



**İKTİSAT ANABİLİM DALI
SÜRDÜRÜLEBİLİR BÜYÜME-KALKINMA HEDEFİ
DOĞRULTUSUNDA KRİTİK EŞİK YENİLENEBİLİR
ENERJİ: TÜRKİYE EKONOMİSİ ÜZERİNE BİR
DEĞERLENDİRME
HAZIRLAYAN
Burak BAŞ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Murat AYKIRI
KARS-2019**



T.C

**KAFKASÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**SÜRDÜRÜLEBİLİR BÜYÜME-KALKINMA HEDEFİ
DOĞRULTUSUNDA KRİTİK EŞİK YENİLENEBİLİR
ENERJİ: TÜRKİYE EKONOMİSİ ÜZERİNE BİR
DEĞERLENDİRME**

Burak BAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Danışman ve Jüri Üyeleri
Dr. Öğr. Üyesi Murat AYKIRI
Doç. Dr. Ertan TOKUCU
Dr. Öğr. Üyesi Serkan KÜNÜ**

KARS-2019

T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Burak BAŞ tarafından hazırlanan *SÜRDÜRÜLEBİLİR BÜYÜME VE KALKINMA HEDEFİ DOĞRULTUSUNDA KRİTİK EŞİK YENİLENEBİLİR ENERJİ: TÜRKİYE EKONOMİSİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME* başlıklı bu çalışma, 12.06.2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda *başarılı* bulunarak jürimiz tarafından *İKTİSAT* Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak birliğiyle kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ (Unvanı, Adı ve Soyadı)

Başkan : Doç. Dr. Erkan TOKUCU

İmza: 

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Murat AYKIRI

İmza: 

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Serkan KÜNÜ

İmza: 

ONAY

Bu tezin kabulü Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun/...../..... tarih ve/..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Yaşar KOP

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “*Sürdürülebilir Büyüme ve Kalkınma Hedefi Doğrultusunda Kritik Eşik Yenilenebilir Enerji: Türkiye Ekonomisi Üzerine Bir Değerlendirme*” çalışmanın öneri aşamasından sonuçlanmasına kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu çalışmamda doğrudan ve dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

SCIENTIFIC ETHIC STATEMENT

I declare that I complied with the rules of academic and scientific ethics from the proposal stage to the process of completion of the study titled “*Renewable Energy As A Critic Threshold Towards Sustainable Growth And Development: An Assessment Upon The Economy Of Turkey*” as a Master Thesis I prepared, that I obtained all information in term Project with the framework of scientific ethics and traditions, that I showed sources to the each quotation I made directly or indirectly in this study I prepared as a term Project in accordance with the writing rules and works which I used have been shown in the bibliography.

12. / 06 / 2019

Burak BAŞ



İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	III
KISALTMALAR	IV
TABLolar LİSTESİ	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
GİRİŞ	1
1.KÜRESEL ISINMA KAVRAMI VE SERA GAZLARI	3
1.1.Küresel Isınma Kavramı ve Nedenleri.....	3
1.2.Küresel Isınmaya Neden Olan Gazlar.....	4
1.3.İklim Değişiklikleri, Kanıtları ve Etkileri	5
1.4.İklim Değişikliğinin Türkiye Üzerindeki Etkisi	7
2.ENERJİ KAVRAMI, ENERJİ KAYNAKLARI, DÜNYA VE TÜRKİYE’DE ENERJİ KULLANIMI	11
2.1.Enerji Kavramı.....	11
2.2.Enerji Kaynakları	11
2.2.1.Yenilenemez Enerji Kaynakları	11
2.2.1.1.Kömür	12
2.2.1.2.Petrol	13
2.2.1.3.Doğal gaz	14
2.2.1.4.Nükleer Enerji.....	15
2.2.2.Yenilenebilir Enerji Kaynakları	16
2.2.2.1.Güneş Enerjisi	17
2.2.2.2.Rüzgar Enerjisi.....	17
2.2.2.3.Jeotermal Enerji	18
2.2.2.4.Hidrolik Enerji	19
2.2.2.5.Biyokütle Enerjisi	20
2.2.2.6.Hidrojen	21
2.2.2.7.Deniz Kökenli Enerjiler	22
2.2.2.8.Yakıt Pili Teknolojisi	23
2.3.Dünya Enerji Kaynakları Kullanımı	25

2.3.1.Fosil Enerji Kaynakları Kullanımı	25
2.3.1.1.Kömür Kullanımı	25
2.3.1.2.Petrol Kullanımı	26
2.3.1.3.Doğal gaz Kullanımı	27
2.3.1.4.Nükleer Enerji Kullanımı	28
2.3.2.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımı	29
2.3.2.1.Güneş Enerjisi Kullanımı	30
2.3.2.2.Rüzgar Enerjisi Kullanımı	31
2.3.2.3.Jeotermal Enerji Kullanımı	33
2.3.2.4.Hidrolik Enerji Kullanımı	33
2.3.2.5.Biyokütle Enerjisi Kullanımı	34
2.3.2.6.Deniz Kökenli Enerji Kullanımı	34
2.4.Türkiye’de Enerji Potansiyeli ve Kullanımı	34
2.4.1.Türkiye’de Fosil Enerji Kaynakları Potansiyeli Ve Kullanımı	36
2.4.1.1.Türkiye’de Kömür Potansiyeli ve Kullanımı	36
2.4.1.2.Türkiye’de Petrol Potansiyeli ve Kullanımı	37
2.4.1.3.Türkiye’de Doğal gaz Potansiyeli ve Kullanım	38
2.4.2.Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Kullanımı	39
2.4.2.1.Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı	40
2.4.2.2.Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı	40
2.4.2.3.Türkiye’de Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Kullanımı	41
2.4.2.4.Türkiye’de Hidrolik Enerji Potansiyeli ve Kullanım	42
2.4.2.5.Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı	43
3.İKTİSADİ BÜYÜME VE ALTERNATİF BÜYÜME TEORİLERİ	44
3.1. İktisadi Büyüme Kavramı	44
3.2. Sürdürülebilir Büyüme ve Kalkınma Kavramı	45
3.3. İktisadi Büyümenin Kaynakları	46
3.4. Büyüme Modelleri	46
3.4.1. Schumpeter ve Yaratıcı Yıkıma Dayalı Büyüme	48
3.4.2. İçsel Büyüme Modelleri	49
3.4.3. Lucas: Beşeri Sermaye Modeli	50
3.4.4. Ar-Ge’ye Dayalı Büyüme Modelleri	52
3.4.4.1. Romer Modeli	52

3.4.4.2. Grossman ve Helpman Modeli	53
3.4.4.3. Aghion ve Howitt Modeli	54
3.4.4.4. Kamu Politikası Modeli	54
3.5. İktisadi Büyüme İle İlgili Alternatif Görüşler	55
3.5.1. Yeşil Ekonomi	55
3.5.2. Yeşil Yeni Düzen	58
3.6. Çevre-Büyüme İlişkisi ve Yeşil Büyüme	61
3.6.1. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi	62
3.6.2. Yeşil Büyüme.....	63
3.6.3. Yeşil Büyüme Yolunda Piyasa Enstrümanları.....	66
3.6.3.1. Vergiler ve Kirletme İzinleri.....	67
3.6.3.2. Sübvansiyonlar ve Teşvikler.....	68
3.6.3.3. Kamusal Düzenlemeler	70
4.ENERJİ-BÜYÜME İLİŞKİSİ VE ENERJİYE DAYALI BÜYÜME	
TEORİLERİ.....	73
4.1. Enerji Ekonomisi	74
4.1.1. Sürdürülebilir Enerji	75
4.1.2. Enerjinin Ekonomi Politığı	77
4.2. Enerjiye Dayalı Büyüme Teorisinin Tarihsel Gelişimi	79
4.2.1. Klasik ve Neoklasik Büyüme Kuramlarında Enerji.....	80
4.3. Ekolojik İktisat ve Biyofiziksel Üretim Teorisi.....	82
4.4. Enerjiye Dayalı Büyüme.....	87
4.5. Enerji-Büyüme İlişkisine Yönelik Hipotezler	89
4.5.1. Jevons Paradoksu	89
4.5.2. Hotelling Kuralı	92
4.5.3. Hamilton-Burbidge-Harrison (HBH) Modeli	94
4.5.4. Daly'nin Durağan Durum Dengesi	97
4.5.5. Doğal Kaynakların Laneti Hipotezi	100
5. ENERJİ POLİTİKALARI VE TÜRKİYE'DE ENERJİ	
POLİTİKALARIYLA İLGİLİ YAKLAŞIMLAR.....	104
5.1. Dünyada Enerji Politikaları.....	105
5.1.1. ABD'de Enerji Politikaları	106
5.1.2. Avrupa Birliği'nde Enerji Politikaları	107

5.1.3. Rusya’da Enerji Politikaları	108
5.1.4. Çin’de Enerji Politikaları	109
5.2. Dünya’da Yenilenebilir Enerji ile İlgili Politikalar ve Teşvikler.....	110
5.2.1. ABD’de Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Teşvikler	111
5.2.2. Çin’de Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Teşvikler	112
5.2.3. Avrupa Birliği’nde Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Teşvikler	114
5.2.4. Brezilya’da Yenilenebilir Enerji Politikalar ve Teşvikler	116
5.3. Türkiye’de Enerji Politikaları	117
5.3.1. Türkiye’de Enerji ile İlgili Genel Durum	117
5.3.2. Türkiye’de Enerji İthalatı.....	121
5.3.3. Türkiye’de Enerji Mevzuatı	122
5.3.4. Kalkınma Planlarında Enerji	124
5.4. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikaları	128
5.4.1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji ile İlgili Hedefler	130
5.4.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji ile İlgili Destek ve Teşvikler	132
5.4.3. Yenilenebilir Enerji ile İlgili Performans Değerlendirmeleri	137
5.4.4. Yenilenebilir Enerji ile İlgili Politika Önerileri	141
SONUÇ.....	144
KAYNAKÇA	149
ÖZGEÇMİŞ.....	163

KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
SÜRDÜRÜLEBİLİR BÜYÜME-KALKINMA HEDEFİ DOĞRULTUSUNDA
KRİTİK EŞİK YENİLENEBİLİR ENERJİ: TÜRKİYE EKONOMİSİ
ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Burak BAŞ
Dr. Öğr. Üyesi Murat AYKIRI
2019 – VII 163

ÖZET

Sanayi devriminden günümüze enerji, ülkelerin ekonomik ve sosyal kalkınmasında en temel unsur olmuştur. 1.ve 2. Sanayi devrimlerinin enerji kaynakları olan kömür ve petrol hızla tükenmekte, kullanılan bu yakıtların çevreye olan zararları insanlığın geleceğini tehdit eder hale gelmektedir. Petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar fosil enerji kaynaklarına bağımlı ülkelerin enerji arz güvenliğini olumsuz yönde etkilemekte ve bu nedenle bu ülkelerde sürdürülebilir büyüme hedefi zaman zaman sekteye uğramaktadır. Bu durum yenilenebilir enerjinin önemini gün geçtikçe artırmakta ve Türkiye gibi fosil enerji kaynakları bakımından dışa bağımlılığı yüksek olan ülkelerin sürdürülebilir büyüme ve kalkınma hedeflerinin önünde büyük bir engel teşkil etmektedir. Bu bakımdan Türkiye, sürdürülebilir bir büyüme ve kalkınma gerçekleştirebilmek için yenilenebilir enerji politikalarını ciddi bir şekilde ele almalıdır.

Bu çalışmada iklim değişikliklerinin Türkiye üzerindeki etkisi, 20. yüzyılda şekillenen yeni büyüme teorileri ve yeşil büyüme kavramı, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli bu potansiyelin modern enerji politikaları doğrultusunda nasıl değerlendirilebileceği, yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak sürdürülebilir büyüme ve kalkınmanın nasıl sağlanabileceği üzerine yoğunlaşmaktadır.

Anahtar kelimeler: Fosil Yakıtlar, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Sürdürülebilir Büyüme ve Kalkınma, Enerji Politikaları.

KAFKAS UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF SOCIAL SCIENCES
FACULTY OF ECONOMICS
RENEWABLE ENERGY AS A CRITIC THRESHOLD TOWARDS
SUSTAINABLE GROWTH AND DEVELOPMENT: AN ASSESSMENT
UPON THE ECONOMY OF TURKEY
MASTER'S THESIS
Burak BAŞ
Assist. Prof. Dr. Murat AYKIRI
2019 – VII + 163

ABSTRACT

Energy is a main factor in social and economic development of countries since industrial revolution. Coal and oil, which are energy sources of first and second industrial revolution, are depleting swiftly and harms of these fuels upon environment are becoming danger on the future of humanity. Fluctuations on oil prices are negatively affect supply security of energy of countries which are dependent on fossil fuels and thus the aim of sustainable growth on these countries are interrupted occasionally. With this issue, the prominence of renewable energy is increased day-by-day and also obstacle is created on the sustainable development and growth policy of countries such as Turkey which is heavily foreign-dependent country on fossil fuel. Therefore Turkey should seriously approach to renewable energy policies in order to realize sustainable growth and development.

In this study, it will be concentrated that the effects of climate changes of Turkey, new growth policies and the term of green growth that shaped in 20th century, the renewable energy potential of Turkey, how can be assessed this potential towards modern energy policies, how can be provided sustainable growth and development with renewable energy sources.

Keywords: Fossil fuels, Renewable Energy Source, Sustainable Growth and Development, Energy Policies.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Günümüz modern yaşamının vazgeçilmez unsuru enerjidir. Öyle ki üretilen tüm ürünler, kullandığımız tüm aletler enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Enerjinin elde edilmesinde kullanılan enerji kaynakları bu nedenle son derece önemlidir. Ancak sanayi devriminin başlangıcından günümüze kadar kullanılan fosil enerji kaynakları çevresel tahribata yol açmış ve doğal denge bozulmaya başlamıştır. Bu sebeple ekolojik dengeyi bozmadan ekonomik büyümenin devam ettirilebileceği modellere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ön plana çıkmaktadır.

Türkiye gibi enerji kaynakları bakımından dışa bağımlılığı yüksek ülkeler için yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi hem çevresel hem de ekonomik açıdan gereklidir.

Bu çalışma, küresel iklim değişikliklerine dikkat çekmeyi, Dünya ve Türkiye’de var olan enerji görünümünü güncel istatistikî bilgiler ışığında değerlendirmeyi, ekolojik dengeyi dikkate alan sürdürülebilir ekonomik büyüme ile ilgili teorik çalışmaları ortaya koymayı ve bunlara uygun enerji politikalarının neler olduğunu tespit etmeyi amaçlamaktadır.

Bu yüksek lisans tez çalışmasının hazırlanması süresince bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren saygıdeğer hocam Dr. Öğt. Üyesi Murat AYKIRI’ya teşekkürü borç bilirim. Ayrıca beni her daim destekleyen sevgili aileme, tez çalışmam süresince yardımlarını esirgemeyen sevgili dostlarım Ümit Can ÜNAL’a, Erman KAHRİMAN’a, Doğuş Rodan ERTAŞ’a ve tüm arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

KISALTMALAR

ABDAmerika Birleşik Devletleri

AB Avrupa Birliği

ETKB Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

EPDKEnerji Piyasası Düzenleme Kurulu

GSYİH Gayri Safi Yurt İçi Hasıla

HESHidroelektrik Santral

JES Jeotermal Santral

GES Güneş Enerjisi Santrali

TEP Ton Eşdeğer Petrol

kWhKilo Watt Saat

m³metre küp

LPG Sıvılaştırılmış Petrol Gazı

LNGSıvılaştırılmış Doğalgaz

kW Kilo Watt

MWMega Watt

GWGiga Watt

TWTera Watt

OECDOrganisation for Economic Co-operation and Development

TWhTera Watt Saat

GWh Giga Watt Saat

YEGMYenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

°C Santigrat derece

MJ Mega jul

KgKilogram

Kcal Kilo Kalori

Km Kilometre

NASANational Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)

BP British Petroleum

m²Metre kare

W Watt

mMetre

m/s Metre bölü saniye

km³ Kilometre küp

Ar-Ge Araştırma ve Geliştirme

IMF International Monetary Fund (Uluslararası Para Fonu)

KDV Katma Değer Vergisi

TL Türk Lirası

RES Rüzgar Enerjisi Santrali



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1: Enerji kaynakları karşılaştırmaları	16
Tablo 2.2: Dünya nükleer enerji kullanımı ve elektrik üretim kapasitesi	29
Tablo 2.3: Güneş enerjisi kurulu gücü (MW)	31
Tablo 2.4: Rüzgar enerjisi kurulu güç listesi (MW).....	32
Tablo 2.5: Türkiye birincil enerji arzı (ton eşdeğer petrol).....	35
Tablo 2.6: Türkiye taşkömürü üretim ve ithalatı (bin ton).....	37
Tablo 2.7: Türkiye ham petrol üretim ve tüketimi	38
Tablo 2.8: Türkiye doğalgaz istatistikleri (milyon cm3).....	39
Tablo 3.2: Yeşil büyüme için ekonomik ve politik enstrümanlar	71
Tablo 4.1: Ekolojik iktisatın geleneksel iktisattan farklı yönleri	84
Tablo 5.1: 2023 yılı için ulusal hedef ve elektrik, ısıtma-soğutma, ulaştırma sektörlerinde yenilenebilir kaynakların payında beklenen ilerlemeler (%)	132
Tablo 5.2: Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları için uygulanan sabit fiyat garantisi	133
Tablo 5.3: Yeni yatırım teşvik programının ayrıntıları	136

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Sera etkisi	3
Şekil 1.2: Türkiye ortalama sıcaklıkları (1970-2014).....	8
Şekil 1.3: Türkiye 2041-2099 tahmini sıcaklık haritaları	9
Şekil 2.1: Dünyada kullanılan enerji kaynakları.....	25
Şekil 2.2: Dünya kömür üretimi ve tüketimi (Mtpe)	26
Şekil 2.3: Dünya petrol üretimi ve tüketimi (milyon varil)	27
Şekil 2.4: Dünya doğal gaz üretim ve tüketimi (milyar metreküp)	28
Şekil 2.5: Dünya elektrik üretimindeki yenilenebilir enerji oranları.....	30
Şekil 2.6: Dünya jeotermal enerji kurulu gücü (MW).....	33
Şekil 2.7: Türkiye jeotermal kaynaklar alan haritası	41
Şekil 3.1: Çevresel Kuznets eğrisi	62
Şekil 5.1: ABD’de yenilenebilir enerji kullanım oranları	111
Şekil 5.2:Çin’de yenilenebilir enerji kaynaklarının yıllar itibariyle kullanım düzeyleri	113
Şekil 5.3: Brezilya’da yenilenebilir enerji kaynaklarının yıllar itibariyle kullanım düzeyleri.....	116
Şekil 5.4: Türkiye’nin birincil enerji arzı (milyon TEP)	117
Şekil 5.5: 1990-2016 yıllarında Türkiye enerji üretimi ve arzı (milyon TEP) ve toplam enerji üretiminin arzı karşılama oranı (%)	118
Şekil 5.6: 1990- 2017 yılları arasında elektrik üretimi (TWh)	119
Şekil 5.7: 1990-2017 yılları arasında elektrik tüketimi (TWh)	120
Şekil 5.8: Türkiye elektrik tüketim talep tahminleri.....	120
Şekil 5.9: 1999-2015 Türkiye toplam birincil enerji arzı, toplam elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme yıllık artışları	121
Şekil 5.10: Teşvik planına göre Türkiye’nin bölgeleri.....	135

GİRİŞ

İnsanlık üretim sürecinin başından beri enerjiye ihtiyaç duymuş ve ihtiyaç duyduğu enerjiyi doğal kaynaklardan karşılamaya çalışmıştır. Birinci sanayi devrimiyle buhar gücünü kullanan insanlık, ikinci sanayi devrimiyle karbon temelli fosil yakıtları enerji kaynağı olarak kullanmaya başlamıştır. Özellikle sanayileşmenin hızla dünya geneline yayılması ve gelişmesi beraberinde enerjiye olan ihtiyacı ve talebi devasa boyutlara taşımıştır. Gelişme ve refah seviyelerinin daha da üst seviyelere çıkarma yarışı içinde olan ülkelerin enerji kaynaklarına sahip olma mücadelesi, dünyada birçok sosyo-ekonomik ve siyasal sorunun yaşanmasına vesile olmuş ve olmaya devam etmektedir. Ancak bu mücadele bir taraftan dünya üretimini ve refahını artırırken diğer taraftan fosil yakıt kullanımı neticesinde atmosferde biriken zararlı gazların yaratmış olduğu ağır tahribatlar ekonomik büyümenin sürdürülebilirliğine olan inancı büyük oranda azaltmaktadır.

Atmosferde biriken sera gazları küresel olarak ortalama sıcaklıkları arttırmakta ve ani iklim değişikliklerine neden olabilmektedir. Zira bu güne kadar yapılan iklim çalışmalarının sonuçları dünyanın sıcak-soğuk iklim döngüsünün fosil yakıt kullanımına bağlı olarak önemli ölçüde bozulmaya başladığını, dünyanın yaşanabilir bir yer olmaktan hızla uzaklaştığını göstermektedir.

Ekonomik ve sosyal kalkınmanın en temel faktörü olan enerji ülkelerin en önemli ihtiyaçlarından birisidir. Günümüzde artan enerji ihtiyacı enerji üretimini, tüketimini ve ticaretini stratejik bir alan haline getirmiştir. Bu nedenle ülkeler enerji ihtiyaçlarını kısa, orta ve uzun vadede planlama ihtiyacı duymakta ve üretim-tüketim stratejilerini bu planlara göre kurgulamaktadırlar. Dolayısıyla ülkelerin güvenilir, kolay ulaşılabilir, ucuz ve sürdürülebilir bir enerji arzı sağlaması daha önemli bir hal almaya başlamıştır. Ancak fosil yakıt kullanımına dayalı enerji faaliyetleri geçmişten günümüze birçok çevre sorununa neden olmaktadır. Bu sorunların en önemlisi de küresel ısınmaya bağlı iklim değişiklikleridir. Bu bağlamda iklim değişikliklerini göz önüne alan, ekolojik dengeyi koruyacak, sürdürülebilir bir büyüme ve kalkınma modeline gereksinim duyulduğu açıktır.

20. yüzyılda ülke ekonomilerinin devasa büyüme oranları yakalaması enerji talebinin devamlı olarak artmasına neden olmuş, bu durum ülkelerin enerjiiyi planlı programlı ve istikrarlı bir şekilde arz etmelerini gerekli kılmıştır. Bu bağlamda ülkeler enerji rejimlerini düzenleyecek politikalar oluşturmuşlar, mevzuatlar, yönetmelikler ve yasalar çıkartarak enerji ilişkilerini belli normlara oturtmaya çalışmışlardır. Küreselleşen dünyada fosil enerji kaynaklarının azalışı ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına daha ciddi yaklaşımlarına sebebiyet vermekte ve bu konuda politikalar oluşturmayasevk etmektedir. Teknolojinin hayatın her alanına girmesi ve buna bağlı olarak giderek artan enerji talebi, enerji politikalarının önemini giderek artırmaktadır.

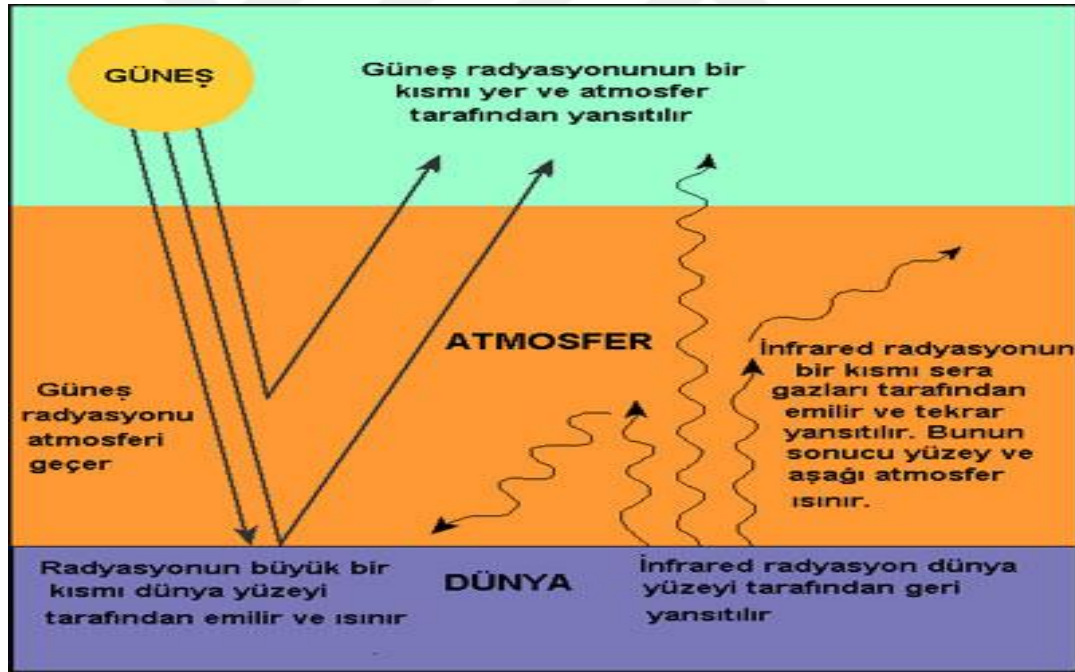
Bu çalışmanın amacı, fosil yakıt kullanımına bağlı enerji arzının doğaya olan olumsuz etkilerini ortaya koymak, doğal ve yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arz potansiyelini saptamak, yeşil ekonomi, yeşil büyüme ve bu kavramlar ışığında sürdürülebilir büyüme-kalkınmanın nasıl sağlanacağını incelemektir. Bu amaç doğrultusunda; çalışmanın birinci bölümünde genel olarak atmosfere salınan sera gazlarının neden olduğu küresel ısınma kavramı incelenmekte, küresel iklim değişikliklerinin dünyada ve Türkiye’de yaratmış olduğu etkilerden bahsedilmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde yenilenebilir enerji kaynakları, gelişen yeşil enerji teknolojileri, Türkiye’deki fosil ve yenilenebilir enerji arzı potansiyeline yer verilmektedir. Üçüncü bölümde büyüme teorileri ve bu konuda alternatif görüşlerel alınmış, dördüncü bölümde büyüme ve enerji ilişkisi incelenmiş, beşinci bölümde ise gelişmekte olan ülkelerde ve Türkiye özelinde yeşil enerji çağında sürdürülebilir büyümenin ve kalkınmanın sağlanması noktasında atılan adımlar, uygulanan enerji politikaları ve bu politikaların yansımaları tartışılmaya çalışılmıştır.

1.KÜRESEL ISINMA KAVRAMI VE SERA GAZLARI

1.1.Küresel Isınma Kavramı ve Nedenleri

Yerkürenin sıcaklığı, Güneş'ten gelen enerji ve bu enerjinin yeniden uzaya yansıtılması arasındaki dengeyle belirlenmektedir.Güneş'ten gelen enerji, kısa dalga-morötesi- formu olarak dünyamıza ulaşmaktadır. Isınan Yerküre yüzeyi uzun dalga-kızılötesi- ışınımı yayar. Ortalama olarak Dünya'ya ulaşan Güneş ışınlarının üçte biri yeniden uzaya yansıtılır. Geriye kalan üçte ikilik bölümün bir kısmı atmosfer, geriye kalan kısmı ise karalar ve okyanuslar tarafından emilmektedir.Atmosferde doğal olarak bulunan sera gazları Güneş ışınımını tutarak ve yeniden yayılmasını sağlayarak atmosferin ısınmasını sağlamaktadır.(Maslin, 2011: 13).

Şekil 1.1: Sera etkisi



Kaynak:Boğaziçi Üniversitesi, 2018

Doğal sera gazları karbondioksit, metan, azot oksitler, ozon, su buharı ve kloroflorokarbonlardır. Bu gazlar ısı enerjisinin atmosferin yüksek katmanlarına erişmesine engel olmaktadır (Çepel, 2003: 3). Yerkürenin atmosferi %78 azot, %21

oksijen ve %1 de öteki gazlardan oluşmaktadır. Sera gazları olan karbondioksit atmosferin sadece %0,03-0,04'ünü, su buharı ise %0-%2'sini oluşturmaktadır. Bu iki gazın ürettikleri doğal sera etkisi olmasaydı yerkürenin ortalama sıcaklığının -20°C olacağı tahmin edilmektedir. Doğal sera gazlarıatmosfere battaniye etkisi yaparak Dünya'nın sıcaklığını 35°C 'ye yükseltmektedirler. (Maslin, 2011: 14).Küresel ısınma, yeryüzüne Güneş'ten gelen ışınların sera gazları nedeniyle atmosferden dışarı çıkamaması ve Dünya yüzeyinin aşırı ısınması olayı olarak tanımlanmaktadır.Bu aşırı ısınma olayının başlıca sorumluları karbondioksit (CO_2), metan (CH_4) ve Azot oksit (NO) gazlarıdır. Sanayi devrimden bu yana insanlığın kullandığı fosil yakıtlar atmosferimize bol miktarda zararlı gaz salınmasına yol açmıştır. 1958 yılında yapılan ölçümlerde hacme göre (ppmv) milyonda 316 parça olan karbondioksit oranı 1998'de yaklaşık milyonda 369 olarak ölçülmüştür. Sanayi devrimi öncesi milyonda 280 parça olan karbondioksit oranı yaklaşık 160 milyar ton artmıştır ki bu rakam son buzul çağından sanayi devrimine kadar olan karbondioksit artışına eşittir. İnsan faaliyetleri sonucu son 250 yılda yılbaşına ortalama 8 milyar ton karbondioksit atmosfere salınmaktadır(Weier ve Riebeek, 2007: 2-3).

1.2.Küresel Isınmaya Neden Olan Gazlar

Atmosferimiz, güneşten dünyaya gelen kızılötesi ışınımının uzaya geri dönmesini engelleyen sera gazları barındırmaktadır. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin (NASA, 2018) araştırmalarına göre sera etkisi yapan gazlar karbondioksit, metan, azotoksit, kloroflorokarbon ve su buharıdır.

Karbondioksit (CO_2): Oran olarak az olmasına rağmen atmosferin önemli bir parçasını oluşturan CO_2 gazı canlıların doğal solunum artığı, volkan patlamaları ve fosil yakıt kullanımı yoluyla atmosfere salınmaktadır. Uzun süreli iklim değişikliklerinin en önemli nedeni olarak gösterilen bu gazın atmosferdeki oranında özellikle sanayi devriminden bu yana ciddi artışlar olduğu gözlemlenmektedir.

- Metan (CH_4): Hidrokarbon gazlarından olan metan doğal kaynaklar ve insan aktiviteleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Çöplük alanlarındaki atıkların çözünmesi, tarım faaliyetleri özellikle pirinç tarımı, büyükbaş hayvan gübreleri doğaya çok miktarda metan gazı salmaktadır. Metan gazı karbondioksitten en az 20 kat daha fazla sera etkisi yapmaktadır.

- Azotoksit (NO): Çok güçlü bir sera gazıdır. Toprak tarımı, özellikle organik gübre kullanımı, fosil yakıtların yakılması, nitrik asit üretimi ve biokütle yakıtlarının kullanılmasıyla ortaya çıkar.
- Kloroflorokarbonlar (CFCs): Sentetik birleşimli endüstriyel ürünlerin üretimi ve kullanımı yoluyla atmosfere salınır. Ozon tabakasını yok edici etkiye sahip bir sera gazıdır.
- Su buharı: Atmosferde en çok bulunan sera gazıdır. Doğal iklim dönüşümü için oldukça önemli bir gazdır. Atmosferin ısısını arttıran bu gaz aynı zamanda bulut ve yağmur oluşumuna da etki eder (NASA, 2018).

1.3. İklim Değişiklikleri, Kanıtları ve Etkileri

İklim değişikliği, “Karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” biçiminde tanımlanmaktadır (YEGM, 2018). 4,5 milyar yaşında olan Dünya’mız belirli dönemlerde doğal dengenin bozulması sebebiyle büyük iklim değişimlerinden geçmiştir. Etkileri bilinen değişimler ise 4. Jeolojik zamanda olan değişimlerdir (Öztürk, 2002: 48). Son 100 milyon yılda yerküre ikliminin soğumakta olduğu bilinmektedir. Kretase döneminin sıcak dünyası günümüzün daha soğuk ve dinamik dünyasına doğru ilerlemiştir. 35 milyon yıl öncesinden başlayarak, günümüzden 20.000 yıl öncesine kadar birçok kez “buzul dönemleri” yaşanmıştır. Bu buzullar arası dönemler 2,5 milyon yıl önceyle 0,9 milyon yıl öncesinde her 41.000 yılda bir, 0,9 milyon yıl öncesinden günümüze ise her 100.000 yılda bir gerçekleşmiştir. 10.000 yıl önce başlayan buzul çağı 4.000 yıla yakın sürmüştür ve sonrasında buzullar erimeye başlamıştır. Holosen dönem olarak adlandırılan dönemle birlikte sıcaklıklar hızla artmış, 6°C olan bu artış buzulları hızla eriterek deniz seviyesinin yaklaşık 120 metre yükselmesine sebep olmuştur. Antarktika buz kütleleri üzerinde yapılan araştırmalar bu dönemde atmosferdeki karbondioksit oranının 1/3 oranında arttığını, metan oranının da iki katına çıktığını göstermektedir. Bu da küresel sıcaklık artış-azalışlarının atmosferdeki karbondioksit ve metan miktarı ile ilgili olduğunu kanıtlar niteliktedir. Dünyanın ikliminin değişmesinin birçok çevresel, sosyal, ekonomik sebebi olacaktır. Geçmişteki küresel iklim değişimleri büyük canlı göçlerine, toplu

yok oluşlara ve uygarlıkların çökmesine neden olmuştur. Örneğin 4000 yıl önceki soğuk ve kurak dönem Mısır uygarlığının çöküşüyle örtüşmektedir. Orta Çağ Soğuk Dönemi Grönland'daki İskandinav kolonilerinin yok olmasına neden olmuş Avrupa'da kıtlık ve kitlesel göçler meydana gelmiştir (Maslin, 2011: 61-65).1816 yılında görülen anormal iklim koşulları nedeniyle özellikle Avrupa'da çok sayıda insan ve hayvan açlıktan ölmüş, mayıs-eylül dönemlerinde yaşanan aşırı soğuk hava sonucu 1800 insan donarak hayatını kaybetmiştir (Öztürk, 2002: 51).

Gezegeneimizin sıcaklığı geçen yüzyılda 1 C° artmıştır. Yapılan araştırmalar en az 4 derece daha artacağını göstermektedir. 2001 yılında bu yana geçen 16-17 yıl en sıcak yıllar olarak kayıtlara geçmiştir. Isınma devam ettikçe aşırı ve öngörülemeyen iklim olaylarıyla karşı karşıya gelinmesi olasıdır. (WWF, 2018).

Küresel ısınmanın insan sağlığı üzerinde de olumsuz etki yapacağı öngörülmüştür. Bu olumsuz etkilerin en önemlilerinden biri tatlı içme suyuna ulaşma olanağının azalmasıdır. Denizlerdeki tuzlu sular insanların ihtiyaçlarını karşılayabilecek nitelikte değildir. Karalardaki suyun yalnızca %10'u kullanılabilir tatlı sudur ve toplam su potansiyelinin %0,3'ünü oluşturmaktadır(Karaman ve Gökalp, 2010: 60). Modern çağda kentleşme oranlarındaki artış nedeniyle insanların büyük nüfuslu kentlerde yoğunlaşması hali hazırda su kaynakları üzerindeki baskıyı arttırmıştır. Sıcaklık, yağış ve deniz seviyelerindeki değişikliklerin tüm Dünya'da tatlı su kaynaklarına ulaşmada farklı etkiler yaratması beklenmektedir. Buharlaşma oranlarındaki artışlar su kaynaklarını etkileyecek ve sulama yapılan tarım arazilerindeki tuzlanma artacaktır. Deniz seviyelerindeki artış kıyılara tuz girmesine sebep olacak ve tatlı suya tuzlu deniz suyunun karışmasıyla su kaynaklarının kullanımı olumsuz etkilenecektir. Günümüzde yaklaşık 1,7 milyar insan su sıkıntısı çekmektedir.2025 yılında su sıkıntısı çeken insan sayısı 5 milyara çıkması öngörülmektedir. Kimi bol su kaynaklı ülkelerin aşırı yağış nedeniyle sel vakalarıyla karşılaşmaları günümüzde kuraklık sorunuyla karşılaşan ülkelerin daha kurak hale gelmeleri beklenmektedir. Özellikle altyapı sıkıntısı yaşayan Orta Asya, Kuzey Afrika ve Güney Afrika'da yağışların daha da azalmasına bağlı olarak yaşanacak kuraklıkların su kalitesini bozması ve içme suyuna ulaşımı daha da zorlaştırması tahminler içerisinde bulunmaktadır. (Maslin, 2011: 129-217).

Küresel iklim değişikliğinin ekolojik göçlere neden olması beklenmektedir. Deniz seviyesi yükselmeleri, aşırı kuraklıklar, sık ve artan yağışlar insanların yaşamlarının sürdürebilmek için gerekli kaynakları elde edebilmelerini zorlaştıracaktır. 2014’de Fiji’ de deniz sularının yükselmesi nedeniyle kıyı kesimlerden dağlık arazilere göç gerçekleşmiştir (Erk, 2017: 134). Myanmar’da gerçekleşen kasırgalar ve Hint Okyanusu’nda meydana gelen tsunami nedeniyle 2 milyondan fazla kişi göç etmiştir. 2005’deki Katrina Kasırgası sonucu 1,5 milyon kişi yer değiştirmek zorunda kalmıştır (Özgür, 2009:30). Ağustos 1992’deki Andrew Kasırgası Amerika Birleşik Devletleri’nde 20 milyar dolarlık hasara sebep olmuş, 53 kişinin ölümüne neden olmuştur. 1992’de Orta Amerika’yı etkileyen Mitch Kasırgası 20.000 kişinin ölmesine, 2 milyon kişinin evsiz kalmasına ve bölgenin ekonomik büyüme düzeyinin onlarca yıl geriye gitmesine sebep olmuştur. (Maslin, 2011: 123).

Doğal afetler büyük miktarda maddi hasara sebebiyet vermektedir. 1990’larda yaşanan afetlerde toplam ekonomik kayıp 608 milyar doları aşmıştır. İklim değişiklikleri sebebiyle 2050 yılına kadar yıllık 300 milyar dolarlık kayıp beklenmektedir. Küresel ısınmanın etkisi olsun olmasın doğal afetlerden en büyük zararı gören yoksul ülkeler olmuştur. Fırtına, kasırga, sel sayısında artış olsa bile yoksul ülkelerin ekonomik açıdan gelişmesi ölüm oranlarını hızla düşürebilir (Kadioğlu, 2007: 103). Küresel ısınmanın Dünya üzerinde yaşanamayacak alanlar oluşmasına neden olması muhtemeldir. Kaynakların azalması çatışmaları ve savaşları beraberinde getirecektir. Küresel iklim felaketleri sebebiyle oluşacak büyük göç akınlarına karşı tedbir alınmazsa durum insanlık için trajik bir hale dönüşebilir (Dedeoğlu, 2017: 224).

1.4. İklim Değişikliğinin Türkiye Üzerindeki Etkisi

Orta ılıman iklim kuşağında bulunan Türkiye’nin hiç şüphesiz ki küresel ısınmanın neden olacağı olumsuzluklardan belirli ölçülerde etkilenmesi muhtemeldir. Örneğin küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliklerinden Türkiye’de öncelikle tarımsal sektörlerin etkileneceği tahmin edilmekte ve hali hazırda etkilenmeye başladığı gözlemlenmektedir. Daha önce görülmeyen iklimsel olayların olması ya da sıklığının artması tarımsal üretimi tehlikeye atmaktadır. Türkiye’nin stratejik tarım ürünlerinden olan fındık üretiminin son 15 yılda birçok kez yaşanan olumsuz iklim

olayları nedeniyle düşmesi buna örnektir. 2004 yılında yaşanan “don afeti” sebebiyle rekoltenin 350 bin tona kadar düşmesi, 2009 aşırı yağış nedeniyle fındık rekoltesinin 800 bin tondan 500 bin tona gerilemesi, tekrar 2011 yılında yaşanan don afeti, olağan dışı iklimsel değişikliklerin tarımsal üretime yaptığı etkileri kanıtlar niteliktedir (ZMO, 2016).

Bölgesel bazda farklı coğrafi özelliklere sahip ülkemizde birbirinden farklı iklimsel özelliklerin yaşandığı göz önüne alındığında, küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliklerinin olumsuz etkilerinden ülkemizin her bölgesinin aynı düzeyde etkilenmeyeceği açıktır. Ancak hemen güneyinde çöl kuşağı bulunan ülkemizin küresel sıcaklıkların artması ile birlikte ortaya çıkacak ve kuzeye yönelecek “çölleşme” tehlikesiyle de karşı karşıya kalacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan Türkiye’de bazı bölgelerde yağışlardaki azalmaya bağlı olarak tatlı su kaynağı sıkıntısı yaşanacağı, bazı bölgelerde ise tersine aşırı yağışlar nedeniyle heyelanların ortaya çıkacağı ve sonuç olarak değişen iklim koşulları nedeniyle toprak yapısının bozularak tarımsal üretim hacminin önemli ölçüde bu olumsuzluklardan etkileneceği muhtemel öngörüler arasında yer almaktadır.(Şen, 2013: 20-25).

Şekil 1.2’de Türkiye’nin 1970- 2014 yılları arasında ortalama sıcaklığı ve bu sıcaklıktaki değişim gösterilmeye çalışılmıştır.

Şekil 1.2: Türkiye ortalama sıcaklıkları (1970-2014)

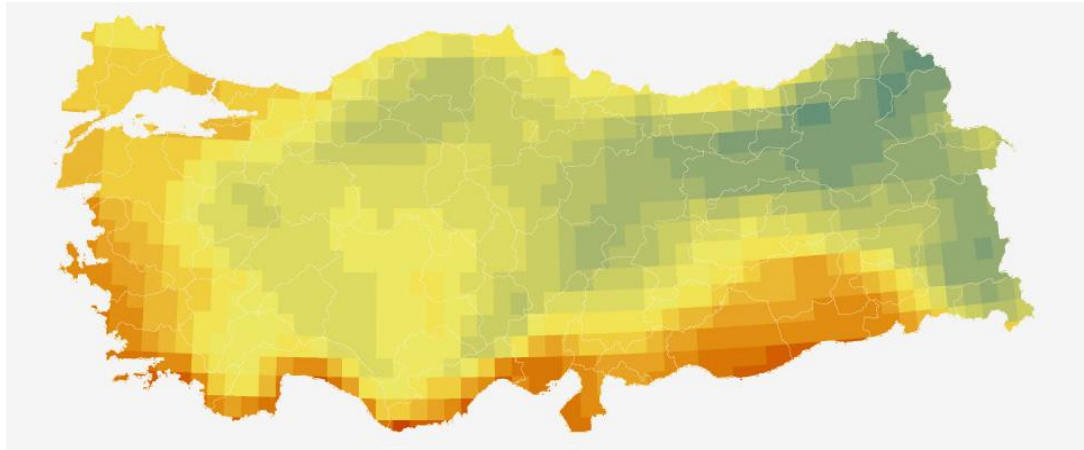


Kaynak:Gaia dergi, 2018

Şekil incelendiğinde; 1970 yılından 2014 yılına kadar geçen yaklaşık 45 yıllık süreçte ortalama sıcaklıkta 1,1°C'lik artış olduğu gözlemlenmektedir. Ortalama sıcaklıkların özellikle 1990'lı yıllardan sonra hızla artmaya başladığı dikkat çekmektedir. Şüphesiz bu sıcaklık artışları ve yağış azalması çoraklaşmayı da beraberinde getirecektir. Su kaynaklarındaki azalışın Türkiye'yi su kıtlığı çeken bir ülke konumuna getireceği beklenmektedir. Son yıllardaki nüfus artışlarıyla birlikte kişi başına kullanılabilir su miktarı 1500 m³düzeyine düşmüştür(Şen, 2013: 22). Güney havzalarında azalan yağışlar sebebiyle tarımsal sulama, enerji üretimi, hane halkı kullanımı ve sanayi kullanımı için gerekli su ihtiyacını karşılanamayacaktır. Avrupa'ya göre tarım verimi düşük olan ülkemiz, tarımda sulamaya ihtiyaç duyulan bölgelerde daha büyük zorluklarla karşılaşacaktır (Türkeş, 2013: 21-22).

Şekil 1.3'te A2 iklim değişikliği simülasyonu kullanılarak Türkiye'nin 2041-2099 yılları arasında tahmini sıcaklıkları gösterilmeye çalışılmıştır. Bu tahminler sonucunda 21. yüzyılın ortalarına kadar sıcaklıklar 1°C-2,5°C arasında yükselecek olması beklenmektedir. Özellikle Türkiye'nin doğu ve güneydoğu bölgelerinde sıcaklıkların nispeten daha yüksek olacağı öngörülmektedir (Şen, 2013: 13).

Şekil 1.3: Türkiye 2041-2099 tahmini sıcaklık haritaları



2041-2099 Dönemi Tahmini Sıcaklıkta

3,7-4 7,1-811,1-12 15,1-16 19,1-20 21,1-23



Kaynak: Climatechangeturkey, 2018

Türkiye için bir başka tehlike ise deniz seviyesi yükselmeleridir. Yapılan ölçümlerde Ege denizi ve Akdeniz'in yılda 1,6mm yükseldiği tespit edilmiştir. Olası iklim değişikliği senaryolarına göre deniz seviyelerinin 65 santimetre yükselmesi halinde Çarşamba, Bafra, Menemen, Balat ovası ayrıca Seyhan ve Ceyhan deltasının büyük bir bölümünün sular altında kalacağı öngörülmektedir. Türkiye tarım üretimi için oldukça önemli olan bu ovaların dışında İstanbul, İzmir ve Antalya gibi kıyı şehirleri de büyük risk altındadır(Şen, 2013:18).



2.ENERJİ KAVRAMI, ENERJİ KAYNAKLARI, DÜNYA VE TÜRKİYE’DE ENERJİ KULLANIMI

Bu bölümde enerji kavramı, enerji kaynaklarının dünya ve Türkiye üzerindeki potansiyeli ve Türkiye’de enerji kullanımı ile ilgili bilgiler verilmektedir.

2.1.Enerji Kavramı

“Herhangi bir hareketi yapan ya da yapmaya hazır olan kabiliyete enerji denir”. Enerji, kısaca iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Enerji Enstitüsü, 2018). Var olan her cismin bir enerjisi vardır. Enerji fiziksel olarak yok olmaz, biçim değiştirir ya da bir biçimden diğerine dönüşür. Başlıca enerji türleri; ısı, mekanik, kimyasal, nükleer, elektrik, manyetik, kinetik ve potansiyel enerjidir. Enerji kullanımı toplumsal gelişmelerin sürükleyici unsurlarının başında gelmektedir. Kullandığımız tüm ürünlerin üretilmesi için hayati girdi enerjidir (Öztürk, 2008: 1-10).

2.2.Enerji Kaynakları

Enerji, kimyasal, nükleer, jeotermal, hidrolik, güneş, rüzgâr mekanik ve elektrik enerjisi gibi farklı biçimlerde doğada bulunurlar. Uygun yöntemlerle birbirlerine dönüştürülebilirler. “Farklı yöntemlerle enerji elde edebilen kaynaklara enerji kaynakları denir”. Enerji kaynakları kullanımışlarına göre yenilenebilir ve yenilenemez(fosil) enerji kaynakları, olarak sınıflandırılmaktadır(Karaaslan, 2017: 4).

2.2.1.YenilenemezEnerji Kaynakları

Tüketildiğinde yeniden oluşamayan enerji kaynaklarıdır. Kömür, doğalgaz, petrol gibi fosil yakıtlar ve nükleer enerjilerin temel yakıtı olan toryum, uranyum ve plütonyum yenilenemez enerji kaynaklarıdır.Dünya enerji talebinin %80’i fosil enerji kaynaklarından karşılanmaktadırEndüstriyel kullanım alanı oldukça geniş olan yenilenemez enerji kaynakları birçok çevre sorununun da kaynağıdır(TMMOB, 2009: 7).

2.2.1.1.Kömür

Kömür farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip heterojen, kahverengi veya siyah renge sahip yanabilen bir kayadır. Başlıca karbon, hidrojen ve oksijenden oluşmuştur. (EMO, 2018). Kömür, bitkilerin bataklık alanlarda birikmesi ile oluşan tabakaların değişime uğraması sonucu oluşmuştur. Bu tabakalar, üzerlerine çeşitli çökeltilerin birikmesi sonucu derinliklere gömülmüştür. Gömülmüş olan bu bitkiler artan ısı ve basınçla kimyasal ve fiziksel değişime uğrayarak kömüre dönüşmüşlerdir. Sedimanter (tortul) bir kayaç olan kömürün %65-95'i karbondur. Jeolojik olarak yaşları 400 milyon yıl ile 15 milyon yıl arasında değişir. En kaliteli kömürler genellikle yaşlı kömürlerdir (ETKB,2018).

Antrasit: En yanıcı ve kalorisi en yüksek kömür türüdür. Oluşumu yaklaşık olarak 300-400 milyon yıl öncesine dayanmaktadır.Milattan önce 5. yüzyılda Çinliler tarafından bulunmuştur. Türkiye'de Kastamonu ilinde çıkarılır. Kısa, mavi, ısı bırakmayan bir alev ile yanar. Az koku çıkarır ve koklaşmaz. Doğada az miktarda bulunduğu için kullanım alanı sınırlıdır. Enerji üretimi, sentetik boyalarda çözümlenici ve parfüm sanayinde kullanılır (Tarihnedio, 2018).

Taşkömürü: Organik bir oluşum olup, kompakt, masif, kırıklı, düzensiz, nadiren bankoidal, ekseriyette parlak ve mat halde bulunan siyah renkli kömürdür. Nemli ve külsüz bazda 24 MJ/kg (5700 kcal/kg) üzerinde kalorilik değere sahip kömürlerdir. 200-250 milyon yıllık bir geçmişe sahiptir. İçerisindeki gazların çıkartılmasıyla kok kömürü elde edilir. Yüksek kalorili bu kömür türü sanayinin birçok alanında kullanılır.

Linyit: Taşkömüründen daha genç, kahverengi veya siyah renkte, dokuları amorf, ağaçsı veya lifli, yüksek oranda rutubet içeren bir kömür cinsidir. Yapılarında çoğunlukla %5-%15 arası reçine veya bitkisel balmumu bulunur. İçerdiği karbon oranı %65-%75 oranındadır. Isı değeri 4610 kcal/kg'ın altındadır.

Turba: Kömürleşmenin ilk kademesinde bulunan ve değişen oranlarda karbon, hidrojen ve oksijen ihtiva eden düşük kalorili, esmer, koyu renkli, hafif, kuru iken hemen, nemli iken güçlkle ve koku vererek yanan kömür türüdür. (ETİ MADEN, 2018).

2.2.1.2.Petrol

Latince petro (taş) ve oleum (yağ) kelimelerinden oluşan petrol kelimesi taşıyağı anlamına gelmektedir. Petrol, hidrojen ve karbondan oluşan, içerisinde az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt bulunan karmaşık bir bileşimdir. Rafine edilmemiş sıvı haldeki petrole ham petrol, gaz halindeki petrole doğalgaz, yarı katı veya katı halde bulunan hidrokarbon ve katrandan oluşan petrole asfalt denir. Ham petrolün ve doğalgazın ana bileşenlerinde hidrojen ve karbon bulunduğu için “hidrokarbon” olarak da isimlendirilirler. Ham petrol, sıvı hidrokarbonlarla değişen oranlarda çözülmüş gaz, katran ve katkı maddelerinden oluşur. Hafif (düşük graviteli) petrol açık kahverengi, sarı veya yeşil renkli; ağır (yüksek graviteli) petrol ise koyu kahverengi veya siyah renklidir. Yüksek graviteli petrolün rafinajından benzin, gazyağı, motorin gibi hafif ve beyaz ürünler; düşük graviteli petrolün rafinajından ise fuel-oil ve asfalt gibi ağır ve siyah ürünler elde edilir (PETFORM, 2018).

Petrolün yer altında nasıl oluştuğu kesin olarak bilinmemekle birlikte, 20. yüzyılın başından beri süre gelen bilimsel araştırma sonuçları, tüm hidrokarbonların, yaşamlarını yitirmiş canlıların artıklarının durgun deniz ve göl ortamların tabanında birikmesiyle oluşmaya başladıklarını ortaya koymaktadır. Deniz, göl ve akarsuda yaşamını yitirmiş organizmalar, akarsuların bu ortamlara taşıdığı kum, kil ve mineral tanecikleri ile birlikte dibe çökerek yığılırlar. Milyonlarca yıl süren bu çökme ve yığılma olayı malzemelerin kalınlığının artmasına neden olur. Artan kalınlıkla birlikte çökeltilerin tabana uyguladıkları basınç da artar. Önce çöken ve altta kalan kayalık bileşenleri sürekli artan üst ağırlık nedeniyle sıkışmaya ve birbirine tutunmaya başlar. Organik atıklar sıkışan katı tanecikler arasında gözenek adı verilen çok küçük çatlaklarda su ile birlikte sıkışır. Yer altındaki ısı, radyoaktif element ışıması, bakteri etkisi ve ağırlık etkisi gibi etmenler altında kimyasal bozunmaya ve moleküler değişime uğrarlar. Milyonlarca yıl sürebilen ve katajenez adı verilen bu bozunma sürecinde organik kökenli katılar, sıvılar ve gazlar oluşur. Bunlardan sıvıların ve gazların bozunmaları sürerek petrole ve doğalgaza dönüşürler. Kayaç içerisinde oluşan petrol kırılmalar sonucu oluşan çatlak ve kırık yüzeyleri boyunca kaçarak daha gözenekli kayaların çatlakları içine göç edebilirler. Bu olay petrolün birinci göçü olarak adlandırılır. Gözenekleri suya doygun geçirgen bir kayaya göç etmeye çalışan petrol, sudan daha düşük bir yoğunluğa sahip olduğu için

yavaş yavaş su ile düşey yönde yer değiştirmeye başlar. Bu olay da petrolün ikinci göçü olarak adlandırılır. Eğer petrol bu kayaç gözenekleri içinde sıkışır ve bir başka kayaç içine hareket edemezse petrol artık kapanlanmıştır. İşte böyle kapanlanmış bir kayaç parçasına “petrol rezervuarı” denir.(TPAO, 2018).

Herhangi bir bölgenin petrol rezervi, o bölgenin petrol kaynaklarından ayrı ele alınmalıdır. Bölgedeki rezervuarlarda bilinen petrol ve doğalgaz miktarı, yerinde rezervi oluşturur. Ancak bu rezervin büyük bir kısmını üretmek mümkün değildir. Üretilen rezerv, petrolün niteliğine, hazne kayanın gözeneklilik ve geçirgenlik özelliğine bağlıdır. Petrol kaynakları, her zaman için rezervlerden çok daha fazladır. Çünkü yerinde rezerv, olası, bulunmamış ve geliştirilmemiş rezervlerle birlikte petrol üretilebilecek diğer kaynakları kapsamaktadır (Petform, 2018).

2.2.1.3.Doğalgaz

Bir petrol türevi olan doğalgaz, metan, etan, propan, bütanlar, pentanlar ve heksanlar karışımıdır. Bunların dışında az miktarlarda (%0-0,5 hacimce) karbondioksit, hidrojen sülfür, helyum ve nitrojen içerir. Çıkarıldığı bölge ve rezervuara göre bileşimi değişen doğalgazın kabaca en önemli bileşimi hacimce %70-90 metan ve %0-20 etandır. Doğalgaz temiz yanan bir yakıttır. Doğalgaz korozif ve zehirli değildir, kolay ve kalıntı bırakmadan yanar, hava kirliliğine neden olabilecek emisyonları çok azdır. Doğalgaz içindeki bileşiklere göre çeşitli işlemlerden geçer. Hidrojen sülfür miktarı az olan kuru bir gazda, nem miktarlarının ayarlanması dışında bir rafinasyona gerek olmazken, gaz kuru fakat acı ise hidrojen sülfür ve karbondioksitin uzaklaştırılması gerekmektedir. Doğalgaz rafine edilerek hidrokarbonlar ayrılır, hemen hemen saf metan olarak piyasaya sürülür.(Beşergil, 2009: 133).

Kömürden elde edilen doğal gaz, evleri ve sokaklara aydınlatmada ilk olarak Britanya (1785) ve sonrasında Amerika’da (1816) kullanıldı. Fakat kömürden elde edilen doğalgaz, yeraltında oluşan doğalgaz kadar verimli değildi ve çevre kirliliği yönünden olumsuz bir yakıttı. Amerika’da doğalgaz endüstrisi, ilk yer altı doğal gaz kuyusunun Edwin Drake tarafından 1859’da açılmasıyla başladı. Sıcaklık ayarlamalı termostatik sistemlerin keşfedilmesiyle doğalgazın ısıtma potansiyelinde de yararlanılmaya başlandı. Doğalgaz taşımacılığının 1891’de başlamasıyla kullanımı

da evler, işyerleri, sanayi, elektrik üretimi gibi alanlarda hızla gelişti. Geliştirilen güvenli taşıma ve depolama yöntemleri doğalgazın popüler bir enerji kaynağı olmasını sağladı (Beşergil, 2009: 134).

2.2.1.4.Nükleer Enerji

Doğada bulunan ya da yapay olarak üretilen bazı ağır elementlerin çekirdeklerine nötron çarpması ile çekirdeğin iki parçaya bölünmesi fisyon, hafif radyoaktif atomların birleşerek daha ağır atomları oluşturması ise füzyon olarak adlandırılır. Bu iki olay sonucunda çok büyük miktarda enerji açığa çıkar. Bu enerjiye nükleer enerji denir (TAEK, 2018).

Plütonyum: Kimyasal bir elementtir. Neptünyumdan elde edilir, doğal olarak bulunmaz. Atom bombası ve bazı atom pillerinin imalinde kullanılır. Son zamanlarda nükleer reaktörlerde de kullanılmaya başlanmıştır. Plütonyum çok zehirlidir. Deri üzerindeki bir yaraya mikrogram miktarı temas ederse kansere sebep olur.

Uranium: Radyoaktif kimyasal bir elementtir. 1789 yılında Martin Heinrich Klaproth tarafından keşfedilmiştir. Oldukça sert ve ağır bir metaldir. Kimyasal açıdan çok kolay tepkimeye girdiği için nükleer enerji elde edilmesinde kullanılır sıklıkla kullanılır. Uygulama alanındaki en önemli özelliği, U235 izotopunun atom çekirdeğini belirli koşullar altında kolayca parçalayabilmesidir. 1 kilogram uranyumun parçalanmasıyla yaklaşık 3 milyon kilogram kömürün yanmasına eşdeğer enerji ortaya çıkar.

Toryum: 1828 yılında Jöns Jacop Berzelius tarafından keşfedilmiştir. Doğada serbest bir şekilde bulunmaz. Yaklaşık 60 mineralin yapısı içerisinde yer almaktadır. Elektronik cihazlarda, yüksek kalite kamera merceklerinde ve nükleer teknolojilerde kullanılır (TAEK, 2018).

Nükleer santraller, yoğun enerji kaynakları olmaları ve sera gazı salınımı yapmamaları sebebiyle tercih edilen bir enerji türüdür. Fakat son derece zehirli atık sorunu, kitle imha silahlarının yapımında kullanılabilmesi, geçmişte yaşanan nükleer reaktör kazaları nedeniyle çevreye yayılan radyasyon gibi zararlı etkileri mevcuttur (TAEK, 2018).

2.2.2.Yenilenebilir Enerji Kaynakları

“Sürekli devam eden, doğal süreçlerde var olan, doğanın kendi döngüsü içerisinde bir sonraki gün aynen mevcut bulunan enerji kaynaklarına yenilenebilir enerji denir” (Karaaslan, 2017: 7). Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil enerji kaynaklarına göre çevre ve insan açısından daha az zararlı olan ya da hiç zararı olmayan güneş, hidrolik, rüzgâr, jeotermal, biyokütle ve deniz kökenli enerjileri gibi doğal kaynaklardır (Öztürk, 2008: 20).

Tablo 2.1’de enerji kaynakları karşılaştırmaları gösterilmiştir. Buna göre yenilenebilir enerji kaynaklarının işlem maliyetlerinin fosil kaynaklara göre düşük olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 2.1: Enerji kaynakları karşılaştırmaları

Enerji Kaynağı	Yenilebilirlik	Düşük Ana Maliyet	Düşük İşletme Maliyeti	Çevresel Etkilerin Azlığı	Tahmin Edilebilirlik	Görsel Etkiler	Modüler tasarım
Fosil	X	✓	X	X	✓	X	X
Nükleer	X	✓	X	X	✓	X	X
Rüzgar	✓	X	✓	✓	X	X	✓
Güneş	✓	X	✓	✓	X	X	✓
Hidrolik	✓	✓	✓	X	✓	X	X
Dalga	✓	X	✓	✓	X	✓	✓
Akım	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓

Kaynak: Şimşek, 2005

Güneş, rüzgar, hidrolik ve dalga enerjilerinin ana maliyetlerinin yüksek olmasına rağmen çevreye olan zararlı etkilerinin düşük olduğu tablodan anlaşılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları; fosil yakıtlara bağlı fiyat dalgalanmalarının engellenmesine, enerji arz güvenliğinin sağlanmasına ve fosil enerji kaynaklarının rezervlerinin korunmasına yardımcı olabilir. Üretim süreçlerinde kullanılan yenilenebilir enerji maliyetlerin düşmesi, döviz tasarrufu sağlanması ve enerji dışa bağımlılığının azaltılması katkıları sağlayabilir (Yapraklı, 2013: 37).

2.2.2.1.Güneş Enerjisi

Güneş, yarıçapı 7×10^5 km ve kütlesi 2×10^{30} kg olan bir yıldızdır. Dünya'dan yaklaşık 150 milyon km uzaklıktadır. Güneş'in yapısında, %92,8 oranında hidrojen ve %7,1 oranında helyum atomları vardır. Güneş enerjisinden ısı ve elektrik üretmek amacıyla yararlanılır. Güneş enerjisi ilk olarak 1950'li yıllarda su ısıtmak amacıyla kullanılmıştır. Aynı yıllarda Güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çeviren fotovoltatik pil üretimi de yapılmıştır. Uzun yıllar yüksek maliyetleri nedeniyle gelişim gösteremeyen Güneş enerjisi teknolojileri 1973 yılında petrol krizinin patlak vermesiyle tekrar gündeme gelmiş ve bu teknolojinin geliştirilmesi yönünde adımlar atılmaya başlanmıştır (Öztürk, 2008: 30).

Güneş enerjisi çevre dostu olması ve dünyanın her yerinde mevcut olmasından dolayı gittikçe tercih edilen bir enerji türüdür. İlk yatırım maliyetleri yüksek olmasına rağmen işlem ve bakım maliyetleri oldukça düşüktür. Güneş enerjisi panellerinin doğal malzemeler kullanılarak yapılması çevreye verilen zararı azaltır. Dünya'nın her yerinde bulunmasından dolayı dışa bağımlılık oluşturmaz, uluslararası enerji kaynakları krizlerinden etkilenmez. İletim hatlarına veya bir şebekeye ihtiyaç duymaması sayesinde enerji nakil sorunu yaratmaz. Her mülkün kendi elektriğini üretmesine imkân tanır. Güneş enerjisinin bir takım dezavantajları da vardır. Mevsimsel ve günlük kesiklik gösterebilir. Hava şartlarına bağlı bir enerji kaynağı olduğu için depolama gerektirir. Ayrıca gece üretim yapılamaz. Günümüz teknolojisinde verimlilikleri düşüktür (Üçgül ve Elibüyük, 2016: 224).

2.2.2.2.Rüzgar Enerjisi

Rüzgar, mevcut atmosfer basıncının bölgeler arası değişmesi sonucu Dünya yüzeyine yakın ve atmosfer içindeki havanın doğal hareketi olarak tanımlanır. Güneş'ten Dünya'ya ulaşan enerjinin yaklaşık %2'si rüzgar enerjisine dönüşür (Öztürk, 2008:137). Rüzgar enerjisinden elektrik üretimi için yararlanılır. Rüzgar türbinlerinde esen rüzgarın pervaneleri döndürmesiyle oluşan hareket enerjisi jeneratör yardımıyla elektrik enerjisi üretir(Karaaslan, 2017: 27).

Rüzgar enerjisi, fosil yakıtlara alternatif bir yenilebilir enerji kaynağıdır. Ekolojik dengeyi korur ve sera gazı emisyonu yapmaz. Verimli bir şekilde elektriğe

dönüşebilmesine imkanveren teknolojiler mevcuttur. Kurulumu basit ve bakımları kolaydır. Kapladıkları alan küçüktür. Rüzgarenerjisi endüstrisi tüm dünyada ticari olarak gelişmektedir(Öztürk, 2008: 162). Bununla birlikte belli dezavantajları da bulunan rüzgar enerjisinin yarattığı en büyük sorun arz-talep dengesizliğidir. Rüzgar sürekli bir enerji kaynağı olmadığından talep artışının karşılanamaması veya talebin az olduğu dönemlerde arz fazlası gibi durumlar söz konusu olabilmektedir. Ayrıca rüzgar panellerinde düşük teknoloji kullanılması gürültüye sebebiyet verebilmektedir (Karaaslan, 2017: 28)

2.2.2.3.Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yerkabuğunda birikmiş olan sıcaklığı sürekli 20C°'den fazla, çeşitli tuzlar ve gazlar içebilen, elektrik üretiminde, ısıtmada ve soğutmada, çeşitli sanayi tesislerinde enerji hammaddesi olarak kullanılan, basınç altındaki su ve akışkan buhar ile yüzeye taşınan ısı enerji olarak tanımlanır(Öztürk ve Kaya, 2015: 1).

Jeotermal enerji henüz soğumamış magma veya genç bir volkanizma tarafından ısıtılmış yer altı suları, yüzeydeki kırık ve çatlaklar vasıtasıyla yeryüzüne çıkar. 600-900 C° sıcaklığa sahiptir ve yerkabuğunun 7-15 km arası derinliklerinde yer alır. Jeotermal enerji yerkabuğunun derinliklerinden gelen temiz ve yenilenebilen bir enerji kaynağıdır. Yerkabuğunun içyapısıyla ve burada gerçekleşen fiziksel oluşumlarla ilgili olduğu için iklim koşullarından etkilenmez. Doğrudan elde edilebilen bir enerji kaynağıdır ve ucuzdur. Jeotermal enerji santrallerinin yapımları kolaydır. Konut elektriği üretiminde ve sera ısıtmacılığında tercih edilir. Kaplıca turizmi ve kültür balıkçılığında da kullanılır. Gürültü ve görüntü kirliliği oluşturmaz. Sürekli ve güvenli bir enerji kaynağıdır (Öztürk, 2008: 196-197).

- Jeotermal enerji kaynaklarının avantajları:
- Jeotermal enerji rezervleri diğer fosil kaynaklara göre sonsuz sayılabilmektedir.
- Ev ekonomisinde ucuzdur.
- Diğer enerji türlerine kolayca dönüşür.
- Bulunduğu ülke için yerli kaynaktır, döviz tasarrufu sağlar.
- Santrallerin bakımları kolaydır.
- Meteorolojik olaylardan etkilenmez.

- Üstün teknoloji gerektirmez.
- Nükleer santrallerdeki gibi büyük ölçüde kaza riski yoktur.
- Petrolle karşılaştırıldığında bulunma şansı %50 daha fazladır.
- Yatırımları daha ucuzdur.
- Entegre uygulama imkanı vardır.

Dezavantajları ise;

- Toplam jeotermal akışkan akış oranının yüksek olması gerekir.
- İkincil sıvı maliyeti yüksektir. İkincil sıvı olarak hidrokarbon kullanılırsa yanıcı olma riski taşır.
- Isı değiştirgeçleri pahalıdır (Üçgül ve Elibüyük, 2016: 269).

2.2.2.4.Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji, yeryüzünde akan suların içinde bulunan akarsu enerjisidir. Sürekli ve pratik olarak sonsuz süreli bir çevrim gerçekleştiren hidrolik enerji, tarihin belli bir süresinde sabit, fakat sınırlı bir enerji kaynağıdır. Yeryüzünün bütün alanına yıllık 16 milyon ton su düşer. Havanın içinde bulunan nemin çoğu okyanuslara yağarken, üçte biri karalara kar, yağmur, sephen veya dolu şeklinde iner. Hidrolik enerji, hidroelektrik santralleri vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürülür. Hidroelektrik santraller akış halindeki suyun kinetik enerjisini veya durgun haldeki suyun potansiyel enerjisini türbin vasıtasıyla mekanik enerjiye çevirir ve mekanik enerji elektriğe dönüştürülür. Fakat her zaman suyun potansiyel enerjisini mekanik enerjiye çevirmek mümkün olmaz. Böyle durumlarda mekanik enerji alternatör aracılığıyla elektriğe dönüştürülür. Hidroelektrik santrallerinin birçok avantajı vardır. Yakıt giderlerinin olmaması, az sayıda personelin çalışması, birim enerji maliyetinin düşük olması, bakım giderlerinin az olması, yapıların basit ve sağlam olması, herhangi bir zehirli gaz veya atık yaratmamaları bu avantajlardan bazılarıdır. Ayrıca yağışların düzensiz olduğu bölgelerde taşkınları engellemede önemli rol üstlenirler (Öztürk, 2008: 111-114).

Hidroelektrik santrallerinin bir takım dezavantajları da mevcuttur. Özellikle elektrik enerjisi depolanamadığı için üretim talebe bağlı olarak ayarlanır. Baraj yapımları

sırasında sular altında kalan tarihi ve kültürel alanlar, ülkelerin kültür mirasını olumsuz yönde etkiler. Bölgedeki hayvan ve bitki popülasyonunun yok olmasına neden olabilir. Santrallerin büyüklüğüne bağlı olarak yerleştirilecek regülatörler akarsuların bölünmesine yol açarak akarsu ekolojisini bozucu etki yaparlar. Hidroelektrik santralleri tüm bu olumsuz etkilerine rağmen dünyada yaygın olarak kullanılan bir enerji santrali türüdür (Karaaslan, 2017: 26).

2.2.2.5.Biyokütle Enerjisi

“Biyokütle bir türe veya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait yaşayan organizmaların belirli bir zamanda sahip olduğu toplam kütle olarak da tanımlanabilir”. Bitkiler ve canlı organizmalar güneş enerjisinin fotosentez yoluyla depolar. Depolanan bu enerjiyi geri kazanmak için bitkisel ürünlerin tamamı veya bir kısmı yakıt olarak kullanılır. Biyokütle enerjisi yetiştiriciliğe bağlı bir enerji türüdür. Yenilebilir, çevre dostu bir kaynaktır. Biyokütle enerjisi klasik ve modern olmak üzere iki sınıfta incelenir. Klasik biyokütle enerjisi ormanlardan elde edilen yakacak odun ve yakacak olarak kullanılan bitki veya hayvan atıklarından oluşur. Biyokütle materyali direk yanma işlemine tabi tutularak enerji açığa çıkarılır. Modern biyokütle kaynakları, enerji ormancılığı ile ağaç endüstri atıkları, tarım kesiminin bitkisel atıkları, hayvansal atıklar, tarımsal endüstri atıkları ve kentsel atıklardır. Biyokütle kaynakları,biyokütle yakıt teknikleriyle işlenerek katı, sıvı ve gaz yakıtlara çevrilir (Öztürk, 2008: 257-259).

Biyokütleden ısı veya elektrik üretmek amacıyla yararlanılmaktadır.Biyokütleden biyoetanol, biyogaz, biyodizel, gibi yakıtlar ile birlikte yine biyokütle kullanılarak elde edilen; gübre, hidrojen, metan ve odun briketi gibi birçok yakıt elde edilebilmektedir. (Öztürk, 2008: 263). Biyoyakıtların en yaygın olanları biyoetanol ve biyodizeldir. Kökeni nişasta olan ve tarım ürünlerinden elde edilen biyoetanol yüksek oktanlı bir biyoyakıttır. Tarım ürünlerinde bulunan nişastanın şekere dönüşümünden sonra fermente edilmesi sonucu üretilir. Belli oranda etil alkolün akaryakıtlarla karıştırılmasıyla kullanılır. Biyoetanolün yanmasıyla açığa çıkan sera gazı miktarı fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan miktarlardan daha azdır. Bu sebeple temiz enerji olarak nitelendirilebilir. Buğday, şekerpancarı ve mısır başlıca biyoetanol üretilen tarım ürünleridir (Erdener, vd., 2013: 12).

Biyodizel, kanola, ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohumlara sahip bitkilerden elde edilen yağların hayvansal yağlarla tepkimeye girmesi sonucunda açığa çıkan bir yakıt türüdür. Evsel kızartma yağları ve hayvansal yağlar biyodizel hammaddesidir. Saf olarak kullanıldığı gibi belli oranda dizel yakıt ile karıştırılarak da kullanılabilir. Dizel motorlu araçlarda küçük değişiklikler veya herhangi bir değişiklik yapılmadan kullanılır. Biyodizel, çevre dostu olması, yenilenebilir hammaddeye sahip olması, kanserojen madde ve kükürt içermemesi, kolay depolanabilir ve taşınabilir olması, kara-deniz taşımacılığında ısıtma ve jeneratörlere kadar geniş bir kullanım alanı olmasından dolayı oldukça tercih edilen bir yakıt türüdür. Biyogaz, organik kökenli atıkların oksijensiz ortamda bozunması sonucu ortaya çıkan renksiz, kokusuz, havadan hafif bir gaz karışımıdır. İçerisindeki organik maddelere bağlı olarak %40-70 metan, %30-100 karbondioksit, %0-3 hidrojen sülfür, az miktarda da azot ve hidrojen bulundurur. Ucuz ve çevre dostu bir yakıttır. Atık geri kazanımı sağlar. Hayvan gübrelerinden kaynaklanan insan sağlığının ve yeraltı su kaynaklarının tehdit edici etmenlerin etkinliğinin kaybolmasına yardımcı olur. İçten yanmalı motorlar en yaygın kullanım alanıdır (Öztürk, 2008: 302-323).

2.2.2.6.Hidrojen

Hydro: su ve genes: oluşturan anlamı taşıyan hidrojen, periyodik cetvelin ilk elementidir. H simgesiyle gösterilir ve atomik kütle birimi değeri 1'dir (Erdener, vd., 2013: 23).

1500'lü yıllarda keşfedilen hidrojenin yanabilme özelliği 1700'lü yıllarda tespit edilmiştir. Havadan 14,4 kat daha hafif, renksiz, kokusuz ve zehirsiz bir gazdır. Güneş ve diğer yıldızların termonükleer tepkimesinin yakıtı olan hidrojen evrenin temel enerji kaynağıdır. -253C°'de sıvılaştırılarak depolanır. 1 kg hidrojen 2,1 kg doğalgaz veya 2,8 kg petrolün eşdeğeri enerjiye sahiptir. Hidrojen bilinen tüm yakıtlar içinde birim kütle başına en yüksek enerjiyi içerir. Petrol yakıtlarına göre 1,33 kat daha verimlidir, elde edilmesi sırasında su buharı haricinde hiçbir sera gazı veya zehirli madde açığa çıkmaz. Hidrojen gazı, su, güneş enerjisi, rüzgar, dalga ve biyokütleden elde edilebilir(YEGM, 2018).

Hidrojenin taşınma sırasında enerji kaybı azdır. Sanayide, konutlarda, ulaşım araçlarında ve ısıtma sistemlerinde kullanılabilir. Yüksek verimliliği, çevre dostu

olması ve atık ürün olarak su açığa çıkarması ile önemli bir enerji taşıyıcısıdır. Hidrojenin üretim kaynakları bol çeşitlidir. Fosil yakıtlardan, güneş rüzgar, hidrolik enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilebilir. Biyokütleden üretim, suyun elektrolizi yöntemiyle üretim, biyolojik işlemlerle üretim gibi yöntemlerle üretilebilmektedir. Su elektrolizi yöntemi bilinen bir yöntem olmakla birlikte, güneş enerjisinden biyoteknolojik yöntemlerle hidrojen üretimi konusunda geliştirme çabaları sürmektedir (Öztürk, 2008: 338-340).

Hidrojen depolanabilir, tanker ve boru hatlarıyla taşınabilir. Günümüzde hidrojenin daha hızlı, etkili ve ucuz şekilde depolanabilmesi için araştırma-geliştirme çalışmaları yapılmaktadır. Hidrojen, sıkıştırılıp basınç tanklarında, sıvı hale getirilerek özel yalıtımlı tanklarda ve katı maddelerde depolanma gibi yöntemlerle depolanır (Erdener, vd., 2013: 39-40).

Hidrojen, içten yanmalı motorlarda, gaz türbinlerinde ve ocaklarda yakıt olarak kullanılabilir. Son 20 yıldan bu yana hidrojeni içten yanmalı motorlarda kullanmak için çalışmalar yapılmaktadır. Hidrojenin benzinden %50 daha verimli yanması ve daha az çevre kirliliğine neden olması gibi unsurlar, içten yanmalı motorlarda fosil yakıt alternatifi olarak kullanılmasını gündeme getirmiştir. Bir miktar benzine karıştırılarak kullanılabilmesi gibi, etanol, metanol ve doğalgazla karıştırılarak da kullanılabilir. Tamamen hidrojen yakarak çalışan bir motor sadece su ve az miktarda azotoksit üretecektir (Öztürk, 2008: 344-345).

2.2.2.7. Deniz Kökenli Enerjiler

Dalga ve gel-git enerjileri olarak tanımlanabilir. Rüzgarın deniz ve okyanus yüzeylerinde meydana getirdiği hareket dalga olarak adlandırılır. Dalga, içerisinde gayet yüksek bir enerji bulunduran yenilenebilir enerji kaynağıdır. Suyun alçalıp yükselirken türbinleri döndürmesi ve bu türbin vasıtasıyla elektrik üretilmesi prensibiyle çalışır. Bir diğer deniz kökenli enerji kaynağı da gel-git enerjisidir. Gel-git hareketi Ay, Güneş ve Dünya'nın çekim kuvvetleri sonucu merkezkaç kuvvetleri arasındaki etkileşim olarak tanımlanır. Yükselen sular haznedeki biriktirilir ve hazne ile deniz seviyesi arasında bir yükselti farkı oluşturulur. Bu şekilde potansiyel enerjiden elektrik üretilir (Öztürk, 2008: 335-336).

Deniz kökenli enerjilerin avantajları:

- Primer enerjiye bedel ödenmez
- Temiz, sınırsız ve ucuz enerji üretir. İlk yatırımları dışında başka girdisi yoktur.
- Nüfus yoğunluğu kıyıda toplanmış olan ülkemizde enerji, üretilen yerde tüketileceğinden uzun iletim hatlarına gerek yoktur.
- Öngörülen enerji ihtiyacına göre boyutlandırılabilir. Büyük dalga boyutu maliyeti düşürmektedir.
- Dalyan görevi görerek denizdeki balık popülasyonunun artmasına yardım eder, ekolojik dengeye katkı sağlar.
- Deniz üzerine kurulduğu için tarım arazilerini yok etmez.
- İleri teknoloji gerektiren hiçbir girdisi yoktur. Tamamen yerli teknoloji ve yerli imalat imkanı bulunmaktadır.
- Her zaman kesintisiz ve kaliteli enerji üretirler.
- Dalgalardan elde edilen ucuz elektrik, nüfusu yoğun büyük şehirlerde ısınma ihtiyacını karşılamak için kullanılabilir.
- Dezavantajları şu şekilde sıralanabilir:
- Kıyıdan uzak uygulamalar denizcilik için tehlike oluşturabilir.
- Kıyı şeridi ve kıyıya yakın uygulamalar estetik açıdan olumsuz etki yapabilir.
- Hidrodinamik çevre üzerinde etkili olabilmekte, sedimentlerin akış yollarının değişmesine neden olabilmektedir. Dalga ve akımlardaki değişim yüzeye yakın yaşayan türleri etkileyebileceğinden uygulama yeri seçimlerinde dikkatli olmak gerekmektedir (Üçgül ve Elibüyük, 2016: 256-257).

2.2.2.8.Yakıt Pili Teknolojisi

Kullanılan yakıtın kimyasal enerjisinden elektrokimyasal olarak doğrudan elektrik üreten sistemdir. Temelde geleneksel piller gibi çalışmasına rağmen en önemli ayırt

edici özelliği şarj edilmeye gerek duymamasıdır. Yakıt beslemesi yapıldığı müddetçe sürekli enerji üretebilir. Enerji çevrimi prensiplerine göre mekanik enerji jeneratörlerle elektriğe çevrildiğinde kayıplar oluşmakta ve verim düşük olmaktadır. Yakıt pillerinde ise hareketli parça olmaması bu olumsuz özellikleri gidermektedir. Az gürültü yapan ve yapısına göre 80-1000 C° de çalışan bir çevrim aracıdır (Öztürk, 2008: 349).

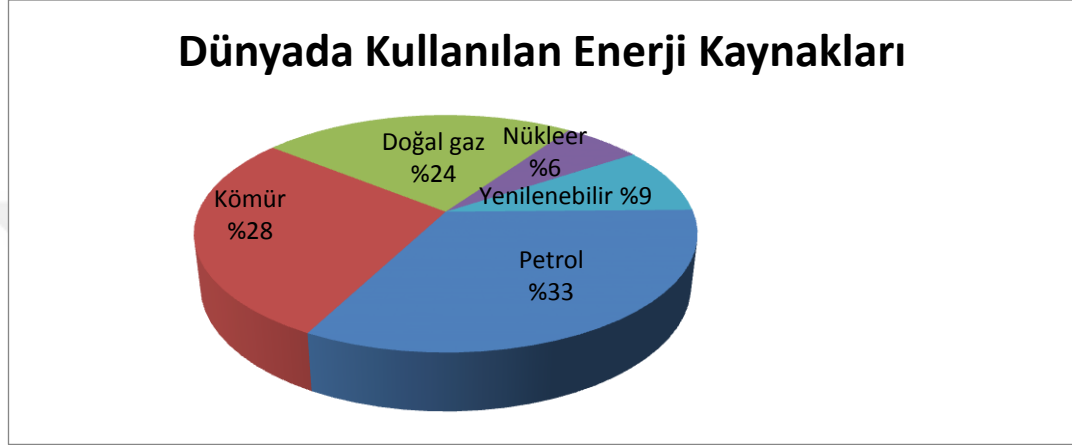
Yakıt pili ile ilgili ilk çalışmalar 1839 yılında Sir William Grovo tarafından İngiltere’de başlamıştır. 1950’li yıllarda NASA yakıt pillerinin uzay uygulamalarında kullanılması için çalışmalar yapmaya başlamıştır. İlk proton değişim zarlı yakıt pili General Elektrik firması tarafından 1963’ de üretilmiştir. NASA Apollo programında kütlece %85 potasyum hidroksit çözeltisini elektroliz olarak kullandığı yakıt pilini oksijen ve hidrojen gazları ile beslemiş, 1,5 kw gücünde enerji elde etmiştir. Bu yakıt pili 11 bin saat çalışma ömrüne sahiptir (Erdener, vd., 2013: 53).

Yakıt pillerinde metanol, etanol, doğalgaz, lpg ve hidrojen yakıt olarak kullanılabilir. Bu yakıtlar içerisinde verimi en yüksek olan hidrojendir. Öyle ki yakıt olarak tamamen hidrojen kullanıldığında emisyon değeri sıfırdır. Küçük yer kaplamaları, kesintisiz güç sağlayabilmeleri, sessiz çalışmaları ve yakıt kullanım esneklikleri gibi olumlu yanları yakıt pili teknolojilerini geleceğin enerji kaynakları sıralamalarında üst sıralara taşımaktadır. Yakıt pilleri birkaç Watt’tan Megawatt’a (MW) kadar güç üretimi yapabildikleri için çok geniş kullanım potansiyelleri vardır. Taşınabilir cihazlar, evler, ulaşım araçları, askeri ve sivil amaçlı tesisler gibi uygulama alanlarıdır. Araçlarda kullanımı hidrojen yakıtı ile sağlandığında sera gazı emisyonu sıfıra yakındır. İçten yanmalı motorlarda kullanılan benzin kadar güç üretebilir ve verimliliği 2 kat daha fazladır. Elektrikli araçların aksine şarj edilmeye ihtiyaç duymadığı için uzak mesafelere zaman kaybı olmadan erişim imkanı sunar. Günümüzde üretim teknolojilerindeki gelişmeler dikkate alındığında 500.000 adet/yıl seri üretimle yakıt pili fiyatlarının 325 dolar/kW civarına düşmesi öngörülmektedir (Öztürk, 2008: 351-361).

2.3.Dünya Enerji Kaynakları Kullanımı

2017 BP Dünya Enerji İstatistikleri Raporuna göre küresel birincil enerji kaynaklarının (petrol, kömür, linyit, doğalgaz, hidrolik, jeotermal, elektrik vs.) tüketimi 13,3 milyar ton eşdeğer petrol (TEP)olmuştur.

Şekil 2.1: Dünyada kullanılan enerji kaynakları



Kaynak: BP 2017 Dünya Enerji İstatistikleri Raporu

Bu enerji kaynağı tüketiminde 3 milyar TEP ile Çin birinci sırada yer alırken onu yaklaşık 2,3milyar TEP ile takip etmiştir. Birincil enerji kaynaklarının tüketimi en fazla olan bölge yaklaşık 5,6 milyar TEP ile Asya-Pasifik ülkeleri olurken, Avrupa ve Avrasya toplamı yaklaşık 2,9 milyar TEP olarak tespit edilmiştir(Dalmış, 2017: 6-7).

2.3.1.Fosil Enerji Kaynakları Kullanımı

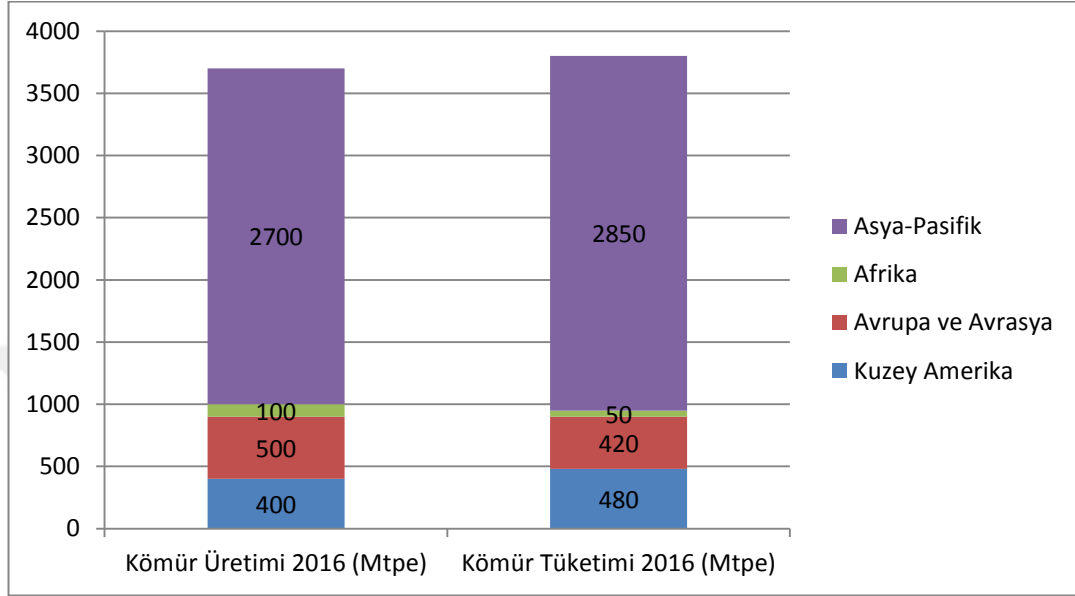
Dünya enerji tüketiminin %85'i fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Tüketimin %33'ü petrol, %28'i kömür, %24'ü ise doğalgaz olarak sıralanır. Bunlara ek olarak da nükleer enerjinin Dünya enerji kullanımındaki payı %6'dır (İRENA, 2017).

2.3.1.1.Kömür Kullanımı

Dünya üzerinde toplam 1.1trilyon ton kömür rezervinin olduğu düşünülmektedir. Toplam rezervlerin 816 milyar tonu antrasit ve taşkömürü, 323 milyar tonunun ise

albitümlü kömürler ve linyit olduğu tespit edilmiştir. Birçok ülkede kömür rezervi bulunmasına rağmen Dünya kömür rezervlerinin %70'i dört ülkede bulunmaktadır.

Şekil 2.2: Dünya kömür üretimi ve tüketimi (Mtpe)



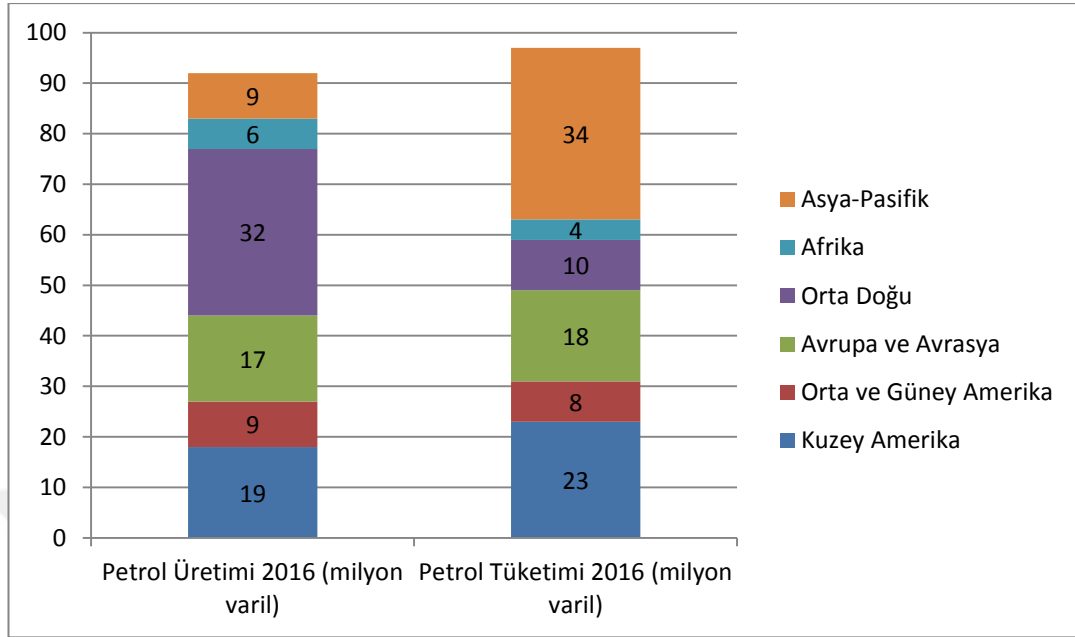
Kaynak: Dalmış, 2017

En fazla rezerve % 22,1 payla ABD sahipken onu %21,4 payla Çin, %14,1 ile Rusya, %12,7 ile de Avustralya takip etmektedir. Dünya kömür rezervlerinin %46,5'i Asya-Pasifik, %28,3 Avrupa ve Avrasya, %22,8 Kuzey Amerika, %2,4 Ortadoğu, Afrika, Orta ve Güney Amerika'da bulunmaktadır. Kömür üretiminde Çin 1,9 milyar TEP ile Dünya'nın en büyük üreticisi konumundadır. Onu 358 milyon TEP ile ABD izlemektedir. Türkiye ise 15 milyon TEP ile küresel kömür üretiminde 0,4'lük paya sahiptir. Kömür tüketiminde yine Çin 1,9 milyar TEP ile en büyük kömür tüketicisi konumundayken, ABD 358 milyon TEP ile ikinci sırada yer almaktadır (Dalmış, 2017: 10).

2.3.1.2. Petrol Kullanımı

Fosil enerji kaynaklarında en yaygın kullanılan enerji türü petroldür. BP 2017 Dünya Enerji İstatistik Görünüm Raporuna göre Dünya üzerinde 1.760 milyar varil petrol bulunmaktadır. Dünya'da kanıtlanmış en fazla petrol rezervine sahip bölge 813,5 milyar varille Ortadoğu'dur.

Şekil 2.3: Dünya petrol üretimi ve tüketimi (milyon varil)



Kaynak: Dalmış, 2017

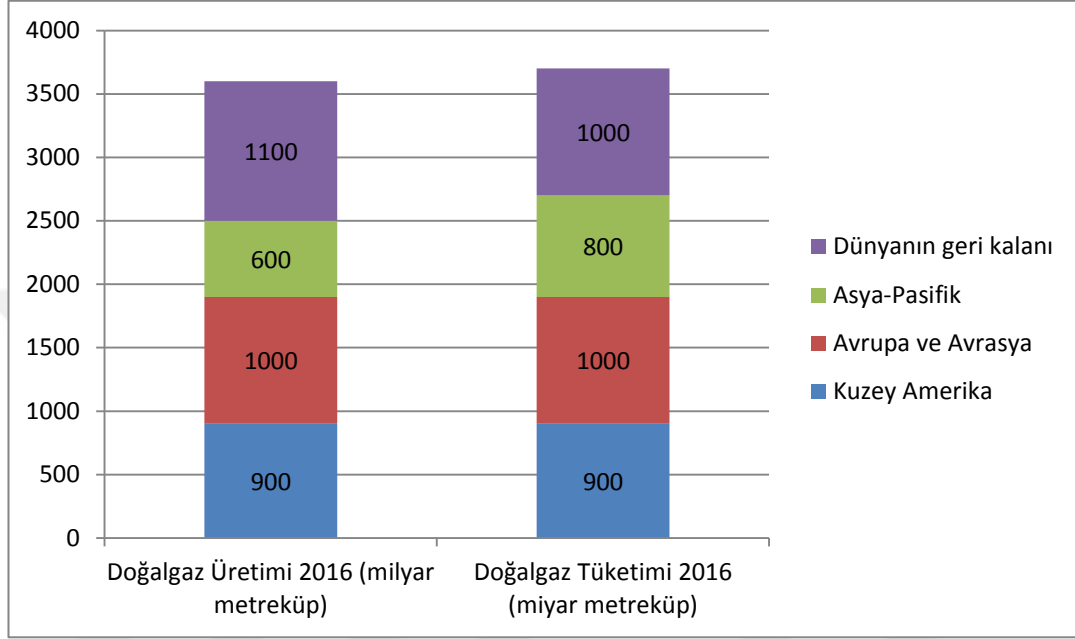
Orta ve Güney Amerika 327,9 milyar varille ikinci sırada gelmektedir. Dünyada kanıtlanmış en fazla petrol rezervi 300,9 milyar varille Venezüella'da bulunurken onu 266,5 milyar varille Suudi Arabistan izlemektedir. Petrol üretiminde günlük 12,3 milyon varille ABD'de ilk sırada iken, Suudi Arabistan günlük 12,3 milyon varille ikincidir. Şekil 2.3'de verilen Dünya petrol üretimi ve tüketimi verilerine göre; Dünya'nın en büyük petrol üreticisi bölgeleri günlük 32 milyon varille Ortadoğu ve günlük 19,3 milyon varille Kuzey Amerika'dır. Petrol tüketiminde ABD günlük 19,6 milyon varille ilk sırada bulunurken, Çin günlük 12,4 milyon varille ikinci sırada gelmektedir. Bölgesel bazda bakıldığında günlük 33,6 milyon varille Asya-Pasifik bölgesi en fazla petrol tüketen bölgedir. Bu bölgeyi günlük 23,8 milyon varille Kuzey Amerika takip etmektedir (Dalmış, 2017: 8-9).

2.3.1.3. Doğalgaz Kullanımı

Fosil kaynaklı yakıt tüketiminde %24'lük paya sahip olan doğalgazın Dünya üzerinde kanıtlanmış 186,6 trilyon metreküp rezervi vardır. Kanıtlanmış rezervlerin 79,4 trilyon metreküpü Ortadoğu'da bulunurken, 56,7 trilyon metreküp ise Avrupa ve Avrasya'dadır. Şekil 7'de dünya doğal gaz üretim ve tüketim verileri

gösterilmiştir. Bu verilere göre; Dünya’da kanıtlanmış en fazla doğal gaz rezervine sahip ülke, 33,5 trilyon metreküple İran olurken, 32,3 trilyon metreküple Rusya takip etmektedir.

Şekil 2.4: Dünya doğalgaz üretim ve tüketimi (milyar metreküp)



Kaynak:BP,2017

Dünya’nın en büyük doğalgaz üreticisi 749,2 milyar metreküple ABD’dir. Rusya ise 579,4 milyar metreküp doğalgaz üretmektedir. Doğalgaz tüketiminde ABD 778,6 milyar metreküple ilk sırada bulunurken, Rusya 390,9 milyar metreküp ile ABD’nin hemen arkasından gelmektedir (BP, 2017).

2.3.1.4.Nükleer Enerji Kullanımı

Ülkeler enerji ihtiyaçları arttıkça nükleer enerjiye yönelmektedir. Dünya genelinde nükleer santrallerden elektrik üretimi 592 milyon TEP düzeyindedir. Nükleer enerjiden en fazla elektrik üreten ülke 191 milyon TEP ile ABD olurken, elektrik ihtiyacını 91 milyon TEP ile nükleer santrallerden karşılayan Fransa ikinci durumdadır.

Tablo 2.2:Dünya nükleer enerji kullanımı ve elektrik üretim kapasitesi

Ülkeler	Nükleer Santral Sayısı	Kapasite (MW)	Elektrik Üretimi (GW.h)	Elektrik Üretimindeki Oranı %
ABD	100	100.033	805.960	19,70
Fransa	58	63.130	386.452	76,34
Japonya	43	40.290	17.537	2,2
Rusya	35	25.443	195.213	18,59
Çin	36	31.384	197.829	3,6
Güney Kore	25	23.077	157.306	30,03
Hindistan	22	6.240	35.006	3,4
Kanada	19	13.107	95.650	15,6
B.Krallık	15	8.918	65.148	19,3
Ukrayna	15	13.107	76.077	52,3
İsveç	10	9.740	606.047	40
Almanya	8	10.799	80.069	13,1
Belçika	7	5.913	41.430	51,7
İspanya	7	7.121	56.102	21,4
Çekya	6	3.930	22.729	29,4
İsviçre	5	3.333	20.303	34,4
Slovakya	4	1.814	15.183	51,3
Macaristan	4	1.889	15.8183	51,3
Finlandiya	4	2.764	22.280	33,7
Pakistan	4	1.005	5.438	4,4
Arjantin	3	1.632	7.677	5,6
Bulgaristan	2	1.926	15.083	35
Romanya	2	1.300	10.388	17,1
Güney Afrika	2	1.860	15.209	6,6
Meksika	2	1.552	10.272	6,2
Brezilya	2	1.884	14.970	2,9

Kaynak: İAEA,2018

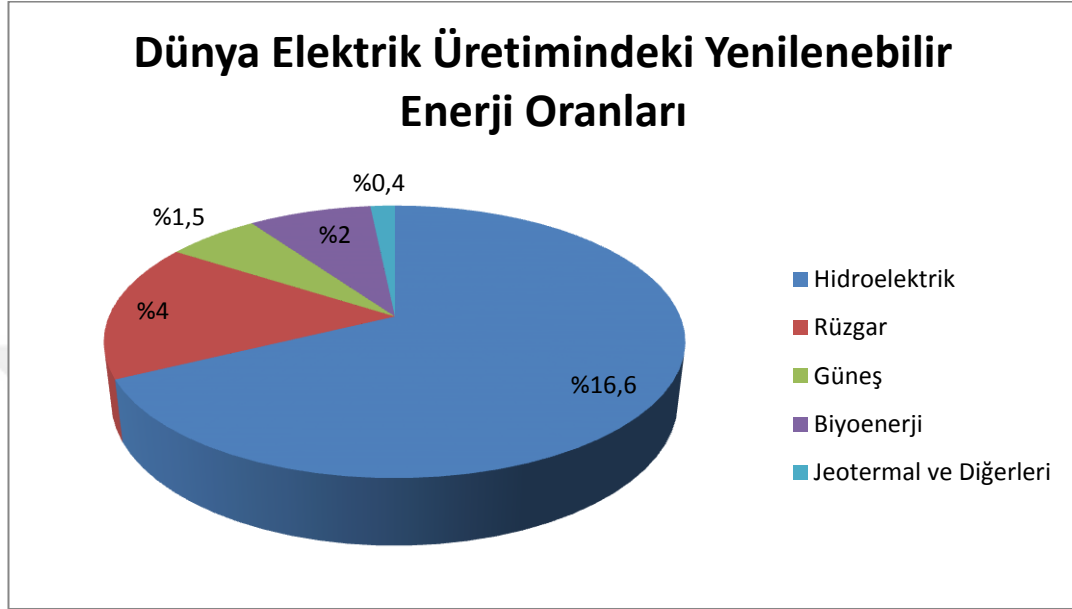
Bölgesel bazda baktığımızdan nükleer enerjiden en fazla elektrik üreten bölge 258 milyon TEP ile Avrupa ve Avrasya olurken, bu bölgeyi 218 milyon TEP ile Kuzey Amerika izlemektedir. Bir önceki yıllara oranla nükleer enerji gücünü en çok arttıran ülkeler %75 ile İran (1,4 milyon TEP) ve %290 ile Japonya (4 milyon TEP) olmuştur. Çin de %24,5 oranında artışla (9,6 milyon TEP) son yılların en büyük nükleer enerji yatırımını yapan ülkelerdendir.(Dalmış, 2017: 12).

2.3.2.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımı

Fosil yakıtların çevreye olan olumsuz etkileri ve fosil yakıt rezervlerinin tükenmekte olması yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını gündeme getirmiştir. BP 2017

Dünya Enerji İstatistik Raporları'na göre yenilenebilir enerji kullanımının Dünya enerji kullanımını içerisindeki payı %9'dur(Dalmış, 2017: 13).

Şekil 2.5: Dünya elektrik üretimindeki yenilenebilir enerji oranları



Kaynak: IRENA Global Status Report, 2017

Dünya'da elektrik talebinin %24,5'i yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Şekil 8'de görüldüğü üzere hidroelektrik %16,6 payla en çok kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı olurken onu sırayla %4 pay ile rüzgar enerjisi, %2 payla biyoenerji, %1,5 payla güneş enerjisi ve %0,4 payla jeotermal ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları izlemiştir. Dünya yenilenebilir enerji kurulu gücünün 1.242 GW'si hidrolik enerjiden, 480 GW'si rüzgar enerjisinden, 300 GW'si güneş enerjisinden, 120 GW'si biyoenerjiden, 21 GW'si ise jeotermal ve deniz kökenli enerjilerden gelmektedir (Ren21, 2017).

2.3.2.1. Güneş Enerjisi Kullanımı

Güneş enerjisi yeryüzünün en yaygın bulunan yenilenebilir enerji kaynağı olmasına rağmen fotovoltaik panel kullanımı fosil yakıt tüketmekten daha maliyetli olduğu için yeryüzüne gelen güneş enerjisinin sadece 0,04'lük miktarı kullanılmaktadır. Son dönemlerde güneş enerjisi üretim ve depolama sektörüne yapılan yatırımlar ile

teknolojik ilerleme sağlanması maliyetleri düşürücü etki yapmaktadır(Karagöl ve Kavaz, 2017: 13)

Tablo 2.3’de Dünya güneş enerjisi kurulu gücü verilmiştir. 2015 yılında güneş enerjisi Dünya üretiminde 50 GW’lık bir kapasite artışı gerçekleşmiş ve küresel ölçekte 227 GW’ye ulaşılmıştır. Bölgesel ölçekte kurulu güneş enerjisi kapasitesinde Avrupa ülkeleri lider konumdadır, bu ülke grubunu Kuzey Amerika ve Asya izlemektedir. En fazla fotovoltaik sistem kapasitesi olan ülkeler Çin, Almanya, Japonya, ABD ve İtalya’dır (Karagöl ve Kavaz, 2017: 14-15)

Tablo 2.3: Güneş enerjisi kurulu gücü (MW)

Sıra	Ülkeler	Kurulu Güç 2015	Kurulu Güç 2016
	Dünya	224.791	295.664
1	Çin	43.194	73.434
2	Japonya	33.300	41.600
3	Almanya	39.788	40.988
4	ABD	22.442	34.711
5	İtalya	18.898	19.251
6	Birleşik Krallık	9.187	11.250
7	Hindistan	5.499	9.887
8	İspanya	7.156	7.171
9	Fransa	6.755	6.767
10	Avustralya	5.034	5.632
11	Güney Kore	3.615	5.000
12	Belçika	3.122	3.292
13	Çekya	2.075	2.073
14	Güney Afrika	1.189	1.744
15	Türkiye	250	827

Kaynak: İRENA, 2017

2016 yılında Dünya güneş enerjisi gücü 295 GW ‘ye erişmiş bunun 73 GW’sini Çin üretmiştir. Avrupa’nın toplam kurulu güç kapasitesi ise 104 GW’dır. Avrupa’dakurulu güç bakımından lider olan ülke yaklaşık 41 GW ile Almanya’dır (İRENA,2017: 21).

2.3.2.2.RüzgarEnerjisi Kullanımı

Rüzgar enerjisi yenilenebilir enerji kapasitesi bakımından en geniş kullanımı olan enerji kaynağıdır. Elektrik talebinin karşılanmasında önemli bir paya sahiptir. Danimarka elektrik ihtiyacının yarısını rüzgar enerjisinden sağlamaktadır. 2016 yılı

itibariyle rüzgar enerjisi kullanılarak Dünya’da toplamda 467 GW elektrik üretilmiştir. Rüzgar enerjisi kullanımında Asya 184 GW ile birinci konumdadır. Avrupa ülkeleri 155 GW üretim ile elektrik ihtiyacını rüzgar enerjisiyle karşıladığı bilinmektedir. Avrasya ve Kuzey Amerika toplam 105 GW’lık elektrik enerjisini rüzgar gücünden faydalanarak üretmektedir.

Tablo 2.4: Rüzgar enerjisi kurulu güç listesi (MW)

Sıra	Ülkeler	Kurulu Güç 2015	Kurulu Güç 2016
	Dünya	415.304	466.505
1	Çin	129.340	148.640
2	ABD	72.573	81.312
3	Almanya	44.670	49.747
4	Hindistan	25.088	28.875
5	İspanya	22.943	22.992
6	Birleşik Krallık	14.292	15.200
7	Kanada	11.205	11.900
8	Fransa	10.217	11.681
9	Brezilya	8.726	10.740
10	İtalya	9.137	9.257
11	İsveç	5.840	6.333
12	Polonya	4.886	5.807
13	Türkiye	4.503	5.376
14	Portekiz	4.938	5.304
15	Danimarka	5.075	5.242
16	Japonya	3.038	3.234

Kaynak: IRENA, 2017

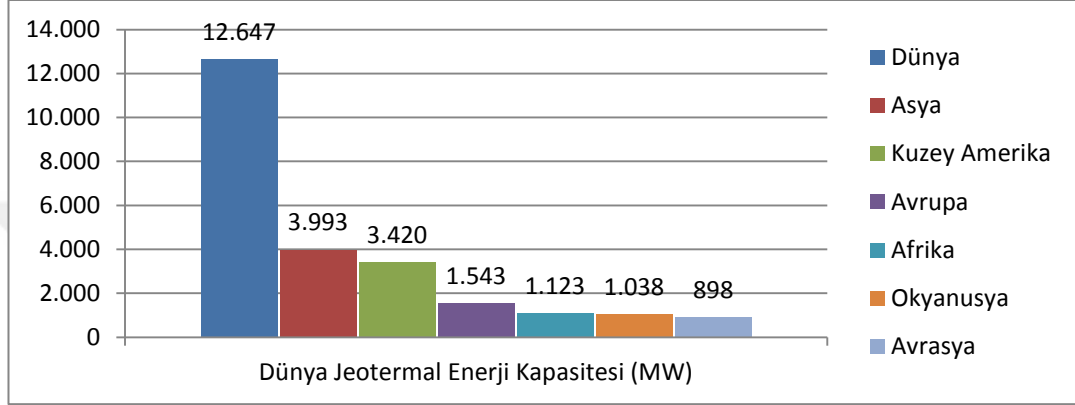
Ülkeler bazında kurulu rüzgar enerjisi güçleri tablo 2.4’te gösterilmiştir. Tabloya göre Çin 129 GW’lık kurulu güç ile rüzgar enerjisi kullanımında lider ülke konumundadır. ABD 72 GW enerji üretimiyle Çin’i takip etmektedir. Türkiye son dönemdeki yatırımlarıyla kurulu rüzgar enerjisi gücünü 4,5 GW’den 5, GW’ye yükseltmiştir. Almanya ve İspanya Avrupa’da en çok kurulu rüzgar enerjisine sahip olan ülkelerdir.

Türkiye son dönemdeki yatırımlarıyla kurulu rüzgar enerjisi gücünü 4,5 GW düzeyinden 5 GW düzeyine yükseltmiştir. Almanya ve İspanya Avrupa’da en çok kurulu rüzgar enerjisine sahip olan ülkelerdir (IRENA, 2018).

2.3.2.3. Jeotermal Enerji Kullanımı

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan jeotermal enerji Dünya üzerine eşit dağılmamıştır. Elektrik üretiminin yanı sıra konut ısıtmasında da kullanılabilen jeotermal enerjinin dünya kurulu güç dağılımı şekil 2.6'da gösterilmiştir.

Şekil 2.6: Dünya jeotermal enerji kurulu gücü (MW)



Kaynak: IRENA, 2018

Dünya kurulu jeotermal enerjisi gücü toplamı 12,6 GW'dir. Bu kurulu enerji gücünün 3,9 GW'si Asya kıtasındadır. Kuzey Amerika 3,4 GW kurulu güç ile ikinci sıradadır. Bu gücün 2,5 GW miktarı ABD tarafından üretilmektedir. Avrupa ülkelerinin kurulu jeotermal enerji gücü 1,5 GW olmakla birlikte bu gücün 0,8 GW'si İtalya'da bulunan jeotermal enerji santrallerinden gelmektedir. (IRENA, 2018).

2.3.2.4. Hidrolik Enerji Kullanımı

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde kullanımı en yaygın olan hidrolik enerjidir. İnsanlık yaklaşık iki bin yıldır suyun gücünden çeşitli şekillerde faydalanmaktadır. Günümüzde Dünya'nın 24 ülkesi elektrik ihtiyacının %90'nı hidroelektrik santrallerinden karşılamaktadır. Dünya'da kurulu hidrolik güç yaklaşık 1 milyon 242 bin MW'dir. Bu kurulu gücün yaklaşık %40'ı Asya'dadır. 215bin 717 MW ile Avrupa, 196 bin 75 MW ile Kuzey Amerika ve 161 bin 789 MW kurulu güç ile Güney Amerika Asya'yı takip etmektedir. 455 bin 535 MW kurulu hidrolik gücü bulunan Asya'da 333 bin 650 MW kurulu güç ile Çin enerjinin büyük bir bölümünü

üretmektedir. ABD’de 102 bin 719 MW, Brezilya’da 98 bin MW, Kanada’da 80 bin MW kurulu hidrolik güç bulunmaktadır. 31 bin MW kurulu hidrolik gücü bulunan Norveç elektrik ihtiyacının %99’unu hidroelektrik santrallerinden karşılamaktadır (IRENA, 2018).

2.3.2.5.Biyokütle Enerjisi Kullanımı

Canlı organizmalar, bitki ve hayvan atıklarından üretilen biyokütle enerjisi, mevcut teknolojilerin gelişmesiyle birlikte kullanım alanları giderek yaygınlaşan bir enerji türüdür. Örneğin Çin’de insan ve hayvan atıklarının kullanıldığı 7 milyon biyogaz ünitesi vardır.Toplam 106 GW’lık biyokütle enerjinin %70’i on ülke tarafından üretilmektedir. Brezilya 14 GW üretim ile ilk sırada yer alırken bu ülkeyi 12,5 GW ile ABD, 12,1 GW ile Çin takip etmektedir.Bölgesel bazda biyokütle enerjisi kullanımı ağırlıklı olarak Avrupa ve Asya kıtalarında. Avrupa kıtasında 35 GW, Asya ülkeleri ise 33 GW’lik üretimle enerji ihtiyaçlarının bir kısmını biyokütle kullanarak karşılamaktadır. Dünya’da kullanılan biyokütle enerjisinin 89,1 GW’si katı biyoyakıt, 2 GW’si sıvı biyoyakıt, 15,7 GW ise biyogaz olarak üretilmektedir. (IRENA, 2018).

2.3.2.6.Deniz Kökenli Enerji Kullanımı

Dünya’da bol miktarda bulunan, enerji yoğunluğu yüksek ve son dönemlerde özellikle Avrupa ülkeleri tarafından kullanılmaya başlanan yenilenebilir enerji kaynağıdır. Yüksek enerji potansiyeli rağmen Dünya yenilenebilir enerji kullanımındaki payı düşüktür.Asya’dakurulu gücün 257,7 MW’lık kısmı Güney Kore’de bulunmaktadır. Avrupa kıtasında ise 241 MW ile Fransa deniz kökenli enerjiden en çok yararlanan ülkedir (IRENA, 2018).

2.4.Türkiye’de Enerji Potansiyeli ve Kullanımı

Türkiye fosil enerji kaynakları bakımından fakir, yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin bir ülkedir. Toplam enerji tüketiminin %87’sini fosil kaynaklardan sağlayan Türkiye bu bakımdan dışa bağımlı durumdadır. Birincil enerji ithalatı düzeyi %75,9’lara ulaşmıştır ve gerekli önlemlerin alınmaması halinde önümüzdeki 20 yılda % 80 civarına yükselebileceği öngörülmektedir. Fosil yakıtların

aksine yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli yüksek Türkiye bu potansiyelden tam olarak yararlanamamaktadır. Bununla birlikte 2005 yılında yürürlüğe giren “5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretimi Amaç ve Kullanımına Dair Kanun” ile yenilenebilir enerji alanında gelişme kaydedilmeye başlanmıştır (İlbaş, 2014: 23-24).

Tablo 2.5’e göre Türkiye’nin birincil enerji arzı 2016 yılında 129,2 milyon TEP olmuştur. Bu enerji arzının %86,8 u fosil enerji kaynaklarından elde edilmiştir.

Tablo 2.5: Türkiye birincil enerji arzı (ton eşdeğer petrol)

	2014 (bin tep)	2014 (%)	2015 (bin tep)	2015 (%)	2016 (bin tep)	2016 (%)
Doğalgaz	40.201	33,3	39.651	30,7	37.693	29,2
Kömür	36.682	30,4	37.514	29,0	38.458	30,0
Petrol ve Petrol Ürünleri	31.625	26,2	36.367	28,1	35.861	27,6
Hidrolik	3.495	2,9	5.775	4,5	5.782	4,5
Jeotermal	3.524	2,9	4.805	3,7	6.034	4,8
Biyoenerji	3.246	2,7	2.937	2,3	2.843	2,2
Rüzgar	733	0,6	1.002	0,8	1.334	1,1
Güneş	803	0,7	828	0,6	917	0,7
Elektrik	439	0,4	339	0,3	420	0,3
Toplam	120.248	100	129.281	100	129.240	100

Kaynak: EİGM, 2018

Yenilenebilir enerji kaynaklarının payı sadece %12,2’dir. 2016 yılında enerji arzında ilk sırayı %30 pay ile kömür almıştır (ETKB, 2017a: 15).

Doğalgazın enerji arzındaki payında bir önceki yıla göre % 1,5 gerileme olduğu tespit edilmiştir. 2016 yılı verilerine göre 37,7 milyon TEP enerji doğalgaz kullanılarak karşılanmıştır. Petrol ve petrol ürünleri de bir önceki yıla göre azalış gösteren enerji kaynaklarıdır.2016 yılında 35,9 milyon TEP enerji petrol ve ürünleri kullanılarak karşılanmıştır. Toplam enerji arzında yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde kullanım payını bir önceki yıla göre en çok arttıran jeotermal enerji olmuştur. 2016 yılında %1,1 artışla 6,1 milyon TEP enerji jeotermal kaynaklar kullanılarak karşılanmıştır. Türkiye toplam birincil enerji arzının 112 milyon TEP’lik

bölümünü fosil yakıtlardan karşılamaktadır ve bu yakıtların 100,8 milyon TEP miktarındaki kısmında ithal edilen kaynaklar (kömür, doğalgaz, petrol) kullanılmaktadır (ETKB, 2017a: 15).

Elektrik üretiminde de fosil enerji kaynağı kullanımı yoğundur. Yenilenebilir enerji kaynaklarında ise hidrolik enerjinin bariz üstünlüğü söz konusudur. Türkiye'nin elektrik üretimi 2016 yılı sonu itibariyle 273,4 bin GWh olmuştur. Üretimin 185 bin GWh'si termik santrallerden, 67,3 bin GWh'si hidroelektrik santrallerinden ve 21,2 bin GWh'si diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmıştır. Özellikle 2009 yılından itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payında ciddi artış gözlemlenmektedir. Elektrik üretiminde %67,6 paya sahip olan termik santrallerde enerji kaynağı olarak ilk sırayı %33,7 pay ile kömür alırken onu %32,1 pay ile doğalgaz+LNG kaynaklı santraller izlemektedir (ETKB, 2017a: 15).

2.4.1.Türkiye’de Fosil Enerji Kaynakları Potansiyeli Ve Kullanımı

Türkiye’de birincil enerji kaynakları kullanımı bakımından fosil yakıtlar ağırlıktadır. Enerji arzının %30 kömür, %27,6’sı petrol ve % 29,2’si doğalgaz kullanılarak yapılmaktadır (ETKB, 2018).

2.4.1.1.Türkiye’de Kömür Potansiyeli ve Kullanımı

Türkiye Dünya kömür üretiminin %0,4’ünü karşılamaktadır. 2016 yılında 15 milyon TEP kömür üretimi gerçekleşmiştir (Dalmış, 2017: 11). Ülkemiz rezerv ve üretim bakımından linyitte Dünya ölçeğinde orta düzey, taşkömüründe ise alt düzey ülkeler arasındadır. Dünya linyit ve alt bitümlü kömür rezervlerinin %3,2 miktarı ülkemizde bulunmaktadır. Sahip olduğumuz linyitin büyük bölümü düşük ısıl değere sahip olduğu için termik santrallerde kullanılmaktadır. Ülkemizin sahip olduğu linyit rezervi 7,4 milyar tondur. Linyit rezervlerin %46’sı Afşin-Elbistan havzasında bulunmaktadır. Taşkömürü ise 1,3 milyar ton rezerve sahiptir ve Zonguldak havzasında yer almaktadır.

Tablo 2.6’da görüldüğü üzere taş kömürü üretimi son 10 yılda azalırken ithalat yaklaşık 3 kat artmıştır.

Tablo 2.6: Türkiye taşkömürü üretim ve ithalatı (bin ton)

Yıllar	Üretim	İthalat
2007	2.492	12.990
2008	2.630	19.489
2009	2.879	20.364
2010	2.591	21.333
2011	2.619	23.679
2012	2.292	29.195
2013	1.915	28.200
2014	1.788	29.000
2015	1.434	31.494
2016	1.315	34.880

Kaynak: TTKGM, 2017

Ülkemiz 2016 yılında kömür ithalatına 5,3 milyar dolar döviz ödenmiştir. Demir-çelik sanayisi için kullanılan koklaşabilir taşkömürün dünya stokunun %2'si Türkiye tarafından ithal edilmektedir (TTKGM, 2016: 28).

Kömüre dayalı termik santrallerin kurulu güçleri 17.316 MW olup toplam kurulu gücün %22,1'ini oluşturmaktadır. Bu kurulu gücün 9.437 MW'ı yerli kömüre dayalı olup yaklaşık % 12,1'lik orana denk gelmektedir. İthal kömürün payı ise 7.879 MW (%10)'dir (TTKGM, 2016: 28).

2.4.1.2. Türkiye'de Petrol Potansiyeli ve Kullanımı

Ülkemiz sanayi üretimi ve ulaşım araçları açısından büyük önem arz eden petrol yönünden fakir bir ülkedir. Petrol kaynaklarına yakınlık açısından ise önemli bir konuma sahiptir. Ortadoğu, Hazar ve Orta Asya'da çıkarılan petrol boru hatlarıyla ülkemize ve batıya nakledilmektedir. Irak-Türkiye boru hattı ülkemizin sahip olduğu en eski boru hattıdır. Bu hattan 2015 yılında 192,4 milyon ham petrol taşınmıştır. Ülkemizden geçen bir başka boru hattı Bakü-Tiflis-Ceyhan boru hattıyla günlük 1,3 milyon varil ham petrol taşınmaktadır (ETKB, 2018). Türkiye'de 2016 yılı itibariyle aktif 28 tane sondaj yapan kule mevcuttur. Bu rakamla Türkiye, Avrupa'nın en fazla sondaj yapılan ülkesi konumundadır. İzmir, İzmit, Kırıkkale ve Batman illerindeki rafineriler ile de ham petrol rafinaj işlemi yapılmaktadır (TP, 2016: 31-32).

Tablo 2.7'de Türkiye ham petrol üretim ve tüketim verileri gösterilmiştir. Buna göre 2016 yılında 17,9 milyon varil ham petrol üreten ülkemiz 27,6 milyon varil ham

petrol tüketmiştir. Türkiye ihtiyaç duyduğu petrol büyük bir kısmını ithal etmektedir. 2017 yılı ilk 6 ayı içerisinde 1,3 milyon varil ham petrol üretimi gerçekleşmiş, günümüze kadarki toplam ham petrol üretimi 150 milyon varil olmuştur. Yurtiçi kalan üretilebilir ham petrol rezervi 332,8 milyon varil olan Türkiye yeni keşif yapılmadığı takdirde bugünkü üretim seviyesi ile birlikte 18 yıllık rezerv ömrüne sahiptir.

Tablo 2.7: Türkiye ham petrol üretim ve tüketimi

Yıllar	Ham Petrol Üretimi (milyon varil)	TPAO Ham Petrol Üretimi (milyon varil)	Ham Petrol Tüketimi (milyon varil)
2007	14,8	10,3	27,7
2008	15	10,3	27,0
2009	16	12,4	22,3
2010	17,3	11,6	23,8
2011	16,4	11,2	25,0
2012	16,2	11,6	22,1
2013	16,6	12,3	20,8
2014	17,1	12,1	19,8
2015	17,5	11,5	27,2
2016	17,9	12,2	27,6

Kaynak: (ETKB, 2017a: 37-38)

2017 yılı ilk 6 ayı içerisinde 1,3 milyon varil ham petrol üretimi gerçekleşmiş, günümüze kadarki toplam ham petrol üretimi 150 milyon varil olmuştur. Yurtiçi kalan üretilebilir ham petrol rezervi 332,8 milyon varil olan Türkiye yeni keşif yapılmadığı takdirde bugünkü üretim seviyesi ile birlikte 18 yıllık rezerv ömrüne sahiptir. (ETKB, 2018).

2.4.1.3. Türkiye’de Doğalgaz Potansiyeli ve Kullanım

Türkiye için bir başka önemli fosil kaynak da doğalgazdır. İlk olarak 1970 yılında Kırklareli’nde keşfedilerek Pınarhisar Çimento fabrikasında kullanılmıştır. 1974’de BOTAŞ kurulmuş ve 1984 yılında SSCB ile ilk doğalgaz ithalat anlaşması yapılmıştır, 1987’de ilk gaz akışı gerçekleşmiştir. Tekirdağ, Kırklareli, İstanbul, Düzce, Edirne, Adıyaman ve Mardin illerinde doğalgaz üretimi yapılmaktadır (BOTAŞ, 2018).

Tablo 2.8’de görülmekte olan Türkiye doğalgaz verilerine göre ülke içi üretim talebi karşılayamamakta, ihtiyacın %98’i ithalat ile giderilmektedir.

Tablo 2.8: Türkiye doğalgaz istatistikleri (milyon cm³)

Yıllar	Doğal gaz Üretim (milyon cm ³)	Doğal gaz Tüketim (milyon cm ³)	Doğalgaz İthalat (milyon cm ³)	Doğalgaz İhracat (milyon cm ³)
2007	874	35.395	35.842	30,8
2008	969	36.865	37.350	435,8
2009	648	35.219	35.856	708,5
2010	682	37.411	38.036	648,6
2011	759	43.697	43.847	714,0
2012	632	45.242	45.922	611,0
2013	537	45.918	45.269	682,0
2014	479	48.717	49.262	632,63
2015	381	47.999	48.427	623,94
2016	367	46.395	46.352	674,68

Kaynak: (EPDK, 2017: 2-56)

Ülkemiz kullanılan doğalgazın büyük kısmını ithal etmektedir. 2016 yılında lisanslı üretim yapan 9 firma tarafından 367,3 milyon cm³ doğalgaz satışı yapılmıştır. Yine 2016’da bir önceki yıla göre %4,3 oranında azalışla 46,3 milyon cm³ doğalgaz ithal edilmiştir. Doğalgaz ithalatından en çok pay %52,9 ile Rusya’ya aittir. 2016 yılı ulusal doğalgaz tüketim miktarı yaklaşık 46,4 milyar m³ olmuş, tüketimin %99’u ithalat ile karşılanmıştır(EPDK, 2017: 1-18).

2.4.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Kullanımı

Türkiye yenilenebilir enerji açısından oldukça iyi bir coğrafi konumda yer almaktadır. Ancak yüksek potansiyeline rağmen yenilenebilir enerji kaynaklı üretim düşük seviyededir. Enerjide dışa bağımlılık oranlarının yüksek oluşu göz önüne alındığında ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyelini kullanımı daha da önemli bir hal almaktadır. Ülkemizde kurulu 78.497MW enerjinin yaklaşık %44 ü yenilenebilir enerji kaynaklı kurulu güçtür. Ayrıca elektrik üretiminin de %32,5 i yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Bu kaynaklardan hidrolik %33,9 en çok kullanılan olurken diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının toplamı %9,4 olmuştur (Karagöl ve Kavaz, 2017: 18)

2.4.2.1.Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı

Akdeniz “güneş kuşağı” olarak adlandırılan bölgede yer alan ülkemiz güneş enerjisi bakımından zengindir. Ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2737 saat, yıllık güneş enerjisi şiddeti 1527 kWh/m^2 'dir. Türkiye'nin en çok yıllık ortalama güneş ışınımı olan bölgesi 1491 kWh/m^2 ile Güney Doğu Anadolu Bölgesi'dir. Akdeniz Bölgesi 1452 kWh/m^2 , İç Anadolu Bölgesi 1432 kWh/m^2 , Ege Bölgesi 1406 kWh/m^2 , Doğu Anadolu Bölgesi 1398 kWh/m^2 , ve Marmara Bölgesi 1142 kWh/m^2 güneş enerjisi almaktadır. Yıllık ortalama güneş şiddetinin en düşük olduğu bölge 1086 kWh/m^2 ile Karadeniz Bölgesidir. Güneşlenme süreleri bakımından Güney Doğu Anadolu Bölgesi yılda 3016 saat ile en bol güneş alan bölgemizdir. Akdeniz Bölgesi'nde 2923 saat, Ege Bölge'sinde 2726 saat, İç Anadolu Bölgesi'nde 2712 saat, Doğu Anadolu Bölgesinde 2693 saat ve Marmara Bölgesi'nde 2526 saat güneşlenme süreleri görülmektedir. Karadeniz Bölgesi 1966 saat ile en az güneş alan bölgemizdir (Öztürk, 2008: 52-53).

Türkiye, güneş enerji kolektörü sayısını bakımından Dünya'da ABD'nin arkasından ikinci sırada bulunmasına rağmen, toplanan enerji yaygın olarak evlerde sıcak su elde etmek için kullanılır (Karaaslan, 2017: 31). 2015 yılında güneş kolektörlerinden toplam 811.000 TEP ısı enerjisi elde edilmiştir. 2016 yılı itibariyle ülkemizde 1.045 güneş enerjisi santrali bulunmakla birlikte, bu santrallerin kurulu gücü toplam 833 MW'dir(ETKB, 2018).

2.4.2.2.Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı

Türkiye rüzgar enerjinde oldukça yüksek potansiyele sahiptir. Yaklaşık 48.000 MW olan potansiyel güce rağmen kurulu rüzgar enerjisi gücü 6.872 MW'tır (TUREB, 2018: 9). Lisanslı ve lisanssız toplam 178 rüzgar enerjisi santrali ile yıllık 16,4 bin GWh elektrik üretimi yapılmaktadır (Enerji atlası, 2018).

Ülkemizde rüzgar gücü yoğunluğu en fazla olan bölge yaklaşık 52 W/m^2 ile Marmara Bölgesi'dir. Onu 29 W/m^2 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi, 23 W/m^2 ile Ege Bölgesi, 21 W/m^2 ile Akdeniz Bölgesi, 21 W/m^2 ile Karadeniz Bölgesi, 20 W/m^2 ile İç Anadolu Bölgesi ve 13 W/m^2 ile Marmara Bölgesi izlemektedir. Türkiye'de rüzgar hızı en yüksek olan yer 7,0 m/s ile Bozcaada'dır. Bandırma 5,2 m/s,

Çanakkale 4,9 m/s ve Sinop 4,7 m/s ile rüzgar hızı yüksek olan yerlerdendir (Öztürk, 2008: 193).

Türkiye’de kurulu gücü en yüksek olan rüzgar enerjisi santralleri 264 MW güç ile Manisa’da bulunan Soma RES, 168 MW güç Kırşehir’de bulunan Geycek RES ve 143 MW güç ile Balıkesir’de bulunan Balıkesir RES’dir (TUREB, 2018: 7-9).

2.4.2.3. Türkiye’de Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Kullanımı

Türkiye, Alp-Himalaya tektonik kuşağı üzerinde yer alır. Bu nedenle zengin jeotermal kaynaklarına sahiptir ve jeotermal kaynak zenginliği bakımından Dünya’nın ilk yedi ülkesi arasında yer almaktadır. Sıcaklık dereceleri yüksek ve elektrik üretimine elverişli olan jeotermal alanlar; Denizli-Kızıldere, Aydın-Germencik, Çanakkale-Tuzla, İzmir-Seferihisar, Nevşehir-Acıgöl ve Süphan-Tendürek’dir (Öztürk ve Kaya, 2015: 23).

Şekil 2.7: Türkiye jeotermal kaynaklar alan haritası



Kaynak: MTA, 2018

Türkiye’de jeotermal enerji alanında çalışmalar 1962 yılında başlamıştır. Günümüze kadar yapılan incelemelerde Batı, İç ve Doğu Anadolu’da 40 C°nin üzerinde jeotermal akışkan içeren 140 adet jeotermal saha bulunmuştur. Bu güne kadar saptanan jeotermal alanların %95 kadarı 30 C°nin üzerinde olup ısı uygulamaları için uygun sıcaklıktadır (Öztürk ve Kaya, 2015: 25).

Ülkemizin teorik jeotermal potansiyeli 31.100 MW'dir. Bu alanların %78 kadarı Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölge'sinde, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'i ülkemizin diğer alanlarında bulunmaktadır (ETKB, 2018)2016 yılı itibariyle Türkiye'de bulunan kayıtlı jeotermal santral sayısı 40 ve bu santrallerden elde edilen elektrik yaklaşık 6,2bin GWh'dir (Enerji Atlası, 2018).

Ülkemizde jeotermal enerjinin başlıca kullanım alanları; konut ve sera ısıtması, elektrik üretimi ve sağlık amaçlarıdır. Türkiye'de var olan jeotermal enerji potansiyeli ile elektrik ve ısıtma için gerekli olan enerjinin %14'ü karşılanabilir (Öztürk, 2008: 232).

2.4.2.4.Türkiye'de Hidrolik Enerji Potansiyeli ve Kullanım

Ülkemiz birçok büyük akarsuyun bulunduğu bir coğrafyada yer almaktadır. Büyük su depolama hacmi ve yüksek debiile büyük elektrik üretim gücüne sahip hidroelektrik santralleri mevcuttur. 26 akarsu havzasına dağılmış su kaynaklarının enerji üretimi açısından debisi 186 km³/yıl düzeyindedir. Bu havzaların en büyük payları; Fırat %17, Dicle %11,5, Doğu Karadeniz %8, Doğu Akdeniz %6 ve Antalya %5,9 düzeyindedir. Ancak akarsularımızın rejimlerinin düzensiz oluşu nedeniyle debi miktarları yıllara göre büyük değişiklikler gösterebilmektedir. Kimi yıllarda kuraklık sebebiyle debilerde yarı yarıya düşüş olabilmektedir (Öztürk, 2008: 152).

Türkiye'nin teorik hidroelektrik potansiyeli Dünya teorik potansiyelinin %1'i civarındadır. 433 milyar kWh/yıl olan bu teorik potansiyelin 216 milyar kwh/yıl'ı değerlendirilebilir potansiyel durumundadır. Ekonomik hidroelektrik potansiyeli ise 140 milyar kWh/yıl'dır. 2016 yılsonu itibariyle lisanlı ve lisanssız toplam 594 hidroelektrik santralinin kurulu gücü 26.861 MW'dir. Bu güç toplam kurulu gücün yaklaşık %34'üne denk gelmektedir. Mevcut hidroelektrik santrallerinden 2016 yılı itibariyle 63 milyar kWh elektrik üretimi gerçekleşmiş, toplam elektrik üretiminin %24,7'si hidroelektrik santrallerinden elde edilmiştir (ETKB, 2018).

Devrede olan hidroelektrik santrallerimizden gücü en yüksek olan üç santral; Atatürk HES (2.405 MW), Karakaya HES (1.800 MW) ve Keban HES (1.330 MW)'dir (Enerji Atlası, 2018).

2.4.2.5.Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı

Türkiye biyokütle materyali üretimi açısından uygun iklimsel özelliklere sahip bir ülkedir. Türkiye’de yılda 50-65 milyon TEP düzeyinde tarımsal atık ve 11 milyon TEP kadar hayvansal atık üretilmektedir. Enerjiye çevrilebilir biyoatık potansiyeli 8,6 milyon TEP’dir. Bu tarımsal ve hayvansal atıklardan üretilebilecek enerjinin Türkiye’nin toplam enerji ihtiyacının %22-27’sini karşılayabileceği tahmin edilmektedir. Ülkemizin tarımsal atıklardan her yıl elde edebileceği enerji 5,4 Mtp’e’dir. Hayvansal atıklarda da 1,5 milyon ton petrol eşdeğerine karşılık gelebilecek potansiyel bulunmaktadır (Karayılmazlar, vd., 2011: 68-69).

Ülkemizde kayıtlı 100 adet biyokütle materyali kullanarak üretim yapan santral vardır. Toplam kurulu gücü 530 MW olan bu santraller arasında; Odayeri Çöp Gaz santrali, Samsun Atık Isı santrali ve Balıkesir Orman Atığı santralinin kurulu gücü 30 MW’nin üzerindedir (Enerji Atlası, 2018).

3.İKTİSADİ BÜYÜME VE ALTERNATİF BÜYÜME TEORİLERİ

Bu bölümde büyüme teorilerinden ve enerji ile büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen iktisadi teorilerden bahsedilecektir.

3.1. İktisadi Büyüme Kavramı

Günümüzde devletlerin en temel ekonomik amaçlarından biri iktisadi büyümeyi sağlamak ve toplumsal refahı gerçekleştirebilmektir. Modern toplumda gelişmişlik refah artışıyla ilişkilidir. Refahın artması ise bireylerin faydalarının artması sonucu toplumsal faydanın artmasına bağlıdır. Bireylerin faydaları, kişi başına düşen gelirin artması ile sağlanabilir. Kişi başına düşen geliri artırabilmenin yolu ise toplam üretimi artırabilmekten geçer (Yalçın, 2017: 6).

İktisadi büyüme, bir ülkenin belirli bir dönemde üretim kapasitesinde veya reel gayri safi yurt içi hasılasında görülen sayısal artış olarak tanımlanmaktadır (Üzümcü, 2015: 6). Daha genel bir tanımla belli bir dönemde ekonomideki mal ve hizmet üretiminde meydana gelen net artış olarak da adlandırılabilir. İktisadi büyüme sayısal bir kavramdır. Ekonomideki niceliksel değişimlerle ilgilenir. İktisadi büyüme ve gelir artışı nedeniyle oluşan sosyal ve ekonomik değişimler -bir diğer değişle niteliksel değişimler- kalkınma kavramının konusudur. Büyüme iktisadi bir ülkede üretimin omurgası olan emek ve sermaye faktörlerini incelerken kalkınma iktisadi kişi başına düşen milli gelir, gelir dağılımı, okur yazar oranı, üretimde sektörlerin payı gibi unsurlarla ilgilenir (Yalçın, 2017: 6-8).

İktisadi büyüme uzun dönemli dinamik bir olgudur. Üretim ve hasılda meydana gelen artışın büyüme olarak değerlendirilebilmesi için geçici değil sürekli olması gerekmektedir. Kısa dönemde üretimin ne kadar arttığına dair öngörüler yapılabilecek olsa da ekonominin gerçek yapısı ve bu yapıdaki değişimler ile ilgili gerçekçi analizler için uzun dönemdeki değişiklikler esas alınmaktadır. Kısa dönemde %9-10 gibi büyüme oranların yerine çeyrek yüzyıl ya da yarım yüzyıl boyunca %3 gibi istikrarlı büyüme oranları daha anlamlıdır (Taban, 2008: 1-2).

3.2. Sürdürülebilir Büyüme ve Kalkınma Kavramı

Günümüzde ekonomilerin ayakta kalabilmesi ekonomik büyümeye bağlıdır. İktisadi büyümenin gerçekleşmesi talebin artması, talebin artışı arzın artması ve arzın artışı ise istihdam artışı olarak döngüsel bir ilişki içinde olduğundan ekonomin temel dinamikleri büyüme kavramına bağlı olarak şekillenmektedir. İktisadi büyüme ise uzun vadede ve sağlam temellere oturmuş bir şekilde ilerlerse anlamlıdır. Uzun vadede sürekli ve istikrarlı büyüme sürdürülebilirlik kavramı ile açıklanmaktadır. Sürdürülebilir büyüme; fiyat istikrarının sağlandığı, ekonomik göstergeler ve makro ekonomik dengelerin uyum içinde olduğu, ekonominin potansiyel büyüme rakamlarına yakın büyüme oranlarının sağlandığı iktisadi büyüme olarak tanımlanabilmektedir. Sürdürülebilir büyümeyi sağlayabilmek için makro ekonomik istikrar, yapısal reformlar ve iyi bir ekonomi yönetimi oluşturulması gerekmektedir. Ayrıca uzun dönemde sermayenin marjinal verimliliğinin artması -bu şekilde sermayenin uzun dönem getirilerinin artması- ve büyümeyi sağlayabilmek için gerekli girdilerin verimlerini artıracak teknik ilerlemenin gerçekleştirilmesi sürdürülebilir ekonomik büyüme için gereken şartları oluşturmaktadır (Bal, 2017: 348-353).

İktisadi büyümenin sonucu olarak değişen sosyo-ekonomik niteliksel gelişmeler kalkınma iktisadının çalışma alanına girmektedir. Sürdürülebilir ekonomik büyümenin gerçekleştirilebilmesi sürdürülebilir kalkınmanın da söz konusu olabilmesi anlamına gelmektedir. 1970 yıllara kadar iktisadın büyüme kavramına bakışı sadece kişi başına düşen geliri artırmak ve toplam refah seviyesini yükseltmekten ibaret olmuştur. Fakat bu yıldan sonra toplumsal gelişmenin sadece ekonomik gelişmeler ile sınırlı olmayıp, çevreyi, doğayı ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını da kapsamı gerektiği anlayışı ifade edilmeye başlanmıştır. 1970'li yıllardan önce oluşturulan ekonomik büyüme ve kalkınma modellerinin doğayı ve çevre tahribatını dikkate almadan oluşturulmuş olmasına getirilen eleştiriler sürdürülebilir kalkınma kavramının dile getirilmesiyle sonuçlanmıştır. Sürdürülebilir kalkınma; ekolojik denge ve ekonomik büyümeyi ayırtılmayarak birlikte ele alan, doğal kaynakların etkin kullanımına ve çevresel kaliteye önem veren, bununla birlikte gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilmelerini tehlikeye sokmaksızın bugünkü kuşakların ihtiyaçlarını karşılayan bir model olarak

tanımlanmaktadır. Sürdürülebilir kalkınanın sağlanabilmesi; ekolojik sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik ve sosyal sürdürülebilirliğin sağlanabilmesiyle doğrudan ilintili durumdadır. Sürdürülebilir kalkınma modelinde; gelecek kuşakların gereksinimlerini önemseyen, doğal sermayeyi etkin ve verimli kullanarak tükenmesine mani olan, ekonomi-ekoloji dengesini sağlayabilen, ekolojik açıdan sürdürülebilir bir kalkınmanın sağlanması temel hedef olarak belirlenmektedir (Alagöz, 2004:4-7).

3.3. İktisadi Büyümenin Kaynakları

İktisadi büyümenin sağlanmasına kaynaklık teşkil eden birçok faktör vardır. Geleneksel büyüme modellerinde yer verilen temel 4 faktör ise Sermaye (K), Emek (L), Doğal kaynaklar (N) ve Teknolojik gelişme (A)'dır. Büyümenin kaynakları üretim fonksiyonu olarak yazıldığında ise Y üretimi veya Gayri safi yurt içi hâsıla düzeyini göstermek üzere;

$$Y= F (L, K,N,A) \text{ olarak yazılabilir. (3.1)}$$

Üretim faktörlerindeki reel artışlar ve teknolojik gelişmeler büyümeyi etkilediği için üretim fonksiyonu şu şekilde de yazılabilir;

$$\Delta Y= F(\Delta L, \Delta K, \Delta N, \Delta A) \quad (3.2)$$

Bu fonksiyonda Δ işareti faktörlerdeki değişmeyi göstermektedir. Sermaye, emek, doğal kaynaklar ve teknolojik gelişmelerde meydana gelen artışlar üretim (ΔY) artışını etkileyecek bu nedenle büyüme artışı da etkilenecektir (Üzümçü, 2015:11-12).

3.4. Büyüme Modelleri

İktisadi büyüme Adam Smith'den bu yana makro iktisatçıların ilgisini çekmiş bir konudur. Birbirinden farklı iktisadi sorunlar ve bu sorunlara farklı bakış açıları geliştiren iktisatçılar nedeniyle birçok büyüme modeli ortaya çıkmıştır. Klasik iktisatçılardan A. Smith, T. Malthus ve D. Ricardo iktisadi büyüme konusunu ele alan ilk iktisatçılar olmuştur. 19.yüzyılda kapitalizme getirdiği eleştirilerle bilinen K. Marx'ın büyüme teorisiyle alternatif bir görüş oluşmuştur (Yalçın, 2017:15).

II. Dünya Savaşının hemen öncesinde büyüme teorilerinde gelişme gözükmüş ve modern büyüme teorileri olarak adlandırılan kuramlar ortaya çıkmıştır. 1939’da Harrod ve 1946’da Domar’ın başlattığı ve 1956’da Solow’un geliştirdiği neoklasik büyüme modelleri iktisattaki hakim görüşü oluşturmuştur. 1986’da Romer ve 1988’de Lucas’ın ileri sürdüğü içsel büyüme modelleri büyüme kavramına yeni eklemeler yapmıştır (zmc, 2015:111-112).

Geleneksel iktisadi görüşün büyüme modellerine eleştiri getiren alternatif büyüme modeli çalışmaları geçmişten günümüze devam etmektedir. Özellikle neoklasik iktisatın “homojen ürün”, “denge”, “durağan durum” ve “teknolojik gelişme” kavramlarına olan bakış açılarına eleştiri getiren alternatif kuramlar, uzun dönemli büyümenin kaynağı ile ilgili farklı öneriler sunmaktadır (Gürak, 2016: 54).

Yakın gelecekte gündemimize giren evre kirliliği problemine iktisat bilimi kayıtsız kalamamıştır. Ülkelerin sürekli ekonomik büyüme hedefleri daha fazla doğal kaynak kullanımına sebep olmuş, bu durum geri dönülmesi çok zor doğal kaynak tahribatı sürecini başlatmıştır. Doğal kaynakların sınırsız olduğu varsayımıyla hareket eden klasik görüş uzun bir süre evre tahribatına kayıtsız kalmıştır. 1970’li yıllardan itibaren sürdürülen büyüme ve kalkınma faaliyetleri sonucu oluşan evre kirliliğinin giderilmesi sürekli ertelenmiştir. Bu süreçte ekonomik büyümenin temel gücü olan doğal kaynakların sürdürülebilir bir büyüme için yeterli olup olmadığı sorgulanmaya başlanmıştır. Oluşacak evre kirliliğinin ekonomik ilişkilere zarar vereceği, tükenecek sınırlı enerji kaynaklarıyla sürdürülebilir büyümenin sekteye uğrayacağı görüşleri ortaya çıkmaya başlamıştır. Neoklasik iktisadın büyüme teorilerinin evre tahribatını dikkate almamasına tepki olarak alternatif enerji kaynaklarının kullanımını prensip alan ve evre kirliliğinin minimuma indirmeyi hedefleyen “ekolojik iktisat” teorileri literatürde yerini almıştır (Yalçın, 2017: 30-33).

Çalışmanın bu bölümünde teknolojik gelişmeleri içsel kabul eden büyüme modellerinin ve büyüme ile ilgili alternatif düşüncelerin üzerinde durulacaktır. Doğanın insanlığa verdiği yenilenebilir enerji potansiyelinin kullanılabilir enerjiye dönüştürülebilmesine imkân veren unsur teknolojik gelişmelerdir. Bu durumda teknolojik gelişmeleri içsel kabul etmeyen veya modelde sabit varsayan büyüme modelleri konu dışı kalacaktır.

3.4.1. Schumpeter ve Yaratıcı Yıkıma Dayalı Büyüme

Schumpeter girişimcilik ve teknolojik yenilik arasındaki ilişkiye dikkat çekmiştir. Kendinden önce gelen klasik iktisatçılardan ve özellikle K. Marx'tan oldukça etkilenmiştir. Fakat kapitalizmin nasıl sonlanacağı konusunda Marx'tan ayrışır. Schumpeter'e göre yenilikler olmadan iktisadi gelişmeler olamaz. Yeni firmaların doğuşu beraberinde yenilikler getirecek ve yaratıcı yıkım sürecinin getireceği dinamizm iktisadi gelişmeyi sağlayacaktır. Bunun sonucu olarak Schumpeter modelinde yenilik ve girişimci kavramlarına yer vermiştir (Üzümcü, 2015:140).

Schumpeter modelinde ekonomik büyümenin kaynağını;

- Yeni bir malın ortaya çıkarılması
- Yeni bir üretim yönteminin ortaya çıkarılması
- Yeni bir piyasaya giriş
- Hammaddelerin yeni bir arz kaynağına ulaşılması
- Monopolcü bir durumun yaratılması veya monopolcübir durumun kırılması olarak belirtmiştir (Yalçın, 2017:23).

Schumpeter, teknolojik yeniliklerin büyüme üzerinde önemli etkileri olduğunu vurgulamıştır. Schumpeter'e göre yeni teknolojiler sistemin gereği olarak kaçınılmaz bir şekilde ortaya çıkıyordu. Yeni gelişen teknolojiler eskilerin yerini alıyor, bu şekilde süregelen yaratıcı yıkımı uygulayan girişimciler ile iktisadi büyüme sağlanıyordu. Schumpeter'e göre;

- Teknolojik yenilikler içsel bir olgudur.
- Kesintisiz teknolojik yenilikler büyümenin motorudur.
- Kapitalizmin özelliği yaratıcı yıkıcı bir yapıya sahip olmasıdır ve bu özelliğin temelinde teknolojik yenilik vardır (Gürak, 2016:72-73).

Schumpeter'in büyüme modelinde teknolojik gelişmelerin içsel bir olgu olduğu açıktır. Fakat Schumpeter büyümede teknolojik gelişmenin nasıl sağlandığı hangi yollarla etki yaptığını model dâhilinde açıklayamamıştır (Üzümçü, 2015:145).

3.4.2. İçsel Büyüme Modelleri

Neoklasik büyüme modellerinin ekonominin pratik ilerleyişiyle örtüşmemesi içsel büyüme modellerinin ortaya çıkmasında temel faktör olmuştur. Barro (1991) ve Romer (1994)'in araştırmalarında bu dönem içerisinde sermaye, işgücü ve sermaye-işgücü oranı artarken, reel faiz oranlarının beklendiği kadar azalmadığı, sermayenin işgücü ve çıktıya oranının genelde durgun kaldığı ve reel ücretlerin hızla yükseldiği gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda teknolojinin dışsal ve sabit olduğu varsayımının gerçekçi olmadığı ortaya çıkmıştır. Ülkelerin veya bölgelerin birbirinden farklı karakteristik özelliklere sahip olması sebebiyle aynı durağan durum dengesinde bulunamayacakları ifade edilmiştir. Bu nedenle fakir ülkelerin, zengin ülkelere daha hızlı büyüüp onları yakalamaları ancak ülkelerin aynı teknoloji düzeyi, tasarruf oranı, doğurganlık oranı, hükümet politikaları ve aynı kurumsal yapıya sahip olmaları ile mümkün olabilecektir. Bu gelişmeler ışığında büyüme sürecinin anlaşılmasında kilit öneme sahip teknolojik gelişmenin dışsal olmaktan çıkıp daha ayrıntılı incelenmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Solow'un neoklasik büyüme modeli büyüme oranının artması için teknolojik gelişmenin gerekli olduğunu vurgulamasına rağmen, teknolojik gelişmenin nasıl sağlanabileceği ile ilgili bir açıklama getirmemiştir. Ayrıca modelinde uzun dönem büyüme oranının tasarruflardan bağımsız olduğunu savunulmuştur. İçsel büyüme modelleri büyüme oranını içselleştirerek neoklasik büyüme modellerindeki eksiklikleri gidermeye çalışmıştır (Taban, 2008:109-110). İçsel büyüme modellerinin neoklasik büyüme modellerinde farklılaştığı noktaları maddeler halinde sıralamak gerekirse;

- Teknolojik gelişmeler, sistemin içinde oluşmaktadır. Neoklasiklerin iddia ettiği gibi gökten zembille inmeyen teknolojik gelişmeler içsel büyüme modellerinde içselleştirilmiştir.
- Azalan verimler anlayışını savunan neoklasik üretim fonksiyonları yerine artan verimliliklere dayalı üretim fonksiyonu kullanılmaktadır.

- İçsel büyüme modelleri mutlak veya tam yakınsama hipotezlerini reddetmektedir. İçsel büyüme teorisyenlerine göre gelişmekte olan ülkeler gerekli önlemleri almaz, teknolojik gelişmeleri takip edemez ve içselleştiremezlerse gelişmiş ülkeler ile aralarındaki gelir farklarının artması kaçınılmaz olacaktır.
- İçsel büyüme yaklaşımında eğitim düzeyi, kamu politikaları ve hizmetleri, vergi, gelir dağılımı, dış ticaret, bölgesel faktörler, kültürel yapı, doğurganlık oranı, sağlık, enflasyon, yatırım ortamı, yönetim şekli gibi faktörlerin uzun dönem iktisadi büyüme üzerinde etkileri olduğu kabul edilmektedir.
- İçsel büyüme modellerinde piyasa mekanizmasının işlemediği veya eksik kaldığı durumlarda optimal büyüme oranına ulaşılabilmesi için devletin ekonomiye müdahalesi zorunlu bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır.

K. Arrow (1962)'un “yaparak öğrenme” kavramına dayanan modeller P. Romer ve R. Lucas'ın çalışmalarıyla hayat bulmuştur (Üzümcü, 2015: 254-255).

3.4.3. Lucas:Beşeri Sermaye Modeli

Geleneksel modeller işgücü verimini ve toplam üretimi artıran beşeri sermaye kavramının ihmal etmişlerdir. Lucas 1988'deki çalışmasıyla bu açığı gidermeye çalışmıştır. Beşeri sermaye kısaca eğitilmiş ve beceri kazandırılmış işgücü olarak tanımlanır. Etkin işgücü büyümeye etki eden önemli bir değişkendir. Etkin işgücü ise bilgi ile artar. Lucas, beşeri sermaye tanımını işgücünün eğitim düzeyi ile ilişkilendirir. Formal eğitime ve iş yerinde yapılacak yetiştirme alanlarına yatırımlar,beşeri sermaye yatırımları olarak tanımlanmıştır. Lucas modeline göre uzun dönemde beşeri sermaye sınırsız bir şekilde artırılabilirse sürdürülebilir büyüme mümkün olacaktır (Taban, 2008: 120-121).

Lucas modelinde çalışanın $u(t)$ kadar zamanının üretime, kalan $1-u(t)$ kadar zamanını beşeri sermaye birikimine ayırdığını varsayar. Bu durumda $h(t)$ sermayesine sahip bir işçi $1/2 h(t)$ sermayesine sahip iki işçi kadar ya da aynı sermayeye sahip fakat yarım

gün çalışan iki işçi kadar verimlidir. Toplam N kadar h beceri düzeyine sahip çalışanlar vardır (Gürak, 2016: 98).

Modelde çıktı düzeyi Y , fiziki sermaye K ve etkin emek N^e girdisinin bir fonksiyonu olarak üretim fonksiyonu;

$Y = F(K, N^e)$ (3.3) olarak yazılır. Burada N^e efektif emekçi miktarını simgeler.

$\hat{h}(t) = h(t) \delta [1 - u(t)]$, bu eşitlikte $u(t)$ üretime, $1 - u(t)$ eğitime ayrılan zamanı gösterir. Lucas'a göre $u(t) = 1$ ise zamanın tamamı mevcut üretimi gerçekleştirmek için ayrılmıştır, eğitime hiç zaman ayrılmadığı için beşeri sermaye birikimi sıfırdır. $u(t) = 0$ olduğu zaman çalışanlar tüm zamanını eğitime ayırır. Bu durumda ise üretim olmamaktadır. Lucas "eğitime ayrılan zaman, üretimden kesilen zamandır" yorumunu yapmıştır (Gürak, 2016: 98-99).

Lucas modeli ile ilgili şu sonuçlara varmıştır;

- Kapalı ekonomi varsayımı halinde, zengin bir ülke ile aynı büyüme oranına sahip olsa bile yoksul bir ülkenin nispi yoksulluğu devam eder.
- Emek faktörü ülkeler arasında mobil değilse, sermayenin serbest dolaşımı dış ticarete yönelik güçlü bir eğilim oluşturmaz.
- Emek faktörü mobil ise her şey emeğin üretkenliğini artıran beşeri sermaye etkilerinin içsel olup olmadığına ve bu etkilerin bir kişiden diğerine taşarak dışsal yarar sağlayıp sağlamadığına bağlıdır.
- Ülkeler arası servet ve gelir dağılımı kararlılığını korur.
- Beşeri sermayeden doğan dışsal faydalar emeğin yoksul ülkelere zengin ülkelere doğru göçüne sebep olur. Nitelikli emekçi göçü yoksul ülkelerde yoksulluğun devam etmesine neden olurken, zengin ülkelerin durgun duruma girmesini önlemektedir (Üzümcü, 2015: 297-298).

3.4.4. Ar-Ge'ye Dayalı Büyüme Modelleri

Romer (1986) bu modelinde teknolojik gelişmeyi yeni yaratıcı fikirlerin ortaya çıkardığı sosyal kazançların bir kısmını kâr biçiminde elde etmeye çalışan bireylerin yeni bilgiler arama çabalarının bir sonucu olarak ele almıştır. Romer'e göre bilgi tesadüfi değil bilinçli bir süreç sonunda ortaya çıkar. Ar-Ge modeline göre bilgi, bir firma tarafından yeni bilginin üretiminin diğer firmaların üretim olanakları üzerinde pozitif dışsallık yaratacaktır. Yaratılan pozitif dışsallık artan getiri yoluyla iktisadi büyümeye pozitif katkı sağlayacaktır. İktisadi büyüme sektöre aktarılan bilim adamı, mühendis, teknik uzman vb. eleman sayısına bağlı olarak artacaktır (Taban, 2008: 124-125).

3.4.4.1. Romer Modeli

Romer modelinde, kârlarını maksimize etmek isteyen firmaların Ar-Ge yatırımı yaptığını ve bunun sonucunda elde ettiği bilgileri patent ve mülkiyet hakları gibi kurumlarda tekelleştirerek kârlarını sektörün kârlılık oranları üzerinde belirlediğini bu süreçle sürekli büyümenin sağlandığını ifade etmiştir (Taban, 2008: 125).

Romer'in büyüme modelinin temel varsayımları:

- Büyümenin kaynağı yeni teknolojilerdir.
- Kârını maksimize etmek isteyen firmalar bilinçli olarak yeni teknolojiler geliştirir. Teknolojik gelişmeler içseldir.
- Üretimde kullanılan bilgi bir kerelik maliyetle üretilir. Üretimde kullanılırken ek bir girdi maliyeti ortaya çıkmaz. Yeni bilgilerin üretimi sadece sabit maliyeti artırır. Bu şekilde üretim arttıkça birim çıktı başına beşeri sermayenin maliyeti azalır (Gürak, 2016: 110).

Romer'in büyüme modeline bir takım eleştiriler yapılmıştır. Modele göre ülkelerin büyüebilmesi için Ar-Ge yatırımı yapabilecek altyapıya sahip olması gerekmektedir. Böyle bir birikim ve altyapı gelişmiş ülkelerde bulunmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise durum farklıdır. Genel bilgi birikimi yetersizdir. Ar-Ge için gerekli olan fonlar yetersizdir, nitelikli emek miktar ve emekçinin niteliği

yeterli değildir, Ar-Ge için altyapı yetersizdir, teknoloji transferinin önünde ciddi engeller mevcuttur. Neoklasik modellerde görülen kurumsal ve kültürel yapının ihmali Romer'in modelinde de mevcuttur. Modelin en önemli eksikliklerinden biri küresel büyüme farklarını açıklamada yetersiz kalmasıdır (Gürak, 2016: 116-119).

3.4.4.2. Grossman ve Helpman Modeli

G.M. Grossman ve E. Helpman'ın çalışmaları yeni buluşlara dayalı büyüme yaklaşımına önemli katkılar sağlamıştır. Grossman ve Helpman'a göre iktisadi birimlerin bilinçli davranışları sonucu piyasa koşullarında ortaya çıkan teknolojik yenilikler içseldir. İktisadi birimlerin bilinçli davranışları kâr beklentisiyle ortaya çıkar. Teknolojik yenilikler sayesinde geleneksel beklentilerin aksine uzun dönem kâr oranlarında düşüş yaşanmayacaktır. Bu nedenle, içsel teknolojik yeniliklerden kaynaklanan verimlilik artışları uzun dönemde büyümenin kaynağını oluşturur. Grossman ve Helpman büyümenin kaynağı olan teknolojiyi bir bilgi çeşidi olarak tanımlar. Teknoloji paylaşımı veya kullanımı engeli olmayan bir maldır, biri tarafından kullanımı başkaları tarafından kullanımına engel değildir. Fakat teknoloji erişimi kısmen engellenebilir bir maldır, patent sayesinde bilginin kullanımı kısmen engellenebilir. Grossman ve Helpman'ın modelinde içsel büyüme iki yolla sağlanabilir:

- Malların niteliğindeki iyileştirmelerden dolayı sağlanan büyüme,
- Ar-Ge sektörünün sürekli yeni teknolojiler üretmesi sonucu sağlanan ürün çeşitliliğinin yol açtığı büyüme.

Bu yapıda, dış ticaretin getirdiği imkânlardan yararlanan Ar-Ge sektörü, ülke ekonomisine karşılaştırmalı üstünlük kazandırarak büyümenin itici gücü olacaktır. Az gelişmiş ülkeler dış ticareti serbestleştirerek teknoloji transferi yoluyla dünya bilgi stoğuna erişebilecek ve belli bir zaman içinde dünya ticaretindeki gelişmelerin etkisiyle serbestleşmeden azami faydalanabilecektir. Fakat teknoloji transferinin gelişmiş ülkelere doğru otomatik olarak gerçekleşmemesi, yoksul ülkelerin nasıl bir politika uygulayacağı sorusunu gündeme getirmiştir. Ar-Ge sektöründe karşılaştırmalı üstünlüğe sahip ülkelerin korumacı politikalar uygulaması harcamaları tüketim malları üzerine kaydırır. Bunun

sonucunda kaynakların bilgi üreten sektörlerle yönelmesi engellenir, uzun dönemli büyüme hızları olumsuz yönde etkilenir (Taban, 2008: 127-128).

3.4.4.3. Aghion ve Howitt Modeli

Schumpeter'in "yaratıcı yıkım" görüşlerinden esinlenerek oluşturulmuş bir modeldir. Teknolojik yenilikleri içsel bir olgu olarak kabul eden Aghion ve Howitt, modeli neoklasik iktisadi doktrinin denge varsayımı üzerine kurmuştur. Modelin diğer içsel büyüme modellerinden farkı büyümenin kaynağının "dikey" teknolojik yenilikler olmasıdır. Ar-Ge sektöründe gerçekleşen rekabetçi dikey yenilikler sayesinde piyasaya daha iyi ürünler sürülebilmekte ve eski ürünlerin modası geçmektedir. Bu şekilde eski ürünlerin yerini yeni ve daha iyi ürünler almakta yaratıcı yıkım süreci bu şekilde gerçekleşmektedir (Gürak, 2016:124).

3.4.4.4. Kamu Politikası Modeli

Büyümeyi içsel değişkenlerle açıklamaya yönelik bir diğer teori de kamu politikası modelidir. Kamu altyapı yatırımlarının ve kamu politikalarının büyüme sürecine etkilerini inceleyen modelin öncüsü Barro (1990)'dur. Modele göre, optimal olmayan bazı kamusal hizmetlerin yerine getirilemediği ve gerekli tasarrufların yeterince sağlanamadığı durumlarda devletin devreye girmesi gerekir. Bu nedenle istikrarlı büyüme oranlarının maksimum yapan bir vergi oranı tespit etmektedir. Kamu harcamaları genellikle tamamlayıcı mal ve hizmetlerin üretilmesi, altyapı yatırımlarının yapılması, mülkiyet haklarının güvenceye alınması, sözleşmelerin güçlendirilmesi ve yasal çerçevenin oluşturulması için yapılmalıdır. Barro'ya göre kamu sektöründe yapılacak olan altyapı harcamaları özel sektörün sermaye verimliliğini artıracaktır. Özel sektör yatırımları bir taraftan sermaye stokunu artırırken diğer yanda da dolaylı olarak artan vergi gelirleri denk bütçe sayesinde kamu malının arzını artıracaktır. Gelişmekte olan ülkeler Ar-Ge'ye, eğitime, finansal kalkınmaya, verimli kamu harcamaları politikalarına önem vererek ekonomik büyümeyi hızlandırabileceklerdir. Yine Barro'ya göre içsel büyüme modelleri kamu politikalarına büyüme alanında önemli görevler yüklemektedir (Taban, 2008:130-131).

3.5. İktisadi Büyüme İle İlgili Alternatif Görüşler

Sanayi devrimi ile birlikte başlayan endüstrileşme faaliyetleri özellikle II. Dünya Savaşı sonrasında büyük bir ivme kazanmıştır. Bu süreçte, temeli insanların maddi refahını maksimize etmek olan iktisadi teoriler gelişmiştir. Söz konusu iktisadi akımlar maddi refahın koşulunu ekonomik büyüme ve kişi başına düşen gelirin artırılması olarak görmüştür. Bu anlayışı eleştiren iktisatçılar ise hakim iktisadi görüşün insanlık için adil ve sürdürülebilir bir refah sağlayamadığını öne sürmüşlerdir. Hiç şüphesiz II. Dünya Savaşı sonrası insanlık, tarihin önceki dönemleri ile kıyaslanamayacak büyüklükte büyüme ve kalkınma süreci yaşamıştır. Fakat sınırlı kaynaklar ile sınırsız büyümenin mümkün olamayacağına dair görüşlerin ortaya atılması, iktisatçıları alternatif teoriler geliştirme yoluna itmiştir (Yalçın, 2017: 90-91).

Klasik iktisat ve onu izleyen dönemler boyunca, doğal kaynak arzının sınırsız olduğu varsayımı hakim olmuştur. Doğal kaynakların tükenebilirliği ve çevre sorunları görmezden gelinmiştir. 1960'lı yıllardan itibaren çevre sorunlarının ciddi boyutlara ulaştığının anlaşılması, var olan büyüme ve kalkınma anlayışının gözden geçirilmesi ihtiyacı doğurmuştur. Uzun dönemli büyüme hedeflerinin çevresel hedeflerle çelişmesi, artan çevresel kirlilik oranlarının Dünya ve insanlığın geleceğini tehdit eder hale gelmesi, üretim ve tüketim düzeylerindeki orantısız artışlar ve nüfus büyüklüğü gibi sorunlar ekolojik dünya görüşünü ortaya çıkarmıştır. 1970'li yıllarla birlikte yeşil ekonomi, yeşil yeni düzen ve yeşil büyüme gibi terimler terminolojiye girmiştir (Özçağ ve Hotunluoğlu, 2015: 305-306).

3.5.1. Yeşil Ekonomi

1960'lı yıllardan itibaren çevre sorunları Dünya üzerinde yaşayan canlı yaşamını tehdit eder hale gelmiştir. Klasik büyüme anlayışı ve sınırsız ilerleme düşüncesi ile birlikte yürütülen politikalar teknolojik gelişmelerin de etkisiyle kaynakların kullanımını açısından başarılı sonuçlar vermiş olmasına rağmen, kaynakların etkin kullanımını konusunda aynı başarı elde edilmemiştir. Fosil yakıtların tükenme noktasına yaklaşması, enerji krizlerinin sebep olduğu ekonomik dalgalanmalar ve ekolojik dengenin bozulması mevcut iktisadi düşüncelere olan güveni sarsmıştır. Mevcut ekonomik faaliyetlerin ekolojik denge ve canlı yaşamının devamı için

yarattığı tehlikelerin anlaşılmasıyla birlikte, ulusal ve uluslararası alanda ciddi tedbirler alınması gerekliliği kabul edilmiştir. Bu durum mevcut kalkınma kavramlarının yeniden yorumlanmasını beraberinde getirmiş, büyüme ve kalkınmanın sürdürülebilir olması gerektiği vurgulanmıştır. İlk kez 1980 yılında Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği tarafından gündeme getirilen sürdürülebilir kalkınma terimi, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'na hazırlanan “Ortak Geleceğimiz Raporu” (Brundtland Raporu) ile popüler hale gelmiştir. Raporda sürdürülebilir kalkınma kavramı “Gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılayabilmelerini tehlikeye atmaksızın bugünkü kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilen kalkınma” şeklinde tarif edilmiştir. Kalkınma olgusunu sadece ekonomik içeriğe sahip bir olgu olmaktan çıkarıp, çevreci anlayış ile daha geniş perspektifte ele alan rapor, 2000’li yıllar ve sonrası için çevre ve kalkınma alanındaki kritik problemleri değerlendirmek, gerçekçi çözümler üretmek, kalkınma-çevre ilişkisinde anlayışı yükseltmek ve ekolojik-toplumsal sürdürülebilirliği yeniden dizayn etmek açısından önem arz etmiştir.1992 Rio Dünya Çevre ve Kalkınma Konferansı ile birlikte sürdürülebilir kalkınma dünya genelinde politika haline gelmiştir. Ülke temsilcileri, iş dünyası, sivil toplum kuruluşları ve bilim insanlarının katıldığı konferansta, sürdürülebilir kalkınma tüm dünya için bir amaç olarak ortaya konmuştur. Ekosistemdeki bozulmalar, artan yoksulluk, açlık ve cehalete dikkat çekilen konferansta, yaşam kalitesinin iyileştirilmesi, ekosistemin korunması ve yeni yüzyılda meydana gelebilecek tehlikeler için küresel işbirliğinin önemi vurgulanmıştır. Konferansta ortaya çıkan eylem planının temel yaklaşımı, program için finansal kaynakların yaratılması, teknik araçların belirlenmesi, merkezi ve yerel yönetimler arasındaki ilişkilerin yerinden yönetim anlayışı doğrultusunda güçlendirilmesi, halkın ve devlet dışı kurumların katılımı üzerine kurulmuştur (Özçağ ve Hotunluoğlu, 2015: 307-312).

Birleşmiş Milletler 2012 Sürdürülebilirlik Raporu’nda kalkınma konusunda dünyada bazı ilerlemeler yaşanmış olmasına rağmen sürdürülebilir dünya, adil toplum ve büyüyen ekonomi olarak tanımlanan üçlü hedefin gerçekleştirilmesi için küresel ekonomi ve politikalarda önemli değişikliklerin olması gerektiği vurgulanmıştır (Yalçın, 2016: 753).

II. Dünya Savaşı sonrası dönem, endüstriyel üretim ve tüketimin büyük bir hızla artış gösterdiği bir dönem olmuştur. 19. yüzyıl ve 20. yüzyılın ilk dönemleri gelişen sanayileşme ile birlikte doğal alanlar hızla yok olmaya başlamıştır. İktisadi büyüme odaklı politikaların çevre üzerindeki yıkıcı etkisinin 1970’li yıllarda hissedilmeye başlanmasıyla klasik büyüme paradigmaları sorgulanmaya başlamıştır. Yeşil ekonomi fikri, fosil yakıtların artan bir hızla kullanılması sayesinde gerçekleşen hızlı ekonomik büyüme, kentleşme ve tüketim kültürünün sebep olduğu ekolojik krize yanıt olarak ortaya çıkmıştır. Hareketin savunucuları yeşil ekonomi fikrini salt çevre kirliliğine karşı çıkış veya doğanın korunmasına için değil, endüstriyalizme ve ekonomik büyüme dogmasına karşı çıkış olarak tanımlamaktadır (Şahin, 2017: 22-28).

Yeşil ekonomi hâkim iktisat doktrinine getirilen eleştirisel yaklaşımlardan biridir. UNEP (United Nations Environment Programme) yeşil ekonominin tanımını “insanın refahını ve toplumsal eşitliği sağlarken çevresel riskleri ve ekolojik kısıtlıkları ciddi biçimde düşüren ekonomi” olarak yapmıştır. Yeşil ekonomi, düşük karbonlu kaynakları daha etkin kullanmaya dayalı, toplumsal olarak daha kapsayıcı ve adil bir gelir artışı sağlamayı hedefleyen bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Bu hedefe ulaşmak için karbon salınımını ve kirliliği azaltan, enerji ve kaynak verimliliğini artıran, biyoçeşitlilik ve ekosistem hizmetleri kayıplarını önleyecek kamu ve özel yatırımlarının gerekliliği UNEP tarafından belirtilmiştir. (UNEP, 2017).

Tüm üretim süreçlerinde, doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı en aza indirmek, atıksız üretim veya atıkları üretim süreçleri içerisinde geri dönüştürmek, yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanmak yeşil ekonominin temel prensipleri arasında yer almaktadır. Gerekli enerji sistemlerinin üretimi ve kullanımında da doğaya uyum ve sıfır atık prensibi önem arz etmektedir. Gerek özel gerekse devlet eliyle yapılacak olan yenilenebilir enerji yatırımlarının sosyal adalet ve ekolojik denge gibi ilkelerle uyumlu olması gerekmektedir. Konu sektörel bazda incelendiğinde enerji ve gıda üretimini de kapsayacak şekilde tüm sektörlerde doğayı koruyan, endüstriyel sistemi doğayla uyumlu bir şekilde dönüştüren uygulamalar yeşil ekonominin önemli parçalarını oluşturmaktadır. Arıtma tesisleri, güneş evi, ekolojik mimari, ağaçlandırma işleri, ısı yalıtımı, su tasarrufu sağlayan sistemler, yapay zeka destekli kesintisiz elektrik akışı sağlayan yenilenebilir enerji teknolojileri, uzak mesafe

yolculukları ve tüketimi azaltan bilişim sistemleri, toplu taşımanın geliştirilmesi, kentlerde bisikletli ulaşım altyapılarının geliştirilmesi, ekolojik turizm gibi kirliliği azaltacak, etkinliği artıracak her türlü geliştirme faaliyetleri yeşil ekonomi kapsamı içerisinde yer almaktadır. Yeşil ekonomi fikri sadece doğaya uyumlu ve sürdürülebilir üretim-tüketim ilişkilerine odaklanmakta kalmamakta, insan hakları ve sosyal politikalarla da ilgilenmektedir. Herkes için eşit sağlık, eğitim ve sosyal hizmetlerin verilmesini ekonomiyi canlandıran ve işsizliği azaltan bir olgu olarak görmektedir (Şahin, 2017: 24-28).

İklim değişikliği, çevre kirliliği gibi riskleri minimuma indirmeyi ve ortadan kaldırmayı amaçlayan yeşil ekonomik anlayış bu süreçle birlikte yeni meslek gruplarının ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. “Kahverengi işler” olarak adlandırılan çevre kirliliğine neden olan işlerin yerini “Yeşil işler” olarak adlandırılan yeni iş gruplarının alması öngörülmektedir. Yeşil mal ve hizmetlerde meydana gelecek yatırım ve talep artışlarının karşılanabilmesi için yeni teçhizat ve altyapı unsurları gerektirir. Bu süreç mevcut endüstri ve girişimci sayısının artmasına neden olacaktır. Bu şekilde yeşil sektörde emek talebi artacak ve yeşil iş gruplarında artışı da beraberinde getirecektir. Ek olarak, yeşil endüstri için gerekli girdi mallarında talep artışı gerçekleşecek, izolasyon maddeleri, çimento üretimi, çelik ve karbon üretimi gibi birçok alanda istihdam artışı sağlanabilecektir. Bu faaliyetler sonucu oluşacak ek gelirin tüketim, yatırım, harcama sayesinde yeniden dağıtımı yeşil işlerle birlikte ortaya çıkacak olumlu etkilerden biri olacaktır (Özçağ ve Hotunluoğlu, 2015: 317).

3.5.2. Yeşil Yeni Düzen

Yeşil ekonomi, 2008-2009 krizinden sonra ülkelerin yaşadığı ekonomik, ekolojik ve siyasi krizin aşılmasında önemli iktisadi politika araçlarından biri olarak düşünülmeye başlanmıştır. Yeşil iktisatçılar 2008 finansal krizini sosyal, ekonomik ve ekolojik etkileri eşit olan bir üçlü kriz olarak tanımlamışlardır. 1929 krizine çare olarak önerilen Keynesyen yeni düzen gibi 2008 finansal krizi ve etkilerine çare olarak da “Yeşil Yeni Düzen” olarak adlandırılan fikir önerilmiştir (Yalçın, 2016: 756).

Yeşil Yeni Düzen (YYD), ekonomik, toplumsal ve ekolojik krize aynı anda çare bulmak amacıyla tasarlanmış politika setidir. Yeşil mal ve hizmet yatırımlarıyla durmuş olan ekonomik çarkların yeniden hareket ettirilmesi, istihdam artışının gerçekleşmesi ve bir takım düzenlemeler ile ekonomiyi daha düşük karbon düzeyine çekmeyi hedeflemektedir. YYD, kamu ve özel kaynakların hem doğayı koruyacak hem de insan refahını artıracak biçimde kullanılmasını savunan iktisat politikasıdır. UNEP'in 2009 tarihli raporunda YYD'nin üç amacı belirtilmiştir;

- Dünya ekonomisinin tekrar canlandırılması, iş kayıplarının önlenip yeni işlerin yaratılması ve toplumun yoksul kesimlerinin korunmasına katkı sağlamak
- Ekonomiyi sürdürülebilir ve kapsayıcı büyüme modeline göre şekillendirmek
- Karbon bağımlılığını düşürüp ekosistemin çözülmesini yavaşlatmak.

Yeşil Yeni Düzen sadece yeşil yatırımlardan ibaret olmayıp ekonomiyi sürdürülebilir bir raya oturtmak için ulusal ve uluslararası sistemde köklü değişimler yapmayı hedefleyen bir politikadır. Uluslararası ticaret ve uluslararası finans sistemi çevresel özellikleri önemseyecek şekilde yeniden tasarlanmalı, yerel ekonomiler ve kırsal kalkınmanın daha fazla dikkate alınması gerekmektedir. YYD, ülke ekonomilerinin olabildiğince yerelliğe dönük olması gerektiğini belirtir. Ekonominin yerelleşmesi, karbon emisyonunun giderek azalması ve kaynakların çevre açısından daha etkin kullanılması anlamına gelmektedir (Aşıcı, 2017: 112-115).

Son dönemde yaşanan krizlerin temel sebeplerinden biri de küresel finansal sistemdir. Finans sektörünün halkın tasarruflarını yatırıma dönüştürmeye aracılık etmek yerine spekülative kazanç sağlamayı hedef haline getirmesi ülke ekonomilerinde ciddi dalgalanmalar ve krizler doğurmaktadır. Doğrudan yabancı yatırımlar sıfırdan üretim tesisleri kurmak anlamına gelirken hisse senedi, devlet bono ve tahvilleri almak için ülkeye giren yatırımlar sermaye-portföy yatırımları olarak isimlendirilir. Doğrudan yabancı yatırımlar bir finansman biçimi olarak istikrarlı bir araçken, portföy yatırımları oynak, güvenilmez ve kolayca kriz çıkarabilen yatırımlardır. Günümüzde sermaye akımlarının önünde Fransa'nın aldığı

%0,1'lik işlem vergisi dışında pek bir engel bulunmamaktadır. Sermaye akımlarının serbest olması sermayenin maliyetini daha düşük hale getirmektedir. Üretim kapasitelerinin kontrolsüz bir biçimde artması paranın bir ülkeden diğerine akmasını kolaylaştırmaktadır. Ülkelerin kendi tasarruf imkânlarıyla karşılamayacağı birçok proje uluslararası konsorsiyumlar eliyle yapılabilmektedir. Bu tip akımları yoğunlukla çeken gelişmekte olan ülkeler göz önünde bulundurulduğunda sermaye hareketliliği ile çevre dengesi arasında bir bağ kurulmaktadır. Sıcak para girişleriye daha yıkıcı sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Ülkelere giren sıcak para ülke parasının değerini artırmakta, artan gelir etkisi nedeniyle daha çok tüketim teşvik edilmektedir. Ülke içinde üretilebilecek ürünlerin değeri artan ülke para birimi nedeniyle başka ülkelerden karşılanması o sektörü ve sektörde çalışan emeği olumsuz etkilemektedir. Özellikle sıcak para akımlarının bir süre sonra patlaması kaçınılmaz olan spekülasyon balonlarına sebebiyet vermesi, artan yoksulluk ve doğa baskısını beraberinde getirmektedir. Sürdürülebilir bir kalkınma ve refahın sağlanabilmesi için bu tür sıcak para akımlarının olabildiğince caydırılması gerekmektedir. Bir dönem ABD'li iktisatçı James Tobin'in önerdiği Tobin Vergisi uygulamaya konulabilir ve buradan alınan ücret yoksul ve gelişmekte olan ülkelerin küresel iklim değişikliklerine adaptasyonunda kullanılabilir. Bu tür uygulamalar için Avrupa Parlamentosu Yeşiller Grubu'nun önerileri; borca dayalı finansal enstrümanların sıkı bir şekilde denetim altına alınması, ekonomiye herhangi bir artı değer katmayan enstrümanların yasaklanması, AB içindeki vergi cennetlerinin hızlı bir şekilde kapatılıp birlik dışındakilerin baskı altına alınmaları, spekülasyon güdülerle hareket eden hissedarların şirketler üzerinde kontrol kurmalarını önleyecek düzenlemeler yapılması olarak sıralanabilir (Aşıcı, 2017: 114-125).

UNEP 2008 tarihli Yeşil İşler raporunda, hükümetlerin uygulayabileceği bir takım politikalar önermiştir:

Teşvikler: Çevreye zarar veren sanayilere yönelik teşviklerin kaldırılması ve bu fonların yenilenebilir enerjiye, verimli teknolojilere, temiz üretim biçimlerine ve toplu taşıma sistemlerine kaydırılması.

Karbon Piyasası: Karbon ticareti ve Kyoto protokolü ile alakalı Temiz Kalkınma Mekanizması gibi yeniliklerdeki eksiklerin giderilmesi sonucu karbon ticaretinden

elde edilecek gelirler yeşil projeler ve istihdam için uygun fon kaynağı haline getirilebilir.

Vergi reformu: Birtakım Avrupa ülkelerinde uygulanan eko-vergilerin kapsamının genişletilmesi ve her yerde uygulanabilmesine çalışılması. Eko-vergiler emek üzerindeki vergi yükünü azaltırken karbon-yoğun çalışan ve kirleten sanayiler cezalandırılır.

Hedefler ve yetki: Yeşil teknolojilerin, ürünlerin ve hizmetlerin, dolayısıyla yeşil istihdam alanlarının geliştirilmesi için düzenleyici araçlar son haddine kadar kullanılmalıdır. Bunun içinde, toprak kullanımı politikaları, bina şartnameleri, enerji verimliliği standartları ve yenilenebilir enerji üretimi için hedefler sayılabilmektedir.

Enerji alternatifleri: Yenilenebilir enerjinin önündeki yasal engellerin ortadan kaldırılması, örneğin alım garantili fiyattan şebekeye elektrik satılması önündeki engellerin kaldırılması.

Ürün iadesi: “Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu” yasasının benimsenmesi. (şirketlerin ürettikleri her türlü ürünü kullanım süreleri sonunda geri alma şartı)

Eko-etiketleme: Tüketicilerin sorumlu satın alma kararları için gerekli bilgiye ulaşımını sağlayacak eko-etiketlemenin benimsenmesi, böylelikle üreticilerin doğa dostu ürünler tasarlamalarının ve pazarlamalarının sağlanması.

Araştırma Geliştirme Bütçesi: Nükleer enerji ve fosil yakıtlara ilişkin desteğin azaltılıp yenilenebilir enerjinin ve verimli teknolojilerin desteklenmesi.

Uluslararası yardım: Ulusal ve uluslararası kalkınma kurumlarının ve ihracat kredisi veren kurumların önceliklerinin fosil yakıt ve büyük ölçekli hidroelektrik santrallerinden ziyade yeşil seçeneklere yönlendirilmesi (UNEP, 2008: 5-6).

3.6. Çevre-Büyüme İlişkisi ve Yeşil Büyüme

Günümüzde yaşanan çevre sorunlarının temel nedeni ekonomik faaliyetlerdir. Üretim ve tüketimdeki aşırı artış, her ne pahasına olursa olsun ekonomik büyümenin hedeflenmesi, doğal kaynakların sınırsız olduğu görüşü son elli yılda yaşanan çevre kirliliklerinin sebeplerindedir. Ekonomik büyümü hacmindeki artışlar daha fazla

doğal kaynak talebine yol açmış, buna bağlı olarak çevresel tahribatta artış yaşanmış ve büyüme dinamiklerinin zayıflaması neden olmuştur. Bu görüşler ışığında ekonomik büyümenin ekolojik dengeyi olumsuz etkilendiği ileri sürülmüştür, ekonomik büyüme çevre ilişkisi ile ilgili bir takım teoriler ortaya atılmıştır. Bu teorilerden en önemlisi Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'dir (Albayrak ve Gökçe, 2015: 283-285).

3.6.1. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

Simon Kuznets 1955 yılında ekonomik büyüme ile kişi başına düşen milli gelir eşitsizliği arasında bir ilişki olduğuna dair görüşlerini açıklamıştır. Söz konusu araştırmaya göre, ekonomik büyüme ve kalkınmaya bağlı olarak kişi başına milli gelir artış, büyümenin ilk aşamalarında gelir eşitsizliği de artmıştır. Ekonomik büyümenin uzun vadede devam etmesi durumunda artan gelir eşitsizliği belli bir düzeyden sonra azalmaya başlamıştır. Eşitsizliğin ekonomik büyüme süreci ile birlikte önce artması sonra azalmaya başlaması ters U şeklini almasına neden olmuştur(Yalçın, 2017: 32-33)

Şekil 3.1: Çevresel Kuznets eğrisi



Kaynak: econworld.org, 2018

1990 yılında Kuznets'in ekonomik büyüme- gelir eşitsizliği modeli, ekonomik büyüme-çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi açıklamak için geliştirilmiştir. Yukarıda yer alan şekil 3.1'de Çevresel Kuznets Hipotezine göre, ekonomik büyüme arttığında başlangıçta çevre kirliliği artmakta, belirli bir süre sonra ekonomik gelişme düzeyi ve çevre bilinci arttıkça çevre kirliliği de azalmaktadır. Kişi başına düşen milli gelir

düzeyle çevre kirliliği arasındaki ilişkinin ters U şeklinde olmasında üç faktör etkili olmaktadır. Bunlar ölçek etkisi, yapısal etki ve teknoloji etkisidir. Kişi başına milli gelirin düşük olduğu, ekonomik faaliyetlerin tarımla sınırlı olduğu toplumlarda çevre kirliliği oluşmamaktadır. Artan sanayi sektörü ile birlikte endüstrileşmeye başlayan toplumlarda çevre kirliliğinde artış yaşanmaktadır. Çevresel Kuznets Eğrisi'nin artan kısmı, artan ölçek ekonomilerine bağlı olarak artan üretim, üretimi karşılamak için artan doğal kaynak kullanımı ve buna bağlı olarak artan tüketimin çevreyi olumsuz etkilemesiyle açıklanmaktadır. İktisadi gelişmelerin etkisiyle, ekonomilerin yapısı değişime uğramakta sanayi sektöründen hizmet sektörüne doğru geçiş yaşanmaktadır. Hizmet sektörünün doğal kaynak kullanımı sanayi sektörüne göre daha az olmaktadır. Endüstrileşmenin ileri aşamalarında temiz kaynak kullanımının artması, bilgi sürecindeki değişme, çevre artması ve çevreyi koruma çabaları çevre kirliliğini azaltmaktadır. Artan gelir ile ülke refahının artması, Ar-Ge çalışmalarına daha büyük payların ayrılmasına imkân vermekte ve bunun sonucu olarak teknoloji etkisi Çevresel Kuznets Eğrisi'nin azalan kısmını tanımlamakta kullanılmaktadır (Erataş ve Uysal, 2014: 6-7).

Çevresel Kuznets Eğrisi'nin büyüme ve çevre ilişkisi anlamında rağbet görmesinin en büyük nedeni deneysel çalışmalara uygun basit ekonometrik bir yapıya sahip olmasıdır. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin temel varsayımı, piyasa koşulların iyi işleme durumunda çevre kirliliği sorununun çözüleceği olmuştur. Fakat son 20-30 yılda yaşanan gelişmeler, çevre kirliliği sorununun serbest piyasa ekonomisi içinde çözülebilecek sınırı aştığını ve kamu müdahalelerine gerek olduğunu göstermiştir. (Yalçın, 2017: 36).

3.6.2. Yeşil Büyüme

Yeşil büyüme, hem çevresel tahribatların önüne geçilmesi hem de yeni ekonomik alanların ve istihdam olanaklarının yaratılması suretiyle kalkınma sürecinin devam ettirilmesini hedefleyen yeni bir büyüme modelidir. Klasik büyüme modellerinin 21. yüzyılda sürdürülebilir olmadığı, çevre ile ekonomi kavramlarının birbirinden ayrı tutulamayacağı savunmaktadır. Klasik büyüme ve kalkınma teorilerinden en büyük farkı, söz konusu modellerde yer alan kalkınma teorilerinde ekolojik dengeyi koruyacak bir büyüme hedeflenirken, yeşil büyüme yaklaşımında çevre gelecekteki

büyümenin kaynağı olarak tasarlanmaktadır. Gelecekteki büyüme kavramı klasik büyüme anlayışlarından farklı ele alınmaktadır. Yeşil büyüme kavramında çevresel sürdürülebilirlik temel alınmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımına bağlıdır. Yeşil büyüme yaklaşımına göre oluşturulacak politikalar, doğal kaynak kullanımını etkin ve verimli olacak şekilde tasarlamayı amaçlamaktadır (Yalçın, 2017: 104-106).

Yeşil büyüme sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonomi için yol gösterici konumda bulunmaktadır. Yeşil ekonomik sistemin inşası için yöntem olarak düşünülmektedir (Kasztelan, 2017: 489-490). Yeşil büyüme ve yeşil ekonomi arasında kuvvetli bir ilişki olmasına rağmen birbirlerinden kısmen ayrıldıkları noktalar bulunmaktadır. Yeşil ekonomi, ekonomide eşitlik ve adaleti geliştirmeyi amaçlayan, aynı zamanda da çevresel tehditlerin ortadan kaldırmayı hedefleyen bir süreci ifade eder. Yeşil büyüme ise ekonomik büyümenin devam ettirilmesi amacıyla dayanmaktadır. Yeşil büyüme, ekonomik dönüşüm sürecinde üretim faktörlerinin ekolojik dengeyi gözeterek biçimde kullanılmasını sağlayacak bir büyüme anlayışı olarak karşımıza çıkmaktadır (Yalçın, 2017: 104). Dünya Bankası'na göre yeşil büyüme, olumsuz çevresel etkileri en aza indiren, kaynakları verimli kullanan, doğal afetlere dayanıklılığı artırılmış ve büyüme sürecini yavaşlatmadan gerçekleştirilen kapsayıcı bir büyüme olarak tanımlanmıştır (Dünya Bankası, 2012: 4).

Yeşil büyüme, sürdürülebilir kalkınmanın yerine kullanılabilir bir kavram olarak düşünülmemektedir. Fakat sürdürülebilir kalkınmanın bir aracı olarak düşünülebilir. Yeşil büyüme için geliştirilecek stratejik ve politik araçlar her ülkenin kendi özel koşullarına göre farklılık gösterebilecektir. Buna bağlı olarak her ülke kendi sürdürülebilir kalkınma süreci için kendine özgü yeşil büyüme haritası oluşturabilir (Yalçın, 2017: 108-109). Yeşil büyüme 5 temel özelliği mevcuttur. Bunlar; ekonomik büyüme, sosyal refah, yeşil işler, çevresel sürdürülebilirlik ve teknolojik yenilikçilik olarak sıralanabilir. Yeşil büyümenin bir politika olarak izlenebilmesi için yeni teknolojilere, yeni ürünlere ve yeni altyapı yatırımlarına ihtiyaç vardır. Yapılacak olan yeni yatırımlar bir taraftan yeşil ekonomik yapı için teşvik niteliği oluştururken, diğer taraftan bu yatırımlar birer fırsat olarak değerlendirilip yeni istihdam olanaklarının yaratılmasına, sosyal eşitliğin sağlanmasına yönelik etkileriyle büyüme sürecini destekleyebilmektedir. Söz konusu büyüme süreci

ekonomik, çevresel ve sosyal hayatta dönüşümü beraberinde getirmektedir. Bu dönüşümün ekonomik yapı üzerinde ciddi değişikliklere yol açması beklenmektedir. İklim değişikliklerine yol açan sera gazı emisyonlarının yoğun olduğu sektörler dönüşümün etkilerinin tesir edeceği sektörlerin başında gelmektedir. Yeşil büyüme araçlarının uygulanması ile birlikte çevre kirliliğine neden olan bu tip sektörlerin ekonomideki payının giderek azalacağı öngörülmektedir. Bu sektörlerin yerini, istihdamı destekleyen, çevreye duyarlı yeni iş kollarının alması beklenmektedir. Yenilenebilir enerji, yeşil binalar, temel imalat ve atık yönetimi, geri dönüşüm, sürdürülebilir tarım ve ormancılık gibi alanlar yeşil büyüme açısından ciddi potansiyeli olan sektörlerdir (Arlı Yılmaz, 2014: 11-12).

OECD (2011) “Yeşil Büyümeye Doğru” raporunda yeşil büyümenin beş kaynağı olduğu belirtilmiştir;

Üretkenlik: Kaynakların ve doğa varlıklarının kullanımında verimlilik artışı için teşvikler verilmeli, atıkları ve enerji tüketimini azaltarak ve kaynakları en yüksek değer elde edecek şekilde kullanılabilir duruma getirerek üretkenlik artırılmalıdır.

Yenilik: Çevre sorunlarını ele almak için yeni yollara olanak sağlayan çerçeve koşullar ve politikalarla desteklenen yenilik fırsatları sağlanmalıdır.

Yeni pazarlar: Yeşil teknolojilere, mallara ve hizmetlere talebi teşvik ederek yeni pazarlar oluşturulmalı; yeni iş olanakları için potansiyel oluşturmalıdır.

Güven: Devletlerin başlıca çevre sorunlarıyla nasıl ilgilenip çözecekleri konusunda daha fazla istikrar ve öngörülebilirlik sağlanması yoluyla yatırımcı güveni artırılmalıdır.

İstikrar: Örneğin, kamu harcamalarının bileşimini ve verimliliğini yeniden gözden geçirerek ve kirletme bedeli ödetme yoluyla kamu gelirlerini arttırarak mali konsolidasyon desteklenmeli, kaynak bedeli değişkenliğini azaltma ve daha dengeli makroekonomik koşullar sağlanmalıdır (OECD, 2011: 9).

Yeşil büyüme politikalarının hayata geçirilebilmesi için standart bir strateji veya politika çerçevesi bulunmamaktadır. Ekonominin yeşil büyüme yolunda başarısı, ülkelerin öznel koşullarına, politik ve kurumsal yapısına, kalkınmışlık seviyesine,

mevcut üretim faktörlerinin çeşitliliğine, tarihsel süreçte oluşmuş kültür anlayışına ve çevresel baskı ortamına göre değişiklik gösterecektir. Az gelişmiş, gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler birbirinden farklı ekonomik ve politik koşullara sahiptirler. Karşılaşacakları zorluklar ve fırsatlar birbirinden farklı olmaktadır. Bu ülkeler her ne kadar farklılıklara sahip olsalar da ele alınması gereken ortak sorunlar ve faktörler de bulunmaktadır. Bunların en önemlisi yeşil büyüme için iyi bir ekonomik büyüme stratejisine sahip olmaktır. Esnek ve dinamik bir ekonomik yapıyla birlikte doğal kaynakların mümkün olan en verimli şekilde kullanılması yeşil büyüme yolu için elzem durumdadır. Bünyesinde barındırdığı yenilikçi yapısı ile yeşil büyüme, ülke ekonomilerinde birçok etki meydana getirecektir. Tüm fiyat mekanizmaları ve teşvik yapısı değişecek, kentlerin gelişim süreciyle birlikte altyapı yatırımları yenilecek, kamu ve özel alanlarda yeni ekonomik paradigmalara geçiş yaşanacaktır. Bu bağlamda her ülke için ortak alanlar ve bu alanlar için geliştirilecek politik ve ekonomik stratejiler var olacaktır (OECD, 2011: 11-12; Yalçın, 2017: 113).

3.6.3. Yeşil Büyüme Yolunda Piyasa Enstrümanları

Günümüz iktisat politikaları ile ekonomik büyümenin çevresel açıdan sürdürülebilirliği pek mümkün görünmemektedir. Devletlerin fosil enerji kaynaklarına sağladığı teşvikler fosil kaynak tüketiminde artışa neden olmakta ve çevre kirliliğinde de artış gözlemlenmektedir. Bu duruma serbest piyasa başarısızlıkları da eklenince ortaya umutsuz bir tablo çıkmaktadır. Teoride piyasaların kaynak kullanımında etkinliği ve verimliliği sağlaması beklenmektedir. Fakat pratik yaşamda bir takım nedenler ile ideal durumdan sapmalar olmakta, sosyal refah ve çevresel denge açısından bozulmalar ortaya çıkmaktadır. Bu piyasa başarısızlıklarının dört nedeni vardır: Dışsallıklar, kamusal mallar, doğrusal olmayan bilgilendirme ve mülkiyet haklarının tam olarak tanımlanamamasıdır. Yeşil büyüme sürecinde başarıya ulaşılabilmesi için bu piyasa başarısızlıklarının giderilmesi gerekmektedir. Piyasaların işleyişi ve fiyat mekanizmalarını bozacak, gerçekçilikten uzak teşvikler doğal kaynakların verimsiz şekilde kullanılmasına sebebiyet vermektedir. Piyasa enstrümanlarının temel amacı, piyasada doğru fiyat oluşumunu gerçekleştirmek, bu şekilde doğal kaynak ve diğer tüm üretim faktörlerinin verimli kullanılmasını sağlamaktır. Yeşil büyüme stratejisi, klasik emek piyasası pratiklerini değiştirmek, yenilikçi anlayış ile yeni istihdam alanları yaratmak, fiyat

mekanizmaları ve teşvik yapısını dönüştürmek amacı taşımaktadır. Yeşil büyüme yolunda kullanılacak piyasa enstrümanları; vergiler, kirletme izinleri ve sübvansiyonlardır (Yalçın, 2017: 112-114).

3.6.3.1. Vergiler ve Kirletme İzinleri

Çevresel amaçlı ekonomi politikalarında doğru fiyatlama büyük önem arz etmektedir. Vergiler ve kirlilik hakları alınıp satılabilmesi çevresel zararların doğru fiyatlandırılmasında başarılı bir araç olmaktadır. Kirlilik izinleri, büyük ölçekli kirletici unsurların kontrol edilmesinde iyi sonuçlar verebilmektedir. Tüketici, küçük esnaf ve çiftçilerde ise vergiler daha başarılı bir mali araç olmaktadır. Uygulanacak vergilerin dışsallıkları hedeflemesi gerekmektedir. Kirletici kaynakların vergilendirilmesi dışsallıkların içselleştirilmesi manasına gelmektedir. Bu durum çevresel zarar yol açan bir ürün veya girdiye vergi uygulayarak yapılmaktadır. Günümüzde özellikle ulaştırma sektörüne uygulanan vergiler çevresel vergilerin %90'nını oluşturmaktadır. Çevresel vergilerin geri kalan bölümünü su kullanımı, çöp toplama, kağıt, karton, tarım ilaçları ve gübrelerden alınan vergiler oluşturmaktadır. Çevresel vergiler ekonomik dönüşümde önemli bir etkiye sahiptir. Çevresel vergilerden elde edilen gelirler emek arzı, çevresel yatırımlar ve verimlilik artışına yol açacak şekilde kullanılabilir. Söz konusu vergiler maliyetleri artırıcı etki yaparak fiyatların yükselmesine neden olabilmektedir. Bu durumu engellemek için yürürlükte olan vergi yükleri hafifletilerek çevresel vergilerin neden olduğu ters etki giderilebilir (Yalçın, 2017: 115-116).

Yeşil büyüme süresince uygulanan politikalardan biri de emisyon ticaretidir. Kyoto Protokolü'nün 17. Maddesinde düzenlenmiş olan sistem, kirlilik haklarının alınıp satılmasına dayanmaktadır. Devlet kirliliği kontrol etmek için yaptığı düzenlemeler ile sera gazı emisyonu için mülkiyet hakkı tayin etmektedir. Bu mülkiyet haklarının devredilebilirliği önceden şart konulmuş azaltımları gerçekleştirebilmek için en düşük maliyetlerle azaltım yapılmasını teşvik etmektedir. Ticaret mekanizması emisyon azaltımlarını emisyon kaynakları arasında en etkin biçimde paylaşmaktadır. Bu yapılırken işletmelerin bireysel bilgileri, çıkarları ve kararlarından yararlanılmaktadır. Piyasa bazlı emisyon ticaretinin maliyet etkinliği sağlanmasından dolayı, ekonomistlerce geleneksel kamu otoritesi politikalarına tercih

edildiği vurgulanmaktadır. Yapılan analizler sonucu emisyon ticaret sisteminin geleneksel kamu otoritesi politikalarıyla karşılaştırıldığında %90'a varan maliyet tasarrufu sağladığı ileri sürülmüştür (Azari, 2014: 3). Etkin bir piyasada emisyon izinlerinin denge fiyatının, en ucuz kirlilik azaltıcı çözüm yolunun marjinal maliyetine eşit olduğu fikri, yüksek fiyatlı emisyon azaltım izinlerinin düşük azaltım fiyatına sahip işletmelerle fiyat farklılaştırması avantajlarından yararlanmaya teşvik etmesini sağlamaktadır. Düşük fiyatlı emisyon izinlerine sahip işletmeler, sera gazı emisyonlarını belirlenen hedeflerden çok daha fazla miktarda azaltmakta ve ellerinde kalan emisyon izinlerini satarak kar elde edebilmektedir. Yeşil büyüme finansmanında karbon vergileri ve karbon ticaretinden elde edilecek gelirler çok önemlidir. Karbon vergilerinden ve karbon ticaretinden kazanılan gelirlerin çevresel amaçlar dışında kullanılması, karbon emisyonlarının azaltılması ve yeşil büyüme sürecine giriş konusunda motivasyon azalmasına neden olabilecektir (Yalçın, 2017: 115-118).

3.6.3.2. Sübvansiyonlar ve Teşvikler

Sübvansiyonlar, ekonomik aktörlerin ekonomik hedeflere daha fazla motive olmaları için devlet tarafından kullanılan ekonomik araçlardır. Bir nevi karşılıksız devlet desteği anlamına da gelmektedir. Kamunun çevresel hedefleri gerçekleştirebilmesinde, henüz olgunlaşmamış sektörlerin desteklenmesinde, teknolojik girişimlerin ekonomiye kazandırılmasında iyi bir politika yöntemidir. Sübvansiyonlar; üretilen mal başına yardım sağlanması, üreticiye düşük faizli kredi verilmesi, maliyeti düşürmek amacıyla ucuz girdi sağlanması, vergi muafiyeti ve enerji alanında düşük gelir gruplarının ucuz enerji tüketimlerinin desteklenmesi gibi yöntemler şeklinde ekonomiye müdahale aracı olmaktadır. Çevresel etkinlik konusunda kirliliğe yol açmayan sektörlerin ve firmaların desteklenmesi şeklinde bir kullanımı söz konusu olabilmektedir. Bu destekler faiz indirimi, yatırımların belli kısımlarının kamu tarafından finanse edilmesi gibi şekillerde olabilmektedir (Yalçın, 2017: 119; Piyasarehberi.org).

Yeşil büyüme sürecinde sübvansiyonların önemi büyüktür. Devletin bu konudaki yönlendiriciliği olmadan sürecin başarı imkânı zor gözükmektedir. Özellikle enerji alanındaki sübvansiyonlar ve teşviklerin sürecin yapılandırılmasındaki etkisi

tartışılmazdır. Bu alandaki teşvikler, enerji üretim maliyetlerini azaltıcı nitelikte olmalı, enerji üreticilerinin gelirlerini artırırken tüketicilerin ödeyeceği fiyatları yükseltmeyen hükümet önlemleri şeklinde olmalıdır. Enerji teşviklerinin birkaç nedeni vardır. Bu nedenler; düşük gelir gruplarını korumak, bu grupların enerjiye ulaşımını sağlamak, ülkenin belli bölgelerinde veya tamamında ekonomik kalkınmayı teşvik etmek ve enerji güvenliğini sağlamak olarak sıralanabilir. Günün gerekliliklerinin dikkate alınarak uygun bir sübvansiyon yapısı oluşturmak gerekmektedir. Bir yandan yeşil büyüme sürecine uygun bir yapı oluşturulmaya çalışırken diğer yandan fosil enerji kaynaklarına yapılan teşvikler yenilenebilir enerji alanındaki yatırımları baltalayıcı etki yapmaktadır. 2035 yılında Dünya’da halen %75 oranında fosil yakıt kullanımı olacağına dair öngörünün temel sebebi bu sektörlere verilen teşviklerdir. 2015 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan teşvikler toplam teşviklerin sadece %8,3’ü kadardır. Yine 2015 yılında ABD fosil yakıtlara 20 milyar dolar, Rusya ise 23 milyar dolar teşvik vermiştir. Bu teşvikler kaldırıldığında küresel düzeyde %20 oranında karbon emisyonu azalması sağlanabilecektir. Hiç şüphesiz fosil kaynaklara yapılan bu teşviklerin amacı enerji maliyetlerini düşürmek, enerji üreticilerinin gelirlerini arttırmak ve tüketicilerin ucuz enerjiye ulaşmasını sağlamaktır. Fakat fosil enerji kaynaklarına yapılan kamusal teşvikler, düşük karbonlu yeşil büyüme sürecine geçişte büyük ve en ciddi engeli oluşturmaktadır. IMF’nin “Küresel Enerji Teşvikleri-2015” raporuna göre fosil enerji teşviklerinin kaldırılmasından elde edilecek gelir 2,9 trilyon dolardır. Bu rakam dünya GSYİH’sinin %3,6’sına denktir. Oluşacak bu gelir yenilenebilir enerji kaynaklarına aktarılabilir. Yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmek için bir takım mekanizmalar geliştirilmiştir. Bunlar; fiyat belirleyici ve miktar yükümlülüğü getiren teşvikler, maliyet düşürücü yatırım politikaları, kamu yatırımları ve yenilenebilir enerji pazarının gelişmesini sağlayacak teşviklerdir. Bu mekanizmalara ek olarak vergi indirimleri, yatırım vergi kredileri, gelir vergisi teşvikleri, hızlandırılmış amortisman, üretim vergi kredileri, KDV muafiyeti, hibeler, ekipman kredileri ve bunun gibi teşvikler uygulanabilir. Ayrıca bürokratik engellerin en aza indirildiği yenilenebilir enerji mevzuatları da teşvikler arasında sayılabilir (Yalçın, 2017: 119-125; IMF, 2015: 17-19).

3.6.3.3. Kamusal Düzenlemeler

Kamusal düzenlemeler ekonomik büyümeyi doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Kamunun düzenleyicilik fonksiyonunun yeşil büyümenin altyapısının oluşturulmasında ciddi etkileri olacaktır. Hem yeşil büyümeyi teşvik etmek hem de var olan düzenlemeleri iyileştirmek bu etkilerden bazılarıdır (OECD,2011: 45).

Kamusal düzenlemelerin etkileyeceği veya engelleyeceği belirli alanlar bulunmaktadır. Bunlar;

- Enerji verimliliği gibi kaynak kullanımında etkinliği sağlayacak düzenleyici girişimler ve emisyon performans standartları gibi kirliliği azaltacak girişimler.
- Piyasalarda rekabeti arttıracak düzenlemeler.
- Küresel ticaret ve doğrudan yabancı yatırımı etkinleştirecek düzenlemeler.
- Özel sektörde girişimleri özendirerek düzenlemeler.
- Bürokratik açıdan politikaların uyumlu ve net olmasının sağlanmasıdır.

Piyasalarda doğru fiyatın oluşmadığı veya tekelciliğin hâkim olduğu durumlarda, performans ve teknoloji standartları gibi düzenleyici enstrümanlar hükümetlerin çevresel amaçlı olarak en sık başvurdukları ekonomik araçlardır. Kirliliğin kaynağından izlenemediği ya da vergiyi doğuran olayın tam olarak belirlenemediği durumlarda performans ve teknoloji standartları oldukça işe yarar enstrümanlardır. Motorlu taşıtlardaki sülfür emisyonu bu olaya örnek teşkil etmektedir. Teknoloji ve performans standartları yeni ürün geliştirilmesi ve maliyet azaltımı yönünde olumlu etkiler yaratmaktadır. Doğal kaynak kullanımında daha etkin olma ve kirliliği düşürme gibi sonuçlarıyla firmaları yeşil büyümeye özendiren düzenleyici araçlardır. Örneğin ABD’de kirliliği önleme konusunda standartlara dayalı yasal düzenlemeler piyasa temelli kirlilik alım satımına geçiş sayesinde 1990’lı yıllarda firmalar 153 ila 358 milyon dolar maliyet tasarrufu sağlamışlardır (OECD, 2011: 46).

Tablo 3.2’de yeşil büyüme için ekonomik ve politik enstrümanlar belirtilmiştir.

Tablo3.2: Yeşil büyüme için ekonomik ve politik enstrümanlar

Politik ve Ekonomik Enstrümanlar	Örnek ve Genel Uygulamalar
Emisyon Ticaret Sistemi	-Sera gazları emisyonunda indirim -Hava kirliliğine neden olan diğer gazlarda indirim
Temiz Kalkınma İçin Kredi İzin Sistemleri	-Kurşun içeren gazlarda indirim -Biyçeşitliliğin sağlanmasına yönelik önlemler
Kirlilik ve Kaynak Kullanımı İçin Vergiler ve Kullanıcı Ödemeleri	-Su kirleticileri üzerine vergiler -Su tüketimi üzerinden alınan kullanıcı fiyatları
Ürün Girdisi ve Çıktısı Üzerinden Vergiler ve Kullanıcı Ödemeleri	-Akaryakıt ve kömür -Motorlu taşıtlar -Kimyasal gübreler -Atık ödemeleri ve vergi vb.
Teşvikler	-Orman yönetimi ve koruma -Çevreyle dost enerji ekipmanı alımı
Geri Ödeme ve İade Sistemleri	-Cam şişeler, naylon poşetler -Piller
Performans Standartları	-Karayolu yolcu taşımacılığına CO ₂ sınırı koyulması -Farklı türdeki mallar için enerji etkinlik standartları
Teknoloji Standartları	-Yolcu taşımacılığında kullanılan yakıtlarda mümkün olan en düşük karbon emisyonu -Konut inşaatlarında enerji tasarrufu sağlanması
Aktif Teknoloji Destek Politikaları	-Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi için tarifeler -Yenilenebilir enerji portfolyo standartları -Kamu ihalelerinde yeşil büyüme odaklı reform
Gönüllülük Yaklaşımları	-Kredi garantileri ve vergi kredileri -Enerji Yoğun sektörlerde enerji etkinliğini artıracak anlaşmalar -Kirlilik envanterleri -Ürün etiketleme düzenlemeleri -Kentsel planlama

Kaynak: OECD, 2011: 37

Tablo 3.2’de görülen politik ve ekonomik kombinasyonlar, ülkelerin kalkınmışlık seviyeleri, çevresel konulardaki algıları, ekonomik, politik ve sosyal tercihlerine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Eğer ülkeler yeşil büyüme yoluna girmek istiyorlarsa, bu yöndeki politika oluşturma sürecinde mutlaka piyasa kurallarını dikkate almak zorundadır (OECD, 2011: 38).

Yeşil büyümenin politik altyapısı oluşturulurken hem özel sektörün hem de toplumun sürece gönüllü katılımının sağlanması önemlidir. Kamusal çevrelerle birlikte iş çevrelerinin de katıldığı sivil girişimler, çevresel değerlerin değerlendirilmesi, yatırımların çevresel ve sosyal etkilerinin ölçülmesi, kirlilik yoğunluğunun düşürülmesi ve kaynakların yeniden kullanımı gibi alanlarda önemli katkılarda bulunmuşlardır. Eko etiketleme ve mal ve hizmetlerin çevresel açıdan değerlendirilmesi, özel sektörün çevresel performans açısından başarısızlığının kısmen üstesinden gelecek girişimlerdir (OECD, 2011: 46).



4.ENERJİ-BÜYÜME İLİŞKİSİ VE ENERJİYE DAYALI BÜYÜME TEORİLERİ

İnsanlık, bilinen tarihin başından bu yana kendi ihtiyaçlarını karşılayabilmek için enerji kaynaklarının kullanmıştır. Sanayi devrimi ile birlikte makine ve demir üretmek için odun yerine kömürün kullanılmaya başlanması insan gücünün yerini makinelerin almasını sağlamıştır. I. Dünya Savaşı sonrasında petrol kullanımının yaygınlaşması, doğalgazın kullanılmaya başlanması ve elektrik enerjisinin keşfi sonucu insanlık yaşamında daha önce görülmemiş değişiklikler meydana gelmiştir. Kullanılmaya başlanan yeni enerji kaynakları yeni bir süreç olan endüstrileşme sürecini başlatmıştır. Endüstrileşme sürecinin başlaması ile birlikte enerji vazgeçilemez kaynaklardan biri olmuştur. Sanayileşme süreciyle birlikte nüfusun kentlerde toplanması hızlı bir kentleşme sürecini de beraberinde getirmiştir. Yaygınlaşan kentleşme özellikle elektrik ihtiyacının artması ile birlikte enerjiye olan talebi daha da artırmıştır. 21. yüzyılda meydana gelen gelişmeler ve artan nüfus artışı hızı enerji ihtiyacının giderek çoğalmasına neden olacaktır. Tüm ekonomik faaliyetlerde enerji kullanımının artması, enerjinin ekonomik büyüme ve sanayileşme için temel girdi olduğunun kabul edilmesinde etkili olmuştur. 1970’lerde yaşanan enerji krizleri konuyla ilgili çalışmaların yoğunlaşmasını beraberinde getirmiştir. Yaşanan enerji krizleri, gelişmekte olan ülkelerde cari açık, dış borçlanma ve döviz gelirlerinden azalma, gelişmiş ülkelerde ise anti-enflasyonist politikaların uygulamaya geçirilmesi, borsalarda düşüş yaşanması ve ekonomi durgunluk gibi olumsuz etkiler yaşanmasına neden olmuştur. Bu durum ülkelerin enerji konusunda politika önlemleri almasına, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile ilgili teorik-uygulamalı çalışmaların artmasına ve enerjinin sınırlı bir kaynak olduğunun kabul edilmesine yol açmıştır (Aydın, 2010: 318; Yapraklı, 2013: 1).

Geleneksel ekonomik büyüme teorileri emek ve sermayeye odaklanmış, enerjinin ekonomik büyüme ve üretim için önemli olan rolüne değinmemişlerdir. Neoklasik üretim fonksiyonu ekonomik büyümeyi emek, sermaye ve teknolojik yeniliklerle açıklamaktadır. Büyümenin açıklanamayan kısmının ise “artıklardan” kaynaklandığını ileri sürülmüştür. Açıklanamayan bu artık kısmın, teknolojik gelişme veya toplam faktör kalitesindeki artışı temsil ettiği varsayılmıştır. Fakat bu

teorik varsayım kanıtlanamamıştır. Jevons ve Hotelling gibi iktisatçıların haricindeki neoklasik iktisatçılar enerjiiyi bir maliyet unsuru olarak görmüşlerdir. 1970'lerden itibaren iktisatçılar doğal çevre ve doğal kaynakların sürdürülebilirliği ile ilgilenmeye başlamış, doğal çevre iktisadı ve doğal kaynak iktisadı şeklinde iki alt disiplin ortaya çıkmıştır. Çevre kirliliğinin maliyetlerinin doğru hesaplanması doğal çevre iktisadının, yenilenemeyen doğal kaynakların tükenmesinin sonuçları ise doğal kaynak iktisadının konusunu oluşturmuştur. Enerjiyi doğal kaynak iktisadı içerisinde ele alan neoklasik iktisatçılar ekonominin kapalı bir sistem olduğunu ifade etmiş, enerjinin bir üretim faktörü değil bir ara malı olduğunu kabul etmişlerdir. Bu hipotezin ileri sürülmesinde yenilenemeyen doğal kaynaklara talebin sürekli büyüyebileceği, ekonomik büyüme ve teknolojik gelişmelerin enerji dahil doğal kaynakların tükenmesini engelleyeceği ve insan yapımı sermayenin doğal sermayeyi sınırsız bir şekilde ikame edeceği düşüncesi etkili olmuştur. Fakat bu düşünceye karşı çıkan iktisatçıların ortaya attığı ekonomik büyümenin sınırları tartışması, doğal kaynakların tükenebileceğine bunun sonucunda ise ekonomik daralmanın yaşanabileceğine vurgu yapmış, ekonomik büyüme kavramına yeni bir boyut kazandırmıştır. Neoklasik iktisatçılar ve ekolojik iktisatçılar ekonomik büyümeyle ilgili karşıt teorik görüşler oluşturmuş, enerji ile büyüme ilişkisi konusunda çok sayıda araştırma yapılmıştır (Yapraklı, 2013: 1-4; Erbaykal, 2007: 28-29). Bu bölümde yapılan araştırmalar ile ilgili bilgi verilecek ve enerji- büyüme ilişkisine yönelik teorik yaklaşımlar incelenecektir.

4.1. Enerji Ekonomisi

Tüm dünyada enerji kullanımını artmakta, bunun doğal sonucu olarak enerji talebi de giderek artmaktadır. Sınırsız enerji talebine karşılık sınırlı enerji arzı ekonominin alt dalı olan enerji ekonomisinin doğmasına yol açmıştır. Neoklasik ve ekolojik iktisadın farklı görüşleri enerji ekonomisinin gelişmesine katkı sağlayan teorik altyapının oluşmasını sağlamıştır. Neoklasik iktisadın bakış açısıyla oluşan içsel büyüme modelleri enerjiyi ara girdi olarak görmüş ve büyümeye dayalı enerji görüşünü benimsemiştir. Bu görüş, ikame etkisinin sınırlı olduğunu, enerji olmadan büyümenin sürdürülebilir olmayacağını, kamu müdahalesine ihtiyaç duyulduğunu, teknolojik gelişmenin enerji etkin ve enerji maliyetlerini düşürmeye yönelik olarak uygulanması gerektiğini ileri sürmüştür. Buna göre, ekonomik büyümenin

sürdürülebilirliği üretim için gerekli enerji kaynaklarına ulaşılabildiği sürece mümkün olacaktır. 1970’li yıllarda Boulding ve Georgescu-Rogen gibi ekolojik iktisatçıların ortaya attığı fiziksel üretim teorisi ile enerji temel üretim faktörü olarak kabul görmeye başlamıştır. Termodinamiğin ikinci yasasını¹ temel alan “fiziksel üretim teorisi” ne göre göre ekonomik faaliyetler serbest (kullanılabilir) enerjiyi kısıtlı (kullanılamaz) enerjiye dönüştürür, bu nedenle ekonomik büyümenin fiziki sınırları vardır. Neoklasik iktisatçıların ekonomik büyüme enerji kullanımını artırır görüşüne karşı, ekolojik iktisatçılar enerjinin ekonomik büyümeyi gerçekleştirdiği ve enerji kullanımı olmadan ekonomik büyümenin sınırlı kalacağını fikrini öne sürmüşlerdir (Yapraklı, 2013: 55-57).

Enerji ekonomisi ekonomik faaliyetlerin gerçekleşebilmesi ve sürdürülebilmesi için sınırsız enerji talebiyle kısıtlı enerji arzı arasında denge kurmaya çalışmaktadır. Enerji arzındaki kıtlık fiyatlarda artışa neden olmakta bunu sonucu olarak enerjide dışa bağımlı ülkelerde enflasyon yükseltmekte, işsizlik artmakta ve ekonomik krizler görülmektedir. Bu olumsuz durumlar ülkelerin ekonomik büyümeleri sekteye uğratmaktadır yani enerji arz kıtlığı ile ekonomik büyüme arasında ters yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Bu kapsamda, enerjinin ekonomik büyümeyi gerçekleştirecek ve sosyal gelişme hamlelerini destekleyecek şekilde, zamanında, yeterli, güvenli, rekabet edilebilir fiyatlardan, çevresel etkilerde göz önünde bulundurularak sağlanması enerji ekonomisinin araştırma konuları arasında bulunmaktadır. Ayrıca enerji ekonomisi enerjini düşük maliyetle elde edilmesi, verimliliğin artırılarak üretimde enerji yoğunluğunun azaltılması, enerji güvenliği ve bağımsızlığının sağlanması gibi konularda da politika belirlemeye çalışmaktadır (Yapraklı, 2013: 57-58).

4.1.1. Sürdürülebilir Enerji

Tüm yenilenemeyen enerji kaynaklarından yapılan enerji üretiminin yüksek verimle ve temiz teknolojilerle gerçekleştirilmesini, yenilenemeyen yakıtların çevre dostu yeni teknolojilerle değiştirilmesini, yenilenemeyen enerji kaynakları yerine

¹ Termodinamiğin ikinci yasasına göre, enerji miktar olarak değiştirilemez fakat nitelik olarak değiştirilebilir. Ayrıca kapalı ve izole edilmiş sistemlerde kullanılabilir enerji ve maddenin, sürekli ve geri dönülemez bir biçimde kullanılamaz duruma dönüştüğünü ifade etmektedir (Çamdalı, 2012: 214).

olabildiğince yenilenebilir enerji kaynaklarının yerleştirilmesini, bir çevrimde atık olarak ortaya çıkan enerjinin bir başka çevrimde girdi olarak kullanılmasını kapsayan ve bunu ekonomik büyüme ile bütünleştiren kavram sürdürülebilir enerji olarak tanımlanmaktadır (Selici vd.,2005: 51).

Dünya Enerji Konseyi (World Energy Council- WEC) 2007 raporunda enerji sektöründe sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel unsurlarıyla ilgili üç ana kriterden bahsedilmiştir. Bunlar; enerjide “ulaşılabilirlik”, “bulunabilirlik” ve “kabul edilebilirlik” olarak raporda yer almıştır. Ulaşılabilirlik, tüketiciler ve enerji üreticilerini uygun fiyatlarda enerji elde edebilmesi; bulunabilirlik, enerji arzının kısa dönemde güvenli ve kaliteli, uzun dönemde ise sürekli ve güvenilebilir olması; kabul edilebilirlik, kullanılan herhangi bir enerji kaynağının çevresel ve sosyal zararlarının sınırlanması ve optimal verimliliğin sağlanması manasına gelmektedir. Söz konusu bu kriterler çerçevesinde enerji sürdürülebilirliğinin sağlanması için gelecek nesillerin dikkate alınması, ekonomik büyüme için gerekli kaynakların tasarruflu kullanılması, enerjinin en az sosyal ve çevresel maliyet temin edilmesi ve mevcut enerjinin sosyal ve ekonomik kalkınmayı geliştirecek şekilde kullanılması gerekmektedir. Enerjide verimliliğin artırılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik teknoloji ve altyapının geliştirilmesi önem arz etmektedir (WEC, 2007: 14).

Dünya Enerji Konseyi'nin 2004 yayınladığı deklarasyonda sürdürülebilir enerji ile ilgili başlıca hususlar şu şekilde belirtilmiştir;

- Bütün enerji seçenekleri göz önüne alınmalıdır. Hiç bir teknoloji aşırı bir şekilde öne çıkarılmamalı veya tamamen dışlanmamalı ve enerji verimliliği mutlaka arttırılmalıdır.
- Enerji sektöründe gerekli alt yapı yatırımlarının yapılması sağlanmalıdır. Bunun için, maliyeti yansıtan enerji fiyatlarının oluşması temel gerekliliktir ve kendini ödemeyen enerji sistemleri sürdürülebilir olmayacaktır.
- Piyasa reformlarında daha pragmatik bir yaklaşım ortaya konmalıdır. Belirli hedeflere ulaşmak amacıyla uygulanacak özel politika önlemleri,

piyasaların, olabildiğince en geniş anlamda ve maksimum düzeyde çalıştırılmasını desteklemelidir.

- Enerji arz güvenilirliğini sağlamak üzere gerekli önlemler arasında, öncelikler belirlenmelidir. Bunlar enerji kaynak çeşitliliğinin sağlanması, derinliği olan piyasaların desteklenmesi ve enerji üretim performansının yükseltilmesi ile bağımlıdır.
- Enerji arz sistemlerinin bölgesel bütünleşmesi desteklenmelidir. Bu şekilde arz güvenliği daha da artacak ve daha sıkı bölgesel işbirlikleri gelişecektir.
- İklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması için geliştirilmiş “kazan-kazan” fırsatları değerlendirilmelidir. En az maliyetli emisyon azaltma mekanizmaları, ister gönüllü olarak isterse mevzuat düzenlemeleri ile olsun mutlaka uygulamaya sokulmalı, sanayileşmiş ülkelerdeki temiz teknolojilerin gelişmekte olan ülkelere transferi desteklenmelidir.
- Teknolojik yenilikler desteklenmelidir. Çevreyi koruyarak kalkınmanın sağlanmasında bir orta yol bulunması son derece önemlidir, bu amaçla Ar-Ge çalışmalarının devamlı ve güçlü olarak desteklenmesi gerekmektedir.
- Toplumun güveni ve sorunların toplum tarafından doğru algılanması sürekli olarak sağlanmalıdır. Bu husus enerji sektörünün şeffaflığı ile ve özellikle gençlerden başlayarak kamuoyunun daha iyi bilgilendirilmesi ile sağlanabilir (WEC, 2004).

4.1.2. Enerjinin Ekonomi Politikası

Enerji talebine uygun enerji arzının sağlanmasına yönelik enerji politikalarının oluşturulması, enerji ekonomisinin gelişmesini sağlayan temel faktörlerden biridir. 1970’li yıllardan günümüze yaşanan ekonomik, politik, coğrafi ve askeri koşullar ekonomi politikaları içerisinde enerji politikalarının önemini giderek artırmıştır. Üretimin temel faktörü olan enerjinin elde edilmesinin çok büyük altyapı yatırımları gerektirmesi, enerjinin üretimi, dağıtımı ve kullanımının dışsallıklar oluşturması kamu sektörünün enerji piyasasına müdahalesini gerektirmiştir. Günümüzde ise kamu yararının devlet tekeliyle şekilleneceği görüşü değişmektedir. Kamu, enerji ile

ilgili tüm faaliyetleri bizzat üstlenmek yerine enerji piyasasına düzenleme, denetleme ve enerjiden gerekli şekilde yararlanılmasını garanti altına alma şeklinde işlevler üstlenmiştir. Küreselleşen ekonomik ilişkilerin etkisiyle, belirlenen enerji politikaları küresel ve çok boyutlu bir hale gelmiş, dış dünyadan bağımsız geleneksel enerji politikalarının etkileri zayıflamıştır. Bu durumun oluşmasında enerji arzı ve talebi arasındaki dengenin giderek bozulması, enerji güvenliği konusunda farklı görüş ve stratejilerin uygulanmaya başlanması, enerji kullanımının çevresel etkilerinin artması ve dünyada çok aktörlü yeni bir rejimin oluşması gibi faktörlerin etkisi oldukça fazla olmuştur. 21. yüzyıl yeni enerji rejiminin politik etkisiyle şekillenmektedir. Bu rejimde enerji arz güvenliği, kaynak çeşitliliği, maliyet ve çevre konuları jeopolitik ve jeostratejik olarak değerlendirilmektedir. Klasik enerji kaynakları ve geri kalmış teknolojilerin doğal çevrede geri dönülemez tahribata neden olmaması için ülkeler, enerji-ekonomi-ekoloji dengesine özen gösteren planlama anlayışı geliştirmekte, kaynak çeşitliliği ve jeopolitik gerçekleri dikkate alan enerji politikaları ve enerji güvenliği modelleri oluşturmaktadır. Oluşturulan politika modelleri ülkelerin öznel koşullarına göre farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılıkların giderilmesi için ulusal politikaların küresel politikalarla uyumlu olması gerekmektedir. Bu doğrultuda oluşturulacak enerji politikalarında enerji bağımsızlığı, yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji arzının toplam enerji arzındaki payı ve enerji-ekonomi etkileşimi dikkate alınmalıdır. Enerji bağımsızlığı düşük olan ülkelerde, mevcut enerji kaynaklarının en üst düzeyde kullanımının sağlanması, teknoloji odaklı çözümlerin bulunması, kaynak çeşitlendirilmesine gidilmesi ve/veya enerji ithalatı konusunda arz güvenliği sağlamaya yönelik anlaşmalar yapılması şeklindeki politika önlemleri enerjide ortaya çıkabilecek risklerin azaltılması açısından yararlı olabilecektir. Ülkelerin yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji arzının toplam enerji arzı içindeki payı açısından, ülke içinde mevcut olan yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin ve fiili durumunun doğru ve güvenilir bir şekilde saptanması gerekmektedir. Bu saptama ile ekonomik büyüme, dışa bağımlılık ve çevresel dışsallıklar bağlamında ihtiyaç duyulan enerji talebinin karşılanması için hangi kaynaklara öncelikli yatırım yapılması gerektiği ve kaynaklar arası dağılım oranları belirlenebilir. Potansiyel ve fiili kaynak durumuna göre, enerji tasarrufu ve enerji verimliliğini artırma, yenilenebilir enerji teknolojilerini kullanma, enerji talep yönetimi, temiz enerji teknolojilerini üretme ve çevre kirliliğini azaltmaya yönelik

tedbirler alma gibi önlemler enerji kaynaklarından optimum ölçekte yararlanılmasını sağlayabilir (Yapraklı, 2013: 67-69).

4.2. Enerjiye Dayalı Büyüme Teorisinin Tarihsel Gelişimi

1973 yılında yaşanan petrol krizine kadar enerji, bol ve ucuz bir kaynak olarak karşımıza çıkmıştır. Enerjinin bol ve ucuz oluşu sayesinde enerji yoğun sanayi ve sermaye malı üretiminde artış gerçekleşmiş, büyüme oranlarında önemli yükselişler meydana gelmiştir. Bu süreçte yaşanan olumlu ekonomik gelişmeler, yükselen büyüme oranları, üretim artışı ve teknolojik gelişmelerin her türlü ekonomik sorunu çözeceği inancının oluşmasına yol açmıştır. Bu dönemde neoklasik büyüme analizleri çerçevesinde oluşan büyümeye dayalı enerji görüşü ön plana yer almıştır. Büyüme dayalı enerji görüşü; tam rekabet koşulları, sınırlı doğal kaynak arzı ve insan yapımı sermaye ile doğal kaynaklar arasında tam ikame ilişkisi olduğu varsayımına dayanmaktadır. Bu varsayımlar altında ekonomik büyüme ile artan enerji talebinin yol açtığı enerji kıtlığının, fiziki sermaye yatırımları ve enerji etkin teknolojilerle giderilebileceği ve doğal kaynaklar olmadan da büyümenin gerçekleşebileceği öne sürülmüştür (Yapraklı, 2013: 77).1970'lerden itibaren enerji fiyatları yükselişe geçmiş ve enerji maliyetleri önemli ölçüde artmıştır. Gelişmekte olan ülkelerin büyük bir kısmı için maliyetler karşılanamaz hale gelmiş, dış borçlanma yoluna gidilmiş, ülkelerin dış ticaret rejimlerinde değişiklik olmuş ve dış ticaret serbestleşmiştir. Bu serbestleşmenin etkisiyle ülke içinde yeterli enerji arzına sahip olamayan ülkeler ihtiyaçlarını yurt dışından karşılamaya başlamışlardır. Bu durum enerji yoğun üretim süreci sebebiyle ithalat bağımlılığını artırmış, enerji arz ve fiyatlarındaki dalgalanmalar üretim süreçlerini etkileyerek büyüme oranlarının düşmesine neden olmuştur. Ayrıca büyümeye dayalı enerji kullanımının çevreye zarar verdiğinin kanıtlanması ve enerji kaynaklarının tükenecek olması büyümenin duracağı endişelerine yol açmıştır. Bu endişeler iktisatçıları alternatif görüşler oluşturmaya itmiştir. Bu görüşler ışığında aşırı kaynak kullanımına yol açan büyümeye dayalı enerji yerine, enerjiye dayalı büyüme hipotezi ortaya atılmış, ekolojik bakış açısı ile enerji- büyüme ilişkileri ele alınmaya başlanmıştır (Stern, 2004: 36-44).

4.2.1. Klasik ve Neoklasik Büyüme Kuramlarında Enerji

Klasik iktisatçılar enerjiyi bir üretim faktörü olarak tanımlamamışlardır. Enerjiyi serbest bir mal olarak görmüşlerdir. Doğa ve toprağı ekonomik faaliyetlerin ana kaynağı olarak kabul etmişler, doğayla ilgili ekonomik faaliyetleri ise tarım alanlarıyla sınırlı olarak algılamışlardır. Maltus, toprak alanların sınırlı olduğunu ve artan nüfusun verimli araziler üzerinde baskı yaratacağını, Ricardo ise doğal kaynakların azalan verimler yasasına tabi olduğunu, azalan doğal kaynakların maliyetleri yükselterek büyümeyi yavaşlatacağını ileri sürmüştür. Adam Smith doğanın içinde yenilenebilir kaynaklar olduğunu (rüzgar, güneş vb.), gelişecek teknolojiler ile bu kaynaklardan faydalanabileceğini ve doğal kaynak ihtiyacının karşılanabileceğini söyleyerek daha iyimser bir yaklaşım ortaya koymuştur (Alam, 2006:5).

Klasik iktisatçılar ekonomiyi tarım ve imalat sektörü olarak iki parçaya ayırmışlardır. Ekonomideki hasılanın bu iki sektör tarafından üretildiğini kabul etmişlerdir. Tarım sektöründe doğanın emekle işlendiğini, sanayi sektöründe ise doğanın pek bir önemi olmadığını düşünmüşlerdir. Toprak miktarının sabit olduğunu ve kalitesinin değişebileceğini belirten klasik iktisatçılar, sabit toprak arzının tarımda emek ve sermayenin azalan verimler yasasına tabi olmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumun, doğanın ekonominin üzerine koymuş olduğu bir sınırlama olduğunu vurgulamışlardır (Alam, 2006: 4-6).

19. yüzyılın sonlarına doğru ortaya çıkan neoklasik iktisat 1970'lere kadar enerji konusuna önem göstermemiştir. Her türlü ekonomik sorunun büyüme ile aşılabileceğini öne süren neoklasik iktisatçılar, arzı kıt olan doğa faktörünün üretim faktörü olma özelliğini ortadan kaldırmışlar ve toprağı sermaye faktörü kapsamına almışlardır. Neoklasik iktisatçılara göre doğadaki toprak tek başına üretken değildir, ancak emek ve sermaye tarafından geliştirildiği sürece verimli olabilmektedir ve bunu sağlayan şey ise sermayedir. Bu analizler ile neoklasik iktisatçılar doğa ile ekonomi arasındaki ilişkiyi reddetmiş ve tarım kesimini ekonomik modellerden çıkarmışlardır (Alam, 2006: 6-7).

Neoklasikler enerjinin bir hammadde veya ara girdi olduğunu belirtmişlerdir. Neoklasik iktisatçılara göre üretim sürecine katılan girdiler üretim öncesinde vardır

ve üretim sırasında tüketilemezler. Fakat ara girdiler üretim sırasında üretilir ve tüketilirler. Bu bağlamda neoklasikler, sermaye ve işgücünü üretime katılan ana girdi olarak kabul ederken, enerji kaynaklarını ara girdi olarak görmüşlerdir (Alam, 2006:6; Yapraklı, 2013:81).

Neoklasik iktisatçıların doğal kaynaklar ve enerji üzerine görüşlerini yetersiz bulan iktisatçılar doğal kaynak iktisadı adı verilen alt dalı oluşturmuşlardır. Doğal kaynak iktisatçıları mevcut doğal kaynak ve atık sorununun piyasa başarısızlıkları nedeniyle olduğu ve bu başarısızlıkların giderilmesi durumunda sorunların giderileceğini ileri sürmüşlerdir. Doğal kaynakların sınırlı olduğunu kabul eden doğal kaynak iktisatçıları, sürdürülebilir büyümenin koşulları üzerinde fikir yürütmüş ve sürdürülebilirliğin mümkün olup olamayacağını belirlemek için teknik ve kurumsal koşullar belirlemişlerdir. Teknik koşullarda yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklar ele alınmış, doğal kaynaklar ile sermaye arasında ikame ilişkisi olduğu varsayılmıştır. Kurumsal düzenlemeler kapsamında ise, insan yapımı sermaye ile ikame edilecek doğal sermayeyi sağlamaya yönelik kurumsal koşullar ele alınmış ve piyasa yapısı, mülkiyet hakları sistemi, gelecek kuşakların refahları ile ilgili değer sistemindeki düzenlemeler teorileştirilmiştir. Neoklasik iktisatçılar sürdürülebilirliğin teknik olarak mümkün olduğunu öncü bir varsayım olarak kabul etmişler ve bunun üzerine hangi kurumsal düzenlemelerin sürdürülebilirliğe öncülük ettiği ile ilgilenmişlerdir(Stern ve Cleveland, 2004: 10).

1986 yılında Romer ve 1988 yılında Lucas'ın çalışmaları ile neoklasik büyüme teorilerini tamamlar nitelikte olan içsel büyüme modelleri ortaya çıkmıştır. Modellerde teknoloji içsel olarak ele alınmış, ekonomik büyümenin belirleyicileri bilgi, fiziki ve beşeri sermaye, içsel teknoloji, kamu yatırımları vb. olarak görülmüştür. İçsel büyüme modellerinde de neoklasik büyüme modellerinde olduğu gibi enerji bir üretim faktörü değil ara girdi olarak değerlendirilmiştir. Enerjinin ekonomik büyümedeki rolünün önemli olduğunu ileri süren görüşler arttıkça Rebelo (1991), Jones ve Manuelli (1991), ve Smulders (1999) gibi iktisatçılar enerji kaynaklarını dikkate alan modeller geliştirmişlerdir. Ancak bu modellerde, yenilenemeyen enerji kaynaklarını çıkartma maliyeti ve yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim maliyetleri dikkate alınmamış, enerji fiyatlarının zaman içinde sabit oranda arttığı ve doğal kaynaklar ile insan yapımı sermaye arasında ikame

ilişkisi olduğu kabul edilmiştir. Buna göre sabit oranda artan enerji fiyatları nedeniyle enerji tasarrufu sağlayan teknolojik yenilikler sayesinde büyüme sürdürülebilir hale gelecektir görüşü benimsenmiştir. İçsel büyüme modelleri ilk başlarda doğal kaynak iktisatçıları ile aynı görüşleri paylaşmışlar fakat daha sonra geliştirilen modellerle birlikte doğal kaynak iktisadından ayrılmaya başlamışlardır. İçsel büyüme modelleri diğer neoklasik büyüme modelleri gibi enerjiyi bir ara girdi olarak görmesine rağmen, ikame ilişkisinin sınırlı olduğu, enerji olmadan büyümenin sürdürülebilir olamayacağı, kamu müdahalesine gerek duyulduğu, teknolojik gelişmelerin enerji etkin ve enerji maliyetlerini düşürmeye yönelik olması gerektiğini kabul etmiştir (Yapraklı, 2013: 84-86).

4.3. Ekolojik İktisat ve Biyofiziksel Üretim Teorisi

Sanayi devrimi ile birlikte işgücüne dayalı ekonomi, yerini makineli imalatın ve endüstrinin egemen olduğu bir ekonomik yapıya bırakmıştır. Bu dönemde ekonomik büyüme ve kalkınma, enerji kullanımına giderek artan oranda bağlanmıştır. Üretimde insan ve hayvan gücünden kömür, su, rüzgar vb. kaynaklara yönelme olmuş ve ekonomik büyüme hızla artmıştır. Neoklasik iktisatçılar, enerji olmadan da büyümenin sürdürülebileceğini öne sürmelerine rağmen sanayi devriminden günümüze kadar gelişmiş ülkelerde üretimin artması ile enerji kullanımının artması arasında paralellik olduğuna dair veriler bulunmaktadır. Ekonomik büyümedeki artış ile birlikte enerji ihtiyacındaki artış enerji kaynaklarının aşırı tüketimine neden olmuştur. Enerji verimliliğini artırmaya yönelik yatırımlar sonucunda ortaya çıkan enerji etkinliğinin, enerji tüketimini artırması olarak tanımlanan “geri tepme etkisi” daha fazla enerji kullanımına yol açmıştır. Bu durum büyümeyi sınırlandıran bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır (Alam, 2006: 14-15).

Enerjiye dayalı büyüme hipotezi fiziksel üretim teorisinin temel önermelerinden dayanak almaktadır. Georgescu-Roegen isimli iktisatçı tarafından ortaya atılan fiziksel üretim teorisi görüşü, ekonomi teorilerinde enerjiye yer verilmemesine ilk eleştiri olmuştur. İktisadi büyümeyi açıklamaya çalışan teorik yaklaşımlarda hâsıla artışının çevresel zararlarının dışlandığını, doğal kaynak ve enerji akımlarının dikkate alınmadığını vurgulayan Georgescu-Roegen, büyümeye dayalı enerji kullanımının çevreye zarar verdiğini ve enerji kaynaklarının yok olmasına neden

olduğunu belirtmiştir. Enerji kaynaklarının yeniden üretilmesinin mümkün olmadığını ve çevresel birikim üzerinde kirliliğin zararlı etkilerinin olduğunu ileri süren Georgescu Roegen'e göre üretimi sağlayan temel faktör enerjidir ve enerji kaynaklarının tükenmesiyle büyüme duracaktır. Georgescu- Rogen ve diğer araştırmacılar büyümenin sınırları üzerine enerji bilimi olarak bilinen "termodinamik yasalarını" uygulayarak iktisat, ekoloji², entropi, etik ve birçok doğa ve sosyal bilimin bileşenlerini içeren ve ekonomiyi ekosistemin bir parçası olarak gören "ekolojik iktisat" yaklaşımını geliştirmişler (Yapraklı, 2013: 87).

Ekolojik iktisatta ekonomi, ekonominin fiziksel büyümesine sınırlar koyan daha büyük bir küresel ve/veya yerel ekosistemin alt sistemi olarak görülmektedir. Ekonomik ve ekolojik sistemlerin sürdürülebilir yönetimini ele alan ekolojik iktisatçılar, büyümenin fiziksel sınırları olduğu gibi, çevrenin üretim ve tüketimden kaynaklanan atıkları bünyesine kabul etmesinin de sınırları olduğunu vurgulamaktadırlar.

² Organizmaların diğer organizmalarla ve etraflarındaki fiziksel ortam ile nasıl etkileşim içinde olduklarını inceleyen bilim dalı. 1866 yılında Erns Haeckel'in katkılarıyla oluşmuştur. (KhanAcademy, 2018; Yapraklı, 2013: 88).

Ekolojik iktisadın geleneksel iktisattan farklılıkları tablo 4.1’de özetlenerek, ekolojik iktisadi akıma neden ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır.

Tablo 4.1: Ekolojik iktisatın geleneksel iktisattan farklı yönleri

	Geleneksel İktisat	Ekolojik İktisat
Temel Dünya Görüşü	Mekanik statik, atomistiktir. Bireysel zevk ve tercihler esas ve baskındır. Teknolojik gelişme ve sınırsız ikame edilebilirlikten dolayı kaynakların sınırsız olduğu düşünülür.	Dinamik, tüm sistemlere odaklanan ve evrimseldir. Geniş bir sistem içerisinde bu sistemi sürdürülebilir şekilde yönetmek için rollerinin anlaşılmasından insanlar sorumludur.
Zaman Boyutu	Kısaadır. Genellikle 1-4 yıl, maksimum 50 yıldır.	Çok ölçekli, günlük bazdan sonsuzluğa kadar uzanabilir. Çok ölçekli sentezlere dayanır.
Alan Boyutu	Yerel ve uluslararası boyuttadır. Alan genişledikçe temel çerçeve değişmez. Temel birimler bireyden firmaya ve ülkeye değişir.	Yerel ve global boyuttadır. Alan boyutları hiyerarşisi vardır.
Tür Boyutu	Sadece insan vardır. Bitkiler ve hayvanlar nadiren yardımcı faktör olarak yer alır.	Tüm ekosistem. İnsanlar ile diğer tüm ekosistem arasındaki karşılıklı etkileşimi kabul eder.
Temel Makro Amaç	Ulusal ekonominin büyümesi.	Ekolojik ve ekonomik sistem sürdürülebilirliği
Temel Mikro Amaç	Firma için kâr, birey için fayda maksimizasyonu. Dışsal fayda ve maliyetler göstermelik ele alınır	Temel mikro amaç sistem araçlarını yansıtabilme için uyarlanmalıdır.
Teknolojik Gelişmeler Konusundaki Varsayımlar	Oldukça iyimserdir.	Sağduyulu bir şekilde şüphecidir.
Akademik Bakış	Tek disiplinlidir. Monistik ve matematiksel araçlara odaklıdır.	Disiplinler ötesidir. Çoğulcu ve problemlere odaklıdır.

Tablo 4.1’den görülebileceği gibi ekolojik iktisadın sorun alanı geleneksel iktisattan daha geniş bir şekilde tanımlanmaktadır. Bu durum sürdürülebilir bir sistem inşa etmede ekolojik iktisat alanının karşısına gerek kullanılacak göstergeler gerekse de analiz ve çözüm önerileri konusunda çeşitli zorluklar çıkarmaktadır. Ancak mevcut geleneksel ekonomi anlayışı ile de ekosistemin bugün maruz kaldığı bozulma önlenemeyecek gibi görünmekte, üretim ve tüketime dayalı refah arayışı neredeyse temel yaşam fonksiyonlarının karşılanamayacağı bir boyuta ulaşma riskini taşımaktadır (Ulucak, 2018: 134-135).

Ekolojik iktisatçılar, biyofiziksel sınırların varlığı konusunda termodinamik yasalarını kullanmışlar, aşırı doğal kaynak tüketimi ve yaratılan çevre sorunlarını nedeniyle ekonominin sonlu olan ekosistemin sınırlarına ulaştığını ileri sürmüşlerdir. Neoklasik iktisatçılar ekosistemin açık bir sistem olduğunu varsaymışlardır. Ekolojik iktisatçılar ise ekosistemin yarı kapalı bir sistem olduğunu öne sürerek, yarı kapalı ekosistemde mevcut tek enerji kaynağı olan güneşin ya doğrudan kullanıldığını ya da yenilenemeyen enerji kaynakları gibi içerilmiş bir durumda olduğunu belirtmişlerdir. Bu şekilde ekosistemin, iktisadi faaliyetlerin sürdürülebilmesi için gerekli hammadde ve diğer girdileri sağlayarak üretim ve tüketimi desteklediğini açıklamışlardır. Fakat güneş veya içerilmiş enerjinin ekonomik sisteme dahil olarak üretim ve tüketim süreçlerinde kullanılmasının ekosistemi tahrip eden atıklara neden olduğunu belirten ekolojik iktisatçılar, mevcut teknolojik imkanlarla tekrar hammaddeye dönüştürülemeyen bu atıkların ekonomik faaliyetleri olumsuz şekilde etkilediğini ileri sürmüşlerdir. Ekonomik faaliyetler sonucu oluşan atıkları absorbe eden ekosistemin bu kabiliyetini yitirmesi sonucunda, ekonomik faaliyetler ve insan yaşamının devamını sağlayan ekosistem hizmetlerinin geri dönülemez bir şekilde tehlikeye düşebileceğini belirtmişlerdir. Bu nedenlerden ötürü doğal kaynaklarla insan yapımı sermaye arasında tamamlayıcılık ilişkisi olduğunu söyleyen ekolojik iktisadi yaklaşım, ekonomik faaliyetler sonucu oluşan ekosistem tahribatının ekonomik refahı ve performansı olumsuz etkileyeceğini öne sürmüşlerdir (Ockwell, 2008: 4601).

Ekolojik iktisatta doğal kaynaklar, çevre ve iktisat arasındaki ilişkiler, ekonomik, sosyal, kültürel, etik ve politika olmak üzere birçok alanda ele alınmış ve ele alındığı alana göre de farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlardan biri de “biyofiziksel üretim teorisi”dir. Söz konusu yaklaşıma göre, ekonomik faaliyetler kullanılabilir enerjiyi kullanılamaz enerjiye dönüştürmektedir, bu süreçte sürekli olarak atık üretilmekte ve bu nedenle ekonomik büyümenin fiziki sınırları bulunmaktadır (Hussen, 2004: 251). Bu durum termodinamiğin ikinci yasası olarak da bilinen “entropi yasası” referans alınarak temellendirilmiştir. Termodinamiğin birinci yasasına göre enerji yok edilemez sadece form değiştirir ve dönüşüm sonucunda toplam enerji miktarı değişmeyerek sabit kalır. Fakat termodinamiğin ikinci yasasına göre her dönüşümün sonucunda tersinmezliklere bağlı olarak yoktan

bir miktar düzensizlik, kaos veya termodinamikteki ismi ile entropi üretilir. Bu durum ise enerjinin kalite değerini azaltarak tek yönlü bir değişime neden olur. Enerjinin toplam miktarı sabit kalsa da faydalı kısmı termodinamikteki ismi ile *ekserjisi* sabit kalmaz. Her dönüşümün sonucunda enerjinin bir kısmı faydalı formdan faydasız forma veya termodinamikteki ismiyle *ekserjiden* (faydalı kısım) *enerjiye* (faydasız kısım) dönüşür. Örneğin yenilenemez bir fosil yakıtın kimyasal enerjisi dönüşüm sonucunda %100 olarak diğer enerji türlerine (ısı, elektrik vb.) dönüşse de ekserjisi %100 olarak dönüşmez. Enerji yok olmasa da faydalı kısmı yok olur. Entropi yasası ekonomik anlamdaki kıtlığın fiziksel sebebi olarak görülmektedir. Ekonomik alanda değer oluşturan madde ve enerji gibi fiziksel kaynaklar entropi yasasına tabidir, her dönüşüm kaynakların kullanılabilirliğini azaltarak onların ekonomik anlamda sonlu olmasına neden olmaktadır (Çamdalı, 2012: 214-216).

Enerji kaynaklarının kullanımı arttıkça kaynakların kalitesinde azalma olmakta fakat enerji talebi azalmamaktadır. Bu durum enerji fiyatlarının artmasına, doğal olarak da üretim maliyetlerinin artmasına neden olmakta, bunun sonucunda verimlilik azalmakta ve teknolojik gelişmelerin yavaşlaması ile sonuçlanmaktadır. Bu durumu fark eden ülkeler enerji etkin teknolojiler geliştirerek birim hâsıla başına kullanılan yenilenemeyen enerji miktarlarını azaltmışlardır. Enerji yoğunluğunun azaltılması, daha fazla üretime ve yeni teknolojilerin geliştirilmesine yol açmıştır. Fakat söz konusu durum, geri tepme etkisi nedeniyle daha fazla enerji kaynağı kullanmayı gerekli hale getirmiştir. Biyofiziksel üretim teorisini savunanlar üretimde daha kaliteli enerji kaynaklarının kullanım potansiyelinin sanılanın aksine sınırlı olduğunu, bu nedenle enerji etkin teknolojiler üretmek ve geliştirmek yerine temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik yatırımlar yapılmasının ve yeni teknolojiler geliştirilmesinin hem ekosistemin devamlılığı hem de ekonomik refah açısından daha etkili olduğunu öne sürmektedirler (Ockwell, 2008: 4602).

Biyofiziksel üretim teorisini savunanlar, büyüme modellerinde enerjinin üretim için gerekli fakat yeterli olmadığını, enerjinin üretim sürecine katılabilmesi için amaca uygun emek ve sermaye birikimine gereksinim olduğunu dolayısıyla birbirleri ile tamamlayıcılık ilişkisi içinde olduğunu kabul etmişlerdir. Enerji çıkarma, yeni kaynaklar bulma ve işleme gibi faaliyetlerin gerçekleştirildiği enerji sektöründe niteliksiz emek tasarrufu sağlayan teknolojik gelişmeler, nitelikli emek istihdamı ve

yoğun sermaye yatırımları tamamlayıcılık ilişkisinin ispatı ve enerjinin ekonomik büyüme için ne kadar önemli olduğunun göstergesi durumundadır. Odum ve Contanza tarafından geliştirilen “enerji değer teorisine” göre, bir malın değeri o malın üretiminde kullanılan toplam doğrudan ve dolaylı enerji değerine eşittir. Üretimde kullanılan enerji değeri ise çıkarma, rafinaj, işçi kullanımı, taşıma, dağıtım, depolama, vergi vb. birçok maliyet unsuruna göre belirlenmektedir. Dolayısıyla bir malın değerinin düşürülebilmesi için enerji maliyetlerinin azaltılması gerekmektedir. Bu durum daha fazla emek ve sermaye kullanımına, daha fazla ve daha düşük kaliteli enerji kaynaklarının ulaşılmasına ve ekosistemdeki kaynakların tükenmesine sebep olmaktadır. Biyofiziksel üretim teorisinde ayrıca, enerjinin büyüme üzerindeki etkisinin ekonomik yapıya ve ülkelerin içinde bulunduğu gelişim aşamasına da bağlı olduğu ileri sürülmektedir. Çevreyi kirleten enerji yoğun üretim yapan, ithal enerjiye bağımlı, etkin ve yeni teknolojiler geliştiremeyen, enerji talebindeki hızlı artışa rağmen kapasite artışı sağlayamayan az gelişmiş ülkeler ve gelişmekte olan ülkelerde, gelişmiş ülkelere göre, enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki kısıtlayıcı etkisi daha yüksek olmaktadır (Yapraklı, 2013: 91).

Biyofiziksel üretim teorisi, enerjiyi tek üretim faktörü olarak görmesi, enerji ile diğer üretim faktörleri arasında belirli durumlarda mevcut olan ikame ilişkisini yok sayması, teknolojik yeniliklerin etkilerini fazla önemsememesi ve enerji kaynaklarını niteliklerine ayırmaması gibi gerekçelerle eleştirilmiştir. Bu eleştiriler enerji ile ilgili daha ayrıntılı çalışmaların yapılmasına ön ayak olmuştur. Neoklasik ve ekolojik iktisat her ne kadar birbirlerinin rakibi gibi görülmüş olsalar da enerji- ekonomik büyüme ilişkisini açıklamada birbirlerini tamamlama özelliğine sahip olmuşlardır. Bütün bu görüşler, ülkeler arası gelişmişlik farklarının açıklanmasında ve ekonomik büyümenin sürdürülmesinde enerjinin sahip olduğu stratejik rolün büyüme- kalkınma literatüründeki yerini sağlamlaştırmasına katkıda bulunmuştur (Yapraklı, 2013: 91-92).

4.4. Enerjiye Dayalı Büyüme

Endüstrileşme çağıyla birlikte enerjinin üretimde hayati önem taşıdığı görüşü giderek yaygınlaşmaya başlamıştır. Enerjiye olan talebin artması ile birlikte enerji kaynaklarının tüketim hızı da aynı şekilde artış göstermiştir. Aşırı kaynak tüketimi

sebebiyle enerji fiyatlarında artışlar ve dalgalanmalar görülmeye başlanmıştır. Bu gelişmeler sonucunda enerjiye dayalı ekonomi koşulları görünür hale gelmiş, enerji kaynaklarının aşırı tüketimine yol açan büyümeye dayalı enerji kullanımından enerjiye dayalı ekonomiye geçiş başlamıştır (Alam, 2006: 15).

Enerjiye dayalı ekonomi koşulları iki tür ekonomik yapı ortaya çıkarmıştır. Bunlardan ilki, enerji yoğunluğu yüksek üretim yapan ve yenilenemeyen kaynaklara bağımlılığı artan yenilenemeyen ve büyüyemeyen ekonomilerdir. İkincisi ise yenilenemeyen kaynaklardan yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş yapmaya başlayan, ekosistemdeki enerji kaynakları tükenmeden etkin enerji kullanımı ile büyümelerini sürdürülebilir hale getiren ekonomilerdir. 1980'lerden itibaren teorik anlamda ekolojik iktisatçıların katkısı ile yenilenemeyen yapıya sahip ülkelerde yoğun büyümeye dayalı enerji kullanımının sözkonusu olduğu ve bu ülkelerde ekonomik büyümenin yavaşlayacağı, yenilenebilir ekonomik yapıya sahip ülkelerde ise etkin bir enerjiye dayalı büyümenin sözkonusu olduğu ve bu ülkelerde büyümenin devam edeceği tüm dünyada kabul görmeye başlamıştır (Alam, 2006: 17-18).

Enerjiye dayalı büyüme görüşünün biyofiziksel üretim teorisinin analizleri ve dünyadaki ekonomik gelişmeler kapsamında ortaya çıktığı öne sürülebilir. Enerjiye dayalı büyüme; enerjinin, doğal enerji kaynaklarını tüketmeden ve çevreye verdiği zararları minimuma indirerek üretim süreçlerine dâhil edilmesini ve doğal kaynak arzına uygun ekonomik büyümenin gerekliliğini kapsamaktadır. Aksak rekabet koşulları, sınırlı doğal kaynak arzı ve insan yapımı sermaye ile doğal kaynaklar arasında tamamlayıcılık ilişkisi olduğu varsayımı altında enerjiye dayalı büyüme hipotezi, tüm üretim süreçlerinin enerjiye bağımlı olduğunu ve enerji kaynaklarının tükenme ihtimalinin büyümeyi sınırlandıracağı fikrine dayanmaktadır (Yapraklı, 2013: 93)

Günümüzde gelişmiş ülkelerin genellikle yenilenebilir yapıya sahip ekonomilerinin olduğu görülmektedir. Ticaret ve teşvik politikaları ile farklı rekabet gücü ve büyüme stratejileri uygulayarak oluşturulan etkin enerjiye dayalı büyüme, ekonomik büyümenin aracı olarak kullanılmaktadır. Bu ülkelerde, çevre dostu enerji arzına dayalı enerji güvenliği, enerji etkin teknolojiler ve yeni kaynak arama-işleme

faaliyetleri sayesinde enerji arzı artırılmaya ve enerji fiyatları düşürülmeye çalışılmaktadır. Mevcut enerji arzına uygun üretim faaliyetleri ile enerji yoğunundan enerji etkin üretim sayesinde gelişmiş ülkeler enerji arzlarını sabit tutarak veya artırarak büyümelerini sürdürülebilir hale getirme kabiliyetine sahiptirler. Yenilenemeyen ekonomik yapıya sahip, çoğu gelişmekte olan ülkeler ise enerji yoğun büyümeye dayalı bir yapı sergilemektedir ve büyük oranda enerji taleplerini ithalat ile karşıladıkları görülmektedir. Bu tip ülkelerde gelişmiş ülkelerin tersine gelişme düzeyi arttıkça enerji yoğunluğunun yükseldiği, enerji arzı ve fiyatındaki değişikliklerden önemli ölçüde etkilendiği gözlemlenmektedir. İster yoğun isterse etkin enerjiye dayalı büyüme olsun her iki durumda da enerjinin ekonomik büyümeyi etkileyen temel faktör olduğu ve enerji olmadan büyümenin sınırlı kalacağı kabul edilmektedir (WEC, 2008: 95).

4.5. Enerji-Büyüme İlişkisine Yönelik Hipotezler

1970’li yıllardaki enerji krizleri, 1980’li yıllarda başlayan ticarete serbestleşme ve sürdürülebilir büyüme çabaları sonrası enerjinin ekonomik büyümedeki yeri iktisatçılar ve politikacılar için önemli bir ilgi alanı haline gelmiştir. Büyümeye dayalı enerji ve enerjiye dayalı büyüme tartışmaları ve bu tartışmalar sonucu öne sürülen farklı görüşler doğrultusunda politika tavsiyelerinde bulunulmuştur. Bu tartışmalar kapsamında en önemli hipotezler; Jevon Paradoksu, Hotelling Kuralı, Hamilton- Burbridge- Harrison Modeli, Daly’in Durağan Durum Denge Modeli ve Kaynak Laneti Hipotezi şeklinde sıralanabilir. Bu hipotezler alt başlıklar olarak incelenecektir.

4.5.1. Jevons Paradoksu

İktisadi literatürde kıt doğal enerji kaynaklarının ekonomisi üzerinde çalışma yapan ilk iktisatçı William Stanley Jevons’tur. 1865 yılında yayınlanan “kömür sorunu” adlı kitabında, enerjinin ekonomik büyüme üzerinde nihai kısıt oluşturduğunu ileri sürerek, doğal kaynaklar fiziki olarak tükenmese bile kaynaklar azaldıkça maliyetlerin ve fiyatların ekonomi üzerinde artan bir baskıya yol açacağını belirtmiştir. Jevons’a göre endüstrinin gelişmesi kömür kullanımının artmasına sebep olmuş, bu durum da kömüre dayalı olarak üretilen ürünlerin (demir, çelik, vb.) artması ile sonuçlanmıştır. Kömür gibi bir enerji kaynağının daha etkin bir şekilde

kullanılması ile kömüre dayalı olarak üretilen ürünlerin fiyatları düşmüştür. Bu düşüş sayesinde kömür üreticilerce daha çok tercih edilen bir enerji kaynağı durumuna gelmiştir. Bu sebeple önde gelen üreticiler kömürden fayda sağlayacağı yatırımlar yapmışlardır. Kar maksimizasyonunu hedefleyen üreticiler kaynak maliyetlerini azaltmaya ve üretilen mal ve hizmetlerin ihraç edilmesiyle gelirlerini artırmayı hedeflemiş, doğal kaynak tüketiminin yaygınlaşmasına ön ayak olmuşlardır (York, 2006: 143).

Dönemin hakim marjinalist iktisadi görüşüne göre, herhangi bir malın tüketimi arttıkça faydası azalan bir değer alacaktır (marjinal fayda teorisi). Bir malın marjinal maliyeti ise ilave bir birim faktör kullanımı ile üretimde meydana gelecek değişime eşit olacak ve önce azalan sonra artan bir değer alacaktır. Bunun sonucunda sözkonusu iktisadi görüş doğal kaynak kullanımında etkinlik artışının doğal kaynak talebini azaltacağını ileri sürmüştür. Ancak üretim etkinliğindeki artış ile ortaya çıkan yan sanayiler enerji kaynağı olarak kullandıkları kömüre yönelik taleplerini marjinal fayda teorisinin iddia ettiğinin aksine artırmışlardır. Makineleşme ve buhar gücünün daha fazla kullanımı fiziksel sermaye yatırımlarını teşvik ederek kömür üretiminde artışa neden olmuştur. Üretim artışından dolayı kömür fiyatları düşmüş ve üretimde kullanılan kömürün marjinal maliyeti, marjinal maliyet teorisinin aksine azalmıştır. Marjinal-fayda maliyet teorisine uymayan bu durum sonucu hem üreticiler hem de tüketiciler kömür kullanımını azaltmamış aksine artırmışlardır. Bu durum iktisat literatürüne “rebound (geri tepme)” etkisi olarak girmiştir (Polimeni vd., 2008: 147).

Jevons'un bir diğer gözlemi ise kömüre olan aşırı talebin ekonomik kıtlığa yol açabileceğidir. Ekonomik büyüme ile artan kömür talebini karşılamanın iki yolu vardır. Birinci yol; kaliteli kömür kaynakları üzerinde daha fazla emek ve sermaye kullanarak kömür üretimini artırmaktır. Üretim fonksiyonun sabit katsayılı olduğu varsayımı altında, kömür üretimi artırılmak istendiğinde azalan verimler yasası nedeniyle emek ve sermayenin marjinal verimliliği azalacaktır. Kaliteli kömür rezervleri sınırlı olduğundan artan kömür talebini karşısında kömür üretimini artırmanın ikinci yolu, aynı miktarda emek ve sermaye kullanarak daha az kaliteli kömür kaynaklarının üretime açılmasıdır. Daha fazla rezerv kaynağı kullanılarak kömür üretiminin artırılması şeklindeki bu yöntem uygulandığında, üretim

etkinliğinin ölçeğinde meydana gelen artış sırasında ölçeğe göre azalan getiri durumu ortaya çıkacak ve yine emek ve sermayenin marjinal verimliliği azalacaktır. Her iki durumda da kullanılabilir kömür kaynakları azalacak ve maliyetler yükselecektir. Kömür kullanımı yeni malların üretilmesi sayesinde ekonomi üzerinde pozitif etki yaratsa da bu kaynağın tükenmesi kazançların azalmasına, ekonomik büyümenin yavaşlamasına veya durmasına yol açabilecektir (Alcott, 2005: 12).

Neoklasik iktisatçılar genel olarak, ekonomik büyüme ve teknolojik ilerlemeler sayesinde ortaya çıkan birim etkinlikteki artışın mutlak kaynak kullanımını azaltacağını öne sürmüşlerdir. Fakat neoklasik ekole dahil olan Jevons'un açıklamaları neoklasik görüşe tezat bir görüş niteliğinde olmuş ve paradoks yaratmıştır. Bu durumu Jevons Paradoksu olarak niteleyen ekolojik iktisatçılar, ekolojik bütünlüğü sağlayan ve ekosistemin taşıma kapasitesini dikkate alan ekonomik büyüme sürecinin ekonomik refaha daha fazla katkı sağlayacağını ileri sürmüşlerdir (York, 2006: 144).

Jevons'un görüşlerine bir takım eleştiriler yöneltilmiştir. Bunlardan biri, diğer enerji kaynaklarını ve enerji kaynakları arasındaki ikame ilişkisini dikkate almadığı yönündedir. Bir enerji kaynağının arzının azalması veya pahalılaşması durumunda kaynağın yerini bir başka enerji kaynağı alabilmektedir. Zaman içerisinde petrol doğalgaz, nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynakları kömürün yerine geçmiştir. Kömürün azalması veya pahalılaşması ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etki yaratmamıştır (York, 2006: 146). Bir başka eleştiri ise Jevons'un teknolojik ilerlemeleri dikkate almadığını şeklindedir. Jevons enerji etkinliğindeki artış nedeniyle enerji talebinin sürekli arttığını ve bu nedenle enerji sorununu çözülemeyeceğini iddia etmiş, bu iddiasını aksine teknolojik gelişmeler ve sermaye birikimi sayesinde yapay hammadde ve enerji kaynakları üretilmiş, enerji etkin yöntemler geliştirilecek maliyetler düşürülmüştür. Söz konusu eleştirilere rağmen Jevons paradoksu ekolojik iktisatçılar tarafından kabul görmüş ve desteklenmiştir. Geri tepme etkisinin iktisadi literatüre kazandırılmasıyla birlikte Jevons paradoksunun geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Polimeni vd., 2008: 169-170; York, 2006:146).

4.5.2. Hotelling Kuralı

Harrold Hotelling 1931 yılında yaptığı “yenilenemez kaynakların ekonomisi” isimli çalışmasında, enerji kaynakları da dahil yenilenemeyen doğal kaynakların optimal tüketiminin zamanlar arası dağılımını analiz etmiştir. Hotelling’egöre yenilenemeyen doğal kaynaklar stok yapılabilen birer varlıktır. Bu kaynakların nihai fiyatı çıktıya dönüşebilme potansiyeli ile ilişkilidir. Kaynak sahipleri, sahip oldukları kaynak stoklarını mevcut fiyatlardan daha düşük veya daha yükseğe satabilmektedirler. Hotelling, tam rekabet piyasası veri iken, bir yenilenemeyen doğal kaynağın net fiyatının piyasa faiz oranı kadar artırılması gerektiğini ileri sürmüştür. Bu basit kural, yenilenemeyen kaynak ekonomisinin temelini oluşturmuştur. Hotelling analizlerinde talep kuralları veri iken, doğal kaynak tüketiminin marjinal maliyetinin ve ilgili kaynağın fırsat maliyetinin birleşerek fiyatı oluşturduğunu ve bunun da doğal kaynakların tüketim oranlarını belirlediğini ifade etmiştir. Tüketimin devam etmesi durumunda bir birim fırsat maliyetinin de giderek artacağını, bu şekilde optimal kaynak tüketimin, fiyatın talebi tamamen karşıladığı noktada gerçekleşeceğini belirtmiştir (Livernois, 2009: 22-24).

Hotelling modelinde, tüketici talebi ve yenilenemeyen kaynağın başlangıç stoku veri iken, her dönemde maksimum kazancı sağlamak için ne kadar kaynak çıkarılması gerektiği sorusunun cevabını aramıştır. Bir kaynak çıkarılırken, kaynağın çıkarma maliyetinin, piyasa fiyatının ve piyasa faiz oranlarının dikkate alınması gerektiğini belirten Hotelling, aksi takdirde kaynağın satış fiyatının bazı durumlarda maliyetinden düşük olabileceğini vurgulamıştır. Bu göstergelere göre kaynak sahibi ya kaynağı bugün çıkaracak ya da gelecekte çıkarmak için bekleyecektir. Hotelling’e göre tam rekabet koşulları veri iken, kaynağın bugün çıkartılıp piyasaya sunulması ve yatırım yapmanın fırsat maliyeti kadar kazanç elde edilmesidir. P_t , kaynağın piyasa fiyatını; P_0 , kaynağın çıkarma maliyetini; e^{rt} , ise piyasa faiz oranının temsil ettiği durumda kaynak sahibi, $P_t = P_0 e^{rt}$ kadar kazanç elde ettiği sürece kaynağı çıkaracaktır. Eğer $P_t > P_0 e^{rt}$ yani kaynağın fiyatının, fırsat maliyetinden yüksek olması durumu mevcutsa kaynağın sahibi o kaynağı piyasaya sürmeyecek ve $P_0 e^{rt}$ kazancından vazgeçecektir. Buradaki amaç kaynağı daha yüksek fiyatlardan satarak toplam gelirden daha yüksek artışlar elde etmektir. Fakat tersi durumun gerçekleşmesi halinde yani fiyatın yükseleceği beklenirken düşerse, kaynak sahibinin kazancı

piyasa faiz oranından daha düşük olacaktır (Devarajan ve Fisher, 1981: 66-68). Tam rekabet piyasasında kaynak satıcısı piyasa fiyatlarını veri kabul etmek durumundadır. Teorik açıdan çıkarılan ve piyasaya getirilen kaynağın fiyatı da tam olarak piyasa faiz oranına eşittir. ($P_t = P_0 e^{rt}$). Kaynağın fiyatındaki artış yavaş olursa kaynak sahipleri mevcut stoklarını satacaklar ve piyasa fiyatının düşmesine neden olacaklardır. Kaynağın fiyatının piyasa faiz oranından yüksek olması durumunda, tüm kaynak satıcıları stokları ellerinde tutacaklardır. Bu durum kaynak arzının azalmasına ve piyasa fiyatlarının yükselmesine neden olacaktır. Kaynağın fiyatı yükselmeye devam ederse kaynağa olan talep yavaş bir şekilde düşmeye başlayacak ve fiyat çok yükseldiğinde talepte fiyatla birlikte çok düşecektir. Bu durum kaynak tam olarak tükenene kadar devam edecek ve kaynak tükenince talep de duracaktır. Bu süreç sonunda ortaya çıkan durum, fiyatların talebi tamamen durduracak seviyeye yükselmesi ve bunun sonucunda kaynakların bir kısmının kaynak sahibinin elinde kalması ve/veya yeni bir kaynağın çıkarılmasıdır. Mevcut kaynak birikimi, kaynakları herhangi bir kimsenin satın almayı istememesi durumunda ekonomik olarak değersizdir. Fakat gerçek durum, yüksek fiyatlar talebi durdurmadan önce kaynak sahibinin elinde kaynak birikimini daha düşük fiyatlardan satış yapmaya başlaması şeklindedir. Düşük fiyatlardan satış piyasada kaynak arz fazlası olduğu manasına gelmektedir. Bu durumda kaynağın fiyatı onun yerine bir başka kaynağın ikame edilip kullanılmasına kadar artacaktır. Sonsuz ikame olanağı ve sabit fiyat varsayımı altında fiyatın alabileceği değerler talebin durduğu noktada, kaynağın tükenmiş olması koşulu ile belirlenecektir. Tükenen kaynağın yerine yenisi geçinceye kadar eski kaynağın fiyatı artacak fakat geçiş süreci tamamlandıktan sonra fiyat sabit kalacaktır. Fiyatlar sabitlenince eski ve yeni kaynaklar arasındaki teknik ikame oranı, bu faktörler kullanılarak üretilen tüm mallar için aynı olacaktır. Bu noktada üretim faktörlerinin oranlarını değiştirerek bir malın üretimini, diğer malın üretimini azaltmadan artırma olanağı olmadığı için zamanlararası dağılımı gerçekleşmiş ve optimal kaynak dağılımı düzeyine ulaşılmış olacaktır (Khanna, 2001: 2-4).

Hotelling Kuralı birçok açıdan eleştiriye uğramıştır. Doğal kaynak iktisatçısı Kronenberg, tam rekabet piyasası varsayımlarıyla teorileştirilen modelin, artan çıkarma maliyetleri ve aksak rekabet koşulları altında optimalite koşulunu gerçekleştiremeyeceğini öne sürmüştür. Gerçek dünyada çıkarma maliyetlerinin sabit

olmadığını, zaman içinde daha çok kaynak çıkarıldığını ve kaynak çıkarmak için daha pahalı çıkarma teknikleri geliştirildiğini ileri süren iktisatçı, bunun kaynak maliyetlerini ve fiyatı sürekli olarak arttırdığını ifade etmiştir. Ayrıca aksak rekabet koşullarını sebebiyle piyasa faiz oranlarının, sosyal ıskonto oranlarını doğru olarak yansıtmadığını, bunun ise optimal kaynak tüketimi yerine aşırı kaynak tüketimine neden olduğunu vurgulamıştır. Ekolojik iktisatçılar sınırlı taşıma kapasitesi, yeni kaynak çıkarmanın teknolojik maliyeti, insan ve doğal kaynak arasındaki sınırlı ikame ilişkisi gibi faktörler nedeniyle Hotelling Kuralı'nın geçersiz olduğunu ileri sürmektedirler (Kronenberg, 2008: 2-3, 26-28).

4.5.3. Hamilton-Burbidge-Harrison (HBH) Modeli

1970 sonrasında yaşanan petrol krizi ile birlikte Hotelling'in sabit kaynak fiyatı kuralı tartışmaya açılmıştır. Neoklasik iktisatçı Hamilton 1983 yılında yaptığı çalışmada neoklasik büyüme modeline enerji faktörünü ekleyerek petrol fiyatları ile gayri safi yurt içi hasıla büyümesi arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışmıştır. Hamilton'un tespitlerine göre, II. Dünya Savaşı'ndan beri yaşanan ABD ekonomisindeki daralmalar petrol fiyatlarındaki ani artış ile daha belirgin hale gelmiştir. Bunun bir tesadüf olup olmadığını sorgulamasını yapan Hamilton, doğru sonuçlara ulaşmanın yolunun GSYİH oranındaki gecikmeli değişimlerin ve nominal petrol fiyatlarındaki gecikmeli logaritmik değişimler üzerinde istatistiki bir analiz yapmak olduğunu ileri sürmüştür. Hamilton analiz sonucunda ABD'de enerji miktarlarındaki azalmadan ziyade enerji fiyatlarındaki artışın GSYİH büyümesini yavaşlattığını tespit etmiştir (Hamilton, 2005: 1-2).

1984 yılında Burbidge ve Harrison petrol fiyatları ile çıktı miktarı arasında istatistiki olarak tesadüf ilişkisinin olabileceği hipotezini reddeden bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, iki değişken arasındaki ilişkinin aktarım mekanizmaları ile açıklanabileceğini yani enerji fiyatlarının makro ekonomik değişkenler üzerindeki etkileri yoluyla GSYİH büyümesini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Hamilton, Burbidge ve Harrison'un çalışmaları enerjinin, ekonomik büyümeyi etkileyen temel faktörlerden biri olduğunu ortaya koymuştur. Söz konusu iktisatçılara göre, enerji arzındaki aksama durumu, işgücü, sermaye ve enerji girdilerince etkilenen Y çıktısı

ile alakalı üretim fonksiyonunun incelenmesiyle bulunmalıdır. Söz konusu fonksiyon aşağıdaki gibidir;

$$Y = F(N, K, E) \quad (4.1)$$

Bu fonksiyonda Y çıktı, N işgücü, K sermaye, E de enerjiyi tanımlamaktadır. Öte yandan, P nominal fiyat, W işgücüne ödenen nominal ücret, Q enerjinin nominal fiyatı, r ise nominal faiz haddini tanımlamaktadır. Bu doğrultuda firmaların kârı şu formülle bulunur:

$$PY - WN - rK - QE \quad (4.2)$$

Kar maksimizasyonunu hedefleyen firmalar enerjinin marjinal ürününün, o ürünün görece fiyatına eşitlendiği noktaya kadar enerji satın alırlar. Bu durumun fonksiyonel ifadesi ise şu şekildedir;

$$F_E(N, K, E) = Q/P \quad (4.3)$$

Bu formülde Q/P ifadesi, F değerinin E değerine göre kısmi türevlerini ifade etmektedir. Bu eşitliğin her iki tarafı E ile çarpılıp, Y'ye bölüldüğünde aşağıdaki eşitliğe ulaşılmaktadır:

$$\frac{\partial \ln F}{\partial \ln E} = \frac{QE}{PY} \quad (4.4)$$

Bu eşitlik, hasılanın enerji kullanımı esnekliğini vermekte ve toplam hasılda enerji harcamalarının payını göstermektedir. Enerji fiyatlarında artış ile karşılaşan bir tüketici daha fazla fiyat ödeyeceği noktaya gelene kadar satın alma işlemine devam etmelidir. Yüksek fiyatla karşılaşan tüketici aynı miktarda enerji almak için daha yüksek fiyat ödemek ve diğer harcamalarını kısmak zorunda kalacaktır. Bu durumda uğranılan kaybın değeri;

$$\frac{E \cdot \Delta Q}{PY} = \frac{QE}{PYQ} \cdot \Delta Q \quad (4.5)$$

Bu formüle göre, $\Delta Q/Q$ petrol fiyatındaki % 1 'lik değişme, tekrar enerjinin hasıladaki payı QE/PY ile çarpılmaktadır. Sözkonusu maliyet artışı karşısında tüketici ya yüksek fiyat ödemek yerine E tüketimini azaltıp alternatif kaynaklara yönelecek ya da aynı miktardaki enerji için daha yüksek fiyat ödemeye razı olacaktır (Hamilton, 2005: 3-5). Tüketici seçim yaparken fiyatların hasıla üzerindeki etkisini doğru olarak tespit etmelidir. Bu tespit için kullanacağı eşitlik şu şekildedir;

$$y_t = f(o_t) + \varepsilon_t, \quad y_t = \alpha + \beta o_t + \varepsilon_t \quad (4.6)$$

Burada y_t reel GSYİH'nin büyüme oranını, o_t petrolün fiyatındaki yüzde değişimini, ε_t iseregresyon hata terimini simgelemektedir. Yukarıdaki denklemde, enerji fiyatlarındaki % 1'lik artışın reel GSYİH'yı azalttığı, enerji fiyatındaki % 1'lik düşmenin ise reel GSYİH'yı etkilemediği kabul edilmektedir. Bu durumda formül fonksiyonu şu şekilde gösterilmektedir:

$$f(o_t) = \begin{cases} \alpha & \text{eğer, } o_t \leq 0 \\ \alpha - \beta o_t & \text{eğer, } o_t > 0 \end{cases} \quad (4.7)$$

HBH modeli yardımıyla yapılan çalışmalarda, enerji miktarı ile hâsıla arasında pozitif yönlü bir ilişkinin bulunduğu tespit edilmiştir. Bulgulara göre, hem yükselen enerji fiyatları karşısında enerji tüketimini azaltmak, hem de aynı miktarda enerji için daha yüksek fiyatlar ödemek ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilemektedir. HBH çalışmalarının temel noktası petrol fiyatlarındaki bir değişimin ABD ekonomisinde durgunluğa yol açtığı şeklindedir. Enerji fiyatlarındaki artışın ekonomik büyüme üzerindeki etkileri hâsıla, dış ticaret, faiz, enflasyon, istihdam gibi birçok aktarım kanalı ile gerçekleşmektedir. Enerji fiyatlarındaki artış maliyetleri yükseltmekte ve hâsıla azalmasına yol açmaktadır. Dolaylı olarak petrol ithal eden ülkelerin dış ticaret dengeleri bozulmakta, reel balans etkisinden dolayı, para talebi ve faiz oranlarında artışa neden olmaktadır. Bu durum enflasyonu artırarak fiyat-ücret artışları sarmalının başlamasına yol açmakta, harcanabilir gelir ve tüketim

azalmakta, yatırım maliyetlerini yükselterek istihdamın düşmesine sebep olmaktadır. Enerji fiyatlarındaki artış doğrudan ve dolaylı olarak ekonomik büyüme üzerinde etkili olmaktadır (Hamilton, 2000: 6-12).

HBM modeli neoklasik literatürde kabul görmüş olmasına rağmen bazı yönlerden eleştirilmiştir. Çalışmanın ABD üzerine ve sadece petrol için yapılmış olması, elde edilen bulguların genelleştirilmiş olması, enerjinin toplam hâsıla içindeki payının ülkelerin gelişmişlik düzeyine, kullanılan enerjinin türüne ve coğrafi dağılımına göre değişmesinin dikkate alınmaması gibi gerekçeler yöneltile eleştirilerden bir kısmını oluşturmuştur. Ayrıca kısa dönemde enerji fiyatlarındaki artışın kısa dönemde üretimi azaltabileceği fakat orta ve uzun vadede alternatif ucuz enerji kaynaklarına yönelme veya enerji yoğun sektörlerden enerji etkin sektörlerle geçişle GSYİH büyümesinin artırılacağı görüşü de bir diğer eleştiri olarak modele yöneltilmiştir (Jimenez- Rodriguez ve Sanchez, 2004: 8).

4.5.4. Daly'nin Durağan Durum Dengesi

Global ekonominin devasa bir şekilde büyümesi ekosistemin limitlerinin aşılmasıyla sonuçlanmış, ekosistemdeki bozulmalar toplumu ekosistemin sınırları konusunda daha duyarlı hale getirmiştir. Sınırlı doğal kaynakların olduğu gerçeği, sürdürülebilir bir ekonomik sistem geliştirmek için yeni düşünce şekillerinin doğmasını sağlamıştır (Daly, 2007: 9).

Modern dünyada büyüme tüm büyük çaplı ekonomik hastalıkların çaresi olarak düşünülmüştür. Bu düşünce ile yoksulluk, işsizlik, çevre kirliliği gibi problemlerin ekonomik büyüme ile çözülebileceği ve ekonomilerin sürekli büyümesi gerektiği anlayışı yerleşmiştir. Fakat ekonominin neyin pahasına büyüdüğü çok fazla sorgulanmamıştır. Ekonomik büyüme devam ettikçe doğal kaynakların kurban edilmesi devam etmiş, doğal kaynakların insan yapımı kaynaklardan daha değerli olduğu görüşü göz ardı edilmiştir. Bu durum insanlığı ekonomik olmayan bir büyüme sürecine mahkum etmiştir. Ekosistemin optimal ölçekleri aşıldığında büyüme kısa vadede boş bir çabaya dönüşmekte ve uzun soluklu sürdürülebilirliği imkansız hale gelmektedir. Herman Daly yaptığı bu tespitlerle neoklasik yaklaşımdan farklı olarak büyüme kavramına ekolojik bakış açısıyla yaklaşılması gerektiğini ifade etmiştir. Daly yaklaşımında, ekonomik büyümenin durağan durum

denmesine vurgu yapmıştır. Neoklasik yöntemle gerçekleştirilen büyümenin sıfır büyümeye neden olacağını ileri süren Daly, ekosisteme göre gerçekleştirilen büyümenin durağan durum dengeye ulaşılmasını sağlayacağını ifade etmiştir. Durağan durum denge, ekosistemin yenilenme ve kirliliği absorbe etme kapasitesi içinde, neoklasiklerin bahsettiklerinden daha düşük seviyede gerçekleşecektir. Fakat bu noktada sürdürülebilir büyüme değil kalkınma gerçekleşecektir (Daly, 2007: 10-13).

Daly'e göre neoklasik görüşün önerdiği ekonomik büyüme modelleri kıt olan doğal kaynakları tüketmiş ve geri dönülemez bir yoksullaşma eğilimine neden olmuştur. Ekonomiyi ekolojik sistemin bir alt sistemi olarak tanımlayan iktisatçı, ekonomik sistemin belli bir noktada büyümeyi kesmesi ve durağan durum gibi bir dinamik dengeye doğru ilerlemesi gerektiğini belirtmiştir. Sınırları belli olan ve büyümeyen bir ekosistemde ve termodinamik sınırlar içinde yer alan ekonominin ölçeği büyüdükçe hem kaynak tüketimi hem de kirlilik biçiminde iki tür maliyet ortaya çıkmaktadır. Büyümenin faydaları ekolojik maliyetleri aştığı zaman ekonomik olmayan büyüme gerçekleşmektedir. Tüm ekonomik ilişkileri sadece ekonomik büyümeye odaklamak, ekolojik sınırların göz ardı edilmesi anlamına geldiğinden insanlığı ani bir ekonomik ve ekolojik felakete sürükleyebilecektir (Daly, 2007: 12-13).

Biyofiziksel üretim çerçevesinde tanımlanan Daly'nin durağan durum dengesinde ana amaç; biyosferin kaynak sağlama ve atıkları absorbe etme kapasitesinin belirlediği sınırlara bağımlı olan ekonomik alt sistemin bu sınırlara uyması, ana araç ise; düşük entropiye sahip madde ve enerjidir. Ana araçların mevcudiyetine dayanan ara amaç, mal ve hizmet üretimi; ara araçlar ise, emek, sermaye ve doğal kaynaklar gibi üretim faktörleridir. Daly'nin durağan durum dengesinde, ara amaç ve araçlar sabit tutulmalı, sabit stokta üretim-tüketim etkinliği sağlanmalı ve tüm zamanlarda düşük entropili madde ve enerji kullanımı olmalıdır. Durağan durum denge modelinde, tüm ara amaç ve araçların toplamının sabit olduğu kabul edilmektedir. Var olan stoklar anlamına gelen bu durumda stokların sabit oranının korunması için, ana araçların sürekli olarak sabit bir oranda kullanılması gerekmektedir. Entropinin geçerli olduğu bir ortamda stokların sabit bir oranda tutulmasından kaynaklanan maliyet, dayanıklı veya geri dönüşümü kolay olan ya da ikamesi mümkün olan ara

amaçlar üretilerek minimize edilebilir. Bu bakımdan teknolojik gelişme, ana araçların daha az kullanılmasını sağlayarak sürece katkıda bulunabilecektir (Daly ve Farley, 2004: 37-41).

Daly'ye göre durağan durumda sabit kaynak stokundan optimum ölçüde faydalanmak mümkündür ve bunun için iki yol vardır. Bunlar, kaynak dağılımında ve bölüşümde etkinliğin sağlanmasıdır. Dağılımda etkinliğin sağlanması için mal ve hizmet üretiminde mümkün olan en az üretim faktörü kullanılmalı ve üretilen mal ve hizmetler insanlara en çok faydayı sağlayacak şekilde seçilmelidir. Bölüşümde etkinliğin sağlanmasını mümkün kılmak için sabit tutulacak stok, insanlar arasındaki marjinal faydalar eşit olacak şekilde dağıtılmalıdır. Net toplumsal faydanın artırıldığı Pareto-etkin bir bölüşüm gerçekleştirilmelidir. Ayrıca nesillerarası adalet de ihmal edilmemelidir (Hussen, 2004: 253-260).

Daly, durağan durum ekonomisinin uygulanabilmesine yönelik bir takım önerilerde bulunmuştur. Bu önerilerin en önemlilerinden biri, stokların sabit tutulması için doğal kaynak tüketimi üzerine kotalar konulması ve kaynakların ticarete konu olmasıdır. Kota, ekosistemin taşıma kapasitesi dikkate alınarak izin verilen toplam kaynak veya emisyon miktarının üst sınırına göre belirlenmektedir. Kıt olan fakat bedava olmayan doğal kaynaklar, kotalar sebebiyle piyasada alınıp satılabilecektir. Böylece kaynaklar, rekabetçi piyasa koşulları altında kotaları satın alanlar arasında optimum kullanım alanlarına göre dağılmış olacaktır. Daly'e göre bu önerinin uygulanması hem kirliliğin azaltılmasına, hem de doğal kaynakların tükenmesine dolaylı bir çözüm getirecektir (Daly, 2007: 18).

Durağan durum dengesinde sürdürülebilir bir ekonomi yaratabilmek için Daly'nin ileri sürdüğü diğer öneriler şu şekilde özetlenebilir;

- Kaynak tüketimini azaltmak için nüfus istikrarı sağlanmalıdır.
- Hasıla istikrarının sağlanabilmesi için üretilen mal ve hizmetlerin üretim oranları, yıpranma oranlarına eşitlenmelidir.
- Verimlilik artışı ve niteliksel gelişim sayesinde GSYİH'nin sabit bir kaynak kullanımını ve atık üretimi ile büyümesi sağlanmalıdır.

- Ekonomik büyümenin olmadığı durağan durumda faizler düşeceğinden dolayı yatırımlar, yıpranma oranlarını karşılayacak düzeyde olmalıdır.
- Doğal kaynakların daha etkili kullanımı için gelir yerine, kaynak çekme ve atık bırakma döngüsü vergilendirilmelidir (Daly, 2007: 18-24).

Ekolojik iktisat literatüründe önemli yeri olan Daly modeli bazı yönleriyle eleştiriye uğramıştır. Davidson, Daly modelinin ekolojik ölçek ve termodinamik sınırları belirlemenin güçlüğü nedeniyle uygulanabilmesinin zor olduğunu belirtmiştir. Davidson'a göre insanlar tüm ekonomik kısıtların temelini oluşturan biyolojik ve fiziksel sistemlere adapte olmalıdır. Kısıtlılık prensibinin aksine, biyolojik ve fiziksel limitler nadiren ekonomik büyümenin sınırını oluşturur. Bu süreç içerisinde insanlar, politik, ekonomik ve sosyal açıdan doğa tahribatına müdahale edeceklerdir ve ekonominin büyümesi için mutlaka bir yol bulacaklardır. Dolayısıyla insanlık, Daly'nin öngördüğü gibi ani bir ekonomik ve ekolojik felaket yaşamayacaktır (Hussen, 2004: 262).

4.5.5. Doğal Kaynakların Laneti Hipotezi

Doğal kaynak bakımından zengin olan ülkelerin ellerindeki kaynakları iktisadi olmayan bir şekilde kullanmaları durumu doğal kaynak laneti olarak isimlendirilmektedir. Auty (1990), Sach ve Warner (1995), Gylfaran ve arkadaşları bu konuyu çalışmalarında deneysel bir şekilde analiz etmişlerdir. Belirtilen iktisatçılar, II. Dünya Savaşı sonrası dönemde kaynak bakımından zengin ülkelerin kötü büyüme deneyimlerini kanıt olarak göstermişlerdir. Birçok Latin Amerika ülkesinin, ticari malların fiyatlarında görülen global düşüşten etkilendiği iki savaş arası dönemde, bu husus uluslararası düzeyde önem arz etmeye başlamıştır. Bu dönem ve erken savaş sonrası dönemde doğal kaynak nedenli büyüme üzerindeki şüphe, küresel düzeyde talep ve fiyatlara ilişkin yapılan tahminlerle eşleşmiştir. Doğal kaynakların laneti, ticari malların fiyatlarına ilişkin trendlerin kontrol edildiği dönem de dahi gözle görülebilen deneysel bir olgu olmuştur. Doğal kaynakların lanetine ilişkin deneysel destekler son derece sağlam olsa da bir takım istisnaları bulunmaktadır. Birincisi, rastlantısal gözlemlerin gösterdiği üzere doğal kaynaklardan büyük gelir sağlayan bir takım ülkeler ile yüksek düzeyde GSYİH'ye sahip ülkeler arasında bir örtüşme yoktur. Bunun ispatı ise doğal kaynak zengini

olma durumunun kalkınmaya mutlak olarak yardımcı olmadığıdır. Zira günümüzde doğal kaynak zenginliği ile ekonomik zenginlik arasında pozitif bir uyum görülememektedir. İkinci olarak Körfez ülkeleri, Nijerya, Meksika ve Venezüela gibi büyük doğal kaynak rezervi olan ülkelerin sürdürülebilir ve çabuk bir ekonomik büyümeyi deneyimleyememesi durumu da rastlantısal gözlemlerce onaylanmıştır. Soğuk savaş sonrası dönemde var olan büyüme verileri kullanılarak yapılan regresyon analizlerinde yüksek kaynak yoğunluğunun yavaş büyümeyi doğurduğu gözlemlenmiştir. Sach ve Warner doğal kaynak laneti hipotezini test etmek için 1995 yılında yaptıkları çalışmada, 1970-1989 yıllarını kapsayan dönemde 97 ülke üzerinde reel kişi başına gelir büyümesi ile çeşitli ekonomik ve coğrafi kontrol değişkenlerinin yanı sıra, GSYİH içinde doğal kaynak ihracatının payı ile ölçülen doğal kaynak bolluğu arasındaki ilişkileri ekonometrik olarak analiz etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen bulgular doğal kaynak bolluğu ile ekonomik büyüme arasında negatif bir ilişkinin olduğunu ispatlar niteliktedir. Such ve Warner 1965-1990 yılları arasında Afrika ülkeleri için yaptığı benzer çalışmada da aynı nitelikte sonuçlara varmıştır (Sach ve Warner: 2001: 827-833).

Doğal kaynak lanetinin olası kanalları düşünüldüğünde Frankel, doğal kaynak sahibi olmanın, hem ekonomik hem de yönetsel performansı aynı anda ve pozitif yönde ilerletmeyeceğini öne sürmüştür. Buna örnek olarak Bostwana ve Kongo Cumhuriyeti'ni göstermiştir. Sözkonusu iki ülke bol miktarda elmasa sahiptir. Bostwana Afrika Kıtası'nda demokrasi, istikrar ve hızlı gelir büyümesi alanlarında en iyi performansı sergileyen devlet olmasına rağmen, Kongo en kötüleridir. Yerel çatışmalar özellikle şiddet durumu ekonomik kalkınma için mutlak surette olumsuz olmuştur. Mal girdisi veya sermaye yatırımları yerine petrol ve elmas gibi değerli kaynakların bol miktarda yer aldığı ülkeler bu kaynaklar üzerine savaşma eğilimi göstermektedirler. Angola ve Sudan'daki kronik çatışmalar bu duruma örnek gösterilebilir. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere mülkiyet zayıf olması, eksik rekabet ve özellikle monopollerin yaygın olması, yasal sürecin ve bürokrasinin etkin işleyememesi gibi faktörler nedeniyle doğal kaynak rantı demokrasiyi desteklemekten çok otokratik iktidarları güçlendirmektedir. Bu durum kaynak dağılımını bozmakta ve ekonomik büyümenin yavaşlamasına neden olmaktadır (Frankel, 2010:14-18).

Doğal kaynak lanetini ortaya çıkaran bir diğer önemli faktör de “Hollanda Hastalığı”dır. Ticarete konu olan mallar üreten sektör içerisinde genişleyen ve daralan, yani kazanç patlaması yaşayan ve üretimi daralan sektör gibi iki alt sektörün eşanlı olarak ekonomide var olması durumu Hollanda Hastalığı olarak tanımlanmaktadır. Bir enerji kaynağı keşfinin imalat sanayisinde yol açtığı üretim düşüşü olarak da açıklanabilmektedir (Gurbanov, 2012: 3). Sözkonusu kavram ilk kez 1960’larda Hollanda’nın Kuzey Denizi’nde büyük doğalgaz kaynakları keşfetmesi sonrasında, rekabetin olumsuz etkilenmesi durumunu ifade etmek için kullanılmıştır. Doğalgaz kaynaklarının keşfedilmesiyle birlikte Hollanda’nın ulusal parası değer kazanmış ve ihracatı, rekabet edebilirliğini kaybetmesi sonucu zarar görmüştür. Bu durum nedeniyle kamu sektörü gelişirken, ikincil sektörlerin kârlılığı azalmış ve üretim kaynakları hizmet sektörüne yönelmiştir. Hollanda Hastalığı’nın teorik temellerini açıklayan iktisatçılar bu hastalığın sonucunu ülkenin sanayi ve tarımsal üretimini kaybetmesi olarak açıklamışlardır (Akçacı ve Karaata, 2014: 1).

Hollanda Hastalığı ile ilgili genelde karşılaşılan durum, kaynak patlaması yaşayan sektörün yeni keşfedilen doğal kaynak sektörü, üretimi daralan sektörün ise sanayi veya tarım sektörü olmasıdır. Artan doğal kaynak ürünleri ihracatının ülkeye bol miktarda yabancı döviz getirmesi, reel döviz kurunun değerlenmesiyle sonuçlanmaktadır. Bu durum da ekonomik kaynakların sektörel olarak yeniden dağılımını getirmektedir. Sermaye ve emek, tarım ve sanayi gibi sektörlerden ayrılarak doğal kaynak keşfi yaşanan sektöre doğru kaymaktadır. Ticarete konu olmayan inşaat gibi hizmet sektörü ürünlerinin ise fiyatları artmaktadır. Nihai sonuç, ürettikleri mallar için rekabetçi uluslararası fiyatlarla karşı karşıya olan, ticarete konu olan tarım ve sanayi sektörlerinde artan maliyetlerin ve azalan rekabet edilebilirliğin ortaya çıkması şeklinde kendini göstermektedir. Doğal kaynak gelirlerindeki kazanç patlaması, ekonominin diğer önemli sektörlerine dışlama etkisi yaparak o sektörlerin üretimini daraltmakta ve onların rekabet gücünü yitirmesine sebep olmaktadır. Sektörel ihracat patlaması yaşanmasının ekonominin diğer ticarete konu olan mallar üreten endüstrilerinde daralmalar yaşanmasına neden olacağı gözlemlenmiştir. 16. yüzyılda Amerikan değerli madenlerinin İspanya’ya akmasıyla endüstri yapısında önemli değişimler olmuştur. Avustralya’da 1850’lerde altın bulunması ile ücretler dört kat artmış, yurt içi fiyat baskıları gözlemlenmiştir. Yüksek ücretler,

Avustralya'nın ticarete konu olan tarım sektörünün rekabet gücünün düşmesine sebep olmuştur. Altın madeni tükendiğinde, Avustralya'da tarım üretimi yeniden artmaya başlamıştır. Nijerya ve Endonezya gibi kaynak zengini ülkelerde Hollanda Hastalığı'nı tecrübe etmişlerdir. 1970'lı yıllardaki petrol krizleri Endonezya'da fiyatların aşırı derecede artmasıyla sonuçlanan enflasyona neden olmuş, Nijerya'da tarım sektöründe istihdamın azalması sonucu gıda krizini yaşamıştır. Bu olumsuz makro ekonomik koşullar, doğal kaynak zengini ülkelerde ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilemiştir (Gurbanov, 2012: 15; 36-37; 47).

Doğal kaynakların lanetinin ekonomik büyüme üzerindeki negatif etkisini ortadan kaldırmak için bir takım politika önerileri bulunmaktadır:

- Doğal kaynak zengini ülkeler biriktirdikleri yüksek para stokunu, ekonominin başka alanlarında yatırım ve istihdama yönlendirmelidir. Bu şekilde kaynak lanetinin sebep olduğu negatif ekonomik etkiler ortadan kaldırılabılır ve ülkedeki yatırım ve istihdamlar artırılabilir.
- Doğal kaynak fiyatlarında meydana gelen dalgalanmalardan korunabilmek için istikrar fonları oluşturulabilir.
- Doğal kaynak gelirlerine bağımlı olan ülkeler, tek bir kaynağa bağımlılığın politik ve ekonomik risklerini en aza indirmek için, ihracatta rekabet edebilirliği yüksek mal üretimine yönelebilir, üretimde ise petrol ve mineral alt sektörlerine doğru çeşitlendirmeye gidebilir.
- Doğal kaynak zengini ülkelerde görülen yolsuzluklarla mücadele etmek için hükümet ve firmalar şeffaf ve hesap verebilir hale getirilmeli ve doğal kaynaklardan elde edilen gelirlerin nerelere harcandığının açıklanması zorunlu hale getirilmelidir.
- Doğal kaynak zengini ülkelerdeki işsizliği ve ithalata bağımlılığı azaltmak için, yüksek katma değerli ithal ikameci sektörlerle ve doğal kaynak alt sektörlerine yatırımlar teşvik edilebilir (Frankel, 2010, 23-33).

5. ENERJİ POLİTİKALARI VE TÜRKİYE’DE ENERJİ POLİTİKALARIYLA İLGİLİ YAKLAŞIMLAR

Ülkelerin ekonomik ve sosyal kalkınmalarının sürükleyici unsuru ve üretimin en temel gereksinimi enerjidir. Bu sebeple ülke yönetimini üstlenenler, kesintisiz, temiz, ucuz ve güvenilir yollardan enerji bulmak ve enerji kaynaklarını çeşitlendirmek durumundadırlar. Enerji rezervlerinin dünyanın belli coğrafyalarında bulunması, enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar, dünya nüfusunun sürekli artış göstermesi ve buna paralel olarak enerji ihtiyacının günden güne artması enerji politikalarının belirlenmesinde temel husus olmaktadır. Enerji ihtiyacındaki artışa karşın enerji kaynaklarının sınırlı oluşu, enerji ile ilgili politikaları önemli bir hale getirmekte ve sürdürülebilir enerji arzının teminat altına alınması zorun hale gelmektedir. Bu durum karşısında özellikle enerji ihtiyacı yüksek olan ülkeler enerji arz güvenliğini sağlayabilmek için hukuki normlar ortaya koymakta ve enerji mevzuatları oluşturmaktadırlar (Kaya, 2012: 269-271).

Enerji politikaları genel olarak teknoloji, ekonomi ve enerji ile ilgili kararların alındığı kurumsal yapılardan oluşmakta ve kısa dönemde arz-talep yönetimi, uzun dönemde planlama faaliyetlerini kapsamaktadır. Enerji politikalarının belirlenmesinde siyasi, ekonomik, teknik, ekolojik ve coğrafi kriterler önemli faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji politikalarının oluşturulmasında önemli ve öncelikli hususların başında, ülkenin enerji kaynak potansiyelinin bilimsel ve sağlıklı bir biçimde belirlenmesi gelmektedir. Enerji kaynak potansiyelinin saptanmasının ardından, mevcut kaynak potansiyelinin nasıl kullanılacağı ve geliştirileceğine, yerli ya da yabancı özel sektörün hangi alanlarda katkısına ihtiyaç duyulacağına ve ithalatın gerekli olup olmadığına dair strateji geliştirmek gerekmektedir. İthalatın kaçınılmaz olduğu durumlar mevcut ise, kaynak çeşitliliği, enerji politikalarının önemli gerekliliklerinden biri olarak dikkate alınmalıdır. Enerji talep tahminlerinin sağlıklı bir şekilde yapılması enerji politikalarının bir diğer önemli gerekliliğidir. Talep tahminlerinin doğru belirlenebilmesi için bir takım parametrelere dayanması önem arz etmektedir. Bu parametreler; sermaye birikimi, istihdam, iş verimi, nüfus artışı oranı, göç, etkin çalışan nüfus, enerji fiyatları, teknolojik gelişmeler, vergi politikaları, teşvikler ve enerji tasarrufuna yönelik

tüketici davranışlarıdır. Söz konusu bu parametrelerin bilimsel ve gerçekçi yöntemlerle ölçülmesi, ülkedeki ve dünyadaki gelişmeler doğrultusunda sürekli güncellenmesi doğru bir enerji politikasının ön koşulunu oluşturmaktadır (Pamir, 2005: 57-58).

Enerji yoğunluğunun azaltılması veya enerji verimliliğinin artırılması enerji politikalarının önemli hususları arasında yer almaktadır. Gelişmiş ülkeler daha düşük enerji girdileri ile az gelişmiş ülkelerin üretebildiklerinden daha fazla ürün üretebilmektedirler. Gelişmekte olan ülkelerin en önemli hedeflerinden biri enerji verimliliğini artırmak ve bu duruma uygun enerji politikalarını oluşturmaktır. Hızla artan enerji talebinin planlanması ve gerçekçi fiyatlandırmanın yapılması bir hedef olarak gelişmekte olan ülkeler tarafından dikkate alınmalıdır. Enerji kullanımındaki artış bir gelişim göstergesi olarak algılansa da yüksek miktar enerji kullanımı, enerji veriminin düşük olduğu ülkelerde israfa sebep olabilmektedir. Suudi Arabistan, Türkmenistan, Venezüela gibi petrol veya doğalgaz fiyatlarının düşük olduğu ülkelerde enerji israfı olabilmekte, bu gibi durumlarda ise yüksek enerji kullanımının bir gelişmişlik ölçütü olduğuna dair tez yanlışlanabilmektedir (Pamir, 2005: 60).

5.1. Dünyada Enerji Politikaları

Günümüz dünyasında enerji politikaları ağırlıklı olarak petrol ve doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynakları etrafında belirlenmektedir. Bu politikaların belirlenmesinde yenilenemeyen enerji kaynakları bakımından zengin olan ülkeler, büyük enerji tüketicisi olan ülkeler ve uluslararası büyük enerji şirketleri önemli rol oynamaktadırlar. Fosil enerji kaynakları bakımından zengin olan, Ortadoğu ülkeleri, Rusya, Hazar bölgesi devletleri, ABD ve Kanada gibi ülkeler dünya enerji politikalarının belirlenmesinde etkili olmaktadır. Dünyadaki fosil kaynak rezervi coğrafi olarak eşit dağılmamış olup, gelişmekte olan ülkelerde büyük miktarda kömür, petrol doğalgaz yatakları bulunurken, gelişmiş ülkelerin çoğu enerji kaynağı bakımından fakirdirler. Bu durum gelişmiş ülkelerin, enerji kaynaklarının fazla fakat enerji tüketiminin az olduğu ülkelere enerji satın almalarını gerektirmiş, buna paralel olarak da enerji kaynaklarının tüketicilere ulaşmasını sağlayan yollar ve bu yollarda bulunan ülkelerin jeopolitik önemi artmıştır (Erdoğan, 2016: 121; Bayraç, 2009: 121).

Yenilenemeyen enerji kaynaklarındaki fiyat dalgalanmaları, bu kaynakların çevresel etkileri, savaşlar, terörist saldırılar, doğal afetler ve ülkelerin siyasi durumları enerji politikalarını etkileyen en önemli faktörlerden olmuşlardır. Enerji kaynaklarının deniz yoluyla taşınması ile ilgili boğaz güvenlikleri, boru hattı taşımacılığında karşılaşılan coğrafi engeller ve teknik yetersizlikler, ithalat yapılacak ülkelerdeki siyasi istikrar ve diğer faktörler enerji politikalarının belirlenmesinde bir diğer hususu oluşturmaktadır. Ülkeler arasındaki politik tercih farklılıkları, kimi ülkelerin enerjide serbest piyasa kimi ülkelerin ise enerjide devlet tekeli benimsenmesi enerji politikalarının belirlenmesinde güçlük yaşanmasına sebep olmaktadır. Buna rağmen son yirmi yılda enerji piyasalarının küreselleşmesi ve serbestleşmesi ile daha fazla enerji yatırımı yapılması, tedarik şoklarının etkilerinin azalmasına yardımcı olmakta ve risklerin azalmasını sağlamaktadır (Erdoğan, 2016: 122).

5.1.1. ABD’de Enerji Politikaları

ABD, Çin ile birlikte dünyanın en çok enerji tüketen ülkesi durumundadır. Dünyanın en büyük ekonomisine sahip olan ABD’de enerji tüketimi ciddi oranda artmaktadır. Ülkenin gelecekte ihtiyacı olan enerjiyi nasıl sağlayacağı ABD’li otoritelerce bir sorun olarak görülmektedir. Tek başına dünya enerji tüketiminin %26’sını gerçekleştiren ABD’nin günlük petrol üretimi 10 milyon varil iken günlük petrol tüketimi 19,5 milyon varildir. Bu sebeple ABD en fazla petrol ithal eden ülke konumundadır. 1930 yılında dünya petrol üretiminin % 60’ını karşılayan ABD, 2013 yılında üretimin %9’unu karşılayabilmiştir. Bu tüketim hızıyla ABD’nin petrol rezervleri 10-11 yıl içerisinde tükenebileceği öngörülmekte olup, 2025 yılında enerji ithalat bağımlılık oranını %38’e yükseleceği tahmin edilmektedir. Petrol fiyatlarındaki 1 dolarlık artışın ABD ekonomisine 4 milyar dolar kaybettirmesi ithalat bağımlılık oranı artan ABD için olumsuz bir durum teşkil etmektedir. ABD ihtiyacı olan enerjiyi kesintisiz, güvenli ve ucuz bir şekilde sağlayabilmek için “Yeni Dünya Petrol Düzeni” olarak adlandırılan bir politika izlemektedir. Yoğun enerji kaynaklarına sahip ülkeler üzerinde askeri güce dayalı bir politika uygulayarak bu bölgeleri kontrol altında tutma ve olası rakiplerinin bölgeye müdahalelerini engelleme üzerine kurulu bir strateji oluşturulmaktadır (Erdoğan, 2016: 145; Bayraç, 2009: 122).

5.1.2. Avrupa Birliği'nde Enerji Politikaları

Avrupa'da II. Dünya Savaşı sonrası en çok kullanılan enerji kaynağı kömür olmuştur fakat çevresel zararlarının fark edilmesi ile kömürün yerini doğalgaz almıştır. 1973 petrol krizine kadar petrolün bol ve ucuz bir enerji hammaddesi oluşu enerji arzı açısından sorun yaşanmamasını sağlamış, petrol krizinin yaşanmasıyla Avrupa içinde alternatif enerji kaynağı arayışları hız kazanmıştır. 1968 yılında yayımlanan “20 sayılı Konsey Direktifi” ile petrol ve petrol ürünleri minimum stoklama yükümlülüğü getirilmiş, 1974 yılında ortak enerji politikalarının hedefleri belirlenmiş ve bir enerji komitesi kurulması kararlaştırılmıştır. Yine 1974 yılında enerji arz güvenliği ve çevrenin korunmasını amaçlayan “Yeni Piyasa Politikası Stratejisi” kabul edilmiştir. 17 Aralık 1974 tarihinde “1985 yılı için Topluluk Enerji Politikası Amaçları” ile Haziran 1980'de enerji tasarrufu sağlanması konusunda kararlar alınmıştır. Eylül 1986 tarihli Konsey Kararı ile topluluğun enerji politikasında üye ülkelerin enerji sektöründe kendi kendine yetecek tarzda yeniden yapılanmasını öngörülmüştür. Bu kararda, 1995 yılına kadar petrol tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payının %40 'a düşürülmesi, yenilenebilir enerji ve katı yakıt kullanımının teşvik edilmesi, doğalgazın toplam enerji tüketimi içindeki tüketim dengesinin korunması ve kaynakların çeşitlendirilmesi hedefi bulunmaktadır (Erdoğan, 2016: 135).

Avrupa Birliği'nde enerji politikalarına yönelik direktifler üç nesil olarak ayrılmaktadır. 1996 ve 1998 yılında çıkarılanlar birinci nesil, 2003 yılında çıkarılan ikinci nesil ve 2009 yılında çıkarılanlar üçüncü nesil direktifler olarak adlandırılmaktadır. Elektrik sektöründe serbestleşme ve rekabete dayalı piyasa oluşturulmasına 1980 yılında İngiltere'de başlanmış, 1990'lı yıllarda tüm AB ülkelerinde uygulama alanı bulmuştur. Yeniden yapılanma ile müşterilere alternatif ve güvenli hizmet sunmak, yeni ürün ve servisler için daha fazla iş imkanı sağlamak amaçlanmıştır. Serbestleşme politikası ile ilgili yayınlanan iki direktiften birinci, elektrik iç piyasasına yönelik ortak kuralların koyulduğu ve serbestleşme sürecinin başlatıldığı EC/96792 sayılı direktiftir. Bu direktifte arz güvenliği, rekabete açık pazar, verimliliğin artırılması, çevresel korumalar, iletimde şeffaflık ve eşitlik temel esasları oluşturmuştur. İkinci direktif ise, doğalgaz iç piyasasına yönelik kuralları belirleyen EC/98/30 sayılı direktiftir. Her iki direktifin ortak amacı, elektrik ve doğalgaz piyasalarında rekabete dayalı bir sektör yaratmak, enerji sektörünün

etkinlik ve verimliliğini artırmak ve enerji maliyetlerini düşürerek AB ekonomisinin rekabet edebilirliğini artırmaktır (Erdoğan, 2016: 136).

AB, 1995 yılında Komisyon'un enerji alanında yetkilerini ortaya koyan "Avrupa Birliği İçin Bir Enerji Politikası" başlıklı Beayz Kitap yayınlamıştır. Bu kitapta birliğin enerji için uzun vadeli planları yer almıştır. Ayrıca AB iç pazarı için genel ilkeler ve amaçların neler olduğu, enerji arzının güvenliği, çevrenin korunması ve genel rekabet gücü söz konusu kitap içinde yer alan konular olmuştur. AB'nin yayınladığı bir başka eser ise 2000 yılında yayınlanan "Enerji Arzının Güvenliği İçin Bir Avrupa Stratejisine Doğru" başlıklı Yeşil Kitap'tır. Yeşil Kitap'ta 2030 yılında AB'nin enerji alanında dışa bağımlılığının %70 olacağı öngörüsüne yer verilmiş, bu artışın engellenmesi için sistematik önlemler ve araçlar demeti belirlenmiştir. Kitap, AB ülkelerinin enerji bağımlılığını azaltmak için yenilenebilir kaynakların enerji tüketimi içindeki payının artırılması, ithalatta kaynak türü ve kaynak ülkelerinin çeşitlendirilmesini önermektedir. Bu önerilerin hayata geçirilebilmesi için 2001/77/EC sayılı yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisi üretimini teşvik ve 2003/30/EC sayılı ulaşımda biyoyakıt ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik direktifleri yayınlanmıştır. 2009 yılında yürürlüğe giren 2009/28/EC sayılı direktif, üye ülkelerin enerji tüketiminde yenilenebilir enerji payını gösteren hedef koymasını ve bu hedeflerin AB hedefleri ile uyumlu olmasını içermektedir. Çıkarılan bu direktifler enerji arzı güvenliğinin sağlanması amacıyla yönelik olup, enerji sektöründe muhasebe, yönetim ve hukuki ayrıştırmanın gerçekleştirilmesine hizmet etmiştir (Erdoğan, 2016: 139; Bayraç, 2009: 123).

5.1.3. Rusya'da Enerji Politikaları

Rusya, geniş yeraltı kaynaklarına sahip, yüzölçümü bakımından dünyanın en büyük ülkesidir. Sovyetler Birliği dönemine nazaran dünya siyasetinde nüfuz kaybetmesine rağmen son 15 yılda bölgesinde nüfuz artırmış ve dünyanın ikinci önemli gücü haline gelmiştir. Ekonomisi büyük ölçüde enerji kaynağı ihracatına bağlı olan Rusya, dünya doğalgaz rezervlerinin % 22'sine, petrol rezervlerinin % 7'sine, kömür rezervlerinin de % 17'sine sahiptir (Erdoğan, 2016: 129). Rusya zengin gaz yataklarına sahip olmasına rağmen, bu gazı taşıyan ve pazarlanmasını sağlayan altyapı yetersiz ve eskidir. 153 bin km uzunluğa sahip boru hatlarının yaklaşık % 70'i 1985 yılından

önce devreye alınmıştır. Eski sistemler nedeniyle ciddi miktarda iletim ve enerji kayıpları yaşanmaktadır (Bayraç, 2009: 128).

Sovyetler Birliği'nin çöküşünün ardından kurulan Rusya Federasyonu 1992 yılında "Yeni Ekonomik Koşullar Altında Enerji Politikası Konsepti" belgesi yayınlamıştır. Bu belge ile birlikte Rusya'nın güvenilir bir enerji tedarikçisi gibi görünmesine, Rusya Federasyonu'nun bağımsızlığı ve güvenliğinin sağlanmasına ve enerji ihracatının artmasına yönelik politikalar belirlenmiştir. 1995 yılında onaylanan "2010'a Yönelik Rusya Federasyonu'nun Enerji Politikası ile Yakıt ve Enerji Sanayisinin Yapılanmasında Temel Hükümler" ilk enerji stratejisi olarak kabul edilmiştir. 28 Nisan 1997 tarihli "Doğal Tekel Alanında Yapısal Reformlara Yönelik Temel Hükümler " ve 7 Ağustos 1997 tarihli "Doğal Tekel Alanında Yapısal Yeniden Oluşum, Özelleştirme ve Teşvik Araçlarının Denetimine Dair Program" Rusya'nın enerji politikalarına dair belgeleri olmuştur. 2003 yılında "2020'ye Yönelik Rusya Federasyonu'nun Enerji Stratejisi" yayınlamıştır. Belgede; enerji politikası çerçevesinde doğal yakıt ve kaynakların enerji sektöründeki büyümeyi ve yaşam kalitesini artırmada etkili kullanımı, yakıt ve enerji tesislerinde kalitenin artırılması ve dünya piyasasında üretim ve hizmetlerde rekabetin sağlanması temel görevler olarak belirlenmektedir. Rusya devlet enerji politikasının uzun dönemli stratejik hedefleri arasında; enerji güvenliği, ekonomide enerjinin etkinliği, enerji sektörünün bütçe etkinliği ve enerji sektörünün çevresel güvenliği yer almaktadır (Mirdas, 2015: 7).

5.1.4. Çin'de Enerji Politikaları

Yaklaşık 1,5 milyar nüfusuyla dünyanın en kalabalık ülkesi konumunda olan Çin, özellikle 2000 yılından sonra hızlı bir büyüme süreci yakalamış ve dünya ekonomisinin önemli devletlerinden biri haline gelmiştir. 1973 yılında 427 milyon TEP olan birincil enerji arzı, 2016 yılında 3 milyar TEP'e ulaşmıştır. 2013-2035 yılları arasında Çin'in enerji talebindeki artışın yaklaşık %5,5 olacağı öngörülmektedir. Çin'in 1978 yılında uygulamaya koyduğu reform ve dışa açılma politikaları ile gerçekleştirilen kalkınma hamlesi, 2014 yılına kadar enerji tüketimini % 245 oranında artırmış, enerji üretiminde artış ise aynı sürede % 194 oranında artmıştır. Çin ekonomisindeki hızlı büyüme artışları ve buna bağlı olarak artan

kentleşmenin gelecekte enerji talebini daha fazla artıracığı, ulusal kaynakların ise ihtiyacı karşılamada yetersiz kalacağı tahmin edilmektedir (BP, 2017: 6). Günümüzde Çin petrol ihtiyacının % 40'ını ithalat yoluyla karşılayabilmekte, gereksinimi olan petrolü 2006 yılında işletmeye açılan Kazakistan-Çin petrol boru hattı ve 2011 yılında açılan Sibirya-Çin petrol boru hattı ile sağlayabilmektedir (Erdoğan, 2016: 148). Enerji kaynakları ülke genelinde eşit dağılmayan Çin'de, enerji kaynakları bakımından zengin olan ülkenin batı kesiminden, sanayi ve ticaretin yoğun olduğu doğu kesimine enerji aktarımı zorunlu olmaktadır. Bu nedenle ülkenin batısından doğusuna enerji nakliyatına ilişkin projeler planlanmaktadır. Çin'in verimli enerji kaynakları konusunda yetersiz imkanları, yetersiz teknolojik yapılanma ve idari mekanizmalardaki sorun nedeniyle enerji arzı kapasitesinde sorunlar oluşmakta ve üretimde enerji verimi azalmaktadır. Çin'in üretimde harcadığı birim enerji miktarı gelişmiş ülkeler göre % 20 oranında daha fazla olmaktadır. Enerji etkinliği en yüksek ülke olan Japonya'nın birim GSYİH başına harcadığı enerji miktarı 1 kabul edildiğinde AB'de 1,6, ABD'de 2,7 , Çin'de ise 9 kat daha fazla olmaktadır. Enerji konusunda verimsizlik Çin ekonomisi için dezavantaj oluşturmakta ve uzun dönemde sorun teşkil edeceği öngörülmektedir. Çin'in yüksek enerji ithalat bağımlılığı ülkeyi dış etkilere ve enerji krizlerine karşı savunmasız bırakmaktadır (Bayraç, 2009: 129-130).

5.2. Dünya'da Yenilenebilir Enerji ile İlgili Politikalar ve Teşvikler

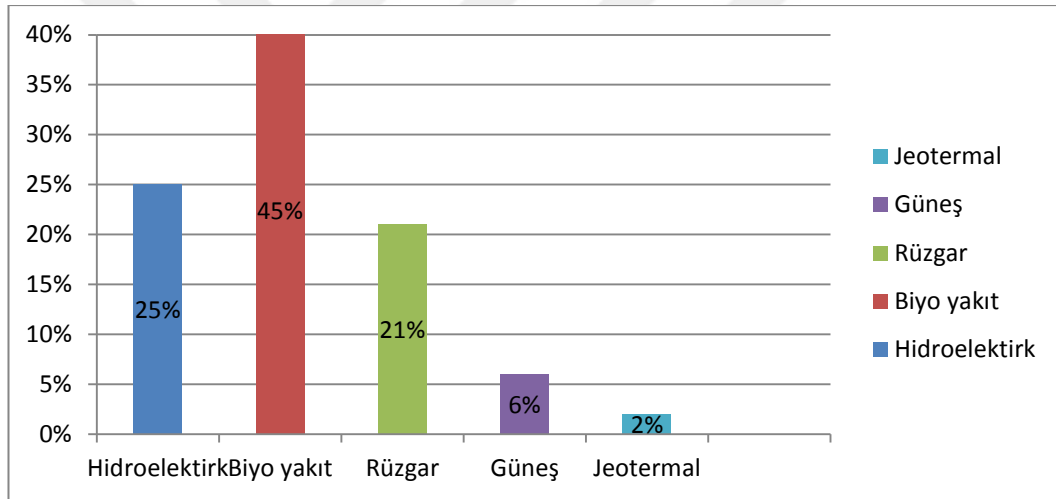
1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi, tüm dünyada enerji arzı açısından bir güvensizlik ortamı oluşmasına neden olmuştur. Artan çevre kirliliği ve buna paralel olarak gelişen küresel ısınmanın dünya gündeminde yer almaya başlamasıyla çevreye duyarlı yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımı ve yaygınlaştırılması amacıyla politikalar oluşturulmaya başlanmıştır. Enerji tüketiminin yaygın olduğu ülkelerde enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının devreye sokulmasına yönelik düzenlemeler gidilmiştir (Seydioğulları, 2013: 23). Dünya çapında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına yönelik bölgesel, ulusal ve uluslararası birçok politika ve kampanya yürütülmektedir, bu çabaların sonucunda bugün dünya enerjisinin %20'si yenilenebilir kaynaklardan temin edilmektedir. Bu rakamın 2035 yılına kadar % 25'e çıkarılması beklenmektedir (Bayraç vd., 2018: 72). WWF tarafından yayınlanan "Enerji Raporu:

2050’de %100 Yenilenebilir Enerji” de 2050 yılına kadar küresel enerji arzının tamamının yenilenebilir enerjiden karşılanabileceği öngörülmektedir. Raporda bu dönüşümün gerçekleştirilebilmesi için sadece hükümetlerin değil, özel sektörün ve bireylerin de rol üstlenmesinin önemine değinilmektedir (WWF, 2011: 3).

5.2.1. ABD’de Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Teşvikler

Günümüzde dünyanın en gelişmiş ekonomisi durumunda olan ABD’de enerji ihtiyacı en önemli konuların başında gelmektedir. Enerji arz güvenliğini sağlamaya çalışan ABD, temiz enerji kaynaklarına en fazla yatırım yapan Çin ve Almanya’nın ardından üçüncü sırada gelmektedir (Ulusoy ve Daştan, 2018: 138).

Şekil 5.1: ABD’de yenilenebilir enerji kullanım oranları



Kaynak: EİA, 2017

Şekil 5.1’de görüldüğü üzere ABD’de yenilenebilir enerji arzında biyoyakıtlar %45 ile en çok kullanılan enerji kaynağı durumundadır. Son yıllarda yapılan 250 milyon dolarlık “Sunnova güneş enerjisi yatırımı” ile güneş enerjisini toplam yenilenebilir enerji içindeki payı %6’ya yükselmiştir. Rüzgar enerjisini yapılan kamu yatırımları 893 milyon dolar olup, rüzgar enerjisinin toplam yenilenebilir enerji içindeki payı %21 olmuştur (EİA, 2017).

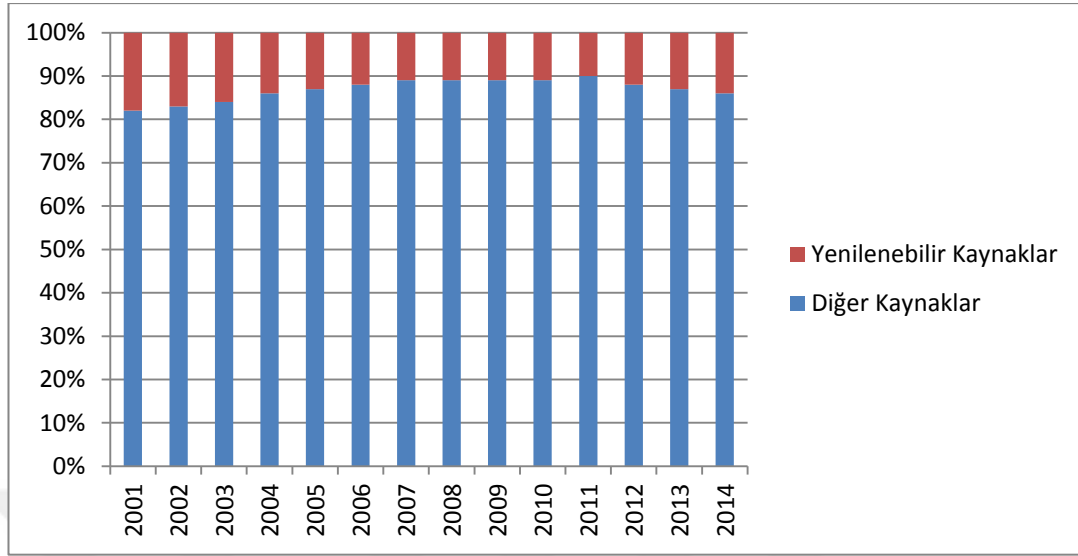
ABD’de genel olarak enerji teşvikleri vergi indirimi, hibe ve sübvansiyonlardan meydana gelmektedir. ABD Ulusal Enerji Kanunu kapsamında 1978’den beri yenilenebilir enerji kuruluşları için vergi indirimleri uygulanmaktadır. Son dönemde

elektrik üretiminde kömürden daha temiz kaynaklara yönelme büyük bir geçiş sürecinin başlamasını beraberinde getirmiş, bu nedenle yenilenebilir enerji politikalarının oluşturulmasına hız verilmiştir. Güneş enerjisi yatırımı yapan firmalara sistem kurulum maliyetlerinin %30'u kadar vergi iadesi, enerji iyileştirilmesi kapsamında 18 milyar dolarlık vergi teşviki, enerji sistemleri üreten endüstrilerde %30 vergi kredisi sağlanmaktadır. Vergi indirimleri, biyokütle ve jeotermal enerji kaynakları için 2,3 cent/kWh, diğer enerji kaynakları için 1,2 cent/kwh'dir (Ulusoy ve Daştan, 2018: 140).

5.2.2. Çin'de Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Teşvikler

Çin'de 2005 yılında yürürlüğe giren “Yenilenebilir Enerji Kanunu” ile enerji kaynaklarına yatırımlar hızla artmıştır. Yenilenebilir enerji alanında dünyada lider konumda olan Çin'de toplam yatırımlar 80 milyar dolara yükselmiştir. Rüzgar enerjisi 37,9 milyar dolarla yapılan yatırımlarda en büyü payı almıştır (KPMG International, 2005: 22). 2007 yılında yürürlüğe giren “Orta ve Uzun Vadeli Yenilenebilir Enerji Kalkınma Planı” ile yenilenebilir enerji alanında önemli hedefler belirlenmiştir. 2020 yılında Çin'in elektrik ihtiyacının %15-%20 arasında oranının yenilenebilir enerjiden karşılanması planlanmakta, bunun için 200 milyar dolarlık yatırım yapılması öngörülmektedir. 2020 yılına gelindiğinde yenilenebilir enerji ihracatında önemli bir aktör olmayı hedefleyen Çin, güneş enerjisi kurulu gücünü 20.000 MW'ye yükseltmek için çalışmalar yapmaktadır

Şekil 5.2:Çin’de yenilenebilir enerji kaynaklarının yıllar itibariyle kullanım düzeyleri



Kaynak: OECD, 2017

Şekil 5.2’de Çin’de yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji arzının toplam enerji kullanımındaki payı gösterilmektedir. 2000’li yılların başında %22 oranında olan yenilenebilir enerji arzı 2004-2011 yılları arasında düşüş göstermiştir. Bu durumda Çin’in devasa enerji talebi göz ardı edilmemelidir. 2012 yılından itibaren yenilenebilir enerji arzında küçük de olsa artış görülmektedir. 2013 yılı itibariyle kurulu rüzgar gücü bakımından en büyük Pazar Çin’de bulunmakta, 2020’ye kadar bu gücün 150 GW’ye yükseltilmesi planlanmaktadır (Diplomatikgozlem.com, 2018).

Çin’de yenilenebilir enerji alanında vergi indirimleri, çeşitli teşvikler ve sübvansiyonlar uygulanmaktadır. Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi biyokütle enerjisi ve jeotermal enerji kurulum ve teknoloji işletmelerine %15 oranında kurumlar vergisi indirimi, temiz enerji geliştirme mekanizmaları projeleri kapsamında 3 yıl kurumlar vergisi muafiyeti ve izleyen 3 yıl % 50 indirim imkanı, nitelikli Ar-Ge harcamaları için % 150 oranında kurumlar vergisi indirimi, rüzgar enerjisi satışları için % 50 katma değer vergisi iadesi, atık hayvansal yağ kullanılarak yapılan biyodizel üretimlerinde % 100 KDV iadesi, 1 milyon KW kurulu kapasiteye sahip hidroelektrik santraller için KDV’nin %12’yi aşan kısmının iadesi vergi indirimlerinden en önemlileridir. Ayrıca yenilenebilir enerji kullanımı teşvik etmek için yapılan faaliyetlere bir takım mali sübvansiyonlar sağlanmıştır. Bunlar

faaliyetler; bilimsel ve teknolojik geliştirme faaliyetleri, kırsal alanlarda yenilenebilir enerji projeleri, uzak bölgeler ve adalarda elektrik üretim alanları projeleri, yenilenebilir enerji ve yeni enerji kullanımı entegrasyonu, yenilenebilir enerjiye yönelik platform geliştirme olarak sıralanabilmektedir (KPNG, International, 2015: 22-24).

5.2.3. Avrupa Birliği'nde Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Teşvikler

AB, dünyanın en büyük enerji ithalatçısı ve ABD'den sonra ikinci büyük enerji tüketicisi konumundadır. Tükettiği enerjinin % 54'ü ithalata bağlı olan AB, enerji arz güvenliği açısından politika alternatif politikalar oluşturmak zorundadır. 2030 yılında petrolde %93, doğalgazda ise %84 dışa bağımlı olunacağı tahmin edilen AB'de yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artırılması ile bu bağımlılığın azaltılacağı düşünülmektedir (Bayraç vd., 2018: 83). 2006 tarihli "Avrupa İçin Güvenli, Rekabetçi ve Sürdürülebilir Enerji Siyaseti" başlıklı "Yeşil Kitap" AB'nin enerji ile ilgili ana stratejilerinin tanımını yapmış, AB Kyoto sözleşmesi ile belirlene yenilenebilir enerji kaynakları kullanım hedeflerini, 2001/77/EC sayılı direktifinde % 22 seviyesine yükselmiş ve bu ülkeler doğrudan kendi hedeflerini oluşturmuşlardır. AB içerisinde yenilenebilir enerji kullanım açısından en yüksek oranları hedefleyen ülkeler % 60-78 oranla İsveç ve Avusturya olmuştur. Almanya, İngiltere, İtalya ve Fransa gibi enerji tüketimi yüksek olan ülkeler ise %10-25 oranları arasında hedef koymuşlardır (Bacak vd, 2009: 10). 2009/28/EC sayılı "AB Yenilenebilir Enerji Direktifi" ile 2020 hedefleri belirlenmiştir. Buna göre, 2020 yılında birlik genelinde enerji üretiminin % 20'sinin yenilenebilir kaynaklardan sağlanması, enerji verimliliğinin % 220 artırılması ve enerji tüketiminin % 20 oranında azaltılması öngörülmektedir. 2015 yılı itibarıyla AB'de yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içindeki payı %16,7'ye ulaşmıştır. En yüksek kullanım oranı % 53,9 ile İsveç'te gerçekleşmiş, bu ülkeyi % 39,3 ile Finlandiya, %37,6 ile Letonya ve % 33 ile Avusturya izlemektedir. Yenilenebilir enerji tüketiminin en az olduğu ülkeler ise % 5 ile Malta ve Lüksemburg'dur (Bayraç vd., 2018: 84). Birlik ülkelerinden Almanya'nın enerji yatırımları incelendiğinde 25 milyar dolar tutarında güneş enerjisi ve 8,2 milyar dolar tutarınca rüzgar enerjisi yatırımı yapıldığı görülmektedir. 2014 yılında İngiltere güneş enerjisine 2,4 milyar dolar yatırım yapmış, 389 MW ve

402 MW kapasiteli iki rüzgarçiftliğinin maliyeti ise toplam 4,7 milyar dolara ulaşmıştır (KPMG International, 2015: 30; 69-70).

AB’de yenilenebilir enerji teşvikleri vergisel ve vergi dışı teşvikler olarak iki grupta ele alınmaktadır. Sübvansiyonlar ve maliyetleri azaltıcı vergi indirimleri temel politika aracı olarak uygulanırken, vergisel teşvikler tamamlayıcı bir niteliğe sahiptir. AB ülkelerinin piyasa yapıları, yenilenebilir enerji teknoloji maliyetleri ve kaynak potansiyellerinin birbirinden farklı olması sebebiyle birlik ülkelerinde birbirinden farklı teşvik uygulamaları oluşturulmaktadır (Bayraç vd., 2018: 112).

Almanya’da teşvik verilen teknolojiler; katı biyokütlelerin yakılmasına yönelik, 100 kW’den fazla nominal ısıtma kapasiteli biyokütle tesisleri, ısının en az % 50’sinin yenilenebilir enerjilerle veya en az % 20’sinin güneş enerjisiyle üretildiği tesisler, 500 kWh ısı satışı yapan ısıtma şebekeleri, 400 metreden fazla kazma derinliği kapasitesine sahip, asgari 20 C° termal akışkan sıcaklığına ve minimum 0,3 MWth jeotermal ısı çıkışına sahip jeotermal enerji üretimi tesisleri örneklendirilebilmektedir (Bayraç vd., 2018: 114). Ayrıca yenilenebilir enerji kullanılarak üretilen elektrik enerjisi için, kullanılan kaynağın tipine göre alım garantileri yapılmaktadır. Bunlar; hidroelektrik santralleri için 3,4-12,6 Euro cent/kWh, çöp gazı için 6-8,8 Euro cent/kWh, biyokütle için 7,7-11,5 Euro cent/kWh, jeotermal için 10,4-11,8 Euro cent/kWh, rüzgar enerjisi için 3,5-13 Euro cent/kWh ve güneş enerjisi için de 29-39 Euro cent/kWh olarak sıralanmaktadır (Uluatam, 2010: 37).

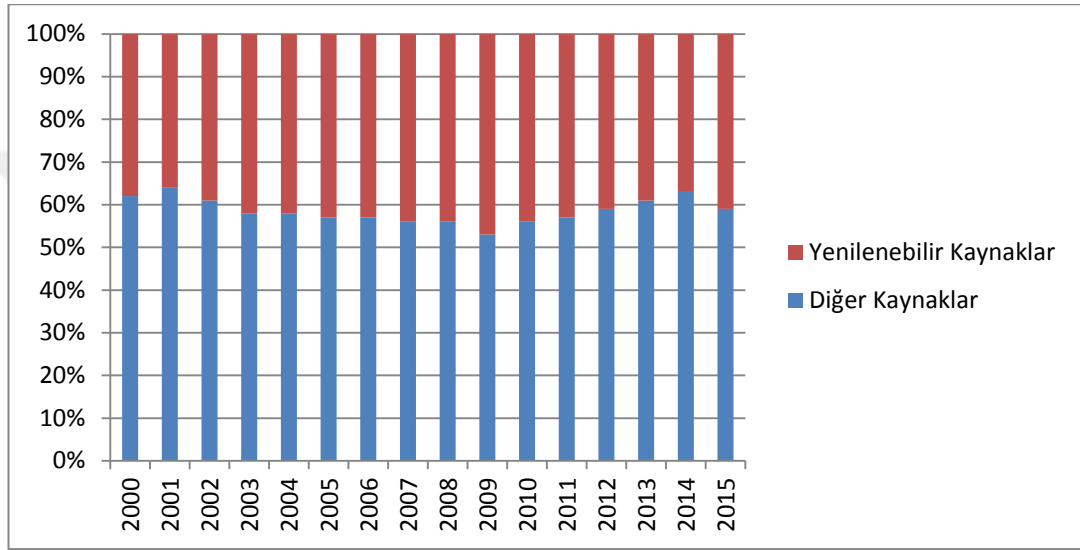
Fransa’da yenilenebilir enerji Ar-Ge çalışmaları ve uygun çevre yatırım faaliyetlerine 100 milyon Euro’yu aşmamak şartıyla harcamaların % 30’una 100 milyon Euro’yu aşan Ar-Ge harcamalarının ise % 5’in vergi indirimi uygulanmaktadır. Biyokütle ile ısıtılan tesislerde % 40’a varan sübvansiyonlar mevcut bulunmakta, Electricite de France ve diğer elektrik dağıtıcıları biyokütle enerjisini 15 yıl, rüzgar, güneş ve hidroelektrik enerjisini de 20 yıl satın almak zorundadır (Bayraç vd., 2018: 116 ; Uluatam, 2010: 38).

Hollanda’da 2014 tarife garantisi yönetmeliği ile 5, 8, 12 veya 15 yıl tarife garantisi, 3,5 milyar Euro sübvansiyon, İtalya’da güneş enerjisi ile elektrik üretiminde 5, 10 ve 20 Euro/Mwh’ye kadar alım garantisi verilmektedir (KPMG Türkiye, 2015: 42).

5.2.4. Brezilya’da Yenilenebilir Enerji Politikalar ve Teşvikler

Brezilya son dönemlerde yaptığı yatırımlarla en büyük yedinci yenilenebilir enerji yatırımcısı konumundadır. Ülke genelinde enerji arzının %79,3’ü yenilenebilir kaynaklardan karşılanmaktadır.

Şekil 5.3: Brezilya’da yenilenebilir enerji kaynaklarının yıllar itibariyle kullanım düzeyleri



Kaynak: OECD, 2017

Şekil 5.3, Brezilya’da yenilenebilir enerji kaynaklarının 2000-2015 arası kullanım düzeyleri göstermektedir. 2009 yılına kadar olan dönemde enerji arzının yaklaşık % 45’lik bölümünün yenilenebilir kaynaklardan karşılandığı görülmektedir. 2010 yılından 2014 yılına kadar diğer kaynakların toplam enerji arzı içindeki payı artmış olsa da, 2015 yılında itibariyle enerji arzının %41’i yenilenebilir kaynaklardan karşılanmıştır. Brezilya’nın kurulu kapasitesindeki 63 GW’lık toplam artışın 18 GW’sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanacağı öngörülmektedir. Brezilya’da yenilenebilir enerji ile ilgili herhangi bir alım garantisi yokken, KDV indirimleri mevcuttur. Ülkede yenilenebilir enerji ile ilgili kullanılan ekipmanlar genellikle KDV’den muafır ((KPMG, Türkiye, 2015: 17-18).

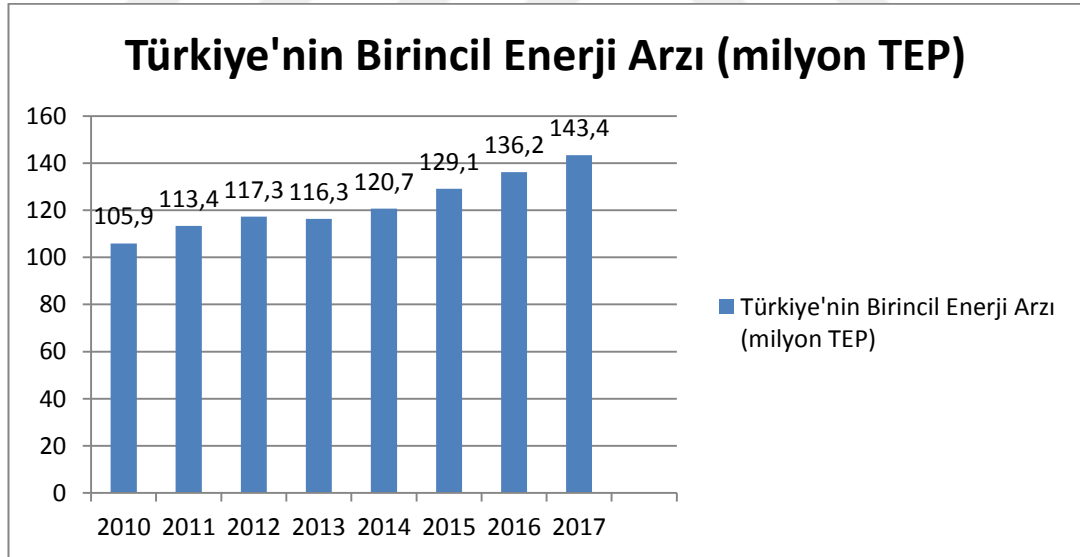
5.3. Türkiye’de Enerji Politikaları

Bu bölümde Türkiye’nin genel enerji politikaları, enerji mevzuatı ve yenilenebilir enerji ile ilgili atılan adımlar ve kalkınma planlarında yenilenebilir enerji ile ilgili hedefler incelenecektir.

5.3.1. Türkiye’de Enerji ile İlgili Genel Durum

Türkiye, coğrafi konum olarak yenilenemez enerji kaynaklarına yakın, yenilenebilir enerji kaynakları bakımından da zengin bir ülkedir. Türkiye, enerji kaynaklarına sahip ülkeler ile enerji tüketimi yoğun ülkeler arasında bir köprü görevi görmektedir. Rusya, Hazar Bölgesi ve Orta Doğu gaz ve petrolünün dünya pazarlarına ulaştırılması açısından önemli bir konumda olan Türkiye, Doğu-Batı arasında enerji koridoru misyonuna sahiptir. Kendisi de gelişmekte olan bir ülke olan Türkiye’nin giderek artan oranda enerji ihtiyacı bulunmaktadır.

Şekil 5.4: Türkiye’nin birincil enerji arzı (milyon TEP)



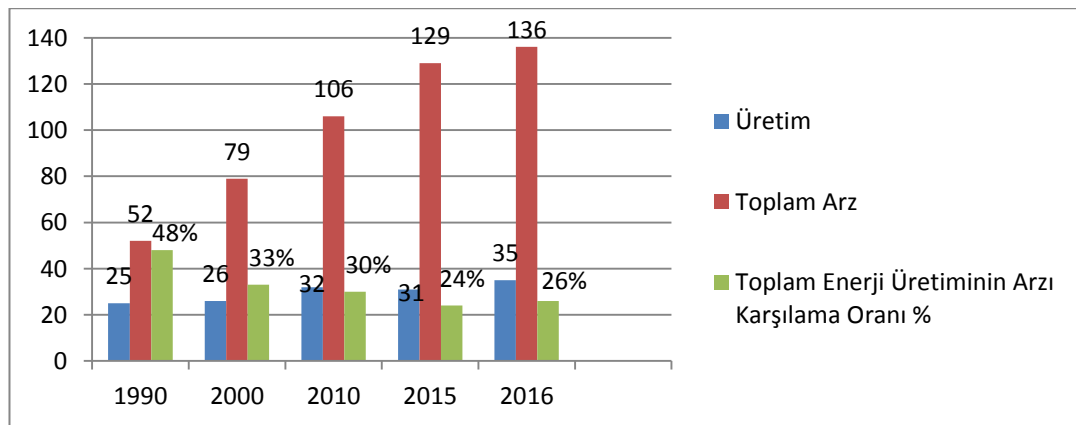
Kaynak: Dünya Enerji Konseyi

Şekil 5.4, Türkiye’nin birincil enerji arzını göstermektedir. 2010-2017 arası dönemde 2013 yılı hariç enerji arzında artış görülmüştür (Dünya Enerji Konseyi, 2018).

Türkiye büyüyen ekonomisiyle enerji kaynakları tüketiminde önemli bir pazar durumuna gelmiştir. Dünya petrol tüketiminin %0,8’ini, doğalgaz tüketiminin

%1,4'ünü, kömür tüketiminin %1,4'ünü gerçekleştiren Türkiye enerji konusunda küresel bir aktör olmasa da gelişme olan ülkeler arasında konumu önemlidir. Doğalgaz tüketiminde Avrupa'da dördüncü sırada bulunan Türkiye doğalgaz ithalatında dünyada dokuzuncu sırada bulunmaktadır (Erdoğan, 2016: 163). 2016 yılında birincil enerji arzında petrolün payı %31, doğalgazın payı %28, kömürün payı %28, jeotermal-rüzgar-güneş enerjisinin payları %6, hidrolik %4, biyoenerji ve atıkların ise %3 olmuştur. 2000-2016 yılları arasındaki son 16 yılda Türkiye toplam enerji arzı 56 milyon TEP ile %72 atarken, petrol 8 milyon TEP ile %25, kömür 15 milyon TEP ile %67, doğalgaz 25 milyon TEP ile %208, hidrolik 3 milyon TEP ile %118, jeotermal-güneş-rüzgar 7 milyon TEP ile %750 artmış, biyoenerji, odun, çöp ve atıkların toplamı ise 3 milyon TEP ile %56 azalmıştır. 1990-2016 yılları arasındaki son 26 yılda 2,6 kat artan Türkiye toplam enerji arzı içinde kömürün payı %30'dan %28'e, petrolün payı %46'dan %31'e, biyoenerji, çöp ve atıkların payı %14'den %2,1'e düşerken doğalgazın payı %5'ten %28'e jeotermal-güneş-rüzgarın payı %1'den %6'ya yükselmiştir. 1990-2016 yılları arasında enerji üretimi %41 artarak 25 milyon TEP'ten 35 milyon TEP'e yükselmiştir. 2000 yılında toplam enerji üretimi 26,4 milyon TEP olan Türkiye,2016 yılında 35 milyon TEP enerji üretmiştir (Koçak, 2018: 24-25).

Şekil 5.5: 1990-2016 yıllarında Türkiye enerji üretimi ve arzı (milyon TEP) ve toplam enerji üretiminin arzı karşılama oranı (%)



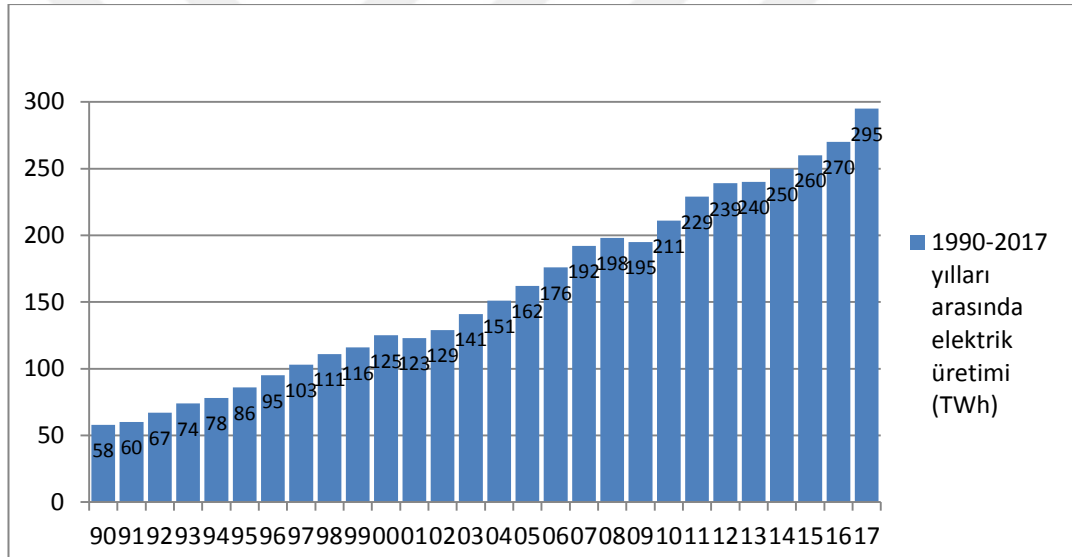
Kaynak: ETKB genel enerji denge raporları

Şekil 5.5'de 1990-2016 yıllarında Türkiye enerji üretimi, arzı ve toplam üretimin arzı karşılama oranı gösterilmiştir. Şekle göre; toplam enerji üretiminin toplam enerji arzını karşılama oranı son 26 yıllık dönemde %48'den %26'ya düşerken, 2000-2016

yılları arasında ise %33'den %26 düşmüştür. Türkiye'de enerji dışa bağımlılığı 1990'da %52 iken, 2000 yılında %67'ye, 2010'da %70'e 2016 yılında da %74 düzeyine çıkmıştır. Enerji üretiminin enerji arzını karşılamaması nedeniyle enerji ithal edilmiş bu nedenle enerji dışa bağımlılığı ve cari açık artmıştır (Koçak, 2018: 25).

Türkiye'nin elektrik talebi ve üretimi yıllar içinde değişiklik göstermiştir. Şekil 5.6'da Türkiye'nin 1990-2017 yılları arasında elektrik üretimi gösterilmiştir. 2001 ve 2009 yılları hariç elektrik üretimi artış göstermiş, 2017 yılında elektrik üretimi 295 TeraWatt Saat (TWh) olmuştur.

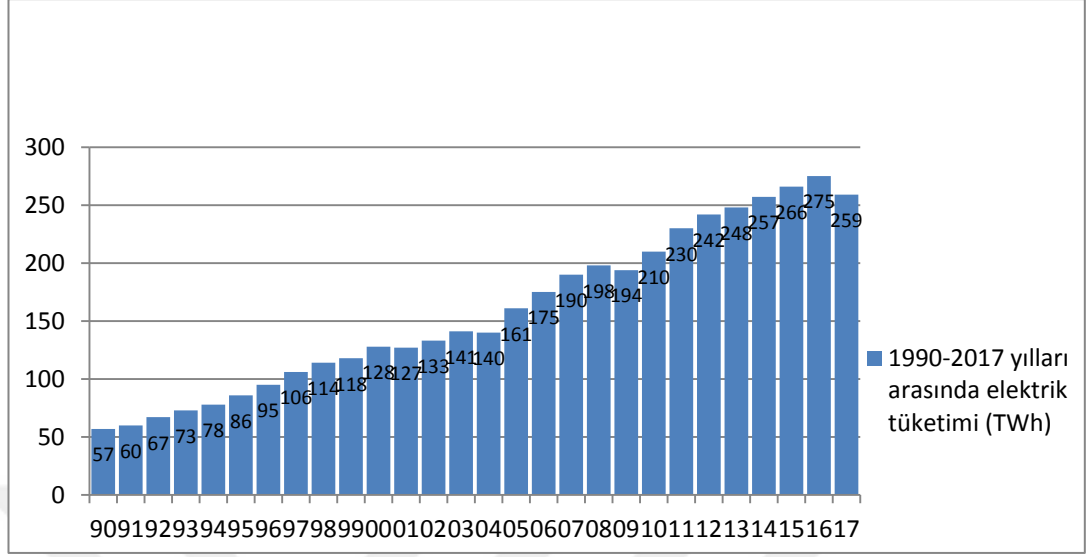
Şekil 5.6: 1990- 2017 yılları arasında elektrik üretimi (TWh)



Kaynak: Enerji Atlası, 2018

Elektrik tüketimi de yıllar içinde değişiklik göstermiştir. Şekil 5.7, 1990-2017 yılları arasında elektrik tüketimini göstermektedir. 1990'dan günümüze 2001 ve 2009 yılları arasında elektrik tüketiminde düşüş görülmüş, 2007-2017 yıllarını kapsayan on yıllık dönemde elektrik tüketimi %54 oranında artış göstermiştir (Enerji Atlası,2018)

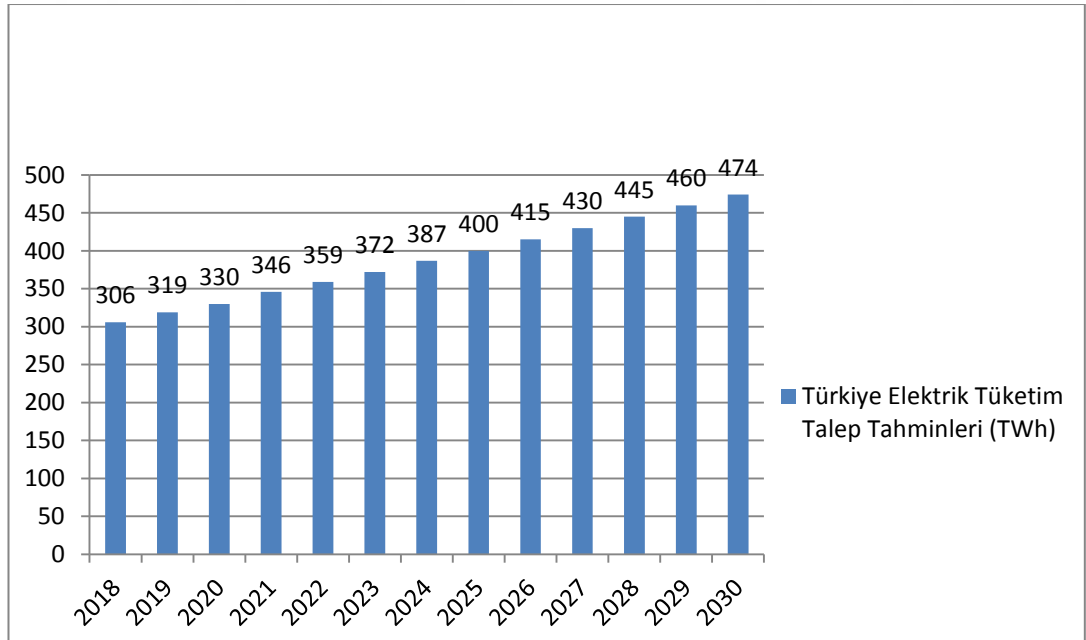
Şekil5.7: 1990-2017 yılları arasında elektrik tüketimi (TWh)



Kaynak: Enerji atlası, 2018

ETKB'nin hazırladığı enerji denge tabloları verileri kullanılarak hazırlanan şekil 5.8'de gelecek yıllara yönelik enerji talep tahminleri yapılmıştır.

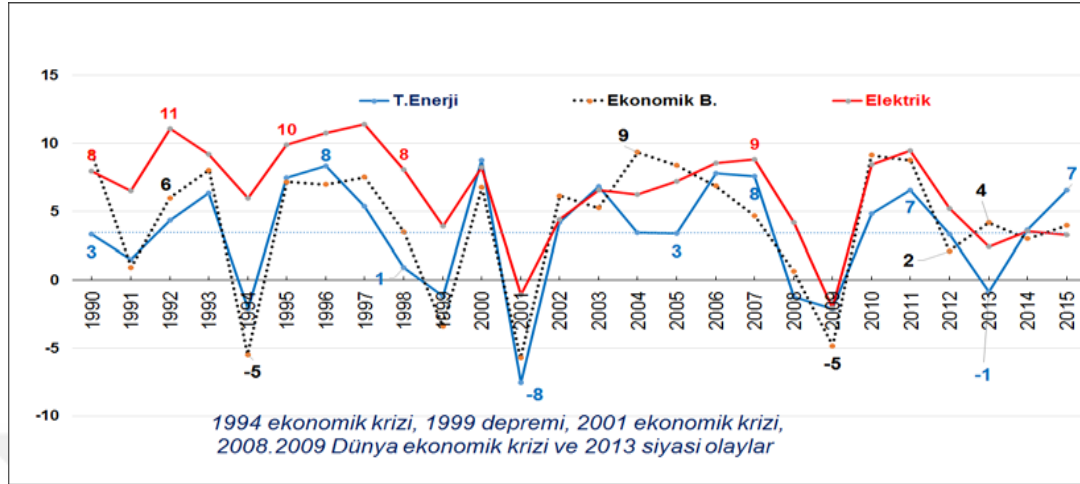
Şekil 5.8: Türkiye elektrik tüketim talep tahminleri



Kaynak: ETKB,2018

Yapılan tahminlere göre Türkiye'nin 2023 yılında elektrik tüketimi 372 TWh, 2030 yılında ise 474 TWh olacağı öngörülmüştür.

Şekil 5.9: 1999-2015 Türkiye toplam birincil enerji arzı, toplam elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme yıllık artışları



Kaynak: ETKB, 2018

ETKB'nin yapmış olduğu analizlerde elektrik tüketimi, enerji arzı ve büyüme oranları arasında bir bağlantının olduğu sonucuna varılmaktadır. Şekil 5.9'da gösterilen Türkiye'nin 1990-2015 yılları arasında toplam birincil enerji arzı, toplam elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme yıllık artış rakamları bu durumu kanıtlar niteliktedir. 1994, 2001 ve 2009 yıllarında ekonomik krizlere bağlı olarak azalan büyüme oranlarını, toplam birincil enerji ve toplam elektrik tüketimi azalışları izlemiştir. Türkiye'de yaşanan bu durum, enerji tüketimi ve enerji arzlarının ekonomik büyümeyle birlikte hareket ettiğini tezini ispatlar niteliktedir (ETKB, 2018).

5.3.2. Türkiye'de Enerji İthalatı

Türkiye fosil kaynaklar bakımından fakir bir ülkedir ve bu kaynakların büyük bir bölümünü ithal etmektedir. 2013 yılında 24,7 milyon ton petrol ithal eden Türkiye, 2016 yılında 2015 yılına oranla %1,1 artışla 40 milyon tonun üzerinde petrol ithal etmiştir. 2017 yılının ilk 9 ayında petrol ithalatı 32 milyon tona ulaşmıştır. Türkiye 2015 yılında petrol ithalatının %29'unu Irak, %18'ini Rusya, %14'ünü İran, %8'ini Hindistan, %7'sini Suudi Arabistan ve %4,5'ünü İsrail'den gerçekleştirmiştir (Erdoğan,2016: 183; KPMG Enerji, 2018: 16).

Türkiye, 2016 yılında 45,9 milyar m³ doğalgaz tüketmesine rağmen sadece 382 milyon m³ doğalgaz üretebilmiştir. Bu tüketimin 14,1 milyar m³'ü (30,6) sanayide, 11,6 milyar m³'ü (%25,1) konutta, 3,7 milyar m³'ü ise diğer alanlarda gerçekleşmiştir. 2016 yılında 38,9 milyar m³ doğal gaz boru hattıyla, 7,3 milyar m³ doğal gaz da LNG yöntemiyle olmak üzere toplam 46,2 milyar m³ doğal gaz ithal edilmiştir (KPMG Enerji, 2018: 52). Enerji ithalatı 2012 yılında 60,1 milyar dolar olarak gerçekleşirken toplam ithalat içindeki payı %25,4 gibi önemli bir rakam olmuştur. 2014 yılının ikinci yarısından sonra petrol fiyatlarında %50'ye varan düşüşler gerçekleşmiş bunun sonucunda enerji ithalatına ödenen döviz miktarı ve cari açık azalmıştır. Bu dönemde Türkiye'nin enerji ithalatı yaklaşık 53 milyar dolara ulaşmıştır. 2015 yılında 37 milyar dolar, 2016 yılında ise 26 milyar dolara gerileyen enerji ithalatı, 2017 yılında bir önceki yıla göre %37 artarak 37,2 milyar dolar olmuştur (KPGM Enerji, 2018: 53; Erdoğan, 2016: 183). 2018 yılında artan döviz kuru nedeniyle yılın ilk 9 ayında enerji ithalatı bir önceki yılın ilk 9 ayına göre %41 artarak 4,9 milyar dolar olmuştur (NTV, 2018). Yükselen döviz kurları ve dünya enerji piyasalarında oluşacak dalgalanmaların Türkiye'nin cari açığını önemli derecede etkileyeceği öngörülmektedir. Ortalama 50 milyar dolarlık enerji ithalatı olan Türkiye'nin önümüzdeki 10 yıl içinde 500 milyar dolarlık enerji ithalatı faturasıyla karşı karşıya olacağı ileri sürülmektedir (Erdoğan, 2016: 183).

5.3.3. Türkiye'de Enerji Mevzuatı

Enerji sektörünü iyi bir şekilde yönetebilmek için enerji ile ilgili hukuki düzenlemeler yapılması gerekmektedir. Enerji hukuku, özel ve kamu hukukunun biri karışımı olarak modern hukuk dalları ile etkileşim içinde olan bir hukuk dalı olmuştur. Türkiye'de enerji ile ilgili pek çok hukuki düzenleme bulunmakta, enerji sektörü ile ilgili birçok kanun, genelge ve yönetmelik çıkarılmış bulunmaktadır.

Türkiye'de enerji politikası oluşturulması ve uygulanması amacıyla 25 Aralık 1963 tarih ve 400 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Onayı ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) kurulmuştur. 3154 Sayılı Kanun'a göre Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın kuruluş amacı; enerji ve tabii kaynaklarla ilgili hedef ve politikaların, ülkenin savunması, güvenliği ve refahı, milli ekonominin gelişmesi ve güçlenmesi doğrultusunda tespitine yardımcı olmak; enerji ve tabii kaynakların bu hedef ve

politikalara uygun olarak araştırılmasını, geliştirilmesi, üretilmesini ve tüketilmesini sağlamak olarak belirtilmiştir. 10 Eylül 1982 tarih ve 2705 sayılı kanun ile belediye ve birlik elektrik tesisleri Türkiye Elektrik Kurumu'na (TEK) devredilmiş, 4 Aralık 1984 tarih ve "3096 sayılı Türkiye Elektrik Kurumu Dışındaki Kuruluşların Elektrik Üretimi, İletimi, Dağıtım ve Ticareti ile Görevlendirilmesi Hakkında Kanun" ile TEK'in tekel statüsü kaldırılarak yerli ve yabancı sermayeli şirketlere elektrik üretimi tesisi kurmak, mülkiyeti kamuda kalmak üzere üretim ve dağıtım tesislerinin işletme haklarını devretmek hüküm altına alınmıştır. 28 Mayıs 1986 tarih ve "3291 sayılı Kamu İktisadi Teşebbüslerinin Özelleştirilmesi Hakkında Kanun" ile enerji tesislerinin özelleştirilmesinin önü açılmış, 13 Haziran 1994 tarihinde yürürlüğe giren "3996 sayılı Bazı Yatırım ve Hizmetlerin Yap-İşlet-Devret Modeli Çerçevesinde Yaptırılması Hakkında Kanun" kapsamında üretilen enerjinin kamu tarafından satın alınması hüküm altına alınmıştır. 1999 tarih ve 4446 sayılı kanun ile de elektrik sektöründe özelleştirmeye ve uluslararası tahkime izin veren anayasa değişikliği yapılmıştır. 20 Şubat 2001 tarihli "4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu" ile enerji politikalarının yasal altyapısı oluşturulmuş ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu kurulmuştur. Bu kanun ile elektriğin yeterli, kaliteli, sürekli ve düşük maliyetle tüketicilere ulaştırılması amaçlanmıştır. Elektrik üretimi, iletimi, dağıtım, toptan ve perakende satışı, ithalat ve ihracatı gibi konular kanunun kapsamına girmektedir. Söz konusu kanun, özel hukuk kurallarına göre faaliyet gösterecek, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir elektrik piyasasının oluşturulması için gerekli görülmüş ve elektrik iletimi dışındaki tüm üretim ve dağıtım tesislerinin özelleştirilmesini öngörmüştür. 2002 yılından sonra elektrik üretimine dair tüm çalışmalar özel sektöre bırakılmış, 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'na dayalı olarak "Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik" kapsamında toplam kurulu gücü 1 MW'den az olan tesisler için lisans alma ve şirket kurma zorunluluğu konularında istisnalar getirilmiştir (Erdoğan, 2016: 151-152).

Doğal gazın piyasa faaliyetlerini düzenleyen BOTAŞ'ın tekel konumunu sona erdiren 2001 tarihli "4646 sayılı Doğal gaz Piyasası Kanunu ile özel şirketlerin boru hattı ile doğal gaz ithalatının önü açılmıştır. 10 Mayıs 2005 tarih ve " 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun" yeni enerji politikasının bir gerekliliği olarak çıkarılmış, "5015 sayılı

Petrol Piyasası Kanunu” ve “5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları Kanunu” ile yurtdışından ithal edilen veya yurt içinde üretilip ürün haline getirilen petrol ve sıvılaştırılmış petrol gazlarına ilişkin piyasa faaliyetleri düzenlenmiş, 2008 tarihli 5784 sayılı kanun ile de elektrik arz açığının önlenmesi ve uzun dönemli arz güvenliğinin sağlanması hedeflenmiştir. 2007 yılında çıkarılan “ 5710 sayılı Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması, İşletilmesi ve Satışına İlişkin Kanun” ile nükleer enerji konusunda ilerlemeler sağlanmış, ülkede nükleer enerji santrallerinin kurulması için yasal alt yapı hazırlanmıştır (EPDK, 2018).

5.3.4. Kalkınma Planlarında Enerji

Ekonomik kalkınma planı, bir ülkenin tüm fiziki ve beşeri kaynaklarının eş güdümlü kullanılarak o ülkedeki toplumsal yaşam düzeyini yükseltmek için gösterilen çaba anlamına gelmektedir. Kalkınma planlarında uzun vadeli hedefler belirlenerek bu hedeflere ulaşılmaya çalışılmaktadır. Kalkınma planları, yönetimde açıklık, sorumluluk ve denetleme şartlarını kolaylaştırmış, keyfi hareketleri önleyen tamamlayıcı bir unsur olmuş, özel sektör için yol gösterici, kamu kesimi için emredici özellikler taşımıştır. Türkiye’de kalkınma planları; 1960-1980 yılları arasında karma ekonomi ve bütüncül, 1980-2000 yılları arasında liberal ve stratejik, 2000 yılından sonra ise özel sektör yatırımlarının ve rekabetin öne çıkarılması esaslarıyla belirlenmiştir.

Kalkınma planları içerisinde enerji konusu incelendiğinde Birinci (1963-1967) Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda; elektrik alanında yeni santraller kurulması, enerji iletim, dağıtım şebekelerinin kurulması ve eski hatların yenilenmesi, tezek ve orman yakıtlarının kullanımının önüne geçilmesi, petrolden başka bütün yakıtların yurt içinden karşılanması, iktisadi bir şekilde işletilen birincil enerji kaynaklarından üretilen yakıtların maliyetini ve rezerv durumunu yankılandırıan fiyatlardan arz edilmesi hedef olarak konulmuştur (DPT Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı: 372-379).

İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı’nı (1968-1972); Türkiye’nin enerji ihtiyacı dar boğaz yaratılmayacak şekilde karşılanacak ilkesiyle hazırlanmıştır. Planda; Türkiye imalat sektörünün enerjiye olan ihtiyacının bol ve ucuz şekilde karşılanması, Türkiye’de üretilebilecek birincil enerji kaynaklarının üretimine ağırlık verilmesi,

elektrik ihtiyacının karşılanmasında hidrolik enerjiye önem verilmesi, elektrik sektöründeki noksanlıkların giderilmesi için Türkiye Elektrik Kurumu'nun kurulması gibi hedeflere yer verilmiştir (İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı: 553-558).

Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (1973-1977), enerji yatırımlarının devlet tarafından yapılması, elektrik enerjisinin etkin ve verimli kullanılması, hidro enerji aleyhine bozulan elektrik üretim dengesinin düzeltilmesi, nükleer enerji sağlamak için gerekli imkanların sağlanması ve personel yetiştirilmesi, ülkenin enerji talebini karşılayacak yeni tesislerin kurulması hedefleri öne çıkmıştır (Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı: 565-571).

Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1979-1983), kamu kesimli ağırlık sanayileşme stratejisini benimsemiş, ekonominin kendi kendine yeter hale getirilmesini hedef almıştır. Enerjinin yerli kaynaklardan özellikle linyit kaynaklarından karşılanması, hızla artan petrol talebine yerli üretimin artırılması ile cevap verilmesi, enerjinin rasyonel ve tasarruflu kullanımı, enerji alanındaki teknolojik yeniliklerin takip edilerek gerekli altyapı eksikliklerinin giderilmesi hedefleri konulmuştur (Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı: 399-401).

Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1985-1989), ekonomide kamu müdahalesinin azaltılması, liberal bir dış ticaret ve yabancı sermaye politikasının uygulanmasını öngörmüştür. Planda; enerji sektörünün ekonomik gelişmeyi destekleyici bir yapıya kavuşturulması, elektrik talebinin yeterli ve güvenli bir şekilde karşılanması için enerji yatırımlarının yapılması, orta ve uzun vadede hidroelektrik potansiyelinden verimli bir şekilde yararlanılması, çevre korunmasına önem verilmesi ve elektrik enerjisinde komşu ülkelerle bağlantı kurulması gibi hedeflere yer verilmiştir (Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı: 103-106).

Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı'nın (1990-1994) temel önceliği, ekonomik ve sosyal kalkınmanın desteklenmesi için bütün kullanıcılara yerinde, zamanında, güvenilir, ucuz, kaliteli enerjinin sağlanması olarak belirtilmiştir. Plan döneminde, doğal gaz kullanımının yaygınlaştırılması, enerji taleplerinin öncelikle yurtiçi kaynaklardan karşılanması, güvenilir bir arz yapısının oluşturulması, kaynak çeşitlendirilmesine gidilmesi, nükleer enerji teknolojisine geçiş için çalışmaların başlatılması, üretimden tüketime kadar bütün safhalarda enerji kaynaklarının uygun

teknolojilerle, verimli şekilde kullanılmasını sağlayacak enerji tasarrufuna yönelik projelerin desteklenmesi ve teşvik edilmesi gibi hedefler konulmuştur (Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı: 257-259).

Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1996-2000), bu dönemde enerji ihtiyaçlarının sürekli ve kesintisiz bir şekilde mümkün olan en düşük maliyetle karşılanabilmesini temel amaç olarak belirlemiştir. Planda; sektörde azalan doğal kaynaklar, artış göstermesi beklenen maliyetler ve büyüyen talep göz önüne alınarak, uzun dönemde güvenilir ve düşük maliyetli bir enerji arz sisteminin kurulması, enerji kaynaklarının üretimine dönük madencilik yatırımlarına ağırlık verilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması ve nükleer teknolojinin kısa sürede ülkeye transferi ve adaptasyonu üzerinde önemle durulması, yurtiçi enerji kaynaklarının miktar ve kalite olarak yetersiz ve yüksek maliyetli olması, ithal enerji kaynakları için gerekli döviz ihtiyacı, aşırı enerji kullanımının çevre sorunu yaratması gibi nedenlerden dolayı, sanayide ve toplumsal yaşamın her kesiminde enerji yoğunluk değerlerinin aşağıya çekilmesi, verimliliğin artırılması ve tasarruf programlarının hayata geçirilmesinin sağlanması gibi hedefler belirlenmiştir (Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı: 138).

Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005) enerji sektöründe temel amacı, artan nüfusun ve gelişen ekonominin enerji ihtiyaçlarının sürekli ve kesintisiz bir şekilde ve mümkün olan en düşük maliyetlerle, güvenli bir arz sistemi içinde karşılayabilmek olarak açıklamıştır. Planda; ekonomik istikrarın sağlanması, yapısal ve kurumsal düzenlemeler ile rekabet gücünün artırılması, AB'ye uyum, bilgi çağına geçişin alt yapısının hazırlanması, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması için yenilenebilir enerji kaynaklarına ağırlık verilmesi, çevresel koşullara dikkat edilmesi, enerji arz güvenliğinin sağlanması ve kaynak çeşitlendirilmesi gibi hedeflere yer verilmiştir. Doğal gaz sektörünün yeniden yapılandırılarak doğal gaz kullanımının yaygınlaştırılması, sürdürülebilir kalkınma anlayışı içinde bütün alternatif üretim kaynak ve teknolojilerinin kullanılması bir diğer hedefler olarak belirlenmiştir (Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı: 145-146).

Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2007-2013), ekonomik kalkınmanın ve sosyal gelişmenin ihtiyaç duyduğu enerjinin sürekli, güvenli ve asgari maliyetle

temini temel amaç edinmiştir. Enerji talebi karşılanırken çevresel zararların en alt düzeyde tutulması, enerjinin üretimden nihai tüketime kadar her safhada en verimli ve tasarruflu şekilde kullanılması öngörülmüştür. Planda; arz güvenliğinin artırılması amacıyla birincil enerji kaynakları bazında dengeli bir kaynak çeşitlendirmesine ve orijin ülke farklılaştırmasına gidilmesi, üretim sistemi içinde yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının azami ölçüde yükseltilmesi, kamunun sektörden çekilmesiyle orantılı olarak özel sektörün, doğacak açığı zamanında ikame etmesi ve yeni üretim yatırımlarına arz-talep projeksiyonları paralelinde bir an önce başlaması için gerekirse mevzuat düzenlemeleri ile uygun ortam sağlanması, kamu yatırım programında yer alan, özellikle hidroelektrik santral projelerinin en düşük maliyetlerle ve hızlı şekilde tamamlanarak ekonomiye kazandırılması, ekonominin rekabet gücünün artırılması ve toplumun refah seviyesinin yükseltilmesi amacıyla elektrik sektörünün serbestleştirilmesi çerçevesinde en düşük maliyetle enerji üretecek bir sistem oluşturulması hedeflerden öne çıkanlarıdır (Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı: 69).

Onuncu Kalkınma Planı'nda (2014-2018), enerjinin nihai tüketiciye sürekli, kaliteli, güvenli, asgari maliyetlerle arzını ve enerji temininde kaynak çeşitlendirmesini esas alarak; yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarını mümkün olan en üst düzeyde değerlendiren, nükleer teknolojiyi elektrik üretiminde kullanmayı öngören, ekonominin enerji yoğunluğunu azaltmayı destekleyen, israfı ve enerjinin çevresel etkilerini asgariye indiren, ülkenin uluslararası enerji ticaretinde stratejik konumunu güçlendiren rekabetçi bir enerji sistemine ulaşılması temel amaç olarak belirlenmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından ulaşılabilecek en üst düzeyde faydalanılmasını amaçlayan planda; yeşil büyüme kavramı ön plana çıkarılmış, üretimde temiz, eko-verimliliği yüksek, çevrenin korunmasını önemseyen ve rekabetçi bir sektörün oluşturulmasını hedefleyen politikaların desteklenmesi öngörülmüştür. Enerji Verimliliği Stratejisi'nin etkin bir şekilde uygulanması ve enerjinin tüm sektörlerde verimli bir şekilde kullanımının sağlanması, kamu elinde kalması öngörülen termik ve HES'lerin rehabilitasyonlarının tamamlanması, elektrikte kayıp-kaçak oranları en alt düzeye indirilmesi diğer hedeflerden bir bölümünü oluşturmaktadır (Onuncu Kalkınma Planı: 103-105).

Türkiye, 1963 yılından 2014 yılına kadar uygulamaya koyduğu kalkınma planlarıyla enerji sektörünü geliştirmeye, çağın gerekliliklerine uygun politikalar oluşturmaya ve enerji arz-talep tahminleriyle enerji arz güvenliğini sağlamaya çalışmıştır. Uygulamaya konan kalkınma planları politik belirsizlikler, ekonomik krizler ve bölgesel çatışmalar nedeniyle hedeflerinden sapma göstermiş olsa da, gerek kamu gerekse özel sektörün enerji yatırımlarında yol gösterici olmuştur.

5.4. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikaları

Türkiye’de yenilenebilir enerji ile ilgili politikalar 1984 yılında yürürlüğe giren Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda ilk kez gündeme gelmiştir. Bundan sonraki bütün kalkınma planlarında yenilenebilir enerji ile ilgili hedefler konulmuş ve bu hedeflere ulaşılmaya çalışılmıştır. Altıncı Kalkınma Planı’nda öncelikle hidrolik enerji olmak üzere jeotermal ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla oranda yararlanılması, Yedinci Kalkınma Planı’nda da yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması gerektiği belirtilmiştir. Sekizinci Kalkınma Planı’nda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ayrıntılı bir biçimde yer almış, Dünya ve Avrupa’da bu kaynakların kullanım durumları, verilen teşvikler ve çevre üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu dört plan boyunca görev yapan hükümetler programlarında yenilenebilir enerji kaynaklarına yer vermiş, çevreye zarar vermemeleri, fosil yakıtların arz güvenliğinin olmaması, temiz enerji kaynaklarının yerli olması gibi nedenlerle kullanımının gerekliliği belirtilmiştir. Fakat kalkınma planlarında belirtilen hedeflerle ilgili küçük ölçekli etütler haricinde yeterli çalışma yapılamamıştır (Bayraç, vd., 2018: 96-97). Yenilenebilir enerji ile ilgili ilk somut adım “10.05.2005 tarih ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”un (YEK) çıkarılması olmuştur. 5346 sayılı kanun ile yenilenebilir enerji kaynaklarının neler olduğu tanımlanmış, ülkenin yenilenebilir enerji potansiyeli hesaplanmaya çalışılmış ve bu kaynaklara yönelik bir takım teşvikler getirilmiştir (YEGM, 2018). Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine verdiği önemi belirtmek için 26 Ocak 2009 tarihinde Bonn’da düzenlenen konferans sonunda imzalanan anlaşma ile, Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı’nın (IRENA) kurucu üyeleri arasında yer almıştır. 29.12. 2010 tarihinde zaman içerisinde değişen koşullar sebebiyle YEK kanununda bazı

düzenlemelere gidilmiş, yapılan değişikliklerle devlet teşvikleri kaynak bazında çeşitlendirilmiştir. Kanun'da farklı kaynaklar için farklı düzeylerde sabit fiyat garantisi öngören yeni bir sabit fiyat garantisi planı getirilmiştir. Ayrıca, sabit fiyat garantisi planına yerli katkı ilavesi eklenmiştir. Destek mekanizması 31.12.2015 tarihinden önce işletmeye alınan tesisler için işlem görürken "Aralık 2013 tarihinde çıkan Bakanlar Kurulu kararı" ile 31.12.2020 yılına dek uzatılmıştır. Tüketicilere elektrik enerjisi satışı yapan her tedarikçi için, tüketicilerine sattığı elektrik enerjisi miktarının, bu tedarikçilerin tamamının ülkedeki tüketicilere sattığı toplam elektrik enerjisi miktarına bölünmesi suretiyle hesaplanan oranda bir yenilenebilir enerji ödeme yükümlülüğü getirilmiştir. Bir başka deyişle, tedarikçilere yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektriği satın almaları için dolaylı olarak bir yükümlülük getirilmiştir. 2020 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinden yatırım ve işletme dönemlerinin ilk 10 yılında izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine %85 indirim uygulanması belirtilmiştir (ETKB, 2014a: 12). 18.04.2007 tarihinde "5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu" kabul edilmiştir. Kanun'un amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerji kullanımında verimliliğin artırılması olarak belirlenmiştir. Kanun, enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına ve desteklenmesine, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına yönelik uygulanacak usul ve esasları kapsamaktadır. Kanun kapsamında verilen destek ve teşvikler; endüstriyel işletmeler tarafından Genel Müdürlüğe sunulan, Genel Müdürlüğün uygun görüşü ile Kurul tarafından onaylanan, geri ödeme süresi en fazla beş yıl ve projesinde belirlenmiş bedelleri en fazla 500.000 Türk Lirası olan uygulama projeleri bedellerinin en fazla %20'si oranında desteklenmektedir, herhangi bir endüstriyel işletmesi için üç yıl içerisinde enerji yoğunluğunu ortalama olarak en az %10 oranında azaltmayı taahhüt ederek Genel Müdürlük ile gönüllü anlaşma yapan ve taahhüdünü yerine getiren gerçek veya tüzel kişilerin ilgili endüstriyel işletmesinin, ödenek imkânları göz önüne alınmak ve 100.000 Türk Lirasını geçmemek kaydıyla, anlaşmanın yapıldığı yıla ait enerji giderinin %20'si karşılanmaktadır, gönüllü anlaşma yapan gerçek veya tüzel

kişilerin endüstriyel işletme içinde tükettikleri enerjiden; atıkları modern yakma teknikleri ile ısı ve elektrik enerjisine dönüştüren tesislerinde, yurt içinde imal edilen kojenerasyon tesislerinde veya hidrolik, rüzgâr, jeotermal, güneş ve biyokütle kaynaklarını kullanarak ürettikleri enerji, enerji yoğunluğu hesabına dâhil edilmemektedir şeklinde sıralanabilmektedir (Resmi Gazete, 2018).

2015’de Türkiye’nin elektrik pazarının Avrupa Kıtası elektrik pazarıyla fiziksel bütünlüğünün sağlanması amacıyla Türkiye Elektrik İletim A.Ş ile Avrupa Elektrik İletim Sistem İşletmecileri Ağı ilgili kurumları arasında “Uzun Dönemli Anlaşma” imzalanmıştır. Bu anlaşma ile ülkemiz elektrik sistemleri ve elektrik piyasasının Avrupa iç elektrik piyasasıyla entegrasyonu ileri bir aşamaya taşınmıştır (Bayraç, vd., 2018: 98).2013 yılında “6446 sayılı Yeni Elektrik Piyasası Kanunu” yürürlüğe girmiş ve bir takım değişikliklere gidilmiştir. Yenilenebilir enerji tesislerinin azami kurulu güç sınırının 500 kW’den 1 MW’ye çıkarılması, açık arazi kullanımı ile ilgili muafiyet ve vergi indirimleri, önceden 20 yıl olan iletişim sistemi işletmecilerine ödenecek katkı paylarının ödenme süresinin 3 yıla indirilmesi, birden fazla binadan oluşan enerji tesislerinin sisteme aynı noktadan bağlanmak koşuluyla tek bir üretim tesisi olarak değerlendirilmesi bu değişikliklerden bazılarıdır (ETKB, 2014a: 12).

5.4.1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji ile İlgili Hedefler

Türkiye’de fosil enerji kaynaklarına bağımlılığı azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarından daha efektif bir şekilde yararlanma amacıyla bir takım hedefler konulmuştur. “Onuncu Kalkınma Planı’nda Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Eylem Planı” ile; 2000 yılı dolar fiyatlarıyla 0,26 TEP/1000 dolar olarak gerçekleşen Türkiye’nin birincil enerji yoğunluğunun, 2018 sonunda 0,24 TEP/1000 dolar değerinin altına indirilmesi, 2018 yılına kadar kamu binalarındaki enerji tüketiminin, 2012 yılı baz alınarak belirlenecek göstergeler düzeyinde ve verimlilik artışı uygulamaları ile %10 düşürülmesi hedeflenmiştir. Ulaşımında toplu taşımanın özendirilmesi ve raylı sistemlerin kullanımının yaygınlaştırılması ile akaryakıt tasarrufu yapılması, yalıtımı düşük veya ısı yalıtımsız binaların ısı yalıtımlı niteliğe dönüştürülerek ısı tasarrufu sağlanması, yeni nesil araçlar için vergilendirme avantajlarının sağlanması, güneş enerjisi ve alternatif yakıtlarla çalışan taşıtların

kullanımının teşvik edilmesi gibi hedeflerle enerji verimliliği artırılmaya çalışılmaktadır (ETKB, 2014b: 4-9).

Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı (YEEP) ile, Türkiye'nin enerji politikaları ana ilkeleri çerçevesinde on yıllık strateji ve hedefler belirlenmiştir. Bu hedefler;

- Fosil yakıt ithalatı olan yüksek düzeydeki bağımlılığın ve dünya enerji piyasalarındaki dalgalanmalar ile ilgili risklerin ve bunların ekonomik kalkınma üzerindeki etkilerinin azaltılması amacıyla enerji bağımlılığının düşürülmesi.
- 2012- 2023 yılları arasında yaşanacak olan %75,4'lük talep artışının karşılanabilmesi için 125.000 MW'ye ulaşacak düzeyde ilave üretim kapasitesinin devreye girmesi.
- Hidroelektrikte 34.000 MW, rüzgar enerjisinde 20.000 MW, jeotermal enerjide 1.000 MW, güneş enerjisinde 5.000 MW, biyokütle enerjisinde de 1.000 MW enerji üretiminin gerçekleştirilmesi.
- Elektrik kayıp-kacak oranının ortalama %5 kadar azaltılması ve akıllı şebeke kullanımının yaygınlaştırılması yoluyla elektrik iletim şebekelerinde enerji verimliliğinin artırılması.
- Tarım sektörünün potansiyelinden tam olarak yararlanılarak biyoyakıt sektörünün geliştirilmesi hedeflenmektedir (ETKB, 2014a: 22).

Türkiye YEEP ile yenilenebilir enerji kaynaklarının genel enerji tüketimindeki payını 2023 yılına kadar en %20'ye yükseltmeyi planlamaktadır. 107 milyon TEP'lik beklenen toplam enerji tüketimini göz önüne alındığında yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji tüketiminin %21,7'lik bölümünü karşılaması hedeflenmektedir (ETKB, 2014a: 22).

Tablo 5.1: 2023 yılı için ulusal hedef ve elektrik, ısıtma-soğutma, ulaştırma sektörlerinde yenilenebilir kaynakların payında beklenen ilerlemeler (%)

	Baz yıl	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Isı+ soğutma (%)	12,5	12,7	12,9	13,01	13,16	13,3	13,4	13,5	13,7	13,8	14	14,1
Elektrik(%)	27	28	29,4	31,5	33,4	35,7	36,6	37,7	37,8	37,7	37,6	37,5
Ulaştırma (%)	0,07	0,8	1,2	1,7	2,7	3,7	4,7	6	7,2	8,8	9,4	10
Yenilenebilir Kaynaklar Toplam	13,4	13,9	14,5	15,2	16,2	17,1	17,9	18,7	19,2	19,8	20,1	20,4

Kaynak: ETKB, 2014a: 23

Tablo 5.1’de yer alan verilere göre Türkiye’de 2023 yılına kadar elektrik, ısıtma-soğutma ve ulaştırma sektörlerinde toplam yenilenebilir enerji kaynak payının %20,4 olması öngörülmektedir. Ulaştırma sektöründe 2023 yılı hedefi %10, ısı+soğutma sektöründe %14,16, elektrik sektöründe ise % 37,5 olarak tahmin edilmiştir (ETKB, 2014a, 23).

Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA) modeli ile yenilenebilir enerji alanında yerli teknolojilerin geliştirilmesi ve bu teknoloji ile yerli aksam, panel üretiminin sağlanması amaçlanmaktadır. Modelin bir diğer amacı ise yerli üretim konusunda kalifiye işgücünün sağlanmasıdır. YEKA modelinin ilk uygulama alanının Konya/ Karapınar’da güneş enerjisi olması öngörülmektedir. Proje kapsamında 1.000 MW kapasiteli güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisinin kurulması planlanmaktadır. Kurulacak güneş enerjisi tesisinin üretime geçmesi ile birlikte her yıl yaklaşık 1,7 TWh elektrik üretilmesi hedeflenmekte ve yaklaşık 600.000 evin yıllık elektrik ihtiyacının karşılanması planlanmaktadır. Karapınar’da kurulacak güneş enerjisi tesisinde üretilen elektriğin 15 yıl süreyle satın alınması garanti edilmekte, ayrıca modelin rüzgar enerjisi için uygulanması da gündemde bulunmaktadır (Erdem, 2017: 54).

5.4.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji ile İlgili Destek ve Teşvikler

Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımları artırmak, kaynakları güvenilir, ekonomik ve kaliteli bir şekilde ekonomiye kazandırmak, kaynak çeşitliliğini çoğaltmak

amacıyla yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektriğe devlet desteği ve alım garantileri verilmektedir. Yenilenebilir enerjiyi teşvik edici politikalar 2005 yılında başlamış olsa da 2010 yılı sonrasında getirilen düzenlemeler ile birlikte yenilenebilir enerjiye doğru yönelim artmıştır. Yenilenebilir enerjiye verilen teşviklerin başında sabit fiyat garantisi gelmektedir. Dünyada da yaygın olarak kullanılan bu yöntem her bir yenilenebilir kaynak için eşit olmamak kaydıyla sabit bir fiyatı garanti etmektedir.

Tablo 5.2: Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları için uygulanan sabit fiyat garantisi

Teknoloji	Fiyat Garantisi (Euro cent/ kWh)
Rüzgar	7,3
Hidroelektrik	7,3
Jeotermal	10,5
Güneş	13,3
Biyokütle	13,3

Kaynak: ETKB, 2014a: 53

Tablo 5.2’de görüldüğü gibi hidroelektrik ve rüzgar enerjisinde sabit fiyat garantisi 7,3 cent iken, jeotermal enerjiye dayalı üretim tesisleri için 10,5 cent, biyokütle ve güneş enerjisi tesisleri ise 13,3 cent sabit fiyat garantisi verilmektedir. Ayrıca, üretim tesislerin kullanılan mekanik ve elektro-mekanik ekipmanın yurt içinde üretilmesi durumunda ek olarak yerli katkı ilavesi yapılmaktadır. Rüzgar enerjisi üretim tesislerinde kullanılan ve üretimi yurt içinde gerçekleştirilen kanat, jeneratör, güç elektroniği, türbin kulesi, rotor ve nasele gruplarındaki mekanik imalatı için 3,7 cent yerli katkı ilavesi uygulanmaktadır. Hidroelektrik üretim tesislerinde yurt içinde gerçekleştirilen türbin ve jeneratör güç elektroniği imalatı için toplam 2,3 cent yerli katkı ilavesi uygulanırken, güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinde yurt içinde gerçekleştirilen imalat için toplam 6,7 cent, yoğunlaştırılmış enerjiye dayalı üretim tesislerinde gerçekleştirilen imalat için toplam 9,2 cent, biyokütle enerjisine dayalı üretim tesislerinde gerçekleştirilen imalat için toplam 5,6 cent, jeotermal enerjiye dayalı üretim tesislerinde gerçekleştirilen imalat için toplam 2,7 cent yerli katkı ilavesi uygulanmaktadır (Yılmaz ve Hotunluoğlu, 2015: 83-84).

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları elektrik üretimini artırabilmek için düşük kurulu güce sahip tesislerin lisanssız bir şekilde üretim yapmalarına imkan tanınmaktadır. Kurulu gücü maksimum 1 MW olan yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik santralleri ve diğer benzeri yatırımlar herhangi bir üretim lisansı olmadan faaliyet gösterebilmektedir. Türkiye’de 2018 yılı verilerine göre 5.395 adet lisanssız üretim yapan güneş enerjisi tesisi bulunmaktadır. Bu tesislerin toplam kurulu gücü 4.860 MW’dır. Bu rakamın toplam üretime katkısı %5,4 olmuştur. (enerjiekonomisi.com, 2018). Ülkemize son yıllarda verilen teşvik ve desteklerle lisanssız elektrik üretimi başvurularında artış olmuş 2014 yılında başvuru sayısı 2.735’e yükselmiştir (enerjigünlüğü.net, 2018).

1 Ocak 2012 tarihinden bu yana yürürlükte olan Yeni Yatırım Teşvik Programı, Türkiye’de yeni yatırımları özendirmeye yönelik teşviklerle ilgili dört farklı plan türü sunmaktadır:

- 1. Genel yatırım teşvik planı:** Bu plan çerçevesinde asgari sabit yatırım miktarını karşılayan tüm yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten tesisler KDV ve gümrük vergisi muafiyetinden yararlanabilmektedirler.
- 2. Bölgesel yatırım teşvik planı:** Bu teşvikler ülkedeki bölgeler arası eşitsizlikleri ortadan kaldırmak amacıyla bölge bazlı olarak tahsis edilmektedir. Farklı tür yatırımlar için asgari yatırım tutarları belirlenmiştir. Eğer spesifik bir proje türü için başka bir tür belirtilmemiş ise, asgari yatırım tutarı 1. ve 2. bölgeler için 1 milyon TL, 3. 4. 5. ve 6. bölgeler için 500.000 TL’dir. Ayrıca sadece 6. bölge için ilave %38’lik bir işgücü maliyeti indirimi uygulanmaktadır. Teşvik bölgeleri şekil 5.10’da gösterilmektedir.

Şekil 5.10: Teşvik planına göre Türkiye'nin bölgeleri



Kaynak: ETKB, 2014a: 30

- 3. Büyük ölçekli yatırımlar teşvik planı:** Türkiye'nin teknoloji olanaklarını ve Ar-Ge kapasitesini artırmak programın temel amacı olarak belirlenmiştir.
- 4. Stratejik yatırımlar teşvik planı:** Bu planın temel amacı; ithalat bağımlılığı %50'den fazla olan ara ve nihai ürünleri yurt içi üretimlerinin yaygınlaştırılmasıdır. Sabit yatırım tutarları 50 milyon TL veya daha yüksek tutardaki yatırımlar bu plandan yararlanabilmektedir. Yeni yatırım teşvik programının detayları tablo 5.3'de görülebilmektedir.

Tablo 5.3: Yeni yatırım teşvik programının ayrıntıları

Destek Önlemleri	Genel Yatırım	Bölgesel Yatırım	Büyük Ölçekli Yatırımlar	Stratejik Yatırımlar
KDV İstisnası	✓	✓	✓	✓
Gümrük Vergisi Muafiyeti	✓	✓	✓	✓
Vergi İndirimi	X	✓	✓	✓
Arazi Tahsisi	X	✓	✓	✓
Faiz Desteği	X	✓	X	✓
KDV İadesi	X	X	X	✓
Sigorta Primi İşveren Payı Desteği	X	✓	✓	✓
Sadece 6. Bölge için				
Gelir Vergisi Stopaj Desteği	✓	✓	✓	✓
Sigorta Primi İşçi Payı Desteği	X	✓	✓	✓

Kaynak: ETKB, 2014a: 30

Söz konusu teşvik planları; gerçekleştirilen faaliyetlere bağlı olarak yenilenebilir enerji tesislerine, Ar-Ge girişimlerine, ekipman geliştirme faaliyetlerine ve yenilenebilir enerji santralleri için ekipman üretimlerine uygulanabilmektedir (ETKB, 2014a, 30).

Türkiye’de ulaştırma sektöründe kullanılmak üzere yenilenebilir kaynaklardan elde edilen yakıtlarda ilgili bir takım muafiyetler getirilmiştir. 27 Eylül 2011 tarihinde Resmi Gazete’de yayınlanan “Motorin Türlerine İlişkin Teknik Düzenleme Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ” uyarınca, piyasaya akaryakıt olarak arz edilen motorin türlerinin yerli tarım ürünlerinden elde edilen biyodizel içeriğinin 1 Ocak 2014 tarihi itibarıyla % 1, 1 Ocak 2015 itibarıyla % 2, ve 1 Ocak 2016 itibarıyla % 3 olması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca biyodizel üretimini teşvik etmek için vergi muafiyeti ve kullanım zorunluluğu verilmiş, fakat kullanım zorunluluğu şartının uygulanması ertelenmiştir. Yerli hammaddeyle üretilen ve dizele karıştırılan biyodizelin % 2’si Özel Tüketim Vergisi’nden (ÖTV) muaf tutulmuştur. Aynı şekilde üretilerek benzinle karıştırılan biyoetanolin % 2’si de

ÖTV'den muaf tutulmuştur. Fakat yapılan düzenlemeler rağmen biyoyakıt üretiminde beklenen artış sağlanamamıştır (ETKB, 2014a: 66).

5.4.3. Yenilenebilir Enerji ile İlgili Performans Değerlendirmeleri

Yenilenebilir enerji ile ilgili geliştirilen planların, stratejilerin ve ileriye dönük hedeflerin ne ölçüde gerçekleştirilebildiğini, ETKB'nin her yılsonunda açıkladığı faaliyet raporları ve bağımsız kuruluşlarca yapılan inceleme vasıtasıyla ortaya koymak mümkündür. 2014 yılı ETKB Faaliyet Raporu'na göre RES kurulu gücü 3.548 MW, Hidrolik enerji kurulu gücü 23.461 MW, Jeotermal enerji kurulu gücü ise 404,9 MW olarak belirtilmiştir. 2015 yılında yayınlanan ETKB Faaliyet Raporu'nda 2019 yılı hedefleri; RES kurulu gücünün 10.000 MW'ye, GES kurulu gücünün 3.000 MW'ye, JES kurulu gücünün 700 MW'ye, biyokütle kurulu gücünün 700 MW'ye ve dalga enerjisi kurulu gücünün de 100 MW'ye çıkarılması olarak belirlenmiştir. Yine söz konusu raporda yenilenebilir enerji ile ilgili belirlenen hedeflere ulaşılma oranları açıklamıştır. Bunlar;

- Bir önceki yıl RES kurulu gücünün 5.600 MW'ye çıkarılması hedeflenmiş, gerçekleşen rakam ise 4.464 MW olmuştur.
- Yeni teknolojilerin kullanılmaya başlanması oranı ile ilgili hedeflenen gösterge oranı % 20 iken gerçekleşen oran % 0 olmuştur.
- Ölçülebilir Ar-Ge çalışmaları ile ilgili konulan gösterge hedef % 20, gerçekleşen ise % 0'dır.
- Biyokütle enerjisine dayalı elektrik üretimi kurulu gücü hedefi 300 MW olarak belirlenmiş, gerçekleşen rakam ise 84 MW olmuştur. Bu alanda gelişmeler yetersiz kalmıştır.
- Güneş enerjisi kurulu gücü hedefi 300 MW olarak belirlenmiş, gerçekleşen rakam 253 MW ile hedeflenen rakama yaklaşmıştır.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik enerjisi üretim tesislerinde yerli imalat kullanım oranı gösterge hedefi % 5 olarak belirlenmiş, gerçekleşen hedef % 0 olmuştur. Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen

elektrik enerjisi sistemleri ve ekipmanları ithal yolla temin edilmektedir. Söz konusu ekipmanların yurt içinde üretilebilmesi döviz tasarrufu ve istihdam açısından önemlidir.

- Dalga, akıntı ve deniz termal enerji potansiyeli belirleme ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır.
- Pompalı HES destekli RES hibrid enerji projesi tamamlanma oranı hedef göstergesi %5, gerçekleşen %0.
- Enerji verimliliği yol haritasının tamamlanması ile ilgili gösterge hedef % 40, gerçekleşme aynı oranda başarı olmuştur.
- Enerji tasarruf planının belirlenmesi ile ilgili % 90 gösterge hedef konulmuş, % 80 oranında başarıya ulaşılmıştır.
- Jeotermal enerjiye dayalı bölgesel ısıtma sistemi kurulması ile ilgili tesis hedefi 1 adet olarak belirtilmiş fakat tesisin yapımına başlanılamamıştır.
- İşletmedeki RES'lerin "Rüzgar Gücü İzleme ve Tahmin Merkezine" bağlanması hedefi 80 adet tesis olup, 81 adet tesis başarıyla merkeze bağlanmıştır.
- Enerji yöneticisi olarak istihdam edilmek üzere 30 personele eğitim hedefi konulmuş fakat hiçbir personele eğitim verilememiştir (ETKB, 2015: 162-170).

2016 ETKB Faaliyet Raporu'nda belirlenen hedefler ve bu hedeflerle ilgili yapılan çalışmalar yer almıştır:

- 1 adet yenilenebilir enerji projelerini izleme ve değerlendirme sistem kurulmuştur.
- Güneş enerjisine dayalı elektrik kurulu gücü hedefi 1.050 MW olarak hedeflenmiş, gerçekleşen kurulu güç miktarı 832 MW olarak açıklanmıştır.

- Biyokütle enerjisi kurulu gücü hedefi 460 MW olarak belirlenmiş, 467 MW biyokütle enerjisi kurulu gücüne ulaşılmıştır.
- RES kurulu gücü dönem hedefi dönem başında 7.550 MW olarak açıklanmış olsa da gerçekleştirilebilen rakam 5.751 MW'de kalmıştır.
- Örnek fotovoltaik güneş enerjisi santrali pilot projesi ile üretilecek yıllık enerji miktarı hedefi 30 MW olarak açıklanmış, gerçekleştirilen üretim 16,7 MW'de kalmıştır.
- RES'lerin "Rüzgar Gücü İzleme ve Tahmin Merkezine" (RİTM) bağlanması için 10 santral hedefinin çok üstünde bir başarı sergilenmiş, 645 RES santrali RİTM'e bağlanmıştır.
- Dalga, akıntı ve deniz termal enerji potansiyelinin belirlenmesi için çalışmalar başlamış gösterge hedef oranlarına ulaşılmıştır.
- Elektrik üretiminde yeniden üretim kojenerasyon ve mikrojenerasyon sistemlerinin yaygınlaştırılması için 400 MW'lik yeniden üretim hedefi konmuş, 115 MW yeniden üretim gerçekleştirilebilmiştir.
- 2016 yılı sonu itibariyle hidrolik enerji kurulu gücü 26.681 MW'ye, RES kurulu gücü 5.751 MW'ye, JES kurulu gücü ise 820,9 MW'ye ulaşmıştır (ETKB, 2016:148-154).

2017 yılı sonunda yayınlanan 2017 ETKB Faaliyet Raporu'nda sene başında konulan hedefler ve bu hedeflere ulaşılabilme oranları verilmiştir;

- Güneş Enerjisine dayalı enerji üretim hedefi 1.800 MW olarak belirlenmiş, ulaşılan rakam ise 1.573 MW olmuştur.
- RES kurulu gücü hedefi 9.500 MW olarak belirlenmiş fakat bu rakamı çok altında olan 717 MW kurulu güce sahip santral açılabilmiştir.
- Biyokütle enerjisine dayalı kurulu güç hedefi 540 MW olarak belirlenmiş, ulaşılan miktar ise 193 MW olmuştur.

- Elektrik üretiminde yeniden üretim kojenerasyon ve mikrogenerasyon sistemlerinin yaygınlaştırılması için 600 MW'lık yeniden üretim hedefi konmuş, 327,8 MW yeniden üretim gerçekleştirilebilmiştir.
- Ülkemizde hidrojen teknolojileri konusunda yeni teknolojilerin gelişmesine katkı sağlamak, hidrojen teknolojileri ile ilgili 'know-how' geliştirmek, üniversiteler ve orta öğretim kurumlarında hidrojen teknolojisi ile ilgili farkındalığın gelişmesini sağlamak için hidrojen teknolojileri laboratuvarı tanıtım faaliyetleri gösterge hedefi %100 olarak belirlenmiş, gerçekleşme oranı ise %50' de kalmıştır (ETKB, 2017: 133-136).

2014-2017 yılı faaliyet raporları incelendiğinde yenilenebilir enerji ile ilgili konulan kurulu güç hedeflerine birkaç istisna dışında ulaşıldığı fakat konulan hedeflere belirlenen yılsonunda değil ancak bir sonraki yılda ulaşılabildiği dikkat çekmektedir. Hedeflere ulaşılabilme oranlarına bakıldığında 2014 yılında belirlenen 2019 yılı kurulu güç hedef miktarlarına ise Haziran 2018 itibariyle genel olarak ulaşıldığı gözlemlenmektedir. ETKB'nin verilerine göre güneş enerjisi kurulu gücü 4.726 MW'ye ulaşarak hedef olarak konulan 3.000 MW'nin üstüne çıkmıştır. Rüzgar enerjisi için aynı şeyi söylemek mümkün olmamaktadır. 2019 yılı için konulan 10.000 MW kurulu güç hedefinin ancak 6.671 MW'lik kısmına ulaşılabilmiştir. Jeotermal enerji kurulu güç hedefi 700 MW olarak belirlenmiş, Haziran 2018 itibariyle Türkiye'de JES kurulu gücü 1.144 MW olmuş, hedeflenen rakamın üzerine çıkılma başarısı gösterilmiştir. Biyokütle enerjisi için konulan 700 MW'lik hedef tutturulmuş, 695 MW kurulu güce ulaşılmıştır. Dalga, akıntı ve deniz termal kurulu gücünde ise 100 MW hedef konulmasına rağmen herhangi bir gelişme yaşanmamış ve bir tesis kurulamadığı görülmüştür. Hidrolik enerji kurulu gücü ise 4 yılda 4.500 MW artış göstererek 27.912 MW düzeyine yükselmiştir. Ulaşılan rakamlar, rüzgar, dalga ve hidrolik enerji kurulu gücü hariç diğer yenilenebilir kaynaklar kurulu güçlerinin 2023 yılında varılması planlanan hedefleri de aştığı söylenebilmektedir. Bu bağlamda 2023 yılı ile ilgili yeni hedeflerin belirlenmesi mantıklı olacaktır (ETKB,2018). Tüm bu yenilenebilir kaynaklara dayalı enerji arzı artışı umut verici olsa da yeterli değildir. Türkiye'nin enerji ithalat bağımlılığının azaltılması ve yüksek enerji maliyetlerin düşürülebilmesi için yatırımların artırılması gerekmektedir.

5.4.4. Yenilenebilir Enerji ile İlgili Politika Önerileri

Türkiye'nin giderek artan enerji ihtiyacının dışa bağımlı kaynaklardan karşılanması hem enerji arz güvenliğini azaltan hem de cari açıkta artış yaratan bir sorun teşkil etmektedir. Fosil enerji kaynakları fiyatlarındaki dalgalanmalar ve 2018 yılında döviz kurlarının yaşanan artışlar Türkiye'nin enerji faturasını kabartmaktadır. Önümüzdeki 50 yıl içerisinde fosil kaynakların tükenebilecek olması da yenilenebilir enerji kaynaklarının öneminin daha da artacağına kanıt olmaktadır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji alanında gelişme göstermesi ve ihtiyacı olan enerjiyi yerli kaynaklardan karşılaması bir seçenek değil zorunluluk olmaya başlamıştır. Yenilenebilir enerji tesislerinin gelişmiş bir teknolojiye ihtiyaç duyduğu ve diğer enerji tesislerine göre görece daha yüksek yatırım miktarı gerektirdiği bir gerçektir. Fakat yenilenebilir enerji tesisleri için gerekli ekipman ve teknolojilerin yurt içinde üretilmesine imkan tanıyan politikalar oluşturulur, projeler yeteri kadar desteklenirse bu konuyla ilgili gelişme kaydedebileceği açıktır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerini üretimi, montajı ve bakımıyla ilgili yetiştirilecek teknik personel ile yeni istihdam alanları açılabilir. Bu bakımdan teknik liselerde yenilenebilir enerji sistemleriyle ilgili bölümler açmak, üniversitelerde bu alanla ilgili mühendis yetiştirmek önem arz etmektedir. Yeşil büyüme hedefi doğrultusunda dünyada yeşil işlerde istihdam giderek artış göstermekte, Türkiye'nin de dünyadaki bu gelişmeler doğrultusunda hamle yapması gerekmektedir. Örneğin Brezilya'da 170.000 kişi alüminyum geri dönüşüm tesislerinde çalışmakta, tüm geri dönüşüm tesislerinde çalışan kişi sayısı 500.000'i bulmaktadır (UNEP, 2008: 18).

Yenilenebilir enerji kullanımında hızlı bir gelişim sağlanabilmesi için yenilenebilir enerji politikaları bir devlet meselesi olarak görülmeli, yenilenebilir enerji ile ilgili teşviklerin ve desteklemelerin miktar ve kapsamı genişletilmelidir. Vergi muafiyetleri kapsamı artırılmalı, alım garantisi süreleri uzatılmalı ve özel sektörün giremediği alanlarda devlet eliyle yatırım yapılmalıdır. Elektrik enerjisi tüketiciye güvenli, verimli ve olabilecek en ucuz fiyattan ulaştırılmalıdır. Yenilenebilir enerjiyle üretilen elektrik enerjisi kullanımını yaygınlaştırmak için bu şekilde üretilen elektrik enerjisinden vergi alınmaması yatırımları özendirici nitelikte olabilmektedir.

Yenilenebilir enerji potansiyeli ve tesis kurulabilecek yerlerin araştırmaları uzman bilirkişiler eşliğinde bilimsel bir Şekilde yapılmalı, kaynak israfına yol açılmaması için projeler dikkatle incelenmelidir. Yenilenebilir enerjiye dayalı üretim yapan tesisler uygun yerlerde ve uygun koşullarda kurulmazsa hem çevreye zararlı etkileri olabilmekte hem de yüksek miktarda kaynak israfına yol açabilmektedir. Örneğin jeotermal enerji tesislerinde akışkan sıvıdaki zehirli maddelerin toprağa karışması gibi sıkıntılar oluşabilmekte, bu gibi durumların yaşanmaması için zen gösterilmesi gerekmektedir. Bir başka örnek olarak da HES projelerinin vresel etkilerini göz önünde bulundurmak ve ekosistemi bozucu etkileri olan projeleri iptal etmek gerekliliğidir.

Akaryakıt ihtiyaının yenilenebilir kaynaklardan giderilebilmesi için daha ayrıntılı politikalar oluşturulmalı, gelişen teknolojiler takip edilmelidir. Artan döviz kuru nedeniyle pahalılaşan akaryakıt fiyatları, nakliyenin % 99 oranında karayoluyla yapıldığı Türkiye’de maliyetleri artırıcı etki yapmaktadır. Bu durumda ithal kaynak bağımlılığının azaltılması için biyoyakıt üretimini artırmak ve üreticiye biyoyakıt hammaddeleri üretiminde teşvik vermek çok önemli bir hal almıştır. Biyodizel ve biyoetanol üretiminin artırılması, bu artışın ise tarımsal ve ekonomik dengeleri bozmadan yapılması gerekmektedir. Biyoyakıt enerjisi için kullanılacak tarımsal ürünlerin üretim miktarlarını ve fiyatları kontrol altında tutmak, oluşabilecek piyasa dengesizliklerini önlemek açısından önemlidir. Biyoyakıt hammaddesi olarak kullanılabilen Őeker pancarı ve mısır gibi ürünlerin üretimlerini diğer tarım ürünleri aleyhine artırmamak gerekmektedir. Örneğin söz konusu ürünlere diğer tarım ürünlerinden daha yüksek bir taban fiyat açıklamak, birçok üreticinin biyoyakıt hammaddesi üretimine geçmesiyle sonuçlanabilmekte, bu durum ise gerekli diğer tarım ürünlerinin arzının azalmasına ve fiyatlarının yükselmesine neden olabilmektedir. Biyoyakıt hammaddesi üretiminin kontrolsüz yapıldığı coğrafyalarda yüksek miktarda ormansızlaşmanın görüldüğü de tespit edilmiştir. Bu nedenle biyoyakıt üretiminin planlı ve denetimli bir Şekilde yapılması gerekmektedir. Akaryakıtta dışa bağımlılığı azaltmanın bir yolu da raylı sistemlerin kullanımının yaygınlaştırılmasıdır. Bu Şekilde akaryakıt kaynaklı sera gazı salınımı da azaltılabilir.

Türkiye güneş enerjisi sistemleri sayısı bakımından ABD'nin ardından ikinci sırada bulunsa da bu enerji büyük ölçüde sıcak su elde edilmesi için kullanılmaktadır. Güneş enerjisinden aynı anda hem sıcak su hem de elektrik enerjisi üretebilen sistemlerin yaygınlaştırılması enerjinin verimli kullanılması açısından çok önemlidir. GES'lerin kurulum olarak büyük bir yüzölçümü gerektirmesi bilinen bir gerçektir. Fakat son yıllardan gelişen teknolojiler ile mikro bazda elektrik üreten enerji sistemleri geliştirilmektedir. Çok büyük bir alan kullanılarak merkezi bir GES kurulmasındansa belirlenen pilot bölgelerde apartman çatıları değerlendirilerek mikro GES sistemleri kurulabilmektedir. Bu konuda Hollanda'nın yaptığı çalışmalar örnek alınabilir. 1.100 güneş enerjisi sistemi tedarikçisi olan Hollanda'da 2013 yılında 101.000 evin çatısına güneş paneli sistemi yerleştirilmiştir (enerjigünlüğü.net, 2018) 2014 yılında 200.000 çatıya güneş enerjisi paneli yerleştirme hedefi koyan Hollanda'da 2017 yılında 870 MW'lik enerji çatılardan bulunan güneş panellerinden elde edilmiştir (yeşilekonomi.com, 2018).

Rüzgar enerjisinde yatırımlar her geçen gün artmakla beraber beklenen düzeylerin altında kalmaktadır. Rüzgar enerjisi yatırımlarının çok maliyetli, oluşunun ve alım garantisi sürelerinin kısa olarak değerlendirilmesinin bu durumda etkisi büyüktür. Rüzgar enerjisi tesislerinde de güneş enerjisi gibi yerel bazda üretim yaygınlaştırılmalı, mümkün olduğu ölçüde ekipmanların yurt içinde yapımı özendirilmelidir. Türkiye'nin devasa rüzgar gücü potansiyelinden yararlanmak ekonomik dengeler açısından büyük önem teşkil etmektedir.

SONUÇ

Son ikiyüzelli yılda insanlık, daha önceki bin yıllarda gösterdiği gelişmelerden daha fazla gelişme ve ilerleme göstermiştir. Şüphesiz ki bu gelişmenin altında yatan en önemli etken endüstrileşmenin imkan sağladığı teknolojik gelişmeler olmuştur. Fakat insanlık bu ilerlemenin bedelini üzerinde yaşadığı gezegen olan Dünya'nın yok olması tehlikesiyle yüz yüze kalarak ödemektedir. Sanayi devrimi ile başlayan endüstrileşmenin fosil kaynaklara olan bağımlılığı, artan talep ve üretim ile daha da şiddetlenmiş bunun sonucu olarak da atmosfere salınan sera gazları iklim dengesini bozmaya başlamıştır. 20. yüzyılda gündemimize giren küresel ısınma sorunu ekolojik yaşamı, canlı hayatını kısacası tüm doğayı tehlikeye sokmuştur.

Tüm ekonomik faaliyetlerin yürütülebilmesi için enerji denen hayati girdiye ihtiyaç duyulmaktadır. Sanayileşmenin başlaması ile birlikte enerjinin ve enerji kaynaklarının önemi giderek artmıştır. 19. yüzyılda kömür, 20. yüzyılda ise petrol başlıca enerji kaynağı olmuş, teknolojinin gelişmesine paralel olarak bu enerji kaynaklarına doğalgaz ve nükleer enerji de eklenmiştir. Enerji girdisine duyulan şiddetli ihtiyaç, enerji kaynaklarının aşırı tüketimine sebep olmuş, bunun sonucunda ise ciddi çevre sorunları ortaya çıkmıştır. Meydana gelen çevre sorunlarına 70'li yıllardan itibaren görülmeye başlanan enerji fiyat dalgalanmaları da eklenince, enerji- üretim- tüketim paradigmasının tekrar gözden geçirilmesi mecburiyeti doğmuştur. Bu mecburiyete ekonomistler kayıtsız kalamamış, hem ekonomik büyümeyi sürdürülebilir şekilde devam ettirebilecek hem de ekolojik dengeye zarar vermeyecek enerji kaynakları arayışları hız kazanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları olarak da tanımlanabilecek bu enerji kaynaklarının, kısa zamanda fosil enerji kaynaklarının yerini alması da alternatif olarak uzun vadede ihtiyaç duyulan enerjiyi karşılayabileceği düşünülmektedir. Bu durumla ilgili bir çok teorik çalışma yapılmış ve ortaya doğal kaynak iktisadı, ekolojik iktisat, çevre iktisatı gibi yeni alanlar çıkmıştır.

20. yüzyıl ile birlikte gelişen ekonomik ilişkiler, ülkelerin maddi refahlarını sağlamak için kaynakları aşırı kullanmalarıyla sonuçlanmıştır. Oluşturulan iktisadi modellerin, ekonomik refahın sağlanması ve devam etmesi için sürekli büyümenin gerçekleşmesi gerektiğini belirtmesi, büyümenin bir sınırı var mıdır sorusunun

sorulmasına neden olmuştur. Bu durum kaynakları sınırlı olan bir dünyada sınırsız büyümenin mümkün olamayacağı görüşünün ileri süren iktisatçıları alternatif modeller oluşturmaya itmiştir. Bu süreç zamanla ekolojik iktisat, yeşil ekonomi ve yeşil büyüme kavramlarının literatüre girmesiyle sonuçlanmıştır. Bu gelişmeler çerçevesinde, kamuoyunun çevreye duyarlı ekonomi konusunda bilinçlenmeye başlaması ile birlikte söz konusu modellerin önerileri daha ciddi bir şekilde ele alınarak Birleşmiş Milletler gündemine girmiş ve ülkeler tarafından tecrübe edilmeye başlanmıştır. Uygulanan teşvikler, karbon emisyon vergileri, eko vergiler gibi uygulamalar AB’de uygulanmaya başlanırken, gelişmekte olan ülkeler henüz bu tip uygulamalara hazırlıklı görünmemektedir.

Günümüzde ekonomik faaliyetlerin temel girdisinin enerji olduğu artık tartışılmaz bir gerçektir. Hal böyleyken ekonomistlerin bu hayati girdiye odaklanmaları gayet mantıklı olmuş ve enerji-büyüme ilişkisini açıklamaya çalışan birçok teori geliştirilmiştir. Üretim ilişkileri, teknoloji ve tüketim alışkanlıkları değiştikçe daha birçok yeni teori geliştirileceği de açıktır. Kullanılan enerji kaynaklarını tümden veya bir anda değiştirmenin mümkün olmayışı ve enerjinin fiziksel sınırları şu an için sınırsız verimli enerji kullanımına imkan vermemektedir. Bu durum ülkeleri enerjiye ulaşım, enerjiyi verimli kullanım ve güvenli bir enerji arzı sağlamada planlama yapmaya mecbur bırakmaktadır. Özellikle 1970’li yıllardan sonra enerji girdilerinin maliyetlerinin artması ve ilerleyen yıllarda dalgalı bir seyir izlemesi yeni ve alternatif enerji kaynakları kullanımı konusunun önemini artırmıştır.

Enerjinin iktisat literatürüne girişi 19. yüzyıla kadar uzansa da iktisatçıların dikkatini ancak 1970’li yıllardan sonra çekmiştir. Neoklasik iktisatçıların büyüme kavramını emek ve sermayeden ibaret görüşü, bir müddet sonra bu ikiliye teknoloji kavramının eklenmesi iktisat teorisi açısından bir gelişme olarak algılansa da yeterli olmamıştır. Georgescu-Roegen’nin analizlerine kadar, herhangi bir meta üretiminin temel girdisinin enerji olduğunun teorik açıklaması, enerji girdisinin bir maliyet unsuru olarak değerlendirilmesinden ibaret olmuştur. Georgescu-Roegen’nin ortaya koyduğu biyofiziksel üretim teorisi, enerji dönüşümlerinin fiziksel sınırlarına dikkat çekerek ekonomik faaliyetlerin neden sonlu olduğuna dair önemli tespitler içermektedir. Klasik büyümeye dayalı enerji metodunun aşırı kaynak kullanımına neden olması, verimsiz kullanılan enerji kaynaklarının doğaya zarar vermesi ve

yenilenemeyen enerji kaynaklarının er geç tükenecek olması gibi sebeplerden ötürü, yenilenebilir ve verimli enerji kullanımını öneren enerjiye dayalı büyüme teorisiyle yer değiştirecek olması ileri bir gelecekte muhtemel gözükmektedir.

Enerji talebinin her geçen gün artması enerji politikalarının önemini giderek artırmaktadır. Ülkeler enerji politikalarının belirlerken ekonomi, sanayi, savunma ve dış politikalarını dikkate almak zorundadırlar. Ülkelerin kalkınması için hayati önem taşıyan enerji bağımsızlığı, politikalar oluşturulurken dikkat edilmesi gereken yegâne unsurdur. Yenilenemeyen yakıtlardaki fiyat dalgalanmaları, politik istikrarsızlıklar, terör saldırıları gibi faktörler enerji arz güvenliğinin sarsıcı etkenlerdir. Bu gibi durumlardan sakınmak için çeşitlendirilmiş ve yenilenebilir enerji kaynaklı enerji arzlarının oluşturulması gerekmektedir. Yenilenebilir, temiz, güvenli ve istikrarlı enerji arzının sağlanabilmesi için yatırım ortamının iyileştirilmesi, hukuki hakların güvence altına alınması, rekabetçi bir piyasa ortamının sağlanması ve Ar-Ge yatırımlarının artırılması büyük önem taşımaktadır. Özellikle Türkiye gibi enerji ithalat bağımlılığı yüksek olan ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım imkanlarının iyileştirilmesi öncelikli konular arasında olmalıdır. Enerji arzının sürdürülebilir olması açısından da yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek mantıklı bir seçenek olacaktır. Fosil kaynaklı enerjinin dünyanın iklimsel geleceğini tehlikeye atması ve gezegenin yaşamsal organları yok ediyor olması öncelikli tehdit olarak algılanmalıdır. İnsanlığın üzerinde yaşayabileceği bir gezegenin olmaması diğer bütün kavramları anlamsızlaştırmaktadır. Bu nedenle gelecek nesilleri güvenliği için yenilenebilir enerji kaynaklarından olabildiğince erken ve çok miktarda yararlanabilmek ciddi önem taşımaktadır. Son yıllarda bu konuda yaratılan farkındalıkla birlikte dünyada yenilenebilir enerji kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bugün yürütülen kampanyalar ve uluslararası politikalar sayesinde dünya enerji üretiminin %20'si yenilenebilir kaynaklardan karşılanmaktadır.

Türkiye yenilenemeyen enerji kaynakları açısından fakir bir ülke olmasına rağmen yoğun enerji kaynağı olan ülkelere bölgelere yakın konumda bulunmaktadır. Sahip olduğu jeopolitik konum gereği enerji transferinde bir köprü görevi görmektedir. Fakat fosil enerji bakımından yetersiz kaynağa sahip olan Türkiye enerji bakımından dışa bağımlı bir durumdadır. Bu durum yüksek miktarda enerji ithalat faturalarıyla

karşı karşıya kalınması anlamına gelmektedir. Son dönemlerde gerçekleşen döviz kuru artışı bu faturanın daha da kabarmasına neden olacaktır. Türkiye'nin %80'lere varan enerji dışa bağımlılığının düşürülmesi için yenilenebilir kaynaklardan enerji üretmesi cari denge açısından pozitif bir etki yapacaktır. Enerji üretiminin kademeli olarak millileştirilmesi ve gerçekleşen her döviz tasarrufunun yenilenebilir enerji yatırımlarına ayrılması bir yöntem olarak düşünülebilir. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının ülke coğrafyasında bol ve çeşitli miktarda bulunması Türkiye için büyük bir imkan yaratmaktadır.

Türkiye'de enerji ile ilgili mevzuatlar 1963 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın kurulmasıyla birlikte somutlaşmaya başlamıştır. Birinci Kalkınma Planı'ndan itibaren enerji ile ilgili politikalar oluşturulmuş ve hedefler konularak bu hedeflere ulaşılmaya çalışılmıştır. 1984 yılında ilk kez gündeme gelen yenilenebilir enerji konusu, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanunu'nun çıkarılması ile yeni bir döneme girmiştir. Bu kanun ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi artmış ve özel sektörün bu alana yatırım yapması özendirilmiştir. Verilen teşvik ve sübvansiyonlar ile yenilenebilir enerji alanı cazip bir yatırım alanına dönüştürülmeye çalışılmıştır. Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı ile on yıllık strateji ve hedefler belirlenmiş ve bir takım ana ilkeler belirlenmiştir. Bu planın sonucu olarak 2023 yılına ilişkin konulan hedeflere rüzgar enerjisi haricinde 2018 yılı itibariyle ulaşıldığını görmek sevindiricidir. Buna karşın yenilenebilir enerji yatırımlarını sadece özel sektör yatırımlarına indirgemek, yatırımların piyasa riskleriyle karşı karşıya kalmasına neden olabilecektir. Bu sebeple yenilenebilir enerji yatırımlarının devlet eliyle desteklenmesi de gerekmektedir. Sabit Alım garantisi anlaşmalarının yerli parayla yapılması, yenilenebilir enerji ekipmanlarının olabildiğince yerli üretimle karşılanması hem istihdamı artırıcı etkisi hem de cari denge üzerindeki olumlu etkisi nedeniyle gerekli gözükmektedir.

Türkiye gerek enerji verimi gerekse yenilenebilir enerji üretimi konusunda gelişmiş ülkelerin gerisinde bulunmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerle karşılaştırıldığında son yıllardaki yatırımlar ile ilerleme kaydedilmesi rağmen artan enerji talebiyle birlikte daha fazla yatırımın gerektiği açıktır. Ucuz, temiz ve istikrarlı enerji üretimi sanayi alanında rekabet edilebilirliğin artması demektir. Elektrik tüketiminde halen %15'lere varan kayıp kaçakla mücadele eden Türkiye'de elektrik maliyetlerinin

düşürülmesi ve halka ucuz elektrik ulaştırılması önemlidir. Elektrik üretiminde kullanılan enerji girdilerinin büyük oranda ithal olması nedeniyle bu kaynaklara gelen zamlar elektriğe yansımaktadır. Elektrik enerjisinde bu zam baskısını ortadan kaldırmak için yerli üretim yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminde geçilmesi ucuz elektrik kullanımının için gereklidir. Sonuç olarak Türkiye'nin ithalat kaleminde büyük bir yükü oluşturan enerji ithalatını azaltmak için yenilenebilir enerjinin toplam enerji arzındaki oranını mümkün olduğunca artırmak gerekmektedir. Fosil yakıtların neden olduğu karbon salınımı sebebiyle değişen iklim koşullarından etkilenecek olan Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişinde birçok menfaati bulunmaktadır. Üretimin temel girdisi olan enerjinin bağımsız ve milli bir şekilde üretiminin, ekonomik, politik ve kültürel bağımsızlığı da beraberinde getireceği unutulmamalıdır.

KAYNAKÇA

5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, (2007), *T.C. Resmi Gazete*, 26510, 18 Nisan 2007.

Akçacı, T.,Karaata, A., (2014), “Türkiye’de Uluslararası Fonların Paradoksal Etkisi: Hollanda Hastalığı”, <https://docplayer.biz.tr/16234648-Turkiye-de-uluslararasi-fonlarin-paradoksal-etkisi-hollanda-hastaligi-the-paradoxical-effect-of-international-funds-in-turkey-dutch-disease.html>, Erişim Tarihi: 15.09.2018.

Alagöz, M. (2004), “Sürdürülebilir Kalkınmanın Paradigması”, *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, (8): 1-23.

Alam, M. S., (2006), “Economic Growth and Energy”, *Munich Personal RePEc Archive (MPRA) Paper*, Paper No: 1260, Germany.

Albayrak, E.N.,Gökçe, A. (2015), “Ekonomik Büyüme ve Çevre Kirliliği İlişkisi: Kuznets Eğrisi ve Türkiye Örneği”, *Social Sciences Research Journal*, 4(2): 279-301.

Alcott, B., (2005), “Jevons Paradox”, *Ecological Economics*, (54): 9-21.

Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: Strateji ve Bütçe Başkanlığı.

Aşıcı, A.A., (2017), “Sürdürülebilir Yaşam İçin Bir Dönüşüm Önerisi: Yeşil Yeni Düzen”, (Editör) A.A. Aşıcı, Ü. Şahin, *Yeşil Ekonomi*, İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi, 105-132.

Aydın, F.F., (2010), “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (35): 317-340.

Azari, H.B., (2014), “Karbon Emisyon Piyasaları”, *4.İnternational Scientific Conterence of, Iranian Academics in Turkey*, 03-2014, Ankara, 1-9.

- Bacak, S., vd., (2009), “Türkiye ve AB Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Politikaları ve Hedefler”, *Tarım Makinaları Bilim Dergisi*, 5(1): 9-14.
- Bal, O., (2017), “Sürdürülebilir Ekonomik Büyüme Kavramına Teorik Bakış”, *International Conference on Eurasian Economies 2017*, Bişkek: 348-354.
- Bayraç, H.N., (2009), “Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye: Petrol ve Doğalgaz Kaynakları Açısından Bir Karşılaştırma”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1): 115-142.
- Bayraç, H.N., vd. (2018), *Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Enerji Politikaları*, Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım
- Beşergil, B. (2009), *Petrol, Petrol Kimyası*, Ankara: Gazi Kitabevi.
- Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: Strateji ve Bütçe Başkanlığı.
- Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: Strateji ve Bütçe Başkanlığı.
- Botaş (2018), <http://www.botas.gov.tr/> Erişim:27.03.2018.
- Çamdalı, Ü., (2012), “Termodinamik ve Sosyal Sistemlerin Yakın Çevre İlişkilerindeki İlginç Benzeşim, Değişim ve Bir Sonuç-Bir Ümit” , *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi*, 67(2): 213-221.
- Çepel, N. (2003), “Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişimi” <https://www.academia.edu>, Erişim: 20.02.2018.
- Dalmış, Ö. (2017), *BP Dünya Enerji İstatistikleri Raporu*, Ankara: Türkiye Enerji İstatistikleri ve Politikaları Araştırma Merkezi.
- Daly, H., (2007), *Ecological Economics and Sustainable Development: Selected Essays of Herman Daly*, Edward Elgar Publication, Cheltenham, UK.
- Daly, H.,Farley, J., (2004), *Ecological Economics: Principles and Applications*, Island Press, California.

- Dedeoğlu, M. (2017), “İklim Değişikliğinin G Üzerindeki Etkileri” (Editör) H. Atik, *Küresel Isınma, İklim Değişiklikleri ve Sosyo-Ekonomik Etkileri*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 200-224.
- Devarajan, S.,Fisher, A., (1981), “ Hotelling’s Economics of Exhaustible Resource: Fifty Years Later”, *Journal of Economics Literature*, 19: 65-73.
- Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: Strateji ve Bütçe Başkanlığı
- Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: Strateji ve Bütçe Başkanlığı.
- Dünya Bankası (2012), “Inclusive Green Growth: The Pathway to Sustainable Development”, Washington D.C.
- Emo (2018), http://www.emo.org.tr/ekler/d5ad837d4f51183_ek.pdf, Erişim: 28.02.2018.
- Epdk (2017), *Doğalgaz Piyasası 2016 Yılı Sektör Raporu*, Ankara: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu.
- Erataş, F.,Uysal, D., (2014), “evresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının BRİCT lkeleri Kapsamında Değerlendirilmesi”, *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64(1): 1-25.
- Erbaykal, E., (2007), “Türkiye’de Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme zerindeki Etkisi”, *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1): 29-44.
- Erdem, ., (2017), “Türkiye’de Enerji Görünümü ve Politikaları”, *23. Uluslararası Enerji ve evre Fuarı Konferansı ICCI 2017 Bildiriler Kitabı 3-5 Mayıs 2017*, 51-55, İstanbul.
- Erdener, vd. (2013), *Sürdürülebilir Enerji ve Hidrojen*, Ankara: ODTÜ Yayıncılık.
- Erdoğan, S. (2016), *Arz Güvenliği Bakışı İle Türkiye’de Enerji Politikaları*, Ankara: Orion Kitabevi.

- Erk, N. (2017), “İklim Değişikliği ve Tarımsal Üretim Üzerine Etkileri” (Editör) H. Atik, *Küresel Isınma, İklim Değişiklikleri ve Sosyo-Ekonomik Etkileri*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 134-165.
- Etkb (2014a), *Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı*, Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- Etkb (2014b), *Onuncu Kalkınma Planı: Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programı Eylem Planı*, Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- Etkb (2015), *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2015 Faaliyet Raporu*, Ankara.
- Etkb (2016), *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2016 Faaliyet Raporu*, Ankara.
- Etkb (2017a), *Dünya ve Türkiye’de Tabii Kaynaklar Görünümü*, Ankara: Strateji Geliştirme Başkanlığı.
- Etkb (2017b), *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2017 Faaliyet Raporu*, Ankara.
- Etkb (2018), Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, www.etkb.gov.tr, Erişim: 23.03.2018.
- Frankel, J.A., (2010), “The Natural Resource Curse: A Survey”, *NBER Working Paper* No: 15836: 1-47.
- Gurbanov, S., (2012), *Hollanda Hastalığı Teori ve Örnekleri*, İstanbul: Akis Kitap Yayıncılık.
- Gürak, H. (2016), *Ekonomik Büyüme ve Kalkınma- Kuramlar, Eleştiriler ve Alternatif Bir Büyüme Modeli*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Hamilton, J., (2005), “Oil and Macroeconomy”, *Palgrave Dictionary of Economics*, http://econweb.ucsd.edu/~jhamilto/JDH_palgrave_oil.pdf , Erişim Tarihi: 19.08.2018.
- Hussen, A.M., (2004), *Principles of Environmental Economics*, London: New York Routledge.

İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: Strateji ve Bütçe Başkanlığı.

İlbaş, M. (2014), *Enerji-Politik Dünya ve Türkiye*, Ankara: Berikan Yayınevi.

İrena (2017), *Renewable Capacity Statistic 2017*, Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.

İrena(2018), International Renewable Energy Agency, <http://www.irena.org/hydropower> , Erişim: 10.03.2018.

Jimenez- Rodriguez, R.,Sanchez, M., (2004), “Oil Price Shocks and Real GDP Growth: Empirical Evidence For Some OECD Countries”, *European Central Bank Working Paper Series*, W.P. No: 362.

Karaaslan, A. (2017), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği*, Bursa: Ekin Yayınevi.

Karagöl, E.T., Kavaz, İ. (2017), “Dünya ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji”, *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı* (197):1-13.

Karayılmazlar, S., vd. (2011), “Biyokütlenin Türkiye’de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi”, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 13(19):63-75.

Kasztelan, A., (2017), “Green Growth, Green Economy And Sustainable Development: Terminological And Relational Discourse”, *Prague Economy Papers*, 26(4): 487-499.

Kaya, İ.S., (2012), “Uluslararası Enerji Politikalarına Bir Bakış: Türkiye Örneği” , *Uluslararası Enerji Hukuku Sempozyum Bildirileri, 11-12 Mayıs 2012*, 269-288, Mersin.

Khanna, N., (2003), “On the Economics of Non-Renewable Resources”, *Department of Economics Working Paper Number 0102, Binghamton University*, 1-38.

Koçak, Ç., (2018), “Enerji Sektöründe Talep Tahminleri ve Türkiye Genel Enerji Değerlerinin İrdelenmesi”, *Türkiye'nin Enerji Görünümü 2018 TMMOB Oda Raporu*, Yayın No: MMO/691, Ankara.

Kpmg Enerji, (2018), KPMG 2018 Enerji Sektör Raporu.

Kpmg Türkiye, (2015), Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Vergi ve Teşvikler.

Kpmg, (2015), Taxes and Incentives for Renewable Energy.

Kronenberg, T., (2008), “Should We Worry About the Failure of the Hotelling Rule?”

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.521.4205&rep=rep1&type=pdf> , Erişim Tarihi: 17.08.2018.

Livernois, J., (2009), “On the Empirical Significance of the Hotelling Rule”, *Review of Environmental Economics and Policy*, 3(1): 22-44.

Maslin, M. (2011), *Küresel Isınma*, (Çev. S. Gül), Ankara: Dost Kitapevi Yayıncılık.

Mırdas, A., (2015), “Rusya Federasyonu'nun Enerji Politikası ve Rus Dış Politika Yapımına Etkisi”,

https://www.academia.edu/12525386/RUSYA_FEDERASYONU_NUN_ENERJ%C4%B0_POL%C4%B0T%C4%B0KASI_VE_RUS_DI%C5%9E_POL%C4%B0T%C4%B0KA_YAPIMINA_ETK%C4%B0S%C4%B0,

Erişim Tarihi: 16.09.2018.

Ockwell, D.G., (2008), “Energy and Economic Growth: Grounding Our Understanding in Physical Reality”, *Energy Policy*, (36): 4600-4604.

Oecd (2011), *Towards Green Growth*, Paris: OECD Publishing.

Onuncu Kalkınma Planı, Ankara: Strateji ve Bütçe Başkanlığı.

- Özçağ, M.,Hotunluoğlu, H. (2015), “Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Boyut: Yeşil Ekonomi” , *CBÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2): 304-321.
- Özgür, E.M. (2009), “Göç ve Çevre: Çevresel Bozulmanın Göç Üzerindeki Etkilerine Küresel Bir Bakış” <https://www.academia.edu/7313281> , Erişim: 23.02.2018.
- Öztürk, H. (2008), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı*, Ankara: Teknik Yayınevi.
- Öztürk, H.,Kaya, D. (2015), *Jeotermal Enerji Uygulamaları*, Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- Öztürk, K. (2002), “Küresel İklim Değişiklikleri ve Türkiye’ye Olası Etkileri”, *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 22(1): 47-65.
- Pamir, N., (2005), “Enerji Politikaları ve Küresel Gelişmeler”, http://www.emo.org.tr/ekler/c6744c9d42ec2cb_ek.pdf, Erişim Tarihi: 31.08.2018.
- Petform (2018), <https://www.petform.org.tr/arama-uretim-sektoru/petrol-nedir/> , Erişim: 01.03.2018).
- Polimení, J., (2008), “Empirical Evidence for the Jevons Paradox” (Editör) J. Polimeni, K. Mayumi, M. Giampietro, B. Alcott, *The Jevons Paradox and the Myth of Resource Efficiency Improvements*, London: Eartscan Publication Ltd, 141-173.
- Sach, J.D.,Warner, A.M., (2001), “Natural Resources and Economic Development: The Curse of Natural Resource”, *European Economic Review* 45: 827-838.
- Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: Strateji ve Bütçe Başkanlığı.
- Selici, T.,Utlu, Z., vd., (2005), “Enerji Kullanımının Çevresel Etkileri ve Sürdürülebilir Gelişme Açısından Değerlendirilmesi”, *3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı*, Mersin: 48-53.

- Seydioğulları, H.S., (2013), “Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji”, *Planlama Dergisi*, 23(1): 19-25.
- Stern, D. I., (2004), “Energy and Economic Growth”, *Rensselaer Polytechnic Institute, Working Paper in Economics*, W.P. No:0410, Tory, New York.
- Şahin, Ü., (2017), “Yeşil Düşünceden Yeşil Ekonomiye” (Editör) A. A. Aşıcı, Ü. Şahin, *Yeşil Ekonomi*, İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi, 22-34.
- Şen, Ö.L. (2013), “A Holistic View of Climate Change and Its Impact in Turkey”, , İstanbul: Sabancı Üniversitesi İPC-İstanbul Policy Center Stiftung Mercator Initiative.
- Taban, S. (2008), *İktisadi Büyüme Kavramlar ve Modeller*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Taek (2018), <http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler.html> , Erişim: 02.03.2018.
- Ttkgm (2016), *2016 Yılı Taşkömürü Sektör Raporu*, Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- Tureb (2018), *Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu*, Ankara: Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği.
- Türkeş, vd. (2013), *İklim Değişikliğinde Son Gelişmeler: IPCC 2013 Raporu*, İstanbul.
- Türkiye Petrolleri (2016), *Ham Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu*, Ankara: Türkiye Petrolleri Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı.
- Uluatam, E., (2010), “Yenilenebilir Enerji Teşvikleri”, *Ekonomik Forum Dergisi*, 34-41.
- Ulucak, R., (2018), “İktisatta Çevreci Dönüşüm: Ekolojik Makro İktisat”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (51): 127-149.

Ulusoy A., Daştan, C.B., (2018), “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel Teşviklerin Değerlendirilmesi”, *HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 7(17): 124-160.

Unep (2008), *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low Carbon World*,

ÜÇGÜL, İ., Elibüyük, U., (2016), “Yenilenebilir ve Alternatif Enerji Çeşitleri”, (Editör) A.A. Kocaeren, *Çevre ve Enerji*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 222-302.

Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: Strateji ve Bütçe Başkanlığı.

Üzümcü, A. (2015), *İktisadi Büyüme*, İstanbul: Beta Basım A.Ş.

Wec (2007), *Deciding the Future: Energy Policy Scenarios to 2050*, London, UK: World Energy Council Publication.

Wec (2004), *Sürdürülebilirliğin Sağlanmasında Enerji Endüstrisinin (Sektörünün) Önündeki Mücadele ve Fırsatlar*, Dünya Enerji Konseyi Deklerasyonu, www.emo.org.tr/ekler/f3926f0a9613f3c_ek.doc?tipi=6&sube= Erişim Tarihi: 02.08.2018.

Weiner, J. , Reibeek, H. (2007), “Global Warming” , https://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/global_warming , Erişim: 21.02.2017.

Yalçın, A.Z. (2016), “Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yeşil Ekonomi Düşüncesi ve Mali Politikalar”, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1): 749-775.

Yalçın, A.Z. (2017), *Yeşil Büyüme-Çevre Kirliliği ve Eşitsizliklere Karşı Yeni Bir Büyüme Paradigması*, Bursa: Ekin Basın Yayın Dağıtım.

Yapraklı, S. (2013), *Enerjiye Dayalı Büyüme: Türk Sanayi Sektörü Üzerine Uygulamalar*, İstanbul: Beta Basın Yayın Dağıtım.

Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara: Strateji ve Bütçe Başkanlığı.

Yegm (2018), Yenilebilir Enerji Genel Müdürlüğü, www.yegm.gov.tr, Erişim:20.03.2018.

Yılmaz Arlı, S., (2014), *Yeşil İşler ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Alanındaki Potansiyeli*, T.C. Kalkınma Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, Ankara.

Yılmaz, O.,Hotunluoğlu, H., (2015), “Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye”, *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(2): 74-97.

York, R., (2006), “Ecological Paradoxes: William Stanley Jevons and the Paperless Office”, *Human Ecology Review*, 12(2): 143-147.

İnternet Adresleri

- <http://climatechangeinturkey.com/tr/b1.html> , Erişim Tarihi: 26.02.2018.
- <http://dengemusavirlik.com/2012-yeni-yatirim-tesvik-belgesi-paketi.html> , Erişim Tarihi: 19.03.2018.
- http://diplomatikgozlem.com/_haber/cin-in-enerji-politikalari-uzerine-bir-analiz, Erişim Tarihi: 06.09.2018.
- <http://enerjienstitusu.com/enerji-nedir-101> , Erişim Tarihi: 28.02.2018.
- <http://enerjienstitusu.com/enerji-nedir-101> , Erişim: 28.02.2018.
- <http://geobytesgcse.blogspot.com.tr/2006/12/flooding-in-ledc-1998-floods-in.html> , Erişim Tarihi: 22.02.2018.
- <http://piyasarehberi.org/sozluk/suebvansiyon> , Erişim Tarihi: 27.07.2018.
- <http://web2.boun.edu.tr/meteoroloji/iklimdegisimi.php> , Erişim Tarihi: 20.02.2018.
- http://www.eie.gov.tr/iklim_deg/i_deg_nedir.aspx , Erişim Tarihi: 20.02.2018.
- http://www.eie.gov.tr/teknoloji/h_enerjisi.aspx , Erişim Tarihi: 08.03.2018.
- <http://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari>
- <http://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> , Erişim Tarihi: 14.03.2018.
- http://www.emo.org.tr/ekler/d5ad837d4f51183_ek.pdf , Erişim Tarihi: 28.02.2018.
- <http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSayfalar%2FK%C3%B6m%C3%BCr+Nedir-.pdf> , Erişim Tarihi: 28.02.2018.
- <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes> , Erişim Tarihi:15.03.2018.
- <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik> , Erişim Tarihi: 16.03.2018.
- <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal> , Erişim Tarihi:15.03.2018.
- <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol> , Erişim Tarihi: 15.03.2018.
- <http://www.enerjiatlas.com/biyogaz/> , Erişim Tarihi: 16.03.2018.
- <http://www.enerjiatlas.com/elektrik-tuketimi/>, Erişim Tarihi: 07.09.2018.

<http://www.enerjiatlası.com/elektrik-uretimi/>, Erişim Tarihi: 07.09.2018.

<http://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/> , Erişim Tarihi: 16.03.2018.

<http://www.enerjiatlası.com/jeotermal/> , Erişim 15.03.2018.

<http://www.enerjiatlası.com/jeotermal/> , Erişim Tarihi:15.03.2018.

<http://www.etimaden.gov.tr/tr/page/dijital-medya-maden-terimleri-sozlugu-a-harfi-ile-baslayanlar> , Erişim Tarihi: 28.02.2018.

<http://www.gunessistemleri.com/potansiyel.php> , Erişim Tarihi: 15.03.2018.

<http://www.irena.org/wind> , Erişim Tarihi: 10.03.2018.

http://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa , Erişim Tarihi: 16.03.2018.

<http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita> , Erişim Tarihi:15.03.2018.

http://www.ren21.net/gsr-2017/chapters/chapter_01/chapter_01/ , Erişim Tarihi: 10.03.2018.

http://www.ren21.net/gsr-2017/chapters/chapter_01/chapter_01/#figure_04 , Erişim Tarihi: 10.03.2018.

http://www.ren21.net/gsr-2017/chapters/chapter_01/chapter_01/,Erişim: 10.03.2018.

<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/05/20070502-2.htm> , Erişim Tarihi: 10.09.2018.

<http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler.html> , Erişim Tarihi: 02.03.2018.

<http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/172-nukleer-yakit-cevrimi.html> , Erişim Tarihi: 02.03.2018.

<http://www.tpao.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/petrolmerak.pdf> , Erişim Tarihi: 01.03.2018.

<http://www.ultanirplatformu.com/uluslararası%C4%B1-enerji.html> , Erişim Tarihi: 28.02.2018.

http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/y_mevzuat.aspx, Erişim Tarihi: 10.09.2018.

<http://www.yildiz.edu.tr/~oscg/AlanegitimindeBitirmeProjeleri/NukleerEnerji.pdf> , Erişim Tarihi: 02.03.2018.

http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=26370&tipi=17&sube=0,
Erişim Tarihi 13.07.2018.

<https://climate.nasa.gov/causes/> , Erişim Tarihi: 20.02.2018.

<https://climate.nasa.gov/causes/> , Erişim: 20.02.2018.

<https://enerjigunlugu.net/icerik/8141/gunes-enerjisinde-hollanda-hedef-buyutuyor.html> , Erişim Tarihi: 15.09.2018.

<https://enerjigunlugu.net/icerik/9289/lisanssiz-elektrik-uretimi-basvurulari-2735e-yukseldi.html>, Erişim Tarihi: 11.09.2018.

<https://gaiadergi.com> , Erişim Tarihi: 26.02.2018.

https://prague2014.econworld.org/assets/nisanci_kabadayi_yurttancikmaz_emsem_karbondioksit_emisyonu.pdf, 10.08.2018.

<https://tr.khanacademy.org/science/biology/ecology/intro-to-ecology/a/what-is-ecology>, Erişim Tarihi: 07.08.2018.

<https://www.dunyaenerji.org.tr/2017de-turkiye-enerji-talebinin-tahmini/> Erişim Tarihi: 07.09.2018.

<https://www.enerji.gen.tr/dunyada-enerji.html> , Erişim Tarihi: 13.03.2018.

<https://www.enerjiekonomisi.com/turkiye-de-gunes-enerjisi-santral-sayisi-5-395-ecikti/2357/> , Erişim Tarihi: 11.09.2018.

<https://www.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/NuclearShareofElectricityGeneration.aspx> , Erişim Tarihi: 09.03.2018.

<https://www.irena.org/bioenergy> , Erişim Tarihi: 13.03.2018.

<https://www.irena.org/en/geothermal> , Erişim Tarihi: 10.03.2018.

<https://www.irena.org/hydropower> , Erişim Tarihi: 13.03.2018.

<https://www.irena.org/ocean> , Erişim Tarihi: 13.03.2018.

<https://www.makaleler.com/uranyum-nedir-ozellikleri-nelerdir-nerelerde-kullanilir> , Erişim Tarihi: 02.03.2018.

<https://www.nedir.com/plutonyum> , Erişim Tarihi: 02.03.2018.

<https://www.ntv.com.tr/ekonomi/enerji-ithalati-faturasi-yuzde-41-artti,9JIWrVu2UUe3VIVqKiI5KA> , Erişim Tarihi: 08.09.2018.

<https://www.petform.org.tr/arama-uretim-sektoru/petrol-nedir/> , Erişim Tarihi: 01.03.2018.

<https://www.petform.org.tr/arama-uretim-sektoru/petrol-nedir/> , Erişim Tarihi: 01.03.2018.

<https://www.petform.org.tr/dogal-gaz-piyasasi/turkiye-dogal-gaz-piyasasi/> , Erişim Tarihi: 15.03.2018.

<https://www.teias.gov.tr/tr/i-kurulu-guc> , Erişim Tarihi: 16.03.2018.

<https://www.teias.gov.tr/tr/sektor-raporlari> , Erişim Tarihi: 19.03.2018.

<https://www.unenvironment.org/explore-topics/green-economy/why-does-green-economy-matter> , Erişim Tarihi: 15.05.2018.

<https://www.wwf.org.uk/climate-change-and-global-warming> , Erişim Tarihi: 22.02.2018.

<https://yesilekonomi.com/hollanda-guneste-3-gwa-yaklasti/>, Erişim Tarihi: 15.09.2018.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	Burak BAŞ
Doğum Yeri	Kars
Doğum Tarihi	19.02.1987

LİSANS EĞİTİM BİLGİLER

Üniversite	Eskişehir Anadolu Üniversitesi
Fakülte	İktisat Fakültesi
Bölüm	Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri

YABANCI DİL BİLGİSİ

İngilizce	YÖKDİL(72,5)
-----------	--------------

İLETİŞİM

Adres	İhsaniye Mah. Özdemir Peker Cad. Gülenler Sitesi E:blok no:35/5 Bulancak/Giresun
E-mail	Burakbas28@gmail.com