, enerji yoğunluğunu etkileyen bağımsız değişkenlerin ilki olarak seçilmiştir. Sanayileşmenin daha fazla enerji tüketimine sebep olması ve enerji tasarrufunu etkilemesi sebebiyle, ikinci değişken olarak *sanayi katma değeri* kullanılmıştır. Hızla artan nüfus ve fosil enerji kaynakları tüketimi, her geçen gün çevre kirliliğine neden olmaktadır. Çevrenin korunmasına yönelik mücadelelerde bir politika aracı olan çevre vergileri, enerjinin kullanımında hızı ve akıcılığı en çok etkileyen faktörlerdendir. Bu nedenle, bir başka bağımsız değişken olarak *çevre vergileri* alınmıştır. Ekonomik büyümenin temel bir bileşeni olan ticari dışa açıklığın enerji tüketimi ile sıkı bir ilişkisi vardır. Bu değişken, sanayileşmeyi teşvik ederek enerji tüketiminde artışa sebep olur. Ayrıca üretilen malların uluslararası satışında da enerjinin önemi büyüktür. Ülkede uygulanan politikaların

ticareti serbestleştirmeye yönelik mi yoksa kısıtlamaya yönelik mi olduğu konusunda önemli gösterge olması sebebiyle, bir başka bağımsız değişken olarak *ticari dışa açıklık* alınmaktadır. Reel GSYH ile enerji tüketimi arasındaki ilişki politikalara yön vermede önemli bir göstergedir. Özellikle enerji koruma politikaları (tasarruf, vergi ve fiyat) bu ilişkiden büyük oranda etkilenmektedir. Son değişken olarak *reel GSYH* kullanılmaktadır. Bu değişkenlerle yapılan incelemede ARDL sınır testinden faydalanılmıştır.

Analizde öncelikle değişkenlerin durağan olup olmadıkları birim kök testleri ile incelendikten sonra tahminlere karar verilecektir. Durağanlık dereceleri tespit edilen değişkenler farklı derecelerde durağan çıkarsa ARDL Sınır Testi yapılacaktır. Uzun dönemli ilişkinin geçerliliği ayrıca ARDL sınır testi ile incelenecektir.

5.3.1. Model ve Yöntem

Türkiye’de enerji politikalarının etkililiğini inceleyebilmek için yapılan bu çalışmada, ülkenin enerji alanındaki gelişmişliğinin önemli bir göstergesi olan enerji verimliliğini temsilen enerji yoğunluğu ve belirleyicileri incelenecektir. Öncelikle, enerji verimliliğindeki artışların enerji yoğunluğunun azaltılmasına bağlı olduğunu belirtmek gerekir. Enerji yoğunluğu temelli bir çalışma olması sebebiyle enerji tüketimi, sanayileşme ve ekonomik büyüme arasındaki korelasyonlar üzerinde durulmaktadır.

Türkiye’de enerji politikalarının etkinliğinin analizi için, Irandoust’ın (2016) çalışması takip edilerek aşağıdaki model kullanılmıştır:

$$\ln EI_t = \beta_0 + \beta_1 \ln FDI_t + \beta_2 \ln IND_t + \beta_3 \ln TAX_t + \beta_4 \ln TRA_t + \beta_5 \ln GDP_t$$

Denklemden yer alan değişkenlerden $\ln EI$, enerji verimliliğini temsilen kullanılan enerji yoğunluğu; $\ln FDI$, doğrudan yabancı yatırımlar; $\ln IND$, sanayi katma değeri; $\ln TAX$, çevre vergisi; $\ln TRA$, ticari dışa açıklık; $\ln GDP$ de reel GSYH değişkenlerinin doğal logaritmalarını ifade etmektedir.

Ampirik analizde kullanılacak verilerden enerji yoğunluğu birim hâsıla başına tüketilen Amerikan Doları cinsinden petrol eşdeğeri enerji olarak tanımlanmıştır. Doğrudan yabancı yatırımlar, sanayi katma değeri, çevre vergileri ve ticari dışa açıklık değişkenleri bunların milli gelir içindeki payları şeklinde tanımlanırken; reel GSYH değişkeni, kişi başına milli gelirin dolar cinsinden değeri olarak ifade edilmiştir. Bu değişkenlerden enerji yoğunluğu, reel GSYH, doğrudan yabancı yatırımlar ve sanayi katma değeri World Development Indicators veri tabanından çevre vergileri ve ticari dışa açıklık verileri ise

OECD veri tabanından elde edilmiştir. Çalışmada 1994-2019 dönemini kapsayan yıllık verilerden faydalanılmıştır.

5.3.1.1. Dickey - Fuller Birim Kök Testi

Ekonometrik yöntemlerde zaman serilerinin birim kök içerip içermediklerini test etmeye yarayan Dickey - Fuller Birim Kök Testi, 1970' lı yıllarda D. A. Dickey ve W. A. Fuller tarafından geliştirilmiştir. Yalnız, bu test, ham veri üzerinden değil de artık terimler üzerinden uygulandığından, standart t dağılımı ve t istatistiği değil, kritik değerlerini Dickey Fuller tablosu denilen özel bir tablodan alan T istatistiği kullanılır.

5.3.1.2. ARDL Eş Bütünleşme Testi

Gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır testi ARDL (Autoregressive Distributed Lag Bound Test), ünlü İngiliz – İranlı iktisatçı Mohammad Hashem Pesaran ve Güney Koreli çalışma arkadaşı Yongcheol Shin tarafından 2001 yılında ilk defa uygulanmıştır. Kendi seviyelerinde $I(0)$ durağan olmayan iki serinin durağan bileşimi olduğunu ifade edip geliştirdikleri testle bu iki serinin eş bütünleşme analizini yapmışlardır. ARDL testi, değişkenler arasında kısa ve uzun dönem nedensellik ilişkisinin incelenmesine imkân sağlamıştır. Bu yöntemin diğer eş bütünleşme testlerinden en önemli farkı, incelenen değişkenlerin aynı derecede durağan olmalarının bu testte gerekli olmamasıdır.

Soren Johansen ve Katerina Juselius tarafından 1988 ve 1990'da geliştirilen eş bütünleşme testi Clive Granger tarafından daha da geliştirilmiştir. Eş bütünleşme testi durağan olmayan iki zaman serisi arasındaki korelasyonu inceleyebilmek için kullanılmaktadır. Eş bütünleşme testinde iki veya daha çok zaman serisi kendi seviyelerinde durağan olmamalarına rağmen, bu iki serinin doğrusal bileşimleri durağan ise, eş bütünleşme şartını taşıdıkları söylenir. Çalışmadaki ampirik modelin ARDL sınır testine uyarlanmış hali şu şekildedir.

$$\begin{aligned}
 d\ln EI_t = & c_0 + \sum_{i=1}^n \beta_{0,i} \ln EI_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{1,i} d\ln FDI_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{2,i} d\ln IND_{t-i} \\
 & + \sum_{i=1}^n \beta_{3,i} d\ln TAX_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{4,i} \ln TRA_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{5,i} \ln GDP_{t-i} + \delta_0 \ln EI_{t-1} \\
 & + \delta_1 \ln FDI_{t-1} + \delta_2 \ln IND_{t-1} + \delta_3 \ln TAX_{t-1} + \delta_4 \ln TRA_{t-1} + \delta_5 \ln GDP_{t-1}
 \end{aligned}$$

Denklemden bulunan ifadelerden d fark alma işlemcisini, n gecikme sayısını ifade etmektedir. $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$ ise ortak anlamlılıklarını test etmek için alt ve üst sınırı belirleyen F -istatistiğini hesaplamaktadır. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı

yönündeki $H_0: \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \delta_5 = 0$ boş hipotezi, $H_1: \delta_0 \neq \delta_1 \neq \delta_2 \neq \delta_3 \neq \delta_4 \neq \delta_5 \neq 0$ şeklindeki alternatif hipoteze karşı sınanmaktadır.

5.3.1.3. ARDL Sınır Testi

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin geçerliliği ARDL sınır testi kullanılarak incelenmektedir. ARDL sınır testinin temel avantajları farklı seviyelerden durağan olan değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin incelenmesine imkân sağlaması, otokorelasyon ve içsellik sorunlarına karşı tutarlı sonuçlar vermesi ve değişkenler arasındaki kısa dönem ayarlanma süreci ile uzun dönemli ilişkiyi ayırıştırabilmesidir (Pesaran ve Shin, 1997).

5.3.2. Ampirik Analiz ve Bulguları

Bu alt bölümde, yukarıda gösterilen ve açıklanan modele dayanılarak yapılan ekonometrik analizin aşamaları ve bulgularına yer verilecektir.

5.3.2.1. Dickey - Fuller Birim Kök Testi Sonuçları

Türkiye’de enerji politikalarının etkinliğini incelemeye başlamadan önce, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin geçerli olup olmadığının tespit edilmesi gerekmektedir. Uzun dönemli ilişkiyi araştırabilmek için ise değişkenlerin durağanlık derecelerinin araştırılması gerekir.

Serilerin birim kök içerip içermediklerini test etmek için, iki Dickey - Fuller birim kök testinin yapılması gerekmektedir. Seriler bu test aracılığıyla sınanmış olup, düzeyde durağanlık (kendi seviyesinde) ve birincil farklarda durağanlık sonuçları Tablo 57’de sunulmaktadır.

Tablo 57. Dickey - Fuller Birim Kök Testi Sonuçları

	t-Statistic	Prob.*
Düzye Değerleri		
lnEI	-0.578951	0.8585
lnFDI	-2.016256	0.2784
lnIND	-2.430265	0.1445

lnTAX	-3.112863	0.0385
lnTRA	-1.995002	0.2869
lnGDP	-0.419970	0.8911
Fark Değerleri (Birincil Farklar)		
Δ lnEI	-4.458800	0.0019
Δ lnFDI	-5.629567	0.0001
Δ lnTAX	-4.393578	0.0022
Δ lnIND	-3.474789	0.0180
Δ lnTRA	-5.475599	0.0002
Δ lnGDP	-4.421837	0.0021

Tablo 57'deki birim kök testi sonuçları incelendiğinde, (lnEI) enerji yoğunluğu, (lnFDI) doğrudan yabancı yatırımlar, (lnIND) sanayi katma değeri, (lnTRA) ticari dışa açıklık ve (lnGDP) reel GSYH değişkenlerinin olasılık değerlerinin %5 anlamlılık düzeyinden yani (0,05) den büyük olması sebebiyle durağan değildir. (lnTAX) çevre vergisi değişkeninin olasılık değeri ise %5 anlamlılık düzeyinden küçük olduğu için durağandır. Bu nedenle değişkenlerin birincil farkları alınarak tekrar birim kök testinin yapılması gerekmektedir. Değişkenlerin birincil farkları alınarak yapılan birim kök testi sonucuna göre altı değişkenin de olasılık değerlerinin %5 anlamlılık düzeyinden küçük olması sebebiyle durağandır sonucuna varılmaktadır.

Değişkenlerin altısı da aynı seviyede durağan olmayıp düzeyde ve birinci düzeyde durağan oldukları için, her bir değişkene ARDL sınır testi uygulanacaktır. Bunun için de öncelikle Bounds testleri yapılacaktır (Pesaran vd., 2001).

5.3.2.2. Eş Bütünleşme Testi Sonuçları

Değişkenlerin kısa ve uzun dönem nedensellik ilişkisinin incelenmesine imkân sağlayan sınır testi EViews programında yapılarak F istatistik değerinin alt ve üst sınır değerlerine bakılarak eş bütünleşme ilişkileri yorumlanmaktadır. F istatistik değerinin alt ve üst sınır değerlerinden büyük olması durumunda eş bütünleşmenin olduğu, aksi durumda ise eş bütünleşmenin olmadığı sonucuna varılmaktadır. EViews programında yapılan sınır testi sonuçları tablo 58’de yer almaktadır.

Tablo 58. Baounds Sınır Test Sonuçları

Model			F-İstatistiği	
Y= f (EI, FDI, IND, TAX, TRA, GDP)			7.140824	
Kritik Değerler	%1	%2,5	%5	%10
I(0)	3.5	3.11	2.81	2.49
I(1)	4.63	4.13	3.76	3.38

Tablo 58’de sunulan eş bütünleşme testi sonuçları incelendiğinde elde edilen F istatistiği değerinin (7.140824) %1 anlamlılık düzeyinde I(1) sınırına karşılık gelen kritik değer üzerinde olması nedeniyle eş bütünleşme ilişkisinin geçerli olmadığı yönündeki sıfır hipotezinin reddedildiği, bir başka deyişle değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettikleri gözlemlenmektedir.

Eş bütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra, kurulan modelin gerekli varsayımları sağlayıp sağlamadığının incelenmesi önem arz etmektedir. Bu doğrultuda yapılan varsayım testleri sonuçları Tablo 59’da görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, Breusch-Godfrey Otokorelasyon testi (LM) sonucunda modelde otokorelasyon sorunu bulunmadığı; ARCH testi sonucunda modelde değişen varyans sorunu olmadığı; Jargue-Bera normalite (JB) hata terimlerinin normal dağılıma sahip oldukları ve Ramsey-Reset testi (RAMSEY) sonucunda modelde doğru fonksiyonel formun kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca, parametre istikrarının

sınandığı, Şekil 14’de yer alan CUSUM ve CUSUMQ testleri sonucunda parametrelerin istikrarlı olduğu gözlemlenmiştir.

5.3.2.3. ARDL Kısa – Uzun Dönem Katsayı Tahmini ve Varsayım Testleri Sonuçları

Bu bölümde ARDL kısa ve uzun dönem tahmini ve varsayım testleri yapılarak bağımsız değişkenlerin (doğrudan yabancı yatırımlar, sanayi katma değeri, çevre vergisi, ticari açıklık ve reel GSYH) bağımlı değişken üzerindeki etkileri, ARDL katsayı tahmincisi ile araştırılmış ve sonuçlar Tablo 59’a aktarılmıştır.

Tablo 59. ARDL Kısa – Uzun Dönem Katsayı Tahmini ve Varsayım Testleri Sonuçları

	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık
Kısa Dönem			
DlnFDI	0.009266	1.129911	0.3017
DlnIND	0.488607	4.747587	0.0032
DlnTAX	0.041888	2.001490	0.0922
DlnTRA	0.169862	5.359706	0.0017
DlnGDP	0.089490	0.977090	0.3663
CointEq (-1)	-1.161399	-9.998577	0.0001
Uzun Dönem			
lnFDI	0.043891	1.642490	0.1516
lnIND	1.907370	4.006927	0.0071
lnTAX	0.360475	4.817812	0.0029

lnTRA	0.253444	2.653905	0.0378
lnGDP	-1.171522	-2.190841	0.0710
@TREND	0.036659	2.357804	0.0565
Varsayım Testleri	F-istatistiği	Olasılık	
LM	0.248950	0.6390	
ARCH	0.939650	0.3434	
JB	0.565224	0.753812	
RAMSEY	0.000378	0.9852	
CUSUM	İstikrarlı	İstikrarlı	
CUSUMQ	İstikrarlı	İstikrarlı	

Öncelikle tablo 59’da yer alan kısa dönemli bulguları değerlendirecek olursak şunu söyleyebiliriz: Sanayi katma değeri, ticari açıklık ve çevre vergisi değişkenlerinin olasılık değerlerinin %10 ve %5 anlamlılık düzeyinden küçük olması nedeniyle, bu değişkenlerin enerji yoğunluğu üzerinde *pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip oldukları* söylenebilir. Yani, bu değişkenler enerji yoğunluğunu artırarak enerji verimliliğini azaltmaktadır. Diğer değişkenler olan doğrudan yabancı yatırımların ve reel GSYH’nın olasılık değerlerinin %5 anlamlılık düzeyinden büyük olması nedeniyle *bu iki değişkenin enerji yoğunluğu üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olmadığı* görülmektedir.

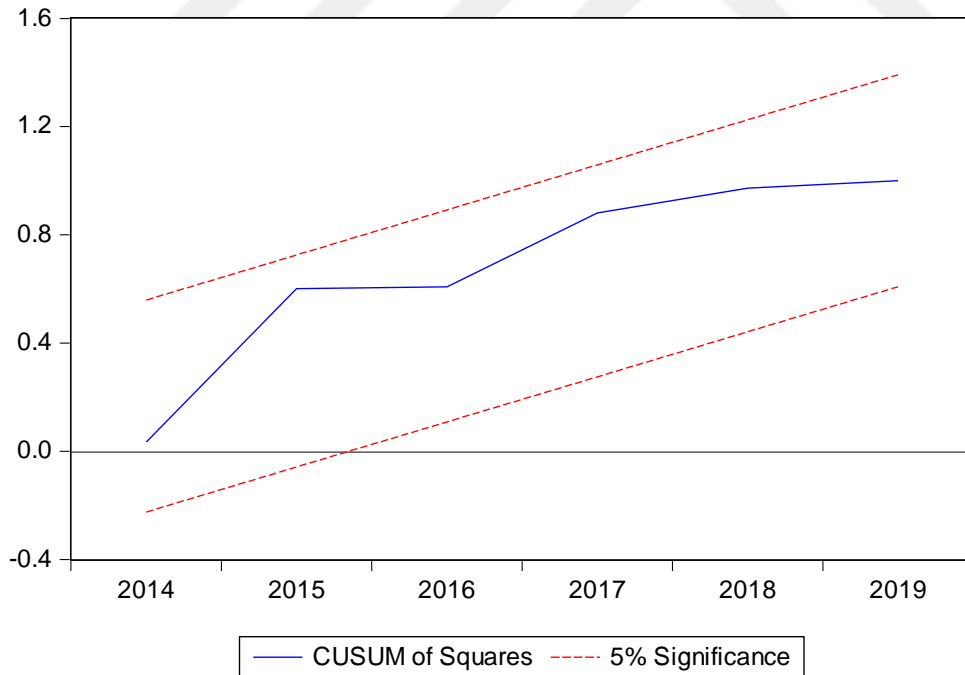
Uzun dönemli sonuçlarına bakıldığında, doğrudan yabancı yatırımların, kısa dönem ile benzer şekilde *istatistiki olarak anlamsız olduğu* görülmektedir. Bu durum, Türkiye’de doğrudan yabancı yatırımların enerji yoğunluğu üzerinde önemli bir etki oluşturabilecek düzeye ulaşmadığını göstermektedir. Buna karşılık, *uzun dönemde sanayi katma değeri, çevre*

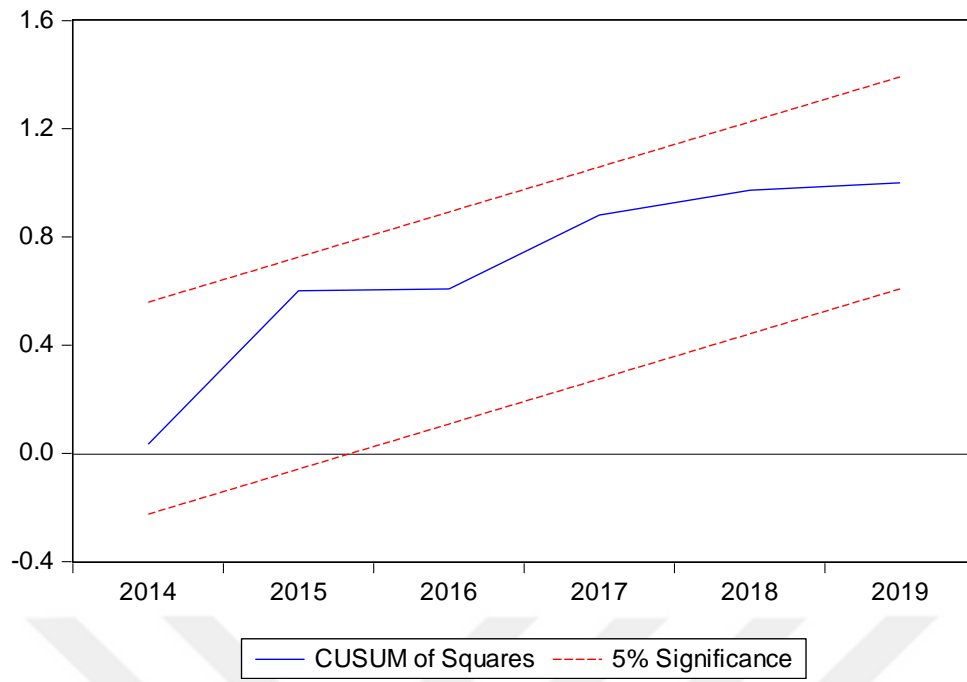
vergisi ve ticari açıklığın enerji yoğunluğu üzerinde pozitif ve anlamlı etkilere sahip oldukları ve enerji yoğunluğunu arttırarak enerji verimliliğini azalttıkları sonucuna varılmaktadır. Reel GSYH'daki artışların enerji yoğunluğunu azaltarak enerji verimliliğini arttırdığı görülmektedir.

ARDL sınır testine göre hesaplanan kısa ve uzun dönem katsayılarının istikrarlı olup olmadığının araştırılması için CUSUM ve CUSUMQ Parametre İstikrar Testlerinin yapılması gerekmektedir. Bu test ayrıca veri setinde bir kırılmanın olup olmadığı hakkında da bilgi vermektedir. Yapısal değişikliğin olup olmadığının belirlenmesi için yapılan bu testin sonuçları şekil 14'te yer almaktadır.

Şekil 14'te yer alan değerler bandın içinde olduğundan, değişkenlere ait veri setine ilişkin herhangi bir yapısal kırılmanın olmadığı ve ARDL sınır testine göre hesaplanan kısa ve uzun dönem katsayılarının istikrarlı olduğu sonucuna varılmaktadır. Böylece yapısal kırılmayı ifade etmek üzere bir yapay değişken kullanmaya gerek kalmamaktadır.

Şekil 14. CUSUM ve CUSUMQ Parametre İstikrar Testi Sonuçları





ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir ülkenin en önemli ihtiyaçlarının başında enerji gelmektedir. Bu ihtiyacın artması uluslararası düzeyde ciddi rekabete neden olmaktadır. Kaynakların sınırlılığı ve maliyetlerinin yüksekliği, insanları ve ekonomileri yeni kaynak arayışlarına itmiştir. Bu nedenle kaynakların üretimi, kullanımı ve temini stratejik bir başarı getirmektedir. Birincil enerji kaynaklarının doğal süreçlere bağlı olması, enerji temini konusunda ülkeleri birbirine bağımlı kılmaktadır. Ülkeler arasında zaman zaman savaflara ve küresel krizlere sebep olan enerji konusu, ticari ve siyasi ittifakların oluşmasına da yol açmaktadır. 21. Yüzyıl boyunca nüfus artışına bağlı olarak enerji talebinin artacağı senaryoları, ülkeleri enerji tedarigi konusunda tedirgin etmiş ve arz güvenliği sanayileşmiş ülkelerin en önemli sorunu olmuştur.

Dünya rezervlerinin ve enerji kaynaklarının düzensiz dağılmış olması ve hükümetler tarafından yanlış yönetilmesi enerji kullanımındaki en önemli zorluklardan biridir. Enerji denklemini küresel bir sorundur. Bu nedenle de uluslararası kurallar, denklemini her geçen gün zorlaştırmaktadır. Özellikle enerjide dışa bağımlı ülkelerin enerji politikaları ve bu alandaki stratejileri bu denkleme göre şekillenmektedir. Türkiye gibi enerji bağımlılığı yüksek olan ülkelerde uluslararası anlaşmalar, ilişkiler, kaynak yoğunluğu, sanayi katma değeri, çevre vergileri, ticari dışa açıklık, doğrudan yabancı yatırımlar ve enerji fiyatları, politikaların belirlenmesine yön vermektedir. Bu nedenle, politika yapıcılar enerji verimliliğini arttırmak ve azalan kaynakları daha etkin kullanmak amacıyla enerji verimliliğine yönelmişlerdir.

Enerji politikalarının oluşumunda enerji verimliliğinin sağlanması hedefi ayrı bir yere ve öneme sahiptir. Enerji verimliliği; maliyetlerin düşürülmesi, dışa bağımlılığın azaltılması, arz güvenliği, sürdürülebilirlik ve iklim değişikliği gibi birçok konuyu kapsamaktadır. Kısacası, enerji verimliliği, enerji politikalarının bütün amaçlarına hizmet edecek önemli bir değişkendir.

Bu çalışmada, Türkiye’de enerji politikalarının etkinliği konusu hem yerel hemde küresel düzeyde teorik ve ampirik olarak analiz edilmiştir. Bu amaçla tezin ikinci bölümünde enerji çeşitleri ve özellikleri ele alınarak enerji kaynakları sınıflandırılıp ülke bazında enerji kaynaklarının mevcut rezervleri, üretim ve tüketim verileri tablolarla gösterilerek verilmiştir. Ayrıca enerji kaynaklarının ülke ve bölge bazında dağılımları ile arz ve talep yönleri ele alınmıştır. Bunların yanısıra enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki de teorik olarak açıklanmıştır. Günlük yaşamı etkileyen ve dünya ekonomisine yön veren enerji

kaynağı petroldür. Bu kaynağın %70'i ulaşımda, geri kalanı ise üretimde hammadde olarak kullanılmaktadır. Petrol ve doğalgaz rezervi Dünyada en çok Orta Doğu'da yer almaktadır. Bu kaynakların en fazla tüketildiği ülkeler sıralamasında en başta Çin, ABD ve Doğu Asya gelmektedir. Türkiye'de ise fosil yakıt rezervi ise daha yoğundur. Taşkömürü ve linyit bu sıralamada başı çekmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin elektrik tüketimleri yükselen ekonomik büyüme ile paralel bir seyir izlemektedir. Bu nedenle birincil enerji tüketimi petrol ve doğalgaz gibi dışa bağımlılığı yüksek olan kaynaklardan temin edilmiş ekonomilerde ekonomik büyüme olumsuz etkilenmektedir.

Üçüncü bölümde; Türkiye'nin enerji politikaları ele alınmıştır. Politikaların amaçları, araçları, politikaları etkileyen unsurlar verilerek enerji tasarrufu ile verimlilik, ar-ge çalışmaları ve arz güvenliği başlıkları açıklanmıştır. Avrupa Birliği'nde Enerji ve İklim Politikalarının II. Dünya Savaşı sonrası ortaya çıktığı ve 1968 yılında petrol ihraç eden ülkeler arasında OPEC'in kurulduğu bilinmektedir. 1973'teki petrol ambargosu ile Avrupa'nın çeşitli ülkelerine ekonomik darbe inmiştir. 1982 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesiyle birlikte yeni enerji politikaları oluşmaya başlamıştır. Bu politikaların; arz güvenliğini sağlamak, rekabetçi bir piyasa yapısı oluşturmak ve sürdürülebilir bir ekonomik kalkınma sağlamak gibi üç temel amacı olmuştur. Devletlerin enerji politikalarını oluşturmak için enerji üretimi ve tüketimine ilişkin güncellemeler yapmaları gerekmektedir. Verimliliği arttıracak başarılı politikaları seçmek ve devam ettirmek gerekir. Enerji politikalarının şekillenmesinde küresel ısınma ve iklim değişikliği kadar arz-talep eğilimleri, diplomasi, dış enerji ilişkileri ve uluslararası uygulamalar da önemli rol oynamaktadır.

Çalışmanın Dördüncü bölümünde; Türkiye'deki enerji türleri daha geniş bir şekilde ele alınarak bölgesel dağılımlarına, kurulu güç kapasitelerine, enerji potansiyellerine ve enerji politikalarını güçlendirecek mevzuata yer verilmiştir. Ayrıca Türkiye'de enerji türlerine göre; enerji üretimi, kullanımı, ithalat ve ihracat ilişkisi izah edilmiştir. Yine bu bölümde Türkiye'de enerji verimliliği konusu daha geniş bir şekilde anlatılmış olup, enerji fiyatlarına ve ithal enerji bağımlılığına, Türkiye'nin jeopolitik konumuna ve enerji politikalarının gelişimine değinilmiştir. Enerji kaynaklarını çeşitlendirme çabaları enerji politikalarının önemli bir parçasıdır. Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları kurulu güç kapasitesi, 2019 yılı itibariyle en çok biyokütle ve hidroelektrik enerji kaynaklarında yoğunlaşmaktadır. 2001 yılında çıkarılan Elektrik Piyasası Kanunu ile elektrik enerjisi piyasasına ilişkin yasal düzenlemeler ve denetlemeler yapılmıştır. Çevre sorunlarına yönelik farkındalıklar arttırılmaya çalışılmış, emisyon limitleri ile hava kalitesi izlenmiştir. Türkiye'de de enerji

kaynaklarının daha verimli kullanılmasına ilişkin çözümler üretmek amacıyla alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasını teşvik etmek için yasal düzenlemeler yapılmıştır.

Beşinci Bölüm’de Türkiye’de enerji politikalarının etkinliği 1994-2019 verileri kullanılarak ekonometrik olarak analiz edilmiştir. Bu bölümde model ve değişkenleri, yöntem, verilerin niteliği ve bir literatür taraması yapıldıktan sonra ampirik analiz yapılmış, elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Bu analizde, bağımlı değişken olarak enerji verimliliğinin önemli bir göstergesi olan enerji yoğunluğu alınmıştır. Bağımsız değişkenler olarak da doğrudan yabancı yatırımlar, sanayi katma değeri, çevre vergisi, ticari dışa açıklık ve reel GSYH değişkenleri kullanılmıştır. Analizin başlangıcında yapılan birim kök testi sonucunda değişkenlerin düzeyde ve birinci düzeyde durağanlaştığı görülmüştür.

Bu işlem akabinde, değişkenler arasında kısa ve uzun dönemli ilişkinin varlığını tespit etmek için uygulanan eşbütünleşme testlerinin sonuçları, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olduğunu göstermiştir. Bunun üzerine, analize kısa ve uzun dönemli ARDL sınır testi tahmini ve varsayım testleri yapılarak devam edilmiş, ayrıca bu testlerin sıhhatini ve uyumunu kontrol etmek amacıyla ARDL kontrol testi uygulanmış, kısa ve uzun dönem katsayılarının istikrarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Daha sonra, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkene etkilerini yorumlamak için kısa ve uzun dönemli ARDL tahmini testleri yapılmıştır. Testler sonucunda bulunan katsayılar; doğrudan yabancı yatırımların hem kısa ve hem de uzun dönemde enerji verimliliği ve dolayısıyla enerji yoğunluğu üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını; sanayi katma değerinin, çevre vergilerinin ve ticari açıklığın ise enerji yoğunluğu üzerinde kısa ve uzun dönemde pozitif ve anlamlı etkileri bulunduğunu göstermiştir. Reel GSYH’nın ise kısa dönemde anlamlı bir etkisinin olmadığı, fakat uzun dönemde reel GSYH’da bir birimlik artışın enerji yoğunluğunu -1.17 birim azaltarak enerji verimliliğini arttırdığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuç; Adom’un yaptığı çalışma ile örtüşmektedir. Söz konusu ekonometrik sonuçlar Türkiye’de enerji politikalarının etkin olmadığını doğrular niteliktedir. Bu bulgular; doğrudan yabancı yatırımların kısa ve uzun dönemde enerji yoğunluğu üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Doğrudan yabancı yatırımların; sanayileşmeyi, üretimi, istihdamı ve ekonomik büyümeyi olumlu etkilemesinin yanı sıra iç piyasada yabancı yatırımcı sayısını arttırması sebebiyle gelişmiş ülkeler tarafından tercih edilmeyip daha çok az gelişmiş ülkeler tarafından tercih edildikleri bilinen bir gerçektir. Ekonomik ve sosyal refah için, Türkiye’nin uzun zamandır doğrudan yabancı yatırım alma konusunda çalışmaları mevcuttur. Fakat Türkiye’ye gelen doğrudan yabancı yatırımların hem

yeterli seviyede olmaması hem de teknolojik yeterliliklerinin düşük olması sebebiyle, enerji yoğunluğu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu ampirik olarak doğrulanmamıştır.

Sanayi enerji yoğunudur ve Türkiye'deki artan sanayileşmenin daha fazla endüstriye ve enerji tüketimine neden olması sebebiyle sanayi katma değerinin enerji yoğunluğunu arttırdığı görülmektedir. Artan enerji yoğunluğu da enerji verimliliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bununla mücadele çalışmalarının en başında maliyetleri düşürerek katma değerinin artmasını sağlamak ve ihracata odaklanmak gelmektedir. Böylece ithal bağımlılığı yüksek olan birincil enerji kaynakları kullanımı yerine, tercih edilen yenilenebilir enerji kaynakları ile maliyetler düşecek, ihracata odaklanmayla da sanayi katma değeri artmış olacaktır. Fakat Türkiye'de enerji maliyetlerinin yüksek olması bu çalışmaları olumsuz etkileyen en önemli sebeptir.

Enerjinin vergilendirilmesinin birçok gerekçesi vardır. Fosil enerji kaynaklarının kullanımını sınırlandırmak ve temiz enerji kaynaklarının kullanımlarını teşvik etmek amacıyla düzenlenen çevre vergisi de bunlardan biridir. Bu sebeple, çevre vergisinin, fosil enerji kullanımına bağlı karbon emisyonunu azaltarak enerji yoğunluğunu da düşürmesi beklenir. Türkiye'de firmaların daha inovatif düşünüp A sınıfı enerji tüketebilen teknolojiler üretme çabaları yetersizdir. Firmaların enerji yoğunluğunu azaltacak teknolojiler yatarmaktansa vergi maliyetlerine katlanmayı tercih etmeleri enerji yoğunluğunu arttırmakta ve verimliliği azaltmaktadır.

Ticari dışa açıklık değişkeninin, yurtiçi firmaları rekabet açısından tetikleyerek tasarrufa neden olan teknolojileri kullanmaya teşvik edip enerji yoğunluğunu azalttığı tahmin edilmektedir. Oysa Türkiye'de ticari dışa açıklık oranlarındaki artış enerji yoğunluğunu düşürmemiş, aksine arttırmıştır ve böylece enerji verimliliği azalmıştır.

Birim hâsıla başına tüketilen enerji miktarı olarak ifade edilen enerji yoğunluğu oranı gelişmiş ülkelerde düşüktür ve bu nedenle enerji verimliliği yüksektir. Fakat eşit miktarlarda enerji tüketen ama farklı zenginliklere sahip olan ülkeler mevcuttur. Bunun nedeni ülkelerde uygulanan ekonomi politikalarıdır. Sanayileşmesini tamamlamış ve hizmet sektörüne yönelmiş ülkelerde enerji verimliliği yüksektir. Türkiye son zamanlarda az da olsa enerji yoğunluğunu azaltabilmiştir. Son olarak reel GSYH değişkenindeki artış oransal olarak enerji yoğunluğunu azaltmış ve enerji verimliliğini arttırmıştır.

Bu sonuçlara göre, enerji politikalarının belirlenmesinde, özellikle kısa ve uzun vadeli karar alma süreçlerinde, Türkiye'nin enerji verimliliğini etkileyen sanayi katma değerinin, çevre vergilerinin, ticari dışa açıklığın ve reel GSYH'nin enerji verimliliği üzerinde istatistiki

olarak anlamlı bir etkiye neden olduğu gerçeğinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Doğrudan yabancı yatırımların daha etkili sonuçlar verebilmesi için, bunların Türkiye'ye teknoloji transfer eden projelerle gelmeleri gerekmektedir. Sanayi katma değerini arttırmak için kendi ürettiğimiz ürünlere/aramalara ve ihracata odaklanarak ithalatı kısıtlamak daha anlamlı olacaktır. Enerji tasarruflarının enerji yoğunluğunu azalttığı yönündeki çalışmalardan yola çıkılarak enerji kaynaklarının daha etkin kullanımı için israfın önlenmesi, enerji tüketim alışkanlıklarının değiştirilmesi ve bu konuda toplum bilincinin artırılmasına yönelik çalışmaların yapılması gerekirken, enerji maliyetlerinin düşürülmesi için ise ithal enerji kaynakları kullanımının sınırlandırılarak yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artırılması gerekmektedir. Ayrıca; enerji tasarrufu sağlayan teknolojilerin üretilebilmesi için üniversite-sanayi işbirlikleri artırılmalı ve buna yönelik projeler ödüllendirilmelidir. Ayrıca, etkin olmaları için çevre vergileri oranlarının artırılması gerekmektedir. En önemlisi de, tüm bunların uygulama süreçleri sıkı bir şekilde takip edilmelidir.

KAYNAKÇA

- Türkiye Taşkömürü Kurumu (2019). *2018 Yılı Taşkömürü Sektör Raporu*. (2019). Türkiye Taşkömürü Kurumu.
- Adom, P. K. (2015). Asymmetric Impacts of The Determinants of Energy İntensity in Nigeria. *Energy Economics*, 49, 570-580.
- Aguirre, M., & Ibikunle, G. (2014). Determinants of Renewable Energy Growth: A Global Sample Analysis. *Energy policy*, 69, 374-384. <https://doi.org/10.1016.2014.02.036>
- Akbaş, Y. E., & Şentürk, M. (2013). Mena Ülkelerinde Elektrik Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki Karşılıklı İlişkinin Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 41, 45-67.
- Akıncı, M., Sevinç, H., & Yılmaz, Ö. (2018). Jevons Paradoksu: Enerji Etkinliği ve Rebound Etkisi Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. *Fiscaoeconomia*, 2(1). <https://doi.org/10.25295>
- Alan S., M., Richard G., R., & John P., W. (1978). Energy Policy Modeling: A Survey. *Perations Research Society of America*, 27.
- Albers, M. (2001). *Energy Liberalisation and EC Competition Law*. 25.
- Alodalı, M. F. B., Kocaoğlu, M., & Usta, S. (2020). Türkiye’de Enerji Politikaları ve Bölgesel İşbirliğinin Önemi. *Paradoks Ekonomi Sosyoloji ve Politika Dergisi*, 16(2), 189-202.
- Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı 1990-1994* (Sy 2174; s. 362). (1990). Devlet Planlama Teşkilatı.
- Aras, E. (2013). The Necessity of Nuclear Energy in Turkey: A Comparison with Hydropower Energy. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 8(2), 107-114. <https://doi.org/10.1080/15567249.2011.633594>

- Aslani, A., Naaranoja, M., & Wong, K.-F. V. (2013). Strategic Analysis of Diffusion of Renewable Energy in The Nordic Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 497-505. <https://doi.org/10.1016.2013.012.060>
- Atiyas, I. (2006). *Elektrik Sektöründe Serbestleşme ve Düzenleyici Reform*. Tesev.
- Aydın, L. (2016). *Enerji Ekonomisi ve Politikaları* (C. 1-2). Seçkin Ekonomi.
- Ayres, R. U., & Warr, B. (2009). *The Economic Growth Engine How Energy and Work Drive Material Prosperity*. Edward Elgar Publishing Limited.
- Aytaç, D. (2010). *Enerji Piyasasında Fiyat Politikaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi*. Hacettepe Üniversitesi.
- Aytüre, S. (2013). Avrupa Birliği'nin Enerji Politikasında Son Gelişmeler ve Türkiye'ye Yansımaları. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3, 35-51.
- Bahar, O. (2005). Türkiye'de Enerji Sektörü Üzerine Bir Değerlendirme. *Muğla Üniversitesi SBE Dergisi*, 14.
- Balat, M. (2010). *Security of Energy Supply in Turkey: Challenges and Solutions*. 51. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.02.033>
- Bayraç, H. N., & Çildir, M. (2017). AB Yenilenebilir Enerji politikalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, ICMEB17, 201-212.
- Bilginoglu, M. A., & Dumrul, C. (2012). Türkiye Ekonomisinin Enerji Bağımlılığı Üzerine Bir Eş Bütünleşme Analizi. *Journal of Yasar University*, 26(7), 4392-4414.
- Birchfield, V. L., & Duffield, J. S. (Ed.). (2011). *Toward a common European Union energy policy: Progress, problems, and prospects*. Palgrave Macmillan.
- BOTAŞ Sektör Raporu* (s. 32). (2016). BOTAŞ.
- BP Statistical Review of World Energy June 2002*. (t.y.).

BP Statistical Review of World Energy June 2011. (t.y.).

Buluş, A., & Topallı, N. (2011). Energy Efficiency and Rebound Effect: Does Energy Efficiency Save Energy? *Energy and Power Engineering*, 3, 355-360.
<https://doi.org/10.4236/epe.2011.33045>

Burton, T., Sharpe, D., Jenkins, N., & Bossanyi, E. (2001). *Wind Energy Handbook*.

Coal in the Energy Supply of China (s. 113). (1999). CIAB Asia Committee.

Committee on the Strategic Assessment of the U.S. Department. (1995). *Coal Energy for the Future*. NATIONAL ACADEMY PRESS.

Couture, T., & Gagnon, Y. (2010). An Analysis of Feed-in Tariff Remuneration Models: Implications for Renewable Energy Investment. *Elsevier Ltd.*, 38, 955-965.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.047>

Çam, S., Sigeze, Ç., & Ballı, E. (2018). Türkiye'nin Enerji Verimliliğinin Yapay Sinir Ağı ve ARDL Yaklaşımı ile Analizi. *EGE AKADEMİK BAKIŞ*, 18(14), 661-671.
<https://doi.org/10.21121/eab.2018442994>

Çayır Ervural, B., Ervural, B., & Evren, R. (2016). *Enerjide Optimizasyon Uygulamaları: Bir Literatür Araştırması*. 16, 51-70. <https://doi.org/10.21121/eab.2016OZEL24419>

Çelikkaya, A. (2017). Yenilenebilir Enerjinin Teşvikine Yönelik Uluslararası Kamu Politikaları Üzerine Bir İnceleme. *Maliye Dergisi*, 172, 52-84.

Çiçek Bezir, N., Öztürk, M., & Özek, N. (2009). *Renewable Energy Market Conditions and Barriers in Turkey*. 13, 1428-1436. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.09.001>

Destek, M. A. (2019). Türkiye'de Temiz Enerji Projelerinin Finansmanı: Yerli ve Yabancı Sermayenin Rolü. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14(1), 187-200.

Doğal Gaz Piyasası 2001 Yılı Sektör Raporu. (2012). [Söktör Raporu].

Doğan, H., & Yılankırkan, N. (2015). Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Projeksiyonu. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3, 375-383.

- Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013)* (s. 96). (2007). [Özel İhtisas Komisyonu Raporu].
- Duncan, R. C. (2005). *The Olduvai Theory Energy, Population, and Industrial Civilization. The Social Contract*, 12.
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK)*. (2012). [Enerji Raporu].
- Düzgün, B. (2018). Türkiye Elektrik İletim ve Dağıtım Şebekesinin Enerji Verimliliğinin Değerlendirilmesi ve 2023 Projeksiyonları. *Politeknik Dergisi*, 21(3), 621-632.
<https://doi.org/10.2339>
- EIA. (2013). [Independent Statistics&Analysis]. Dünya Enerji Tüketimi.
- Elektrik Piyasası 2018 Yılı Piyasa Gelişim Raporu*. (2019). T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu.
- Enerji Alanı Ulusal Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Hazırlanmasına İlişkin Bilgi Notu*. (2010). TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı.
- Erdal, L. (2012). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Yatırımları ve İstihdam Yaratma Potansiyeli. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 4(1), 171-181.
- Erdoğan, N. (2017). TANAP Projesinin Türkiye ve Azerbaycan Enerji Politikalarındaki Yeri ve Önemi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(3), 10-26.
- Erdoğdu, E. (2010). Natural Gas Demand in Turkey. *Applied Energy*, 87, 211-219.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.07.006>
- ESMAP Report. (2000). *TURKEY Energy and the Environment Issues and Options Paper* (Sy 229; s. 46).
- Evans, D. (1978). *Western Energy Policy*. Palgrave Macmillan UK.
<https://doi.org/10.1007/978-1-349-16016-7>
- Fanchi, J. R. (2005). *Energy In The 21st Century*. Colorado School of Mines.

- Ghosh, T. K., & Prelas, M. A. (2009). *Energy Resources and Systems*. Missouri-Columbia Üniversitesi.
- Goetzberger, A., & Hoffmann, V. U. (2005). *Photovoltaic Solar Energy Generation*.
- Goldthau, A., & Witte, J. M. (2010). *Global Energy Governance The New Rules of the Game* (1. bs). Global Public Policy Institute, Berlin.
- Gökce, C., & Babacanoğlu, R. (2020). Türkiye’de Enerji Arz Güvenliği Riskinin Makroekonomik Etkileri: Vektör Hata Düzeltme Modeli. *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 158-176.
- Griffin, J. M., & Steele, H. B. (1986). *Energy Economics and Policy* (1. bs). Academic Press, Inc.
- Güner, S., Albostan, A., & Fırtına, İ. (2009). *Türkiye’nin Enerji Arz Güvenliği ve Enerji Senaryoları*. Türkiye 11. Enerji Kongresi, İzmir.
- Hamzaçebi, C. (2006). Forecasting of Turkey’s Net Electricity Energy Consumption on Sectoral Bases. *Published by Elsevier Ltd.*, 35, 2009-2016.
- Harikrishnan T, & Thayyib Sahini, K. M. (2010). *Green Energy Technology, Economics and Policy*. Taylor & Francis Group.
- Herbst, A. M., & Hopley, G. W. (2007). *Nuklear Energy Now: Why the Time Has Come for the World’s Most Misunderstood Energy Source*.
House of Commons Business and Enterprise Committee. (2008). House of Commons.
- Hudson, E. A., & Jorgenson, D. W. (1978). Energy policy and US economic growth. *The American Economic Review*, 68(2), 118–123.
- Kalogirou, S. A. (2009). *Solar Energy Engineering Processes and systems*. Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Karagöl, E. T., & Tür, M. R. (2017). *Türkiye’de Elektrik Enerjisi* (s. 52). SETA.

- Karahan, H., & Toptas, M. (2013). The Effect of Power Distribution Privatization on Electricity Prices in Turkey: Has Liberalization Served the Purpose? *TÜBİTAK*, 63, 614-621.
- Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk, Y., & Kurt, R. (2001). *Biyokütleinin Türkiye’de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi*. 13(19), 63-75.
- Key World Energy Statistics*. (2010). International Energy Agency.
- Korkmaz, S., & Yılgör, M. (2011). Enerji Tüketimi ve İktisadi Büyüme İlişkisi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 111-125.
- Kömürcü, M. İ., & Akpınar, A. (2009). Importance of geothermal energy and its environmental effects in Turkey. *Renewable Energy*, 34, 1611-1615. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.11.012>
- Luft, G., & Korin, A. (2009). *Energy Security Challenges for the 21st Century*. Greenwood.
- Marata, G., Ferrer, O. S., Dorrill, J. W., & Watkins, E. L. (2010). Renewable Energy Incentives in the United States and Spain: Different Paths – Same Destination? *Journal of Energy & Natural Resources Law*. <https://doi.org/10.1080/02646811.2010.11435251>
- Marschoff, C. M. (1998). Transition From Non-Renewable to Renewable Energy Sources: Fuel Cells in Antarctica as an Economically Attractive Niche. *Uluslararası Hidrijen Enerjisi Dergisi*, 23, 303-306. <https://doi.org/0360-3199/98>
- Meral, M. E., Teke, A., & Tümay, M. (2009). Elektrik Tesislerinde Enerji Verimliliği. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 14(1).
- Merdivenci, F. (2005). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Alternatiflerinin Secimi İcin Graf Teori ve Matris Yaklaşım. *Istanbul University Econometrics and Statistics e-Journal*, 13, 23-40.

- Min, F., Yang, Y., Tian, L., & Zhen, Z. (2017). The Spatiotemporal Dynamics of Natural Gas Imports in OECD Countries. *MDPI*. <https://doi.org/10.3390/su9112106>
- Mouraviev, N., & Koulouri, A. (2019). *Energy Security Policy Challenges and Solutions for Resource Efficiency*. Springer Nature Switzerland AG.
- Mucuk, M., & Uysal Doğan. (2009). Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme. *Maliye Dergisi*, 157, 105-115.
- Narin, M. (2008). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Tarımı. *Gazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 18.
- Nasser, S. N., Abe, H., & Hirakawa, S. (1982). *Hydraulic Fracturing and Geothermal Energy*. Kluwer Academic Publisher Group.
- Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı. (2010). *Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler* (1. bs).
- Oral, M. (2017). *Enerji Coğrafyası Perspektifinde Türkiye’nin Enerji Politikaları* [Doktora Tezi]. Karabük Üniversitesi.
- Öcal, O., & Aslan, A. (2013). Renewable Energy Consumption–Economic Growth Nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 494-499. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.036>
- Özer, S., & Sönmez, F. (2013). Türkiye’de Elektrik Enerji Depolanmasına Alternatif Çözüm Önerileri. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 39-48.
- Özev, M. H. (2017). *Küresel Denklemden Türkiye’nin Enerji Güvenliği* (Sy 89).
- Palmer, K., Paul, A., Woerman, M., & Steinberg, D. C. (2011). *Federal Policies for Renewable Electricity: Impacts and Interactions*. 39, 3975-3991. <https://doi.org/10.1016.2011.01.035>
- Pandey, B., & Karki, A. (2017). *Hydroelectric Energy: Renewable Energy and the Environment*. CRC Press.

- Patel, M. R., D., Ph., & E., P. (1999). *Wind and Solar Power Systems*. U.S. Merchant Marine Academy.
- Peker, H. S. (2014). *Türkiye'nin Enerji Arz Güvenliği ve Ölçülmesi: Türkiye'nin Enerji Arz Güvenliği Endeksine Yönelik Bir Uygulama* [Doktora Tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Ranja, T. (2004). Ten Years After Liberalizing Petroleum Marketing in East Africa: Is the Playing Field Still Tilted Against the National Entrepreneurs. *Economic and Social Research Foundation Africa*.
- Robinson, D. J. (2015). *The Energy Economy*. Palgrave Macmillan.
- Sabah, E., Mart, U., & Çelik, M. S. (2002). 1970-2000 Yılları Arası Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketiminde Kömürün Yeri. *Madencilik*, 41(2).
- Sağbaşı, A., & Başbuğ, B. (2018). Sürdürülebilir Kalkınma Ekseninde Enerji Verimliliği Uygulamaları: Türkiye Değerlendirmesi. *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 1(2), 2651-3412.
- Schaffer, L. M., & Bernauer, T. (2014). Explaining Government Choices for Promoting Renewable Energy. *Energy policy*, 68, 15-27. <https://doi.org/10.1016>
- Scheer, H. (2002). *The Solar Economy Renewable Energy for a Sustainable Global Future*. Earthscan.
- Seungtaek, L., Yeowon, K., & Wai K, C. (2015). A Statistical Analysis of Effectiveness of Energy Policy in the United States: Incentives vs. Regulations. *Procedia Engineering*, 118, 1282-1287. <https://doi.org/10.1016>
- Sevim, C. (2012). Küresel Enerji Jeopolitiği ve Enerji Güvenliği. *Journal of Yasar University*, 26(7), 4378-4391.
- Shahid, A., & A.A., H. (1978). A Multivariate- Utility Approach For Selection Of Energy Sources. *Pergamon Press Ltd.*, 6(3), 669-700.

- Simmons, R. A., Coyle, E. D., & Chapman, B. (2014). *Global Energy Policy Perspectives*. Purdue University Press.
- Sovacool, B. K., & Drupady, I. M. (2012). *Energy Access, Poverty, and Development* (C. 3). Ashgate Pub. Company.
- Sögüt, Z., & Oktay, Z. (2004). Sanayi Sektöründe Enerji Taramasının Enerji Verimliliğine Etkisi ve Bir Uygulama. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10, 151-162.
- Strangfeld, J. A. (2006). “Corporate Unity as a Power Dynamic: A Study of Corporate Cohesion in the Formation of the 1979 National Energy Policy and the 1992 Energy Policy Act. *ProQuest Information and Learning Company*, 164.
- Şenel, M. C., & Koç, E. (2014). Türkiye’de ve Dünya’da Rüzgar Enerjisi Durumu—Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makina Odası*, 56(663), 47-56.
- Tabak, J. (2009). *Solar and Geothermal Energy*. Facts On File.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2015). *2015-2019 Stratejik Planı*.
- TMMOB Enerji Görünümü* (Sy 691; s. 308). (2018). TMMOB.
- Tosun, J., Biesenbender, S., & Schulze, K. (Ed.). (2015). *Energy Policy Making in the EU* (C. 28). Springer London. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6645-0>
- TSKB Sektörel Görünüm* (s. 31). (2019). Türk Sınai Kalkınma Bankası.
- TSKB Sektörel Görünüm* (s. 57). (2018). Türk Sınai Kalkınma Bankası.
- TÜBA-Nükleer Enerji Raporu* (Sy 29; s. 72). (2019). Türkiye Bilimler Akademisi.
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji Verimliliği Kurumsal İncelemesi* (Sy ACS12738; s. 88). (2015). International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.
- Uğurlu, Ö. (2006). *Türkiye’de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları*. Ankara Üniversitesi.
- Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005* (s. 254). (2000). DPT.

- Üstün, G. E., & Genç, B. (2015). Dünya’da ve Türkiye’de Biyoyakıtların Durumu. *Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü*, 2, 157-164.
- W. Palz, Coombs, J., & Hall, D. O. (2006). *Energy Form Biomass*. Taylor & Francis Group.
- Wachtel, A. (2010). *Geothermal Energy*. RJF Publishing LLC.
- Wang, K., Lu, B., & Wei, Y.-M. (2014). China’s Regional Energy and Environmental Efficiency: A Range-Adjusted Measure Based Analysis. *Center for Energy and Environmental Policy Research Beijing Institute of Technology*, 61.
- World Energy Balances*. (2018). International Energy Agency.
- Yao, S., & Herrerias, M. J. (Ed.). (2014). *Energy Security and Sustainable Economic Growth in China*. Palgrave Macmillan UK. <https://doi.org/10.1057/9781137372055>
- Yapıcı, K. (2014). *OECD ve IEA’nın Kömür Bilgisi 2013 Raporu’ndan Kömür Üretimi 13 Yıldır Kesintisiz Büyüyor* (Sy 451).
- YEGM Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023* (s. 96). (2018). Yenilenebilir Enerji ve Genel Müdürlüğü.
- Yergin, D., & Tuncay, K. (1995). *Petrol Para ve Güç Çatışmasının Epik Öyküsü*. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Yıldırım, H. H. (2019). Yenilenebilir Enerji Yatırımlarındaki Teşviklerin Yatırım Performansları Üzerine Etkisi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 330-345.
- Yıldız, F. (2011). *2000 Sonrası Türkiye İktisadının Değişimi* (31. bs). (İstanbul Ticaret Odası).
- Yılmazoğlu, M. Z. (2010). Isı Enerjisi Depolama Yöntemleri ve Binalarda Uygulanması. *Politeknik Dergisi*, 13(1), 33-42. <https://doi.org/10.2339/2010.13.1>
<https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2018/07/TEPG1.pdf>