



**YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINDA
FİNANSAL GELİŞMENİN ÖNEMİ:
E-7 ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR ANALİZ**

Doktora Tezi

Başak ÖZARSLAN DOĞAN

Eskişehir 2021

**YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINDA FİNANSAL GELİŞMENİN
ÖNEMİ: E-7 ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR ANALİZ**

Başak ÖZARSLAN DOĞAN

DOKTORA TEZİ

İktisat Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Muharrem AFŞAR

**Eskişehir
Anadolu Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Aralık 2021**

ÖZET

YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINDA FİNANSAL GELİŞMENİN ÖNEMİ: E-7 ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR ANALİZ

Başak ÖZARSLAN DOĞAN

İktisat Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aralık 2021

Danışman: Prof. Dr. Muharrem AFŞAR

Son yıllarda küresel ısınma ve fosil yakıt rezervlerinin tükenmesi gibi faktörler dikkatleri yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. Özellikle 2000’li yıllardan itibaren, ülkelerin toplam enerji paylarında yenilenebilir enerjinin payı giderek artmıştır. Bu artışta yenilenebilir enerji yatırımlarının payı da büyük öneme sahiptir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının gerçekleştirilmesindeki önemli noktalardan birisi, yatırıma aktarılacak fonların temin edilmesidir. Bu noktada sağlam ve iyi gelişmiş bir finansal sistemin varlığı, yenilenebilir enerji yatırımları için daha düşük maliyetlerle daha fazla finansmanı teşvik etmekte ve böylelikle yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasına katkı sağlamaktadır. Bu amaçla E-7 ülkeleri için 2000-2017 dönemi veri setiyle finansal gelişme ve yenilenebilir enerji yatırımları arasındaki ilişki Panel eşik değer regresyon yöntemi ile araştırılmıştır. Ayrıca Panel Eşik Regresyon modelinde çıkan sonuçların tutarlılığının araştırılmasında, Kao Panel Eşbütnleşme, FMOLS ve DOLS yöntemleri kullanılmıştır. Analiz bulguları, finansal gelişme ve yenilenebilir enerji yatırımları arasında doğrusal bir ilişkinin olmadığına ve finansal gelişme için tek eşik değerin (0.36) bulunduğu dair güçlü kanıtlar ortaya koymaktadır. Finansal gelişme, eşik değerin altında ve üzerinde, yenilenebilir enerji yatırımlarını istatistiki olarak pozitif etkilemektedir. Bununla birlikte eşik değerin üzerinde bir finansal gelişme, yenilenebilir enerji yatırımlarını pozitif etkilemekle birlikte azalan marjinal etkilere sahiptir. Ayrıca GSYİH, patent başvuruları, karbon emisyonları, enflasyon ve politika endeksi, yenilenebilir enerji yatırımlarını istatistiki olarak anlamlı ve pozitif yönde etkilerken, fosil yakıt tüketiminin ise yenilenebilir enerji yatırımlarını istatistiki olarak negatif etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. FMOLS ve DOLS sonuçları da karbon emisyonu ve fosil yakıt tüketimi dışında panel eşik değer modeli ile benzer sonuçlar vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Finansal Gelişme, Panel Eşik Değer Regresyon, FMOLS, DOLS

ABSTRACT

THE IMPORTANCE OF FINANCIAL DEVELOPMENT IN RENEWABLE ENERGY INVESTMENTS: AN ANALYSIS ON E-7 COUNTRIES

Başak ÖZARSLAN DOĞAN

Department of Economics

Anadolu University, Graduated School of Social Science, December 2021

Advisor: Prof. Dr. Muharrem AFŞAR

In recent years, factors such as global warming and the depletion of fossil fuel reserves have focused attention on renewable energy sources, which are referred to as clean, local, and endless energy sources. Especially since the 2000s, the share of renewable energy in the total energy of countries has gradually increased. The share of renewable energy investment in this increase is also of great importance. One of the most important issues in realizing renewable energy investment is the provision of funds to invest. A sound and well-developed financial system favors the financing of renewable energy investments with lower costs, thus contributing to the increase of renewable energy investments. For this purpose, the relationship between the 2000-2017 dataset and financial development and renewable energy investment for E-7 countries was investigated using the panel threshold regression method. In addition, the Kao Panel Cointegration, FMOLS and DOLS methods were used to examine the consistency of the results obtained in the panel threshold regression model. The results of the analysis clearly show that there is no linear relationship between financial development and renewable energy investment and there is only one threshold (0.36) for financial development. Financial development has a statistically positive effect on renewable energy investment, both below and above the threshold. However, financial development above the threshold was found to have a positive effect on renewable energy investment, but with diminishing marginal effects. In addition, GDP, patent applications, carbon emissions, inflation and policy index were found to have a statistically significant and positive effect on renewable energy investment, while fossil fuel consumption had a statistically negative effect on renewable energy investment. FMOLS and DOLS results used as alternative model results, which are used as alternative models, also gave similar results with the panel threshold value model, except for carbon emission and fossil fuel consumption.

Key Words: Renewable Energy, Financial Development, Panel Threshold Regression, FMOLS, DOLS

ÖNSÖZ

Çalışma sürecinde her türlü yol göstericiliğiyle beni cesaretlendiren, bilgi birikimiyle çalışmama farklı bakış açılarıyla bakmamı sağlayan, sürekli desteğini hissettiğim ve her zaman öğrencisi olmaktan gurur duyduğum değerli danışman hocam Prof. Dr. Muharrem AFŞAR'a sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışmanın her aşamasında değerli katkılarıyla yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Fikret ER ve Doç. Dr. Onur BAYCAN hocalarıma ayrıca teşekkür ederim.

Son olarak bütün hayatım boyunca her kararında beni destekleyen sevgili aileme ve Dr. Emrah DOĞAN'a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

BAŞLIK SAYFASI	i
İÇ KAPAK SAYFASI	ii
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLOLAR DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1. YENİLENEBİLİR ENERJİ VE POLİTİKALARI.....	3
1.1. Yenilenebilir Enerji Tanım ve Önemi.....	3
1.2. Yenilenebilir Enerji Türleri.....	8
1.2.1. Güneş Enerjisi.....	9
1.2.2. Rüzgar Enerjisi	11
1.2.3. Biyo-kütle Enerjisi	12
1.2.4. Jeotermal Enerji	13
1.2.5. Hidroelektrik Enerjisi	14
1.2.6. Hidrojen Enerjisi	15
1.2.7. Dalga Enerjisi.....	16
1.3. Dünya ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji	16
1.3.1. Dünya’da Yenilenebilir Enerji	17
1.3.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji	19
1.4. Yenilenebilir Enerji Politikaları.....	23
1.4.1. Dünyada Yenilenebilir Enerji Politikaları	25
1.4.1.1. ABD’nin Yenilenebilir Enerji Politikaları.....	25
1.4.1.2. AB’nin Yenilenebilir Enerji Politikaları	26

1.4.2. E-7 Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Politikaları.....	28
İKİNCİ BÖLÜM	
2. YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARI VE FİNANSAL GELİŞME.....	39
2.1. Yenilenebilir Enerji Yatırımları.....	39
2.2. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarını Etkileyen Faktörler	46
2.2.1. Finansal ve Ekonomik Faktörler.....	47
2.2.1.1. Gelir	47
2.2.1.2. Enflasyon	50
2.2.1.3. Fosil Yakıt Tüketimi.....	51
2.2.1.4. Finansal Gelişme	52
2.2.2. Düzenleyici Faktörler: Devletin Yenilenebilir Enerjiye Verdiği Teşvik ve Destekler	53
2.2.3. Teknik, Altyapı ve Yenilik Faktörleri: Teknoloji ve İnovasyon.....	53
2.2.4. Çevresel Faktörler	55
2.2.4.1. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği Politikalarının Etkisi	55
2.2.4.2. Kyoto Protokolü ve Paris İklim Anlaşmasının Önemi.....	57
2.3. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Risk Unsurları	59
2.3.1. Finansman Riski	59
2.3.2. Fiyat ve Talep Riski	60
2.3.3. Düzenleyici ve Mevzuatsal Risk	61
2.3.4. Teknoloji Riski	61
2.3.5. Siber Güvenlik Riski.....	62
2.3.6. Sosyal Kabul Riski.....	63
2.4. Finansal Gelişme	65
2.4.1 Finansal Gelişmenin Ölçülmesi ve Finansal Gelişme Endeksi	67
2.5. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Yeşil Finansman Modelleri ..	70
2.5.1. Düzenleyici Nitelikteki Modeller	71
2.5.1.1. Tarife Garantisi	75
2.5.1.2. Prim Garantisi	76
2.5.1.3. Kota Uygulaması: Yenilenebilir Portföy Standardı ve Yeşil Sertifika	76
2.5.2. İş Modelleri.....	78
2.5.2.1. Hisse Senetleri ve Endeks Fonları	78
2.5.2.2. Risk (Girişim) Sermayesi	79
2.5.2.3. Proje Finansmanı.....	80

2.5.2.4. Yeşil Tahvil	81
2.5.2.5. Kitlesel Fonlama	73
2.5.3. Mali Teşvik ve Kamu Destekleri	84
2.5.3.1. Yeşil Krediler	84
2.5.3.2. Hibeler	85
2.5.3.3. Vergi Avantajları	86

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. E-7 ÜLKELERİNDE FİNANSAL GELİŞME VE YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARI İLİŞKİSİ.....	88
3.1. Literatür	88
3.1.1. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına Dair Teorik Literatür	88
3.1.2. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına Dair Ampirik Literatür	90
3.1.3. Yenilenebilir Enerjiyi Etkileyen Faktörlere İlişkin Ampirik Literatür	92
3.1.3.1. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla.....	92
3.1.3.2. Finansal Gelişme	93
3.1.3.3. Fosil Yakıtlar.....	94
3.1.3.4. Karbon Emisyonları	95
3.2. Model ve Veri Seti	97
3.3. Yöntem ve Bulgular	98
3.3.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Test Edilmesi	99
3.3.2. Birim Kök Testleri	101
3.3.3. Panel Eşik Değer Analizi	102
3.3.4. Kao panel eşbütünleşme testi	106
3.3.5. Panel FMOLS ve DOLS Tahmincileri	107
3.4. Tahmin Sonuçlarının Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi.....	109
SONUÇ	113
KAYNAKÇA.....	117
ÖZGEÇMİŞ	137

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1. Ana Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanım Alanları	6
Tablo 1.2. Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli	20
Tablo 1.3. Türkiye'de Yıllık Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı..	22
Tablo 1.4. 2005 Yılına Kadar Kanun Çıkarma Yoluyla Yenilenebilir Enerji Politikalarını Belirleyen Ülkeler	24
Tablo 1.5. Avrupa Ülkeleri Yakıt Bazında Birincil Enerji Tüketimi	26
Tablo 1.6. Hindistan'da Yenilenebilir Enerjiye Yönelik temel Teşvikler	29
Tablo 1.7. Çin'in Yenilenebilir Enerjiye Ait Hukuki Düzenleme ve Politika Destekleri	31
Tablo 1.8: Yenilenebilir Enerjide Tarife Garantileri	37
Tablo 2.1. Yenilenebilir Enerji Küresel Elektrik Maliyetleri Değişimi	45
Tablo 2.2. Enflasyon ve Yenilenebilir Enerji Yatırımları Arasındaki Ampirik İlişki: Türkiye, Çin ve Hindistan	48
Tablo 2.3. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği İçin Uluslararası Platformlardaki Dönüm Noktaları	56
Tablo 2.4. Yenilenebilir Enerji Projelerinde Finansal Engeller ve Proje Riskleri	60
Tablo 2.5. Finansal Gelişmenin Yenilenebilir Enerji Yatırımları Üzerindeki Etkisi	67
Tablo 2.6. Finansal Gelişme Endeksi Hesaplamasında Kullanılan Değişkenler	69
Tablo 2.7. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi	71
Tablo 2.8. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Geleneksel Finansman Modelleri	73
Tablo 2.9. Yenilenebilir enerji yatırımlarında Sürdürülebilir Finansman Modelleri: Yeşil Finansman	74
Tablo 2.10. Finansman modellerinde seçilmiş ülke örnekleri	75
Tablo 2.11. Yeşil tahvilin finanse ettiği enerji yatırım alanları	83
Tablo 3.1. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarını İnceleyen Ampirik Çalışmalar	91
Tablo 3.2. Yenilenebilir Enerji ve GSYİH İlişkisini İnceleyen Literatür Özeti	92

Tablo 3.3. Yenilenebilir Enerji ve Finansal Gelişme İlişkisini İnceleyen Literatür Özeti	93
Tablo 3.4. Yenilenebilir Enerji ve Fosil Yakıt İlişkisini İnceleyen Literatür Özeti	94
Tablo 3.5. Yenilenebilir enerji ve karbon emisyonu ilişkisini inceleyen literatür özeti	95
Tablo 3.6. Politika Endeksi Oluşturmak İçin Kullanılan Değişkenler	97
Tablo 3.7. KMO ve Barlett Testi sonuçları	98
Tablo 3.8. Modelde Kullanılan Değişkenler ve Açıklaması	98
Tablo 3.9. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları	100
Tablo 3.10. Değişkenlere Ait Pesaran (2007) CIPS Testi Sonuçları	101
Tablo 3.11. Eşik Değer Testi	105
Tablo 3.12. Finansal Gelişme Eşik Değer ve Yenilenebilir Enerji Yatırımları Modeli Tahmin Sonuçları	105
Tablo 3.13. Kao Panel Eşbütünleşme Sonuçları	108
Tablo 3.14. Panel FMOLS ve DOLS Tahmin Sonuçları	108

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Küresel Enerji Tüketimi -2018 (MTEP)	5
Şekil 1.2. Küresel Toplam Yenilenebilir Enerji Kapasitesi (2009- 2018).....	9
Şekil 1.3. Küresel Güneş Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi (MW)	10
Şekil 1.4. Küresel Rüzgar Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi (MW).....	11
Şekil 1.5. Küresel Biyokütle Kurulu Güç Kapasitesi (MW)	13
Şekil 1.6. Küresel Jeotermal Kurulu Güç Kapasitesi (MW)	14
Şekil 1.7. Küresel Hidrolik Enerji Kurulu Güç Kapasitesi (MW).....	15
Şekil 1.8. Dünyada Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Payı (2018)	18
Şekil 1.9. Yenilenebilir Enerji Üretim Kapasitesinin Yıllık Net İlavelerindeki Payı (2008-2019)	18
Şekil 1.10. Yenilenebilir Enerji Kapasitesi, Dünya, AB-28 ve İlk 6 Ülke, 2018	19
Şekil 1.11. Türkiye’de Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Payı (%)	19
Şekil 1.12. Türkiye’deki Rüzgar Enerjisi Santralleri için Kümülatif Kurulumu (2008- 2019).	21
Şekil 1.13. İşletme Halindeki RES’lerin Bölgesel Dağılımı (MW)	21
Şekil 1.14. Türkiye’de Yakıt Bazında Elektrik Üretimi (TWh).....	36
Şekil 2.1. Yenilenebilir Enerji Yatırımları (2010-2019 Haziran Milyar Dolar).....	40
Şekil 2.2. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Küresel Trendi (Yeni Yatırım Milyar Dolar).....	42
Şekil 2.3. Yenilenebilir Enerji Kapasite Yatırımlarında İlk 20 Ülke (2010-2019- Milyar dolar).....	43
Şekil 2.4. Küresel Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Sektörel Dağılımı (Yeni Yatırım Milyar Dolar)	43

Şekil 2.5. Yenilenebilir Enerji Maliyetlerindeki Azalma (2010- 2019).....	44
Şekil 2.6. Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ükelere Göre Yenilenebilir Enerji Yatırımları (Yeni Yatırım Milyar dolar)	45
Şekil 2.7. Finansman Şekline Göre Yenilenebilir Enerji Yatırımları (2010- 2019- Milyar dolar).....	46
Şekil 2.8. Gelirin Yenilenebilir Enerji Yatırımları Değişimlerine Karşı Etki-Tepki Grafikleri	49
Şekil 2.9. Teknoloji ve İnovasyonun Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Değişimine Karşı Etki-Tepki Grafikleri	55
Şekil 2.10. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Sosyal Kabul Üçgeni)	64
Şekil 2.11. Finansal Gelişmenin Yatırım Süreci	66
Şekil 2.12. Finansal Gelişme Endeksi	69
Şekil 2.13. Finansal Gelişme Endeksi: Seçilmiş Ülkeler	70
Şekil 2.14. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Finansman Görünümü	72
Şekil 2.15. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Hisse Senedi Miktarı (Milyon dolar) .	77
Şekil 2.16. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Risk Sermayesi Miktarı (Milyar dolar)	80
Şekil 2.17. Yenilenebilir Enerjide Proje Finansmanının İşleyişi	81
Şekil 2.18. Küresel Yeşil Tahvil İhracı (2007- 2019)	83
Şekil 2.19. Dünya Yenilenebilir Enerji Kredi Hacmi (Milyon dolar)	85
Şekil 2.20. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Hibe Miktarları (Milyon dolar)	86
Şekil 3.1. Finansal Gelişme ve Yenilenebilir Enerji Yatırımları İlişkisinin Analiz Aşamaları	98

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
BP	: British Petroleum
BTEP	: Milyar ton eşdeğer petrol
DOLS	: Dinamik Sıradan En Küçük Kareler
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EIA	: Energy Information Administration
EKK	: En Küçük Kareler
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
FDI	: Finansal Gelişme Endeksi
FMOLS	: Modifiye Edilmiş Sıradan Ek Küçük Kareler
GEPA	: Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
GW	: Gigawatt
HES	: Hidroelektrik Santrali
IEO	: International Energy Outlook
IFC	: Uluslararası Finans Kuruluşu
IMF	: International Monetary Fund
IRENA	: International Renewable Energy Agency
MTEP	: milyon Ton Eşdeğer Petrol
MW	: Megawatt
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
PV	: Fotovoltajik Güneş Enerjisi
REN	: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century
RES	: Rüzgar Enerjisi Santrali
TSKB	: Türkiye Sınai ve Kalkınma Bankası
TUREB	: Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği
TWh	: Terawatt Saat
UNEP	: United Nations Environment Programme Finance Initiative
WB	: World Bank
YPS	: Yenilenebilir portföy standardı

GİRİŞ

İnsan hayatı için vazgeçilmez bir unsur olan enerjinin, ilk çağlardan bugüne kadar talebi her geçen gün artmıştır. Dünya nüfusunun sürekli artması ve gelişen teknoloji ise bu talebin artmasının ana nedenleridir. Özellikle sanayi devrimiyle beraber kitlesel üretimin de yaygınlaşması enerjinin ekonomik açıdan bir girdi olarak önemini artırmıştır. Talep edilen enerjinin üretilmesi ve tüketilmesinde ise fosil kökenli enerji kaynakları küresel kullanımda ilk sırada yer almaktadır. Fosil kökenli enerji kaynaklarının yoğun kullanımı ise birtakım sorunları beraberinde getirmektedir. Söz konusu kaynaklar, yeryüzüne homojen dağılmadıkları için, arz eden ve talep eden ülkeler ve bölgeler arasında çatışmaların yaşanmasına neden olmaktadır. Örneğin, 1970’lerde yaşanan petrol krizleri, enerji fiyatlarında dalgalanmalar meydana getirerek enerji fiyatlarında istikrarsızlıkların yaşanmasına sebep olarak ülkelerin makroekonomik performanslarını olumsuz etkilemiştir.

Fosil enerji kaynakları, yenilenemeyen ve üretimin her aşamasında çevre ve insan sağlığını tehdit eden enerji kaynaklarıdır. Çünkü fosil yakıtların üretimi ve kullanımı aşamalarında ortaya çıkan sera gazları küresel ısınmaya neden olmaktadır. Yeryüzünü birçok açıdan olumsuz etkileyen bir çevre olayı olan küresel ısınma, ülkelerde tarım, sağlık, turizm, inşaat, lojistik ve finansal sektör gibi pek çok sektörü etkilemekte ve çevresel, sosyal, sağlık ve ekonomik açıdan da çeşitli değişimlere sebep olmaktadır. Tüm bu değişimler neticesinde son yıllarda enerji arzında bir dönüşüm süreci yaşanmaktadır. Dünya ülkeleri dikkatlerini, fosil yakıtların kullanılmasının azaltılmasına katkı sağlayacak ve çevreye zararın düşük seviyelerde tutulacağı bir enerji üretimine dikkatlerini çekmişlerdir. Bu noktada, söz konusu enerji dönüşümünün gerçekleştirilmesinde fosil yakıtlara iyi bir alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynakları ön plana çıkmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalarına rağmen tükenmeyen ve dünya var oldukça mevcut olabilen enerji kaynaklarıdır. Hidroelektrik, güneş, rüzgar, biyokütle, jeotermal ve dalga enerjisi başta gelen yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) tarafından 2021 yılında yayınlanan ‘Küresel Enerji Dönüşümü’ adlı raporda enerji üretiminde yenilenebilir enerjinin payının kademeli olarak giderek artacağı ve 2030 yılında yaklaşık %55, 2040 yılında yaklaşık %75 ve 2050 yılında ise yaklaşık %85 olacağı öngörülmektedir. Yenilenebilir enerjideki bu artış beklentisinin karşılanmasında ise yenilenebilir enerji yatırımları büyük önem arz etmektedir.

Yenilenebilir enerji yatırımları, yıllar içinde büyük bir ivme göstererek artmıştır. IRENA’ya göre yeni yenilenebilir enerji kaynaklarının kapasitesine yapılan küresel çaptaki yatırım, 2020’de 2019’a göre %2 artarak 303,5 milyar ABD dolarına ulaşmıştır. Bu yatırım artışında gelişmekte olan ve yükselen ekonomiler, önceki yıllara göre daha küçük bir farkla da olsa yenilenebilir enerji yatırımında gelişmiş ülkeleri geride bırakmışlardır. Özellikle Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan

lkeler, yenilenebilir enerji yatırımlarında ilk sıralarda yer almaktadır. Diğer taraftan son 10 yılda teknoloji özelinde değerlendirildiğinde ise en çok yatırım güneş enerjisine yapılmış ve bunu rüzgar enerjisi takip etmiştir.

Yenilenebilir enerji yatırımlarını desteklemek sadece ülkelerin uyguladığı enerji politikalarına ve doğrudan yenilenebilir enerjinin yayılmasında etkili olacak düzenlemelere değil aynı zamanda çeşitli ekonomik politika ve stratejilere, teknik ve altyapı faktörlerine, finansman kaynakları ve piyasa koşulları gibi pek çok etkene de bağlıdır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) yenilenebilir enerji yatırımlarının artması ve geliştirilmesinde finansal ve ekonomik faktörler, düzenleyici ve kurumsal faktörler, teknik, altyapı ve yenilik faktörleri ve çevresel faktörler baēta olmak üzere bir dizi faktör ortaya koymuētur.

Bu alıēmanın ortaya konmasındaki temel amaç E-7 lkelerinde finansal gelişme düzeyi ile yenilenebilir enerji yatırımları arasındaki iliēkiyi araētırmaktır. Uluslararası ve ulusal düzeydeki literatürde söz konusu iliēki daha çok yenilenebilir enerjinin tüketimi ile GSYH düzeyinde incelenmiştir. Böylelikle bu alıēma, literatürdeki diğer alıēmalardan ayrılmaktadır. Bir ülkedeki finansal gelişmenin, hem frmaların likidite riskinde azalma meydana getirerek uzun vadede enerjide verimli teknolojiler geliētirmek için ihtiyaç duyulan fonların toplanmasına destek olması hem de düşük üretim verimliliğine sahip geleneksel enerjideki fonların yenilenebilir enerjiye doğru yeniden dağıtımını kolaylaētırması beklenmektedir.

Bu alıēma,  ana bölümden oluēmaktadır. Birinci bölümde yenilenebilir enerjinin genel erevesi ele alınarak dünyada ve Türkiye’de yenilenebilir enerjinin durum değerlendirmesi yapılmıştır. Ardından dünyada ve E-7 lkelerinde uygulanan yenilenebilir enerji politikalarına değinilmiştir. alıēmanın ikinci bölümünde yenilenebilir enerji yatırımlarının küresel durumu ifade edilerek, yenilenebilir enerji yatırımlarını etkileyen faktörler belirtilecek ve yenilenebilir enerji yatırımlarının sahip olduğu riskler ortaya konmuētur. Ayrıca alıēmanın analiz kısmını da oluēturan ve yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisinin inceleneceği finansal gelişme kavramının teorik erevesi ifade edilerek, finansal gelişme ltleri ve finansal gelişme endeksi tanıtılmıştır. Ardından son yıllarda yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında büyük önem taēıyan yeēil finansman yöntemleri açıklanmıştır. nc ve son bölümde ise, yenilenebilir enerji yatırımları ile finansal gelişme arasındaki iliēki E-7 lkeleri için 2000-2017 dönemini kapsayan verilerle panel eēik değer analizi ve FMOLS ve DOLS tahmin yöntemleri yardımıyla analiz edilerek, elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. YENİLENEBİLİR ENERJİ VE POLİTİKALARI

1.1. Yenilenebilir Enerji Tanımı ve Önemi

İnsanlığın varoluşundan günümüze kadar geçen süreçte yaşamı kolaylaştıran ve hayatın her alanında kullanılan enerji; fiziksel olarak iş yapabilme kabiliyetini ifade etmektedir. Enerji; elektrik, ışık, ısı, nükleer ve kimyasal gibi birçok formda bulunmaktadır (Gültekin, 2019:19). Bunun yanı sıra iktisadi anlamda enerji üretimde girdi olarak kabul edilirken tüketimde ise maliyet kalemi olarak kabul edilmektedir (Adaçay, 2014).

Ekonomik gelişme ve sosyal kalkınma için gerekli olan temel girdilerden birisi enerjidir. Çünkü enerji, ekonomik süreçlerin ve büyümenin itici gücü durumundadır (Negro vd., 2012). Gelişen nüfus ve buna bağlı olarak artan sanayileşme, enerjiye olan talebi de her geçen gün artırmaktadır. Küreselleşmenin yaygınlaştığı günümüzde birbiriyle rekabet içerisinde olan dünya ülkeleri enerji kullanımında düşük maliyet ve yüksek verimi amaçlamaktadır.

Fosil yakıtların rezerv ömrü açısından kısa süre sonra tükeneceği göz önünde bulundurulduğunda bu kaynakları ikame edecek alternatif enerji kaynaklarının önemi ortaya çıkmaktadır. Ülkeler arasında karşılaştırma yaparken ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin bir göstergesi olarak da enerji kullanımlarına bakılmaktadır. Enerji kaynaklarının fosil ve yenilenebilir olmalarının yanı sıra doğrudan veya dolaylı olarak üretimlerinin yapılmasına, üretimi yapılırken kullanıldığı teknolojinin yeni veya eski oluşuna ve ticaretinin yapılıp yapılmamasına göre çeşitli kategorilere ayırmak mümkündür.

Enerji kaynaklarının yenilebilir veya yenilenemez olması, söz konusu kaynakların yeryüzünde bulunan rezervleri ile ilgilidir. Enerji kaynaklarının rezervlerinde yaşanacak bir sıkıntı, söz konusu kaynağın ilerleyen yıllardaki kullanımında sınırlamaya gidileceği anlamına gelmektedir. Doğada bulunan petrol, kömür ve doğal gaz rezervlerinin kısıtlı olması ve gelecekte tükenme riskinin olması nedeniyle yenilenemeyen enerji kaynakları olarak ifade edilirken, güneş, rüzgar, biyokütle gibi yeryüzü var olduğu sürece kaynağı tükenmeyen enerji kaynakları ise yenilenebilir enerji kaynaklarını ifade etmektedir. Ayrıca petrol, kömür, uranyum, rüzgar, güneş ışığı gibi herhangi bir dönüşüme uğramaksızın doğada oluşan enerji kaynakları birincil enerjiyi kaynaklarını ifade ederken, birincil enerjinin dönüştürülmesi vasıtası ile kullanılabilen enerji kaynakları ise ikincil enerji kaynakları olarak adlandırılmaktadır. Yani; kömür, petrol, rüzgar ve güneş gibi doğadan doğrudan elde edilen enerji kaynaklarının bir takım dönüşüm ve çevrim işlemlerinden geçmesiyle ortaya çıkarılan enerji kaynakları ikincil enerji kaynaklarını ifade etmektedir (Aydın, 2018:36).

Ticari anlamda baktığımızda ise petrol, kömür, doğalgaz ve elektrik gibi alım satımı yapılan ve hem yerel hem de uluslararası piyasada işlem gören ve piyasa değeri yüksek olan kaynaklar, ticari enerji kaynakları olarak değerlendirilir. Öter yandan, daha çok kırsal alanlarda tüketilen ve doğada daha yoğun bulunmalarına karşın daha az çevre kirliliğine neden olan odun, tezek gibi enerji kaynakları ise, ticari olmayan enerji kaynakları olarak bilinmektedir.

Enerji kaynakları üretim teknolojisi açısından değerlendirildiğinde ise; şimdiye kadar geliştirilmiş ve uygulamaya konulmuş, üretim düzeyi isteğe göre belirlenebilen ve enerjide depolama sorunu oluşmayan kaynaklar, konvansiyonel enerji kaynaklarıdır (Özemre, 1994: 31). Diğer taraftan güneş, rüzgar, dalga ve biyokütle gibi yeni kullanılmaya başlanan enerji kaynakları ise konvansiyonel olmayan enerji kaynaklarını ifade etmektedir.

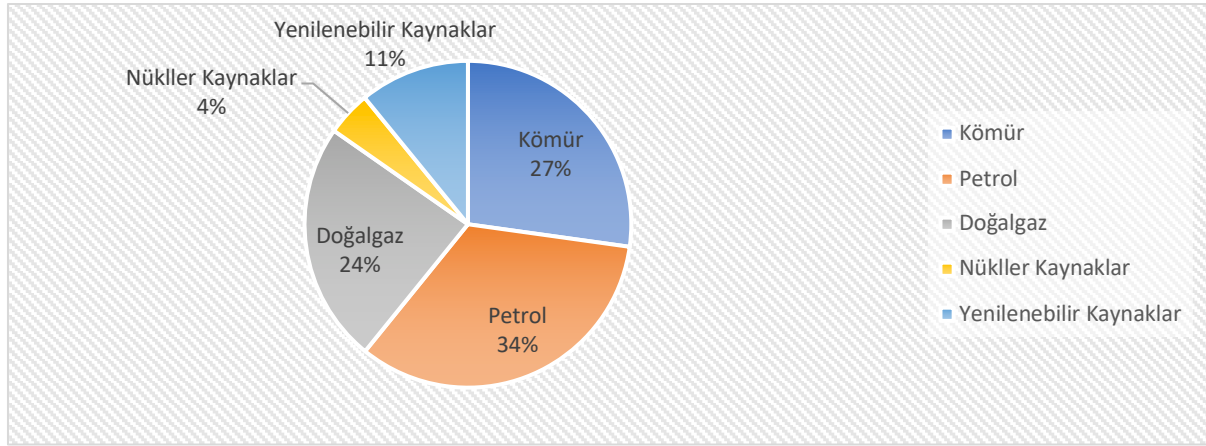
Ülkelerin refah, kalkınma ve gelişmelerini sağlamak için hayati bir öneme sahip olan enerji, günümüzde ülkelerarası politikaların belirlenmesinde en stratejik araçların başında gelmektedir. Enerjiyi üretmek ve üretilen enerjinin ham maddesine sahip olmak ve onu dünyanın çeşitli yerlerindeki pazarlara ulaştıracak yolları denetim altında tutmak günümüz ülkelerinin temel dış politikaları haline gelmiştir. Ülkelerin enerji arz güvenliğine yönelik politikaları gerek ulusal, gerek küresel çapta önümüzdeki yıllarda, ilgili ülkelerin dış politikalarını belirleyen temel konuların başında gelmeye devam edecektir.

Enerji kaynaklarının çıkarılması, dönüştürülmesi, dağıtılması ve kullanılması çevre sorunları, küresel güvenlik, kalkınma ve ekonomik büyüme gibi birçok faktörle bağlantılıdır. Özellikle fosil yakıtların karbon emisyonu yayması, bitkilere zarar verecek asit kirliliğinin yanı sıra toprak, göl ve nehirlerin de asitlenmesine, bu da çevresel sorunların yaşanmasına neden olmaktadır (Gustavsson vd., 1995: 1097).

Dünya genelinde kullanılan enerjinin büyük bir kısmı yenilenemeyen enerji kaynakları tarafından karşılanmaktadır. Söz konusu enerjinin büyük bir bölümü ise kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynaklarda karşılanmaktadır. Dünya birincil enerji tüketiminin yaklaşık %80'nini oluşturan fosil yakıtlar, hala küresel enerji ihtiyacı için hayati öneme sahiptir (Mohr vd., 2015: 120).

Gelinen süreçte her geçen yıl, sanayileşme ve nüfus ile beraber enerji tüketimi artış göstermektedir. British Petroleum (BP) tarafından 2019 yılında yayınlanan raporda küresel enerji tüketiminin bir önceki yıla göre % 2, 9 oranında büyüdüğü ifade edilmektedir.

Şekil 1.1'de 2018 yılında küresel enerji tüketiminin payları görülmektedir. Buna göre 2018 yılında küresel çapta enerji tüketiminde ilk sırayı %34'lük payla petrol almaktadır. Petrolü sırasıyla kömür (%27), doğal gaz (%24), yenilenebilir kaynaklar (%11) ve nükleer kaynaklar (%5) izlemektedir.



Şekil 1.1: 2018 Yılı Küresel Enerji Tüketimi (MTEP) (BP Statistical Review of World Energy, 2019)

Gelişen teknoloji yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetlerini azaltmaya başlasa da bugün dünyada halen enerji üretiminde fosil yakıtlar ilk sırada yer almakta ve üretimde marjinal çıktıyı söz konusu kaynaklar oluşturmaktadır. Fosil yakıtlar; üretici ülkelerin mali ve siyasi yapıları gereği fiyat dalgalanmalarına ilişkin olarak birçok belirsizliği içermektedirler. Bu da fosil yakıtların geleceğine dair öngörülebilirliklerini etkilemektedir. Fosil yakıtların, karbon emisyonlarını artırarak çevre kirlenmesine yol açmaları bu kaynakları çevreyi kirleten kaynaklar olarak nitelendirilmesine neden olmaktadır. Fosil yakıt kaynaklı karbon emisyonlarının sera etkisini artırması küresel ortalama sıcaklık değerlerinde yükselmelere neden olarak küresel ısınmayı da tetiklemektedir (Gustavsson vd., 1995: 1097). Dolayısıyla yapıları gereği bu kaynaklar küresel ısınmanın artışıyla beraber ekolojik dengeyi bozacak nitelikte olan kaynaklardır.

Genel olarak fosil yakıtlar, yenilenebilir kaynaklar ve nükleer kaynaklar olarak üç kategoriye ayrılan enerji kaynakları içerisinde yenilenebilir enerji kaynakları, dünyanın sürdürülebilir geleceği için önemli rol oynamaktadır (Demirbaş, 2000). Tekrarlanan şekilde enerji üretilen kaynaklar olan yenilenebilir enerji kaynakları, alternatif enerji kaynağı olarak da adlandırılmaktadır (Rathore ve Panwar, 2007).

Yenilenebilir enerji kaynakları, dünyada üretilen elektrik talebinin yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır (UNEP, 2020). Yenilenebilir enerji kaynakları, biyokütle, hidroelektrik, jeotermal, güneş, rüzgar, dalga ve hidrojen enerjilerini içermekte ve söz konusu enerji kaynakları birincil, temiz ve tükenmeyen enerji kaynakları olarak ifade edilmektedir (Panwar vd., 2011: 1513). Tablo 1.1'de ana yenilenebilir enerji kaynakları ve kullanım şekilleri gösterilmektedir.

Tablo 1.1: Ana Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanım Alanları (Demirbaş, 2006; Panwar vd., 2011: 1514'den uyarlanmıştır)

Enerji Kaynakları	Enerjinin Kullanım Seçenekleri
Hidroelektrik	Enerji Üretimi
Modern Biyokütle	Enerji Üretimi, Isıtma, Piroliz, Gazlaştırma
Jeotermal	Kentsel Isıtma, Enerji üretimi, Hidrotermal
Güneş	Güneş Ev Sistemleri, Termik Enerji Üretimi, Su ısıtıcıları, Fotovoltajik
Rüzgar	Enerji Üretimi, Rüzgar Jeneratörleri, Rüzgar Değirmenleri, Su Pompaları
Dalga	Sınırlı Kullanım Alanıyla Beraber Çeşitli Tasarımlar
Hidrojen Enerjisi	Enerji Üretimi

Yenilenebilir enerji kaynakları, yerli enerji ihtiyacını karşılarken aynı zamanda neredeyse sıfır emisyon ile enerji hizmetlerini sağlama potansiyeline sahiptir. Bunun yanı sıra kırsal alanlarda enerji projelerinin geliştirilmesi ve uygulanmasıyla beraber iş fırsatları yaratabilmekte ve böylelikle kentsel alanlara yaşanan göçün en aza indirilmesinde büyük rol oynayabilmektedir (Bergmann vd., 2008: 617).

Dünyada fosil kaynak rezervlerinin yakın gelecekte tükenecek olması, bu kaynaklardan elde edilen enerji üzerindeki endişelerin artmasına bağlı olarak, insanları tükenmeyen enerji kaynaklarına, yani bir başka ifadeyle, yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmiştir. İnsanlığın var oluşundan bu yana nüfusa paralel şekilde artan enerji ihtiyacı normal olarak kabul edilmekle beraber, bu enerjinin yaygın şekilde geçmişten günümüze kadar fosil yakıtlardan elde edilmiş olması küresel çapta birtakım çevresel maliyetler oluşturmuştur. Buna rağmen hala günümüzde birçok endüstri özellikle elektrik üretiminde fosil yakıtlara bağımlıdır (Shahzad, 2012:16). Fosil yakıtlar çevresel dengeye karşı büyük bir tehdit oluştururken, birçok ekolojik tehlikenin de nedenidir.

Yenilenebilir enerji ile ilgili çalışmalarda son yıllarda büyük ilerlemeler kaydedilmiş olsa da, Paris anlaşması çerçevesinde oluşturulan uluslararası iklim hedeflerine ulaşma konusunda, dünya tam olarak bir başarı göstermiş sayılmaz. 2018 yılında yayınlanan Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin hazırladığı özel raporda küresel ısınmayı 1.5 °C'nin altında tutmak ve iklim değişikliğinin en kötü etkilerinden kaçınmak için kısıtlı bir zaman diliminin kaldığı ifade edilmektedir. Bununla birlikte, çoğu ülkede hala fosil yakıt tüketimlerinin desteklendiği, verilen sübvansiyonların aynı rapora göre %11 oranında arttığı ifade edilmektedir. Oysa, sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak yenilenebilir enerji kaynakları, yapıları gereği doğrudan karbon salınımı meydana getirmezler (Luderer vd., 2013:

428). Bu bağlamda ilk olarak küresel ısınma ve iklim değişikliği için hedeflenen değerlere ulaşmada yenilenebilir enerji hayati öneme sahiptir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtlara nispeten daha kararlı bir yapısı vardır. Örneğin; önemli bir fosil yakıt olan petrol, politik ve jeopolitik birçok faktöre bağlıdır. Politik çekişmelerin bir sonucu olarak 1970’lerde yaşanan gelişmeler enerji krizine sebep olarak, enerji kaynaklarında arz güvenliği sorununu ortaya çıkarmıştır. Bu durum ise ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarına dair farkındalığın temelini oluşturmuştur. Diğer taraftan fosil yakıtların çıkarılırken yarattığı güvenlik kaygılarının birçoğu yenilenebilir enerji kaynaklarında mevcut değildir. Söz konusu kaynakların sürdürülebilir bir yapıda olması, bu kaynakları enerji üretiminde fosil yakıtlara iyi birer alternatif haline getirmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtlarla kıyaslandığında daha ulaşılabilir. Kömür, petrol ve doğalgaz gibi rezervleri sonlu ve tam olarak bilinmeyen fosil yakıtların tüketim miktarları arttıkça, bu yakıtlara ait yeni rezervler bulmak ve çıkarmak daha zor ve maliyetli hale gelmektedir. Buna karşılık yenilenebilir enerji kaynakları rezerv sorunu yaşamayacağı için her zaman ulaşılması daha kolay kaynaklardır.

Yenilenebilir enerji, yukarıda ifade edilen özelliklerinin yanında, sektörel bazda değerlendirildiğinde çoğu ülkede yeni yeni gelişmekte olan bir sektördür. Bu nedenle söz konusu sektör, birçok yatırımcıya cazip gelebilecek imkanlar barındırmaktadır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji sektöründe yatırım miktarlarının artış göstermesi, başta gelişmekte olan ülkeler olmak üzere pek çok ülkede birtakım ekonomik sorunların giderilmesine katkı sağlamaktadır. Örneğin, yenilenebilir enerji yatırımları işsizlik oranlarının düşürülmesine katkı sağlayabilir. Böylece ülke ekonomileri arasındaki farklılıkların giderilmesine yardımcı olabilmektedir. Özellikle yenilenebilir enerjide yatırım miktarının yüksek olması ve bu alanda kurulu güç kapasitesindeki artışlar, gerek bu sektörde gerekse de ülke genelinde istihdam üzerinde önemli katkılar kazandırmaktadır (Lehr vd., 2008: 109).

Enerjide ithalat bağımlılığı, ithalat yapılan ülkelerin çeşitlendirilmesini ve kullanılan enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesini ifade eden enerji arz güvenliğinde meydana gelen bozulmalar, ülkede ticaret dengesini ve hatta ülkenin rekabet düzeyini olumsuz etkileyerek ülke ekonomisinin istikrarsızlaşmasına neden olmaktadır. Fosil enerji kaynaklarının yer yüzüne orantısız dağılması ülkeleri birbirine enerjide bağımlı hale getirerek enerji arz güvenliğini tehlikeye atmaktadır. Bu noktada yenilenebilir enerji kaynakları, ithal fosil yakıt bağımlılığını büyük oranda azaltarak ülkelerin ticaret açıklarına da katkıda bulunmaktadır. Özellikle yer altı kaynakları açısından fakir olan ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının

artması enerji ithalatını kısıtlayarak enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Gökçe ve Demirtaş, 2018: 644).

Yenilenebilir enerji kullanımı, bölgesel kalkınma modellerinin geliştirilmesine yardımcı olarak sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesine de olanak tanımaktadır. Yerel ekonomi ve çevre arasındaki dengenin sağlanması, kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde büyük önem arz etmektedir. Kitlesele üretime geçilmesiyle beraber, endüstriyel üretimin artış göstermesi doğal kaynakların aşırı miktarda tükenmesine ve doğal dengenin de bozulmasına yol açmıştır. Bu kapsamda ülkeler, büyüme hedeflerini gerçekleştirirken çevresel ve sosyal anlamda birçok sorunun da ortaya çıkmasına yol açmışlardır. Bu noktada yenilenebilir enerji kullanımının artması, sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutuna katkı sağlayarak insanların çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi yoluyla kalkınmanın gerçekleşmesine yardımcı olmaktadır (Tiryakioğlu ve Tuna, 2016: 221). Bunun yanı sıra yerel ekonomik faaliyetlerin çeşitlendirilmesine katkı yaparak bölgesel kalkınmaya da yardımcı olmaktadır.

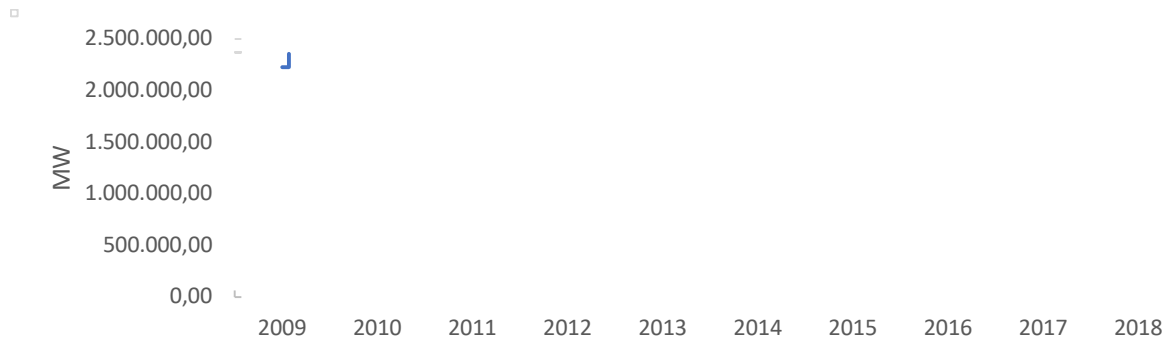
İktisat literatüründe ülkelerin enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında karşılıklı bir ilişkinin varlığı sıklıkla belirtilmektedir. Bu noktada ekonomik büyümenin gerçekleşmesiyle beraber artan milli gelir, ülkede yatırım harcamalarının artmasına yol açarak enerji talebini de arttırmaktadır. Ulusal girdilerle üretimi yapılan yenilenebilir enerjinin üretim teknolojileri üzerindeki olumlu etkisi, ülkede enerji ithalat maliyetini düşürerek refah düzeyinin artmasına katkı sağlamaktadır. Enerji ithalat miktarının düşmesi kaynakların yurt içinde yatırım ve tüketim kalemlerine aktarılmasını sağlamaktadır. Bu da ekonomik büyümeye rakamlarına olumlu olarak yansımaktadır.

Yenilenebilir enerji tüketiminin artması, Ar-Ge ve beşeri sermaye yatırımları gibi büyümenin itici gücü olarak görülmektedir. Enerjide verimliliğin sağlandığı ve enerji kullanımında yenilenebilir kaynakların payının arttığı bir ekonomik kalkınma modeli, büyümenin sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır. Diğer taraftan ülke veya bölge eşitsizliklerinin azaltılmasını teşvik eden çevre dostu bir büyüme, sosyal refahın da koşullarından birini oluşturmaktadır (Marinas vd., 2018).

1.2. Yenilenebilir Enerji Türleri

Enerji kaynaklarının tüketim koşullarının eşit bir dağılım sergilemesi, dünyadaki tüm insanların hayatını devam ettirebilmesinin gereklerinden birisi olarak kabul edilmektedir (Saygın, 2017: 66). Bu nedenle enerji kaynaklarının gerek rezerv miktarı, üretimi ve ticareti, gerekse ülkelerin uyguladığı enerji politikaları büyük önem arz etmektedir.

Kaynağın tükenme hızından daha hızlı olarak kendini yenileyebilme kapasitesine sahip olan yenilenebilir enerji, daha düşük maliyetlerle geleneksel enerji kaynaklarının yerini alabilmeleri ve daha az çevresel deformasyona sebep olmalarından dolayı son yıllarda birçok ülke için dikkat çeken bir faktör konumuna gelmiştir. Bir çok ülke, tamamen yerel ve teorik olarak tükenmez olarak kabul edilen yenilenebilir enerjiden yüksek oranlarda fayda sağlamayı hedeflemektedirler. Şekil 1.2’de 2009-2018 yılları arasında küresel toplam yenilenebilir enerji kapasitesinin gelişimi gösterilmektedir. Buna göre, yenilenebilir enerjinin küresel çapta kapasite kullanım oranının dikkat çekici şekilde arttığı görülmektedir.



Şekil 1.2: 2009-2018 Yılları Arası Küresel Toplam Yenilenebilir Enerji Kapasitesi (IRENA,2020)

Yenilenebilir enerjideki artışın en önemli nedenlerinden birisi de, söz konusu enerji kaynaklarına olan farkındalığın ve yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği uygulamalarının giderek daha yaygın hale gelmesinin bulunduğu düşünülmektedir (Saygın, 2017:76).

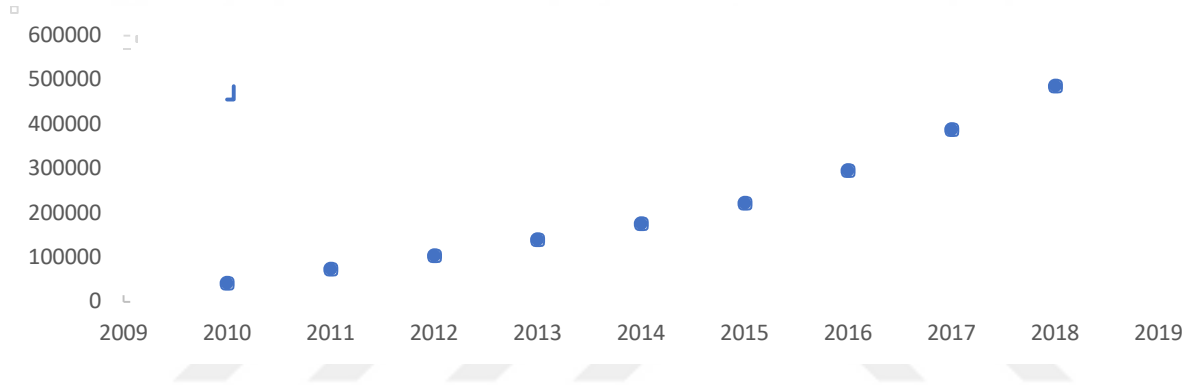
1.2.1. Güneş enerjisi

Yenilenebilir enerji kaynakları söz konusu olduğunda güneş enerjisi en bol olan enerji kaynağıdır. Güneş, yeryüzündeki en büyük enerji kaynağı olarak bilinmektedir. Yeryüzündeki madde ve enerji akışlarının oluşmasında güneş enerjisi etkili olmaktadır. Güneş enerjisi; güneş ışığına ve güneş ışığının açığa çıkardığı ısıya atfedilen enerji kaynaklarını ifade etmektedir. Rüzgar enerjisi, biyokütle enerjisi, dalga enerjisi vb enerjiler güneş enerjisinin değişim geçirmiş biçimlerini oluşturmaktadır (Varınca ve Gönüllü, 2006: 270). Bu kapsamda doğal enerji kaynaklarının birçoğunun kökeninde güneş enerjisinin olduğu kabul edilmekte ve bu enerjiden ısıtma ve elektrik elde etme gibi birçok amaçla kullanılmaktadır.

Güneş enerjisi, hem doğrudan hem de dolaylı formlara sahiptir (Panwar vd., 2011: 1515). Güneş enerjisi teknolojileri üç şekilde sınıflandırılmaktadır. Bunlardan ilki aktif ve pasif güneş enerji sistemleridir. İkincisi termal ve fotovoltajik sistemler, üçüncüsü ise yoğunlaştırılmış ve yoğunlaştırılmamış güneş enerjisi sistemleridir (Timilsina vd., 2012: 450).

Güneş enerji sistemlerinde, güneş enerjisinden ısı enerjisi elde edilip bu enerji elektrik enerjisine çevrilebilir ya da fotovoltajik piller sayesinde güneş ışığı doğrudan elektrik enerjisine çevrilerek kullanılabilirler. Güneş enerjisi sürekli, bol, yenilenebilir ve bedava bir enerji kaynağıdır. Bunlara ek olarak fosil yakıtların çıkarılmaları ve kullanılmaları sırasında ortaya çıkan çevresel maliyetlerin birçoğunun güneş enerjisinde bulunmaması söz konusu enerjiyi çevre dostu ve temiz bir enerji yapmaktadır. Güneş enerjisi hem maliyet azaltılmasına katkı yapan teknolojik gelişmeler hem de yenilenebilir enerji kullanımını destekleyen hükümet politikaları sebebiyle son yıllarda ciddi büyüme yaşamıştır.

Şekil 1.3'te küresel güneş enerjisinin kurulu güç kapasitesindeki artış gösterilmektedir. Buna göre 2010 yılından 2019 yılına kadar geçen sürede güneş enerjisinde ciddi artışlar gözlenmektedir.



Şekil 1.3: Küresel Güneş Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi (MW) (IRENA, 2020)

Özellikle küresel ısınmanın küresel boyutta ciddi bir problem olarak dikkate alınmasıyla beraber ülkeler, politikalarını yenilenebilir kaynakların artışına destek olacak şekilde belirlemeye başlamışlardır. Bu bağlamda yenilenebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisi birtakım avantajlara sahiptir. Bu avantajlar; hiçbir sera gazı veya toksit atığa neden olmaması, çevre ve su kalitesini bozmaması ve özellikle enerji üretiminde dışa bağımlı olan ülkeler açısından bakıldığında, dışa bağımlılığı azaltıcı katkı yapması şeklinde sıralanmaktadır (Solangi vd., 2011: 2151).

Güneş enerjisinin sayılan bu avantajlarının yanı sıra çeşitli dezavantajları da mevcuttur. Bu dezavantajlardan ilki; söz konusu enerjinin ilk kurulum maliyeti nispeten yüksektir. Bununla beraber depolama sorunu olduğu için enerjinin talebi ve arzı arasında zaman farkı yaratmaktadır. Bu dezavantajların ilerleyen zamanlarda gelişen teknoloji ve Ar-Ge çalışmaları nedeniyle en aza indirileceği öngörülmektedir.

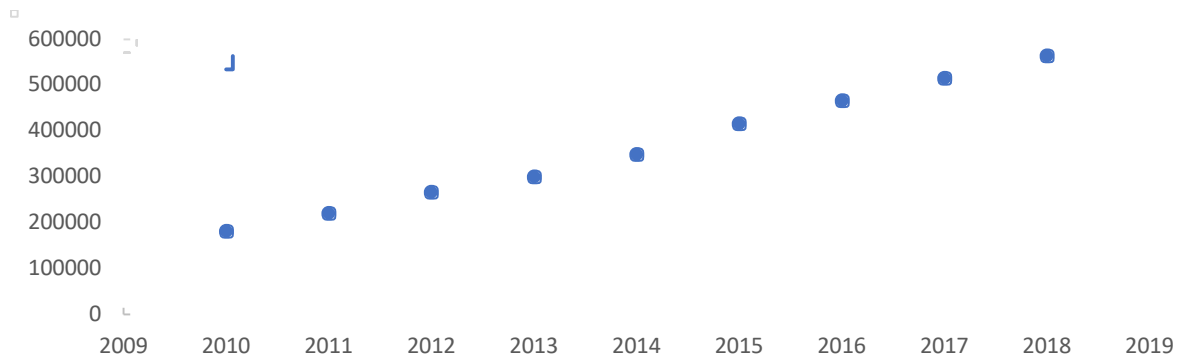
2018 yılında dünya toplam güneş enerjisi üretimi 584,6 TWh olup, bu rakam bir önceki yıla göre %28,9 artış göstermektedir. 2017 yılında güneş enerjisi üretiminde Avrupa bölgesi

önder konumda iken 2018 yılında Asya- Pasifik ülkeleri üretim miktarları bakımından öne geçmişlerdir. En çok güneş enerjisi üreten ülke Çin (177,5 TWh) olurken, ABD (97,1 TWh) dünyada en çok güneş enerjisi üreten ikinci ülke, Japonya (71,7 TWh) ise dünyada üçüncü ülke konumundadır. Avrupa’da ise en çok güneş enerjisi üreten ülke 46, 2 TWh ile Almanya’dır (BP, Renewable Energy Section, 2019).

1.2.2. Rüzgar enerjisi

Rüzgar enerjisi hava akımlarından meydana gelen bir hareket enerjisini ifade etmektedir. Günümüzde hava hareketlerinin oluşturduğu kinetik enerjiyi rüzgar türbinleri gibi çeşitli sistemler yardımıyla mekanik enerjiye dönüştüren rüzgar enerjisi hem kaynağının sınırsız olması hem de çevresel deformasyon yaratmaması nedeniyle tercih edilmektedir. Rüzgar türbinleri öncelikle kinetik enerjiyi mekaniğe çevirmekte, sonrasında ise elektrik enerjisine dönüştürmektedirler.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinden elektrik üretiminde hidroelektrikten sonra ikinci sırada yer alan rüzgar enerjisi, hızlı büyüyen yenilenebilir enerji teknolojilerinden birini oluşturmaktadır (Pandaw vd., 2011: 1517). Rüzgar enerjisinin maliyetlerindeki düşme küresel çapta rüzgarın da kullanılabilirliğini artırmaktadır. Denizde ve karada küresel rüzgar enerjisi kurulu güç kapasitesi son yirmi yılda yaklaşık 75 kat artarak 1997 yılında 7,5 GW’tan 2018 yılına kadar 564 GW’a yükselmiştir (IRENA, 2018). Şekil 1.4’ de 2010-2018 yıllarına ait küresel rüzgar enerjisi kurulu güç kapasitesinin gelişimi gösterilmektedir. Rüzgar enerjisi güç kapasitesindeki görülen bu artış, aslında onun bir takım avantajlarından kaynaklanmaktadır. Bu avantajlar; ham madde maliyetinin olmaması, sera gazı salınımı yapmaması, çevreci olması ve doğrudan kullanım sağlaması, kuruldukları bölgede kırsal kalkınmaya yardımcı olması, iş imkanı sağlaması, türbinlerinin uzun yıllar kullanılabilmesi sebebiyle ilave maliyet gerektirmemesi olarak sıralanabilmektedir (Bayraç ve Özarslan: 2018: 383).



Şekil 1.4: Küresel Rüzgar Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi (MW)(IRENA, 2020)

Rüzgar enerjisinin tüm bu avantajlarının yanında bazı dezavantajları da mevcuttur. Rüzgar enerjisi kesintisiz bir enerji kaynağı değildir. Bu yüzden kesintisiz bir enerji sağlamada birtakım problemler ortaya çıkabilmektedir. Bunun yanı sıra rüzgar türbinleri görüntü ve gürültü kirliliğine neden olabilmektedirler. Ancak bu dezavantajlar, fosil yakıtlar ile mukayese edildiğinde oldukça göz ardı edilebilir durum arz etmektedir.

2018 yılı dünya toplam rüzgar enerjisi üretimi bir önceki yıla göre %28,9 oranında artmıştır. Bu artışta en büyük pay sahibi olan ülke güneş enerjisinde olduğu gibi Çin'dir. Çin 2018 yılında 366 TWh rüzgar enerjisi üretmiştir. Çin'i 277,7 TWh ile ABD ve 111,6 TWh ile Almanya takip etmektedir. Rüzgar enerjisi üretiminde dünyada dördüncü sırada ise Hindistan yer almaktadır. Hindistan 2018 yılında 60,3 TWh rüzgar enerjisi üretmiştir (BP, Renewable Energy Section, 2019).

1.2.3. Biyo- kütle enerjisi

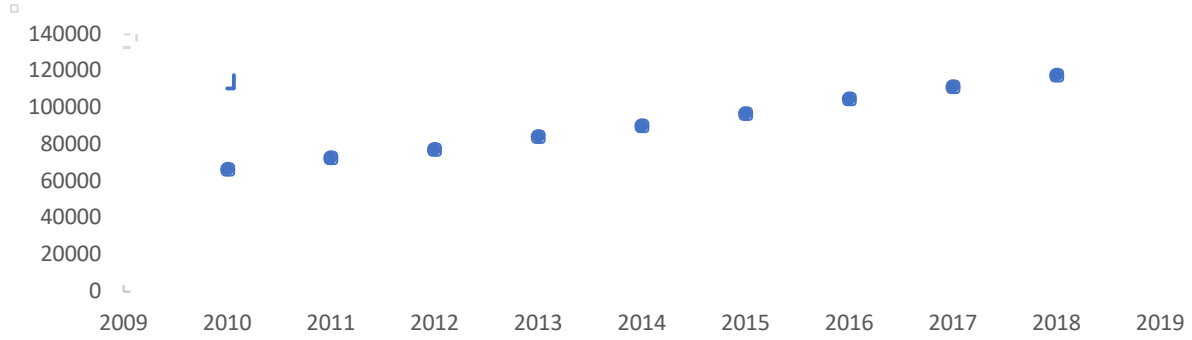
Genel olarak biyokütle enerjisi denildiğinde; bir asırdan daha az bir zaman diliminde kendini yenileyebilen, doğada her koşulda yetişen tüm bitkileri içeren, kırsal ve kentsel alanlarda gıda endüstrilerinin ortaya çıkardığı her türlü organik atıktan elde edilen enerji anlaşılmaktadır (Acaroğlu vd., 2015:1166). Kısaca biyokütle enerji, canlı organizma vasıtası ile üretilen enerjiyi ifade etmektedir.

Nüfusa paralel olarak artan enerji ihtiyacını karşılamada biyokütle enerji, çevreyi kirletmeden sürdürülebilirliği sağlaması bakımından önemlidir. Biyokütle enerjisi üretilirken güneş ve rüzgar enerjisinde yaşanan hava koşullarına bağlı dalgalanmalar yaşanmamaktadır (Bayraç ve Özarslan, 2018: 3). Ayrıca her bölgede üretilmesi mümkün olan ve tamamen yerli bir enerji kaynağı olması nedeniyle, üretiminin yapıldığı kırsal bölgelerde kalkınmaya da yardımcı olmaktadır.

Ormansal atıklardan, buğday ve mısır gibi özel bitkilerin yetiştirilmesinden, organik çöplerden ve hayvan atıklarından elde edilen bu enerji (Topal ve Arslan, 2008: 243), iki şekilde karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan ilki; hayvansal ve ormansal atıkların kırsal alanlarda ısınma ve yemek yapma amacıyla basit şekilde yakılmasıyla elde edilen geleneksel biyokütle enerjisidir. İkincisi ise; gelişmiş kimyasal dönüşümler yardımıyla elde edilen akaryakıt ve elektrik üretmek için kullanılan çöp gazı, biyodizel ve biyogaz gibi yakıtların elde edilmesini ifade eden modern biyokütle enerjisidir.

Biyokütle enerjisi diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi yereldir ve dışa bağımlılığı azaltırken ödemeler bilançosuna dair problemlerin çözümüne yardımcı olmaktadır. Kuruldukları bölgede istihdam olanaklarını artırır ve göçlerin azaltılmasını sağlar. Çevresel

deformasyonu önlemeye yardımcı olarak, iklim değişikliği ile mücadelede yardımcı olmaktadır. Biyokütle enerjisinin diğer enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında düşük verimliliğe sahip olması ve yatırım maliyetlerinin yüksekliği gibi bir takım olumsuz yönleri mevcuttur (Bayramoğlu, 2014: 23). Ancak bu olumsuzlukları, doğru politikalar yardımıyla azaltabilmek mümkün olabilmektedir.



Şekil 1.5: Küresel Biyokütle Kurulu Güç Kapasitesi (MW) (IRENA, 2020)

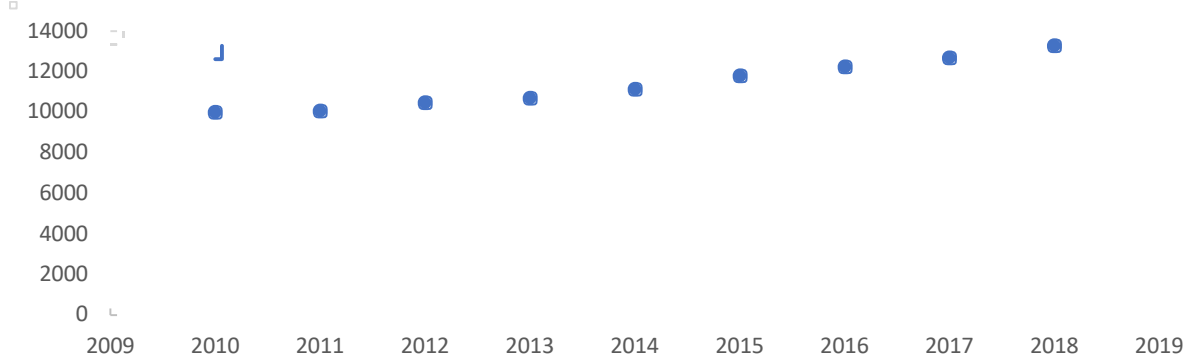
Şekil 1.5, biyokütle enerjisinin tüm formları dahil 2010-2018 yılları arasındaki gelişim trendini göstermektedir. Buna göre ele alınan yıllar arasındaki gelişim, biyokütlenin küresel boyutta önem kazandığını somut olarak ifade etmektedir.

Dünya biyoyakıt üretimi 2018 yılında %9,7 oranında artmıştır. Bu oranda en çok pay sahibi olan ülke ABD (38088 btep) olurken, onu sırasıyla Brezilya (21375 btep), ve Endonezya (4849 btep) takip etmektedir. Avrupa’da ise biyoyakıt üretiminde ilk sırada Almanya (3445 btep) gelmektedir (BP, Renewable Energy Section, 2019).

1.2.4. Jeotermal enerji

Jeotermal enerji, yerkürenin kendi ısınıp ifade etmekte olup, yer kabuğunun derinliklerinde sıcak akışkan veya sıcak kuru kayaların meydana getirdiği bir termal enerji çeşididir (Koç ve kaya, 2015:41). Kaynakları, yer kabuğunun derinlerine inilerek boru sistemi ile sıcak suyun yüzeye çıkarılması şeklinde elde edilmekte ve daha çok elektrik elde etmek ve ısınmak şeklinde kullanılmaktadır.

Şekil 1.6’da küresel anlamda jeotermal enerjinin kurulu güç kapasitesinin gelişimi gösterilmektedir. Dünya’da 2018 yılı itibari ile jeotermal enerji kurulu gücü 13. 277 MW düzeyindedir. Dünyada jeotermal, elektrik üretmek suretiyle en çok kullanan ülke ABD’dir. ABD’yi sırasıyla Filipinler, Endonezya, Türkiye ve Yeni Zelanda izlemektedir (ETKB, Erişim Tarihi: 12.03.2020).



Şekil 1.6: Küresel Jeotermal Kurulu Güç Kapasitesi (MW)(IRENA,2020)

Yer kabuğundan derinlere inildikçe sıcaklık değerleri yaklaşık 30 dereceye kadar artmaktadır ve bu durum jeotermal enerjinin özellikle sera ısıtması, sulu tarım, kağıt ve tahıl kurutması gibi birçok endüstri dalında kullanılmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda yerkürenin kendi sahip olduğu ısıdan bir enerji elde etmek, söz konusu enerjiyi kullanan ülke ya da bölgeler açısından son derece önemlidir. Jeotermal enerji ayrıca kaplıca, hamam ve yüzme havuzu gibi sağlık ve turizm alanında da kullanılmaktadır.

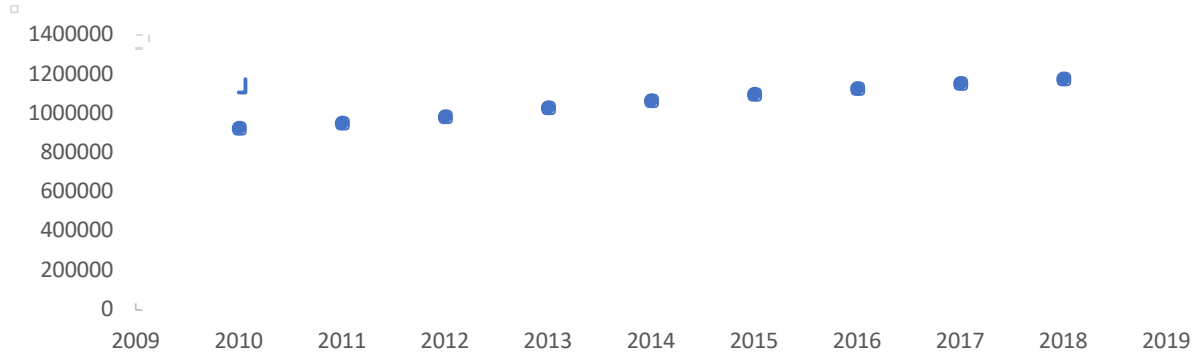
1.2.5. Hidroelektrik enerji

Hidrolik enerji, hareketli suyun enerjisi kullanılarak elde edilen elektrik olarak ifade edilmektedir. 1800’lü yıllardan beri kullanılan hidrolik enerjinin ilk kullanımı, çiftçilerin buğday üretmek için nehirlerle yerleştirdikleri su çarkları vasıtası ile kinetik enerjinin mekanik enerjiye dönüşümü ile olmuştur (Bagher vd., 2015: 18). Günümüzde dünyada yaygın olarak kullanılan bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Diğer enerji kaynakları ile karşılaştırıldıklarında işletme maliyeti olarak en düşük maliyete sahiptirler. Bu düşük maliyetin yanı sıra işletme ömrü uzundur ve yüksek verim elde edilebilmektedir.

Hidrolik enerji özellikle enerjide dışa bağımlı geliştirmekte olan ülkeler açısından düşünüldüğünde potansiyel bir kaynaktır. Şehir aydınlatmasından fabrikaların çalıştırılmasına, dağınık yerleşim yerine elektrik sağlamaktan tarımsal üretim tesislerine kadar birçok alanda elektrik ihtiyacını gidermek için alternatif kaynaklar arasında ön plana çıkmaktadır.

Hidrolik enerji, tamamen yerli kaynaklardan elde edildiği için dışa bağımlılığı azaltmaktadır. Maliyeti oldukça düşüktür ve üretirken çevreye kirlilik vermemektedir. Tek kirlilik, santrallerin inşaatı sırasında çıkabilmektedir. Hidroelektrik santraller uzun yıllar

dayanmakta ve uzun yıllar boyunca enerji üretimine katkı yapmaktadırlar. Hidrolik enerjinin bu avantajlarının yanında en büyük dezavantajı, kurulduğu bölgenin çevresindeki ekolojik değişimlerdir.



Şekil 1.7: *Küresel Hidrolik Enerji Kurulu Güç Kapasitesi (MW) (IRENA, 2020)*

Şekil 1.7’de küresel çapta kurulu hidrolik enerjinin 10 yıllık gelişimi gösterilmektedir. Buna göre diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimi ile mukayese edildiğinde hidrolik enerjinin kullanımının nispeten daha yoğun olduğu görülmektedir.

Dünyada 2018 yılında üretilen hidrolik enerjinin büyük bölümü Çin tarafından üretilmektedir. Çin 2018 yılında 1202,4 TWh hidrolik enerji üretmiş olup, onu 387,7 TWh ile Brezilya ve 387,3 ile Kanada takip etmektedir (BP, Renewable Energy Section, 2019).

1.2.6. Hidrojen enerjisi

Hidrojen doğada en fazla bulunan en basit elementtir. Bu anlamda biyokütle, doğal gaz, su ve kömürün bulunduğu birçok maddeden elde edilebilmektedir (Ersöz vd, 2001). Hidrojen doğal bir enerji kaynağı olmadığından, doğada serbest şekilde bulunmamaktadır. Hem fosil kökenli enerji kaynaklarından hem de yenilenebilir kaynaklardan elde edilen hidrojen gazının kullanıldığı yöntem, onun çevreye duyarlı olup olmadığını belirlemektedir. Bu bağlamda çevresel deformasyonu en aza indirecek yöntemin, güneş enerjisi vasıtası ile elde edilen elektrik ile açığa çıkan yöntem olduğu düşünülmektedir (Yelmen ve Çakır, 2010: 8).

Hidrojen diğer yakıt türleri ile karşılaştırıldığında birim kütle başına en yüksek verimi sağlayan enerji kaynağıdır. Örneğin 1 kg hidrojenin içerdiği enerji 2,8 kg petrolün sahip olduğu enerjiye eşdeğerdir (İncekara ve Oğulata, 2011: 8). Tüm bu enerji verimliliğinin aksine hidrojen enerjisi elde etmek oldukça pahalı yöntemlerle mümkün olmaktadır. Bununla birlikte, üretim maliyetini düşürecek yöntemlerin geliştirilmesi, söz konusu enerjinin yaygınlaşmasını sağlayacaktır.

1.2.7. Dalga enerjisi

Deniz dalgaları denizin dibinde veya yüzeyinde meydana gelen hareketlerin sonucunda bozulan deniz yüzeyinin tekrar eski dengesine kavuşması için yaptığı birtakım hareketleri ifade etmektedir (Örer vd., 2003). Dalga enerjisi ise denizin bu hareketlerinin itme gücünden yararlanılarak elde edilen enerjiyi ifade etmektedir. Dalga enerjisi, deniz dalgası, gel- git ve boğaz akıntıları gibi farklı formlarda bulunabilmektedir. Dalga enerjisi denizler aracılığı ile sınırsız bir enerji sağlamaktadır. Bunun yanı sıra ekolojik dengeye zararı bulunmadığı için tamamen temiz bir enerji kaynağıdır.

Dalga enerjisinin güç kaynağının sınırsız olması, enerjide dışa bağımlılığı azaltması, iklim değişikliğinin önüne geçmede yardımcı olması, bulunduğu alanda iş imkanı yaratması ve elektriğin ulaşımında zorluk yaşanan bölgelere elektrik sağlanması gibi bir çok faydası bulunmaktadır. Bunun yanı sıra dalga enerjisinin kullanımında en büyük dezavantaj her dalga boyuna ayrı bir tasarım yapmanın zor olmasından ileri gelmektedir.

Dünya toplam deniz akıntısı kaynağının yaklaşık 450 GW olduğu tahmin edilmektedir. Bu çerçevede bu kaynaktan dünyada 20 bölgede yararlanma olanağı bulunmaktadır. Bu bölgeler; Fransa, İngiltere, Çin, Japonya, ABD, İtalya, Almanya, İrlanda, İspanya, Filipinler, Hollanda olarak belirlenmiştir. Türkiye’de enerji kaynağından deniz dalgası ve boğaz akıntıları olanağı bulunmakta, ancak boğazlardaki deniz trafiğinin yoğun olması nedeniyle, henüz dalga enerjisinden yararlanabilmek mümkün olmamaktadır (Özcan, 2013: 23; Saygın, 2017: 75).

1.3. Dünya ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji

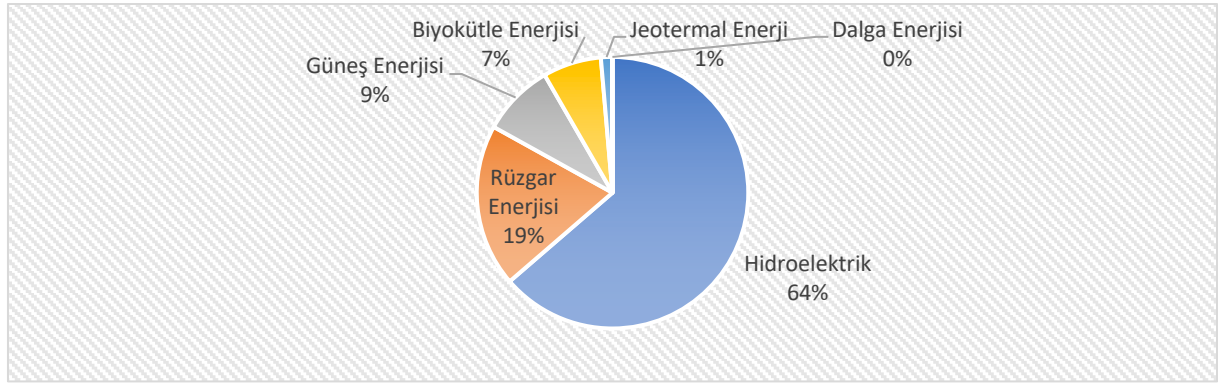
Yenilenebilir enerji kurulu güç kapasitesi küresel olarak 2018 yılında yaklaşık 2.378 GW olarak ifade edilmektedir. Buradan elde edilen enerji ise çeşitli sektörlerde kullanılabilir. Küresel çapta yenilenebilir enerjinin en çok kullanıldığı sektörlerin başında elektrik sektörü gelmektedir. Isıtma ve soğutma gibi diğer alt sektörler ise nispeten daha az yoğun kullanılan alanları oluşturmaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji, geleneksel enerji kaynaklarına göre son yıllarda maliyet açısından da daha rekabetçi hale gelmektedir. Bu durum yenilenebilir enerjiye olan talebi her geçen gün artırmaktadır. Özellikle 2018 yılı itibarıyla yükselen ekonomiler yenilenebilir enerji kullanımlarını büyük oranda artırmıştır. Bunun sonucu olarak, gelişmekte olan ve yükselen ekonomiler 2018 yılındaki yatırımların büyük kısmını karşılamışlardır. Öte yandan, yenilenebilir enerji sektörü tüm dünyada istihdam oranını artışına da katkı sağlamaktadır. 2018 yılsonu itibarıyla doğrudan ve dolaylı olarak yaklaşık 11 milyon kişiye yenilenebilir enerji sektöründe istihdam sağlanmıştır (REN21, 2020:17).

Çalışmanın bu bölümünde dünyada yenilenebilir enerjinin gelişim seyri ve kapasitesi ortaya konulup, ardından Türkiye’de yenilenebilir enerjinin kullanım alanları ve gelişimi açıklanmıştır.

1.3.1. Dünyada yenilenebilir enerji

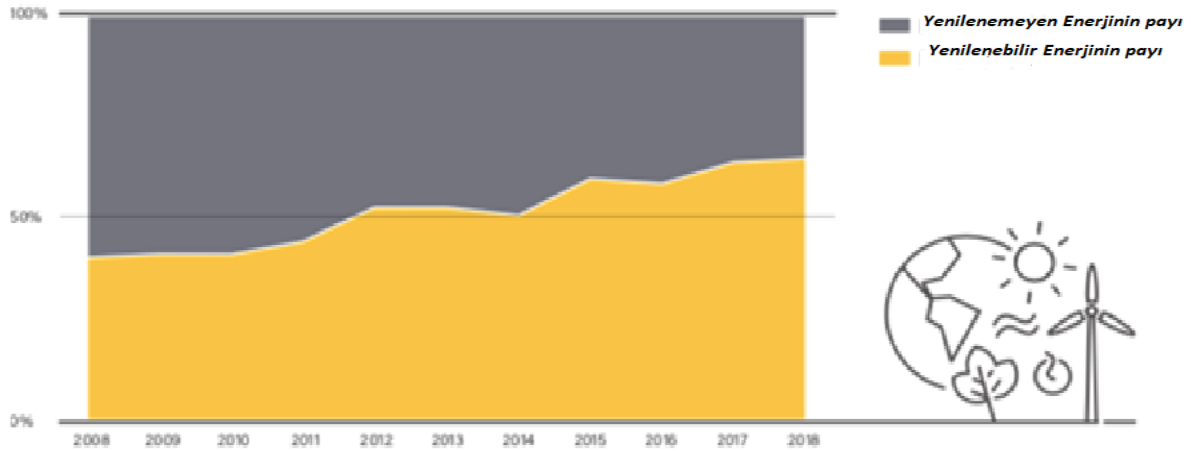
Enerji, insanların günlük yaşamında her zaman önemli bir bileşen olmuştur. Özellikle sanayileşmiş ülkelerde bir milyardan fazla insan (dünya nüfusunun yaklaşık %20’si) toplam enerji arzının yaklaşık %60’ını tüketirken, gelişmekte olan ülkelerde yaklaşık 5 milyar insan toplam enerji arzının diğer %40’ını tüketmektedir. Kırsal alanlara ve kasabalara dağılmış yaklaşık iki milyar düşük gelirli insan (kişi başına yıllık 1000\$ veya daha az) ise kişi başına yalnızca 0,2 tep (ton petrol eşdeğeri) enerji kullanırken, yaklaşık bir milyar zengin insan (yıllık gelir 22000\$) kişi başına 5 tep ile yaklaşık 25 kat daha fazla enerji kullanmaktadır (Ramachandra, 2020: 175).

Enerjinin kullanılmasının yanı sıra hangi kaynaklardan elde edildiği de son yıllarda tartışılan konuların başında gelmektedir. Hava, toprak ve su kalitesinin fosil yakıtlar nedeniyle her geçen gün düşmesi çevresel bozulmalara ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Bu nedenle küresel olarak yenilenebilir enerji kullanımı tüm dünya ülkeleri tarafından son yıllarda dikkatleri çeken bir konu olmaktadır. 2015 yılında Birleşmiş Milletler Genel Kurulu tarafından benimsenen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, yeryüzünde sürdürülebilir bir gelecek için güçlü bir çerçeve sağlamaktadır. Bu çerçeveye göre, küresel enerji karışımında yenilenebilir enerjinin payını artırmak, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında ve ülkelerin enerji politikalarında büyük önem arz etmektedir (Gielen vd., 2019). Bu kapsamda yenilenebilir enerji, son birkaç yıldır küresel olarak yaygın kullanılan ana akım elektrik üretiminin de kaynağını oluşturmaktadır. Şekil 1.8, 2018 yılında yenilenebilir enerjiden üretilen elektriğin kaynaklar arası dağılımını göstermektedir. Buna göre; 2018 yılında dünyada yenilenebilir enerjiden üretilen elektriğin yaklaşık %64’ünü hidroelektrik oluştururken, bunu sırasıyla %19 ile rüzgar enerjisi, %9 ile güneş enerjisi, %7 ile biyokütle enerjisi ve %1 ile jeotermal enerji oluşturmaktadır.



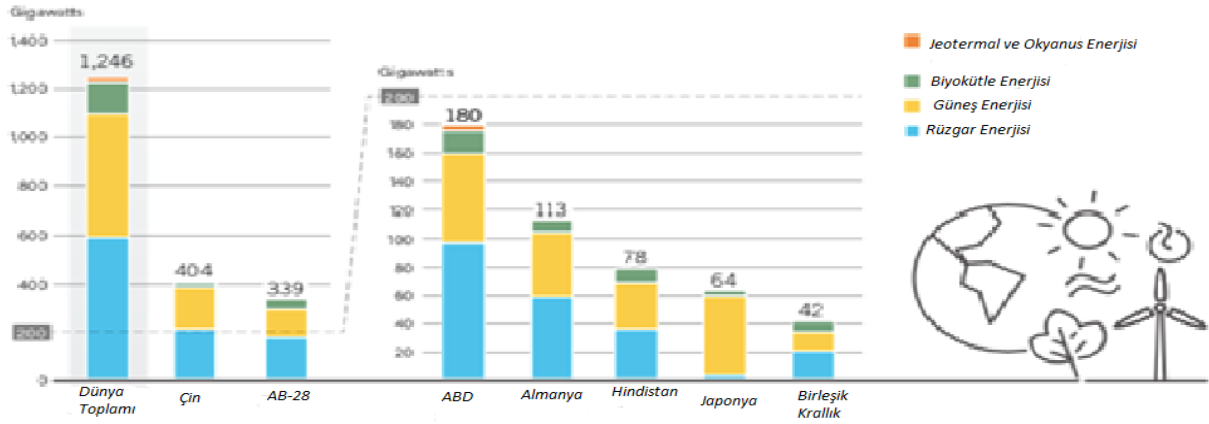
Şekil 1.8: Dünyada Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Payı, 2018 (IRENA'dan alınan verilerle düzenlenmiştir)

Günümüzde yenilenebilir enerji, dünyanın birçok bölgesinde geleneksel enerji kaynakları ile kıyaslanabilir duruma gelmiştir. Yenilenebilir enerji için net kapasite ilaveleri, özellikle 2014 yılından itibaren art arda fosil yakıt ve nükleer kaynaklardan daha yüksek olmuştur. Öyle ki yenilenebilir enerji kaynakları artık küresel çapta kurulu güç kapasitesinin üçte birinden daha fazlasını temsil etmektedir (REN21, 2020). Şekil 1.9, 2008-2018 yılları arası yenilenebilir enerji üretim kapasitesinin yıllık net ilavelerindeki payını göstermektedir. Buna göre, yenilenebilir enerji net ilave payının sürekli bir şekilde arttığı gözlenmektedir.



Şekil 1.9: Yenilenebilir Enerji Üretim Kapasitesinin Yıllık Net İlavelerindeki Payı (2008-2018). (REN21, Global Status Report, 2020: 33)

Yenilenebilir enerji küresel ölçekte her geçen gün üretim kapasitesi artışı gösteren enerji kaynaklarının başında gelmektedir. 2018 yılının sonunda 90'dan fazla ülke en az 1 GW üretim kapasitesi kurarken, en az 30 ülke ise 10 GW üretim kapasitesini aşmıştır. Bu noktada Şekil 1.10'da 2018 yılında yenilenebilir enerji kapasitesinin dünya, AB-28 ve ilk 6 ülkedeki durumu izlenmektedir.



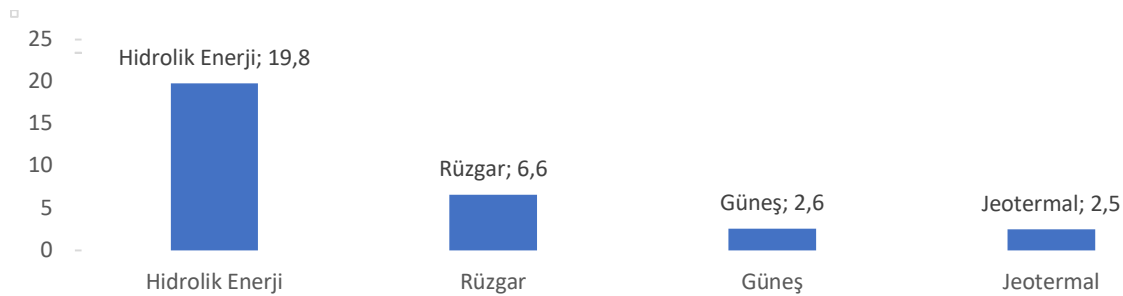
Şekil 1.10: Yenilenebilir Enerji Kapasitesi, Dünya, AB-28 ve İlk 6 Ülke, 2018 (REN21, Global Status Report, 2020:42)

Şekil, kurulu yenilenebilir enerji üretim kapasitesi açısından değerlendirildiğinde ilk sırada yer alan ülke Çin'dir. Çin'i sırasıyla ABD, Almanya, Hindistan, Japonya ve Birleşik Krallık takip etmektedir. Bunun yanı sıra kişi başına yenilenebilir enerji kapasitesi bakımından en iyi olan ülkeleri ise İzlanda, Danimarka, Almanya, İsveç ve Finlandiya oluşturmaktadır (REN21, 2020).

1.3.2. Türkiye'de yenilenebilir enerji

Türkiye'nin enerji üretiminde, kendi sınırları içerisinde yoğun olarak bulunmayan fosil kökenli enerji kaynaklarının daha yoğun kullanıldığı bilinmektedir. Bu durum ise ülkeyi enerjide yüksek oranda dışa bağımlı hale getirmektedir. Bununla birlikte, Türkiye coğrafik yapısı itibari ile yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Bu zenginliğine rağmen mevcut enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı oldukça sınırlı kalmaktadır.

Son yıllarda verilen teşvikler, yasal ve kurumsal düzenlemeler çerçevesinde yenilenebilir enerji kullanımı arttırılmaya çalışılmaktadır. British Petroleum (BP)'un 2019 yılında yayınladığı rapora göre, Türkiye'de 2018 yılında 302,5 TWh elektrik üretimi gerçekleşmiştir. Bu üretimin ise sadece 37,7 TWh'i yenilenebilir kaynaklardan elde edilmiştir. Üretilen elektriğin enerji kaynaklarına göre dağılımı ise Şekil 1.11'de gösterilmektedir.



Şekil 1.11: Türkiye’de Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Payı (%) (ETKB, 2020)

Şekil 1.11’e göre Türkiye’de elektrik üretiminde en yoğun kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı % 19,8’lik bir oranla hidrolik enerjidir. Bunu sırasıyla %6,6 ile rüzgar, %2,6 ile güneş ve %2,5 ile jeotermal enerji takip etmektedir.

Türkiye’de yenilenebilir enerji potansiyelinde önemli yer tutan yenilenebilir enerji kaynaklarının başında hidrolik enerji gelmektedir. Diğer yenilenebilir enerji kaynakları ile beraber, hidroelektrik enerji, temiz enerjiye geçişte kritik rol oynamaktadır (Pandey ve Karki, 2016). Hidroelektrik, özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde fosil yakıt kökenli yeni yatırımlara da iyi bir alternatif oluşturmaktadır.

Bir ülkede, ülke sınırları veya denizlere kadar olan tüm akışların %100 verimle değerlendirilmesi varsayımına dayanılarak yapılan hesaplamadaki hidroelektrik potansiyeli, söz konusu ülkenin brüt teorik hidroelektrik potansiyelini oluşturmaktadır. Diğer yandan mevcut teknolojilerle bu potansiyelin tamamını kullanmak mümkün olamamaktadır. Böyle bir durumda mevcut teknoloji ile elde edilecek azami potansiyeli ise teknik potansiyel oluşturmaktadır. Bu çerçevede Türkiye’nin teknik hidroelektrik potansiyeli dünya teknik potansiyelinin %1,5’ine, Avrupa teknik potansiyelinin ise %17,6’sına karşılık gelmektedir (DSİ, 2020). Tablo 1.2’ye göre Türkiye’de işletme halinde olan 303 hidroelektrik santralının toplam kurulu gücü 17.372 MW, ortalama yıllık üretimi ise 62.000 GW olmaktadır.

Tablo 1.2: Türkiye’nin Hidroelektrik Potansiyeli (DSİ, 2020)

Potansiyel	HES Adedi	Toplam Kurulu Kapasite (MW)	Ortalama Yıllık Üretim (GWh/yıl)	Oran (%)
İşletmede	303	17.372	62.000	38
İnşaat Halinde	256	10.590	35.000	21
İnşaatına Henüz Başlanmayan	1083	19.535	67.000	41
Toplam	1643	47.497	164.000	100

Türkiye’de enerji üretiminde en çok kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından ikincisi rüzgar enerjisidir. Doğa ile uyumlu olan rüzgar enerjisi, çevreye en az zarar veren ve tükenme ihtimali olmayan bir enerji kaynağıdır. Bunun yanı sıra rüzgar enerjisi, yenilenebilir kaynaklar içerisinde ticari açıdan en elverişli ve en gelişmiş enerji türüdür (Albostan vd., 2009: 644).

Türkiye geniş yüz ölçümü ve iklimsel özellikleri sebebiyle önemli bir rüzgar enerjisi potansiyeli içermektedir (Erdoğan, 2009). Türkiye’nin sahip olduğu rüzgar enerjisi potansiyeli, rüzgarın sürekliliğine ve hızına göre bölgesel olarak değişebilmektedir. Türkiye’nin rüzgar enerji potansiyeli 48 GW olarak ifade edilmektedir (ETKB, 2020). Bu oran Türkiye yüz

ölçümünün yaklaşık %1,30'una denk geldiği düşünüldüğünde rüzgar potansiyelinin ilerleyen yıllarda artması beklenmektedir.



Şekil 1.12: Türkiye’deki Rüzgar Enerjisi Santralleri için Kümülatif Kurulumu (2008-2019)(TUREB, 2019)

Şekil 1.12’de Türkiye’de 2008-2019 yılları arası rüzgar enerjisi kümülatif kurulum gelişimi gösterilmektedir. Buna göre 2008 yılında 364 MW olan rüzgar enerjisi kurulumu 2019 yılında 7.615 MW’a yükselmiştir. Fakat bu oran Türkiye’nin rüzgar enerji potansiyelinin toplamı ile karşılaştırıldığında oldukça azdır.

Bir rüzgar türbini, ekonomik açıdan verimli bir yatırım türü olması için 50 metre yükseklikte kurulmalı ve hesaplanan rüzgar hızının da 7.0 m/s olmalıdır (Şenel ve Koç, 2015: 6). Söz konusu alana yatırım yapmak isteyen yatırımcılar, bu potansiyelin en yüksek olduğu bölgeleri tercih etmektedirler. Şekil 1.13’ de Türkiye’de işletme halindeki rüzgar enerjisi santrallerinin bölgeler bazında dağılımı görülmektedir.



Şekil 1.13: İşletme Halindeki RES’lerin Bölgesel Dağılımı (MW)(TUREB, 2019)

Şekil 1.13’e göre, işletme halindeki rüzgar enerjisi santrallerinin yoğun olduğu bölge 2.868 MW ile Ege bölgesidir. Ege bölgesini sırası ile Marmara Bölgesi, Akdeniz Bölgesi, İç Anadolu, Karadeniz ve Güney Doğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgesi izlemektedir.

Türkiye’de enerji üretiminde en çok kullanılan üçüncü yenilenebilir enerji kaynağı ise güneş enerjisidir. Türkiye, coğrafi konumu gereği sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli bakımından birçok ülke/bölgeye göre şanslıdır. Güneşlenme süresinin uzun olması ülkede

güneş enerjisi potansiyelini artırmaktadır. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın hazırladığı Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) göre, yıllık toplam güneşlenme süresi 2.741 saat (günlük ortalama 7,5 saat), yıllık toplam gelen güneş enerjisi 1.527 kWh/m² yıl (günlük ortalama 4,18 kWh/m².gün) olduğu ifade edilmektedir. Bu kapsamda Türkiye, yüksek bir güneşlenme süresi ve güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Bu alana gerekli yatırımların yapılması durumunda her birim metrekareden daha fazla enerji üretilebilmektedir.

Tablo 1.3' da Türkiye'de yıllık güneş enerjisi potansiyelinin bölgesel dağılımı gösterilmektedir. Tablo 1.3'e göre Türkiye'nin en yüksek güneşli bölgesi 1469 kWh/m² yıl ve 2993 saat ile Güneydoğu Anadolu bölgesidir. Bunu sırasıyla Akdeniz, Doğu Anadolu, İç Anadolu, Ege, Marmara ve Karadeniz bölgeleri takip etmektedir.

Tablo 1.3: Türkiye'de Yıllık Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı (Karakaya vd., 2019)

Bölge	Güney Doğu Anadolu	Akdeniz	Doğu Anadolu	İç Anadolu	Ege	Marmara	Karadeniz
Toplam Güneş Enerjisi Kwh/M ² -Yıl)	1460	1390	1365	1314	1304	1168	1120
Güneşlenme Süresi (saat/Yıl)	2993	2956	2664	2628	2738	2409	1971

İnsanlığın başından beri sağlık ve temizlik gibi birçok alanda kullanılan jeotermal kaynaklar günümüzde, ısıtma, elektrik üretimi ve sanayi faaliyetlerinde kullanılmaktadır (Yılmaz, 2012: 43). Türkiye'nin genç oluşumlu bir jeolojik yapıya sahip olması ve tektonik kuşak üzerinde konumlanması onu jeotermal enerjide de avantajlı duruma getirmektedir. Bu çerçevede Türkiye'nin enerji üretiminde kullandığı yenilenebilir kaynaklardan biri de jeotermal enerjidir.

Türkiye'de yaklaşık 1.000 adet değişik sıcaklık değerlerine sahip jeotermal kaynak mevcuttur. Bununla beraber Türkiye'de jeotermal potansiyeli bakımından en yüksek bölge Batı Anadolu'dur (%78). Bunu sırası ile İç Anadolu (%9), Marmara Bölgesi (%7), Doğu Anadolu (%5) ve diğer bölgeler (%1) takip etmektedir (ETKB, 2020). Jeotermal enerjiden elektrik enerjisi üretimi açısından değerlendirildiğinde Türkiye, dünyada 12. sırada yer almaktadır. Bu sıralama içinde ilk ABD yer alır. Onu Filipinler, Endonezya ve Meksika takip eder (Yılmaz, 2012: 43; GEA, 2013).

Türkiye'de jeotermal kaynakların %90'ı düşük ve orta sıcaklıkta olup, termal turizmi, ısıtma, çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılırken, %10'u elektrik üretimi için kullanılmaktadır (<https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>).

1.4. Yenilenebilir Enerji Politikaları

Enerji politikaları kavramsal olarak enerji, ekonomi ve teknoloji gibi alt sektörlere ait kararların alındığı kurumsal yapıların uyguladıkları politikaları ifade etmektedir. Söz konusu politikalar kısa dönemde arz ve talep yönetimini ifade ederken uzun dönemde ise bu alana ilişkin planlamaları ifade etmektedir (Bayraç, 1999a: 14; Bayraç, 2009). Yasal mevzuatlar, uluslararası anlaşmalar, yatırım teşvikleri, enerji tasarrufu için uygulanacak kurallar, vergi ve diğer kamusal politikaların uygulanma şekli, enerji politikalarının özelliklerini oluşturmaktadır.

Enerji politikaları, enerjinin sürdürülebilirliği ve enerji arz güvenliğinin ülkeler çapında sağlanması gerekliliğinden dolayı hem ulusal hem de uluslararası boyutta ele alınması gerekmektedir. Son yıllarda yaşanan nüfus artışı ve ekonomik büyüme enerji talebini artırırken, enerji talebi de özellikle sıvı yakıt talebini artırmaktadır. Bu yakıtların üretiminde meydana gelen sınırlamalar ise olası bir enerji krizini sürekli gündemde tutmaktadır.

Diğer taraftan enerji, küreselleşme ve ticaretin itici gücü olması sebebiyle doğrudan çevresel faktörlerdeki bozulmanın da ana unsurunu oluşturmaktadır. Sanayisi gelişmiş ülkelerin bir refah göstergesi olarak kabul ettikleri enerjinin kullanımına ilişkin verilen kararlar, sadece o ülkeyi değil bütün dünyayı etkileyecek sonuçlar ortaya koyabilmektedir. Bu kapsamda ülkelerin uyguladıkları enerji politikaları ve ilerleyen yıllar için ortaya konan enerji politikası hedefleri küresel anlamda önem arz etmektedir.

EIA (Energy Information Administration)'ın 2019 yılında yayınladığı rapora göre; 2018- 2050 yılları arasında dünya genelinde yenilenebilir enerji tüketiminin yılda %3, nükleer enerji tüketiminin ise %1 artacağı öngörülmekte iken, 2018 yılında %31 olan birincil enerji olarak petrol tüketiminin 2050 yılında %27'e düşeceği ifade edilmektedir. Aynı rapora göre kömürün 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji politikalarındaki artış gereği, tüketiminin azalacağı öngörülmektedir.

Günümüzde sürdürülebilir bir çevre ve enerji fiyatlarının yükselme olasılığı enerji ithalatında dışa bağımlı ekonomiler için enerjiye ulaşımı daha az güvenilir kılmakta ve buna bağlı olarak ekonomiyi zora sokmaktadır. Bu kapsamda hem çevresel deformasyonu engelleyecek ve iklim değişikliğini frenleyecek, hem de ekonomik darboğazdan çıkışın sağlanmasına yönelik kararların alınması gerekli olmaktadır. Bu nedenle ülkelerin uyguladıkları enerji politikaları büyük önem arz etmektedir.

Rüzgar ve güneş başta olmak üzere tüm yenilenebilir enerji kaynakları hem temiz hem de yerli olmalarından dolayı geleceğin enerji kaynakları olarak ifade edilmektedirler. Ancak söz konusu enerji kaynaklarının yaygın kullanılmasının önünde birtakım kurulum maliyetinin ilk aşamada yüksek oluşu ve iletim sorunu gibi kurumsal ve teknik engeller bulunmaktadır.

Bununla birlikte, engellerin teknolojik gelişmenin yardımıyla aşılabacağı ve diğer geleneksel enerji kaynaklarıyla rekabet edilebilir seviyeye gelmelerinin beklenmesi nedeniyle, son yıllarda dünya ülkeleri enerji politikalarında yenilenebilir enerji kaynaklarına yer vermektedir. Tablo 1.4’de 2005 yılına kadar kanun çıkarma yoluyla yenilenebilir enerji politikalarını belirleyen ülkeler görülmektedir.

Tablo 1.4: 2005 Yılına Kadar Kanun Çıkarma Yoluyla Yenilenebilir Enerji Politikalarını Belirleyen Ülkeler (Kum, 2009: 219; IEA, The International Energy Agency; (2009), *Global Renewable Energy Policies and Measures 2009*, İnternet Adresi: <http://www.iea.org/textbase/pm/grindex.aspx>.)

Yıl	Ülke Sayısı	Eklenen Ülkeler
1978	1	ABD
1990	2	Almanya
1991	3	İsviçre
1992	4	İtalya
1993	6	Danimarka, Hindistan
1994	8	İspanya, Yunanistan
1997	9	Sri Lanka
1998	10	İsveç
1999	13	Portekiz, Norveç, Slovenya
2000	13	-
2001	15	Fransa, Letonya
2002	21	Cezayir, Avusturya, Breziya, Çekoslovakya, Endonezya, Litvanya
2003	28	Kıbrıs, Estonya, Macaristan, Güney Kore, Slovakia, Hindistan (Maharashtra)
2004	33	İsrail, Nikaragua, Kanada, Andhra, Pradesh ve Madhya (Hindistan)
2005	40	Hindistan, Çin, Türkiye, Ekvador, İrlanda

Tablodan görüldüğü gibi, yenilenebilir enerji politikalarını ilk belirlemeye başlayan ülke ABD olmuştur. ABD’yi ikinci sırada Almanya takip etmektedir. Yine aynı tabloya göre, yenilenebilir enerji kullanımında 2020 yılı itibariyle adı en çok geçen ülkelerden biri olan Çin’in ilk resmi politikasını 2005 yılında belirlediği görülmektedir. Türkiye, Çin ile benzer şekilde 2005 yılında “5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” ile yenilenebilir enerji kullanımına ilişkin resmi olarak adım atmıştır.

Bu başlık altında; enerjide uyguladıkları politikalarla dünya çapında yenilenebilir enerjinin geleceğine yön veren ABD, AB Ülkeleri, ve Çin, Hindistan, Brezilya, Rusya, Meksika, Türkiye ve Endonezya’dan oluşan E-7 ülkeleri gibi küresel aktörlerin enerji politikaları ele alınmaktadır.

1.4.1. Dünyada yenilenebilir enerji politikaları

1.4.1.1. ABD'nin yenilenebilir enerji politikaları

Dünyanın en büyük ekonomisi olarak kabul edilen ABD, sanayisinin diğer dünya ülkelerine kıyasla daha gelişmiş olması sebebiyle, enerji mücadelesinde önemli küresel aktörlerin başında gelmektedir. ABD'nin içerisinde bulunduğu sanayisi gelişmiş kuzey ülkeleri, küresel anlamda mevcut olan enerji sistemlerinin ana belirleyicileri olup küresel CO₂ emisyonlarının %75'i bu ülkeler tarafından salınmaktadır. Buna ek olarak söz konusu ülkeler yeryüzündeki maden kaynaklarının %70'ini tüketmektedirler (Kalyoncu ve Amanov, 2010: 39, Foundation, 2006).

Tarihsel çerçevede, küresel bir yapıya sahip olan ABD'nin enerji politikaları, daha çok enerji kaynaklarını çeşitlendirmeye ve enerji arz güvenliğini sağlamaya yönelik olmuştur. Bu kapsamda enerji sistemine dahil olan her bir yeni enerji kaynağı ABD için o kaynağın sahibi ülke ile yakın temaslı ilişkiyi gerekli kılan bir durum arz etmektedir. Bunun yanında ABD, birincil ve ikincil, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji gibi birçok farklı enerji türünü üretmekte ve kullanmaktadır. Ülkede en çok kullanılan enerji kaynağı olma özelliği %36 ile petrolüdür. Bunu sırasıyla %31 ile doğalgaz, %13 ile kömür, %11 ile yenilenebilir enerji kaynakları ve %8 ile nükleer enerji takip etmektedir (EIA, 2020).

2000'li yıllara kadar ABD yönetimi, uzun vadeli enerji arz güvenliğini sağlamak için büyük bir çaba harcamıştır. ABD'nin özellikle petrol ithalatına dayalı bir enerji politikasına sahip olması, petrole ulaşmada yaşanan en ufak bir jeopolitik karışıklığın endişeleri daha da artırmasına neden olmuştur. O dönemde petrolde tek bir kaynağa bağımlı kalmak istemeyen Amerikan yönetimi, rezervlerinde petrol bulunan ülkelerle iş birliği içine girmiştir (Kalyoncu ve Amanov, 2010: 40).

ABD, dünya petrol rezervlerinin büyük bölümünü sınırları içerisinde barındıran Körfez Ülkelerinin ve Orta Doğu'nun kaynaklarının dünyaya çıkış noktası olan Basra Körfezinin kontrolünü sağlamak için askeri güce dayalı bir politika uygulayarak Afganistan ve Irak'ın işgali ve 1. Körfez Savaşının çıkmasına neden olmuştur (Bayraç ve Aras, 2007: 588).

ABD son yıllarda bu politikalarını değiştirerek, fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltmak adına yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimine yönelik çeşitli teşvikler uygulamaktadır. Bu kapsamda ABD'de, özellikle yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımları teşvik edici yasal düzenlemeler yapılmıştır. Bu bağlamda üretim vergisi ve yatırım vergisi kredileri bu düzenlemelere örnek olarak gösterilmektedir. Üretim vergi kredisinde, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik miktarı baz alınırken, yatırım vergi

kredisinde yatırım miktarı üzerinden vergilendirme yapılmaktadır. Bu uygulamaların yanı sıra yenilenebilir portföy standartları, yenilenebilir enerji sertifikaları veya performansa dayalı teşvikler, karbon piyasaları, devlet vergi kredileri, devlet satış vergisi istisnaları, mülk değerlendirmeli temiz enerji programları, hibeler, sübvansiyonlar ve temiz enerji finansmanı programları, devlet düzeyinde yapılan desteklemeleri ifade etmektedir (NREL, 2015). Ayrıca ABD Enerji bakanlığı kapsamında ‘Temiz Enerji Planı’ dahilinde, 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji kullanımını artırmak ve karbon emisyonlarının 2005 yılı baz alınarak, en az %32 oranında azaltılmak hedeflenmiştir.

1.4.1.2. AB’nin yenilenebilir enerji politikaları

Günümüzün en önemli ekonomik bloklarından birini temsil eden ve 1958 yılında yürürlüğe giren Roma Anlaşmasının temelini oluşturduğu Avrupa Birliği’nin (AB) kuruluş amaçlarından bir tanesi, enerjiye ulaşımı birliğin çatısı altında gerçekleştirmek ve ortak bir enerji politikası belirlemektir. Dünyanın en büyük ekonomilerinden birini temsil eden AB, enerji rezervlerinin az olmasına karşılık, dünyada üretimi yapılan enerjinin beşte birini tüketmektedir (Güneş ve Arslan, 2018: 8). Bu durum AB’nin büyük oranda enerjide dışa bağımlı olduğunu göstermektedir. AB petrol ve doğalgaz gibi fosil kökenli enerji kaynaklarının bulunması bakımından Norveç, Hollanda ve İngiltere’nin haricinde fakir bir coğrafyadır (Kakışım, 2019:2). Bu durum söz konusu birliğin dışa bağımlılığını her geçen gün artırmaktadır. AB üyesi ülkelerin enerji tüketimine ilişkin verileri Tablo 1.5’te gösterilmektedir.

Tablo 1.5: Avrupa Ülkeleri Yakıt Bazında Birincil Enerji Tüketimi 2018 (MTEP) (BP Statistical Review of World Energy, 2019)

Ülkeler	Petrol	Doğal Gaz	Kömür	Nükleer Enerji	Hidroelektrik	Yenilenebilir Enerji
Avustralya	13.4	7.5	2.9	-	8.5	2.8
Belçika	34.1	14.5	3.3	6.4	0.1	3.8
Çek Cumhuriyeti	10.6	6.9	15.7	6.8	0.4	1.7
Finlandiya	10.7	1.8	4.3	5.2	3.0	4.3
Fransa	78.9	36.7	8.4	93.5	14.5	10.6
Almanya	113.2	75.9	66.4	17.2	3.8	47.3
Yunanistan	16.0	4.1	4.7	-	1.3	2.4
Macaristan	8.8	8.3	2.2	3.6	0.1	0.8
İtalya	60.8	59.5	8.9	-	10.4	14.9
Hollanda	40.9	30.7	8.2	0.8	T	4.2
Norveç	10.4	3.9	0.8	-	31.3	0.9
Polonya	32.8	17.0	50.5	-	0.4	4.4
Portekiz	11.5	5.0	2.7	-	2.8	3.9
Romanya	10.2	9.3	5.3	2.6	4.0	2.0
İspanya	66.6	27.1	11.1	12.6	8.0	16.0
İsveç	14.8	0.7	2.0	15.5	14.0	6.6

İsviçre	10.5	2.6	0.1	5.8	7.9	0.9
İngiltere	77.0	67.8	7.6	14.7	1.2	23.9
Diğer Avrupa Ülkeleri	62.4	25.9	33.6	8.3	17.9	11.7
Toplam Avrupa (Türkiye dahil)	742.0	472.0	307.1	212.1	145.3	172.2
Dünya	4662.1	3309.4	3772.1	6111.3	948.8	561.3

Not: T ifadesi 0.05’den daha az bir oranı temsil etmektedir.

Tablo 1.5’e göre; en çok petrol ve doğalgaz tüketen ülkelerin başında Almanya ve İngiltere gelmektedir. Kömür tüketiminde yine Almanya en başta yer almakta, Almanya’yı Polonya takip etmektedir. Nükleer Enerji kullanımında ilk sırada Fransa yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımında ise, ilk sırada Almanya yer almakta ve bu ülkeyi sırası ile İngiltere, İspanya, İtalya ve Fransa takip etmektedir.

AB ülkeleri, dünya toplam enerji tüketiminden büyük oranda pay almaktadır. Bununla birlikte, AB üyesi ülkeler “Kyoto Protokolü” gibi bir takım protokol ve sözleşmeler kapsamında enerji tüketimlerini azaltma eğilimine girmişlerdir. Enerjide arz güvenliğini sağlamak, rekabet edebilirlik ve çevresel deformasyonu en aza indirmek, enerjide kömür kullanımının payını koruyarak doğal gaz payını artırmak, nükleer enerjide olası tehlikeleri önlemek adına daha sıkı güvenlik şartları oluşturmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji içindeki payını artırmak, AB’nin genel anlamdaki enerji politikalarını oluşturmaktadır (Dikmen, 2005: 576).

AB üyesi ülkelerin enerjide arz güvenliği sağlamak adına attıkları en önemli adım, enerji kaynaklarında çeşitliliği artırmaya yönelik politikaları hayata geçirmeleri olmuştur. Bu çerçevede AB, rüzgar, güneş ve hidroelektrik gibi yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirerek bu kaynakların kullanımını teşvik etmektedir. 1995 yılında yayınlanan ‘AB için bir enerji politikası’ konulu “Beyaz Kitap”, Birliğin uzun vadeli hedeflerine yol gösterici olması bakımından önemlidir. Beyaz Kitaba göre; birliğin uyguladığı enerji politikaları, piyasa entegrasyonu, deregülasyon, ortak ekonomik amaçlar, iç birlik ve tüketiciyi koruma gibi birliğin ekonomik amaçlarına uygun olmalıdır. AB’nin uygulamaya koyduğu politikaların tümü, enerji güvenliğinin sağlanması yönündeki ana amaca hizmet etmektedir (Bayraç, 2009:125).

AB enerji politikaları Beyaz Kitabın yayınlanmasından sonra da çeşitli programlarla desteklenmiştir. Bunların başında ‘Avrupa İçin Akıllı Enerji’ programı 2003-2006 yılları arasında Yeşil Kitapta belirtilen hedefler doğrultusunda uygulanmıştır. Bu program dahilinde enerji arz güvenliğini sağlamak, iklim değişikliği ile mücadele ve rekabetin teşviği amaçlanmıştır (Dikmen, 2005: 578). Bunlara ek olarak AB’nin enerji politikalarını destekleyen

diğer programlar ise Altener II, Save, Coopener, Synergy, Steer, Carnot ve Sure olarak sıralanabilir.

Günümüzde doğalgaz ithalatında Rusya'nın en büyük müşterisi konumunda olan AB, gerek çevresel etkilerin gerekse enerjide arz güvenliğinin sağlanması adına attığı adımlar neticesinde, yenilenebilir enerji üretimine hız vermekte ve yenilenebilir enerji üretimi konusunda ilk sıralarda yer almaktadır. Bu durum bölgede hem dışa bağımlılığı azaltacak hem de temiz enerjinin bölgeye yayılmasına neden olacaktır. AB'nin 2024 yılından itibaren yenilenebilir enerjide %18'lik bir payla kömürün yerini alması hedeflenmektedir. Buna ek olarak elektrik tüketiminde 2035 yılına kadar %7 oranında bir artış beklenmekte ve bu artışın karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artacağı öngörülmektedir (Aksoy, 2016: 12).

Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan 2050 yılı için politika hedeflerinin ifade edildiği 'Enerji Yol Haritası 2050' çalışmasında; ilk hedef olarak enerji tasarrufu sağlamak ve yenilenebilir enerji üretimini artırmak suretiyle, sera gazı emisyonlarının %80- 95 arasında azaltma hedefinin olduğu belirtilmiştir. Ayrıca yüksek oranlarda enerji tasarrufuna politik biçimde bağlı olmayı ifade eden yüksek enerji verimliliği hedefi de bulunmaktadır. Bu bağlamda 2050 yılına kadar enerji talebinde yaklaşık %40'lık bir azalma hedeflenmektedir. Bunun yanında, 2050 yılına gelindiğinde yenilenebilir enerji kaynakları için güçlü destek tedbirleri ve enerji tüketiminde yüksek yenilenebilir enerji payı da hedeflenmektedir. AB'nin 2050 yol haritasında yer alan hedeflerinden bir diğeri ise, toplam enerjide nükleer enerji payının düşürülmesidir (European Commission, Energy Roadmap 2050).

Buna göre, AB'nin ilerleyen yıllara ait hedeflerinin temelini yenilenebilir enerji kaynaklarının oluşturduğu görülmektedir. Daha sürdürülebilir ve güvenli bir enerji sistemi için Birlik, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesinden, iletim, ulaşım ve hatta enerjinin depolanmasına kadar birçok teknik aşamada destek vermektedir.

1.4.2. E-7 Ülkelerinde yenilenebilir enerji politikaları

Yükselen ekonomiler olarak adlandırılan Türkiye, Çin, Hindistan, Rusya, Brezilya, Meksika ve Endonezya'dan oluşan E-7 ülkeleri, hızlı bir gelişim ve dönüşüm süreci geçirmektedirler. Bu kapsamda E-7 ülkeleri, dünya ticaret hacminde giderek artan payları, yüksek nüfusları ve teknolojiye yaptıkları atılımlarla birlikte ilerleyen yıllarda yenilenebilir enerjinin üretilmesi ve tüketilmesinde de ön plana çıkacakları düşünülmektedir. Bu çerçevede E-7 ülkelerinden biri olan ve sahip olduğu stratejik konumu ve kültürel çeşitliliğiyle Hindistan, son yıllarda dünyanın en hızlı büyüyen ekonomileri arasında yer almaktadır. Ülke 2018

döneminde Dünya Bankası büyüme rakamlarına göre %6,8 oranında büyümüştür. Hindistan büyüme trendini artırırken ihtiyaç duyduğu sanayi sektöründe enerji ham maddesine ulaşma konusunda, doğal kaynaklar açısından fakir olduğundan, yüksek oranda ithalata bağımlıdır. Bu da ülkeyi enerji arz güvenliğini sağlama ve enerji ithalatına bağımlılığı azaltma anlamında, çeşitli politikalar uygulamak zorunda bırakmaktadır.

Ülkede uygulanan yabancı yatırımcıyı çekmeye yönelik makroekonomik politikalar hem yerli hem de yabancı yatırımcılar için büyük bir rekabet ortamı yaratarak, sanayileşme ve hizmet gibi sektörlerin ekonomik büyümede daha çok pay sahibi olmasına yol açmıştır. Sanayi ve hizmet sektörünün artması, ülkede kırsal alanlardan kentlere doğru bir demografik hareket başlatarak şehirleşmeyi artırmıştır. Artan şehirleşme ise enerjiye olan talebin de artmasına neden olmuştur. Hindistan'ın kömür, petrol ve doğalgaz gibi geleneksel kaynaklara bağımlı olması ise artan enerji kullanımına ilişkin endişenin de artmasına yol açmaktadır (Shahbaz vd., 2016: 2). Güneş enerjisi bakımından dünyada fizibilitesi en uygun ülkelerden biri olan Hindistan, kömür rezervleri açısından dünyada dördüncü sırada yer alırken, ithal petrolde ise dünyada üçüncü sıradadır (India Energy Outlook 2021).

Hindistan'da enerji talebinin %65'i özellikle kömür gibi fosil kökenli enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Diğer taraftan hidrolik enerji hariç diğer yenilenebilir enerjinin enerji talebini karşılamadaki payı ise %15'tir (Srivastana ve Kheraluwa, 2019). Ülkede küresel ısınmaya dayalı politikaların uygulanmasında uzun süren istikrarsızlıkların yaşanması karbon emisyonlarının ülkede orantısız şekilde artışına sebep olmuştur. BP'nin 2019 yılında yayınladığı rapora göre Hindistan, karbon emisyon salınımı açısından değerlendirildiğinde ABD ve Çin'den sonra gelerek dünyada üçüncü sırada yer almaktadır.

2017 yılında Paris iklim anlaşmasının onaylanmasından sonra ülkede sürdürülebilir bir enerji politikası ve sera gazı salınımlarının sınırlandırılması için ciddi adımlar atılmaya başlanmıştır. Bu kapsamda ülkede hem enerjide bağımlılığı azaltmak hem de fosil yakıt kullanımının yarattığı sera etkisini sınırlandırmak için yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Bu kapsamda ülkede yenilenebilir enerjiye yönelik birtakım teşvikler verilmektedir. Bu teşvikler Tablo 1.6'da görülmektedir.

Tablo 1.6: Hindistan'da Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Temel Teşvikler (https://www.kutso.org.tr/wp-content/uploads/2017/06/Renewable_Sector_ITP_ES-TUR.pdf Erişim Tarihi: 02.05. 2020).

Teşvik	Teşvik Detayları
Gelir Vergisiz Dönem	10 ardıl yıl için %100
Hızlandırılmış Amortisman	Hızlandırılmış amortisman: Güneş varlıkları için %80 Ek amortisman: 1. yılda yeni tesis/makine için %20

Verilen ihracat yararları	Üretilen ve fiilen ihraç edilmeyen mallar için geçerlidir • Dış Ticaret Genel Müdürlüğü'nden ön izin • Terminal Özel Vergisi muafiyeti/iadesi
Hizmet vergisi muafiyeti	Bazı hizmetler hizmet vergisinden muafır
Gümrük ve Ö. Tüketim Yasaları	YE Endüstrisi için çeşitli vergi ayrıcalıkları ve muafiyetleri
Düşük Oranlı KDV	Bazı Eyaletler YE projeleri için düşük KDV oranlarına (%5) izin verir
Vergisiz Hibeler	Güç üretimi, dağıtımı veya iletimi ile uğraşan holding şirketinden alınan hibeler

Teşvikler çerçevesinde ülkede 2030 yılına kadar üretilen elektriğin %40'ının fosil yakıt harici kaynaklardan karşılanması planlanmaktadır. Bu anlamda ülkede 2030'a kadar güneş enerjisi kullanımını 350 GW, rüzgar enerjisi kullanımını 140 GW, küçük hidroelektrik santralleri ve biyokütle kullanımını ise 10 GW düzeyine çıkarılması hedeflenmektedir.

E-7 ülkelerinden bir diğeri ise, Çin Halk Cumhuriyeti'dir. 20. yy. başlarında Japonya'nın ekonomik anlamda güç kazanması ile beraber dünyanın ekonomik ve hatta siyasi ağırlık merkezi Asya ülkelerine kaymıştır. Özellikle 2. Dünya Savaşı sonrasında Güneydoğu Asya ülkeleri büyük gelişme göstererek yüksek büyüme oranlarına ulaşmışlardır (Müslüme, 2006: 2). Bu yüksek büyüme oranlarına ulaşan ülkelerden biri de Çin'dir.

Kalabalık nüfusu ile Çin, sanayileşmenin de getirdiği bir gereklilik olarak dünyada en çok enerji tüketen ülkeler arasında ilk sırada yer almaktadır. Ülkede tüketilen elektriğin ise yaklaşık %67'si kömürden elde edilmektedir (Kaya ve Bayraktar, 2019: 165). Kömürle çalışan termik santrallerin vermiş olduğu çevresel deformasyon oranı oldukça yüksektir. Atmosfere yayılan karbondioksit kaynaklı sera gazının büyük oranı Çin tarafından salınmaktadır. Bu da ülkenin hava, toprak ve su kalitesini düşürmektedir. Diğer taraftan petrol vb. likit yakıtlar ise Çin'in toplam enerji tüketimi içerisinde yaklaşık %20'lik bir payla ikinci sırada yer almaktadır. Hidroelektrik ve diğer yenilenebilir kaynakların payı ise yaklaşık %13'tür (EIA, 2021; Gürçan, 2021: 10). Bir yandan artan enerji ihtiyacını gidermek diğer yandan çevre kirliliğiyle mücadele etmek adına 2005 yılında hazırlanan enerji planı dahilinde enerjide verimliliği artırarak kömür kullanımının sınırlandırılması hedeflenmiştir. Buna ek olarak rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir ve hidroelektrik kaynaklı enerji kullanımının artırılmasına yönelik stratejiler belirlenmiştir.

Çin'in kullandığı ortalama enerji, özellikle gelişmiş ülkelerdekilerden yaklaşık %20 daha fazladır (Bayraç, 2009: 129). Ülkenin petrol ve doğal gaza ilişkin imkanlarının sınırlı olması, kaynakların coğrafi dağılımı, idari mekanizmasındaki sorunlar, birim üretimde kullanılan enerji miktarını artırmakta ve enerji verimliliğini düşürmektedir. Bu durum aynı zamanda; ülkenin enerji arz kapasitesinde de sorun yaratmaktadır. Enerjide ortaya çıkan verimsizlik uzun vadede Çin'in enerji politikalarını olumsuz etkilemektedir.

Çin fosil yakıtlardaki ithalat riskini azaltmak ve enerjiye ulaşmada güvenliği sağlamak için çeşitli stratejiler uygulamakta ve birçok ülke ile anlaşmalar yapmaktadır. Buna örnek olarak, bazı Afrika ülkeleri, Endonezya ve Tayvan gibi ülkelerdeki faaliyetleri gösterilebilir.

Çin yenilenebilir enerji politikalarını enerjide arz güvenliği, ekonomik rekabet ve iklim değişikliği ile mücadele, kirlilik ve yaşam kalitesi gibi 5 ana sorunun çözümüne yönelik belirlemiştir (Kaya ve Bayraktar, 2019: 166). Ülkenin yenilenebilir enerjiye yönelik bazı önemli politikaları tablo 13'te gösterilmektedir.

Tablo 1.7: Çin'in Yenilenebilir Enerjiye Ait Hukuki Düzenleme ve Politika Destekleri (IRENA; Kaya ve Bayraktar, 2019)

Kanun, düzenleme, Politikanın Adı ve Tarihi	Tarih	Politika Türü	Politika Hedefi
Yenilenebilir Enerji İçin Katma Değer Vergisinin Düşürülmesi	2001	Ekonomik	Rüzgar ve Biyoenerji
Yenilenebilir Enerji İçin Ayrıcalıklı Vergi Politikası	2003	Ekonomik	Tüm Kaynaklar
Yenilenebilir Enerji Kalkınma Hedefleri	2006	Politika Desteği-Planlama	Tüm Kaynaklar
11. Beş Yıllık Kalkınma Planı	2006	Politika Desteği-Planlama	Tüm Kaynaklar
Biyoyakıt Projelerinin Desteklenmesi	2006	Politika Desteği-Planlama	Biyoenerji
Yenilenebilir Enerji Kanunu	2006	Politika Desteği	Tüm Kaynaklar
Ulusal İklim Değişikliği Programı	2007	Politika Desteği	Tüm Kaynaklar
Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Orta ve Uzun Dönemli Kalkınma Planı	2007	Politika Desteği	Tüm Kaynaklar
Deniz Rüzgarı Kalkınma Planı	2009	Ekonomik ve Politik Destek	Rüzgar Enerjisi
Yenilenebilir Enerji Kanunu Değişikliği	2009	Ekonomik, Politik ve Ar-Ge	Tüm Kaynaklar
Rüzgar Enerjisine Yönelik Tarife Garantisi Uygulaması	2009	Ekonomik ve Politik	Rüzgar Enerjisi
Biyokütle Enerjisine Yönelik Tarife Garantisi	2010	Ekonomik ve Politik	Biyoenerji
12. Beş Yıllık Kalkınma Planı	2011	Politik	Tüm Kaynaklar
Güneş Enerjisine Yönelik Tarife Garantisi Sistemi	2012	Ekonomik	Güneş Enerjisi
Yenilenebilir Enerjisi İçin 12. Beş Yıllık Plan	2012	Politik	Tüm Kaynaklar
Yenilenebilir Enerji Tarife Garantisi Sistemi	2012	Ekonomik	Tüm Kaynaklar
Çin Enerji Beyaz Kitabı	2012	Politik	Tüm Kaynaklar
Güneş Panellerinin Desteklenmesinde Tarife Garantisi	2013	Ekonomik	Güneş Enerjisi
13. Beş Yıllık Planda Güneş Enerjisinin Geliştirilmesi (2016-2020)	2014	Ekonomik	Güneş Enerjisi
Çin 13. Beş Yıllık Kalkınma Planı	2016	Politik	Tüm Kaynaklar
Çin Enerji Teknolojileri Yenilik Hareket Planı (2016- 2030)	2016	Politik	Tüm Kaynaklar
Yenilenebilir Enerji Satın Alım Yönetmeliği	2016	Düzenleme Araçları	Güneş ve Rüzgar
Yenilenebilir Enerji Yeşil Sertifika ve Ticaret Mekanizması	2017	Ekonomik	Tüm Kaynaklar
Yenilenebilir Enerji Kota Uygulamaları	2018	Düzenleme Mekanizması	Tüm Kaynaklar

Tablo 1.7’de görüleceği gibi; Çin 2000’li yılların başından itibaren enerji politikalarında sistematik biçimde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik stratejilerini hem hukuki hem de politik olarak belirleme konusunda önemli adımlar atmıştır. Bu politikalar neticesinde bugün Çin başta rüzgar ve güneş enerjisi olmak üzere yenilenebilir enerjide dünyanın en fazla artış kaydeden ülkesi olmuştur. Ülkenin enerji politikaları, yenilenebilir enerji kaynakları ile desteklenen çevresel sürdürülebilirlik olmadan uzun vadeli bir ekonomik büyümenin, toplumsal refah ve yaşam kalitesinin artırılmasının imkânsız olduğunu destekler niteliktedir (Kitagawa, 2016; Pan, 2016; Gürcan, 2021:8).

Çin’in yenilenebilir enerjiye yönelik teşvik politikalarını 4 ana başlıkta ele alabiliriz: ilk olarak; yenilenebilir enerjiye yönelik belirlenen hedeflerin yerel ve ulusal çapta kullanım planlamasının yapılmasıdır. İkincisi; şebeke şirketlerinin, yenilenebilir enerji üreten firmalardan tüm elektriği satın almak ve şebeke bağlantı hizmetleri sağlamak için kendi bölgelerinde yenilenebilir elektrik üretim şirketleriyle anlaşma yapmaya yönelik satın alma politikası uygulamasıdır. Üçüncüsü; yenilenebilir enerji kaynakları için üretilen elektrik enerjisine, kömürlü termik santrallerinin üzerinde her kilo- watt saat için daha yüksek bir miktar tarifi uygulamasıdır. Dördüncüsü ise; yenilenebilir enerjiyi geliştirmeye yönelik fonların teknolojik ve bilimsel olarak finansmanın sağlanmasıdır (Schuman ve Lin, 2012: 91). Çin’de uygulanan bu politikalar ülkenin; enerjiye yönelik bakış açısı ve uygulamalarını daha temiz çevre ve enerji, aynı zamanda enerjide daha az ithal bağımlılık noktasına çektiğinin bir göstergesidir.

Yenilenebilir enerji kaynakları açısından değerlendirildiğine büyük bir çeşitlilik içeren E-7 ülkelerinden birisi de Meksika’dır. Özellikle en iyi güneş enerjisi kaynaklarına sahip ülkelerden biri olarak ifade edilmektedir. Ülkede kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları hidroelektrik, rüzgâr enerjisi ve biyokütle enerjisi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Yenilenebilir enerjiden elde edilen elektrik üretim kapasitesi ise yaklaşık %30’dur (IRENA, 2020). Temiz enerji kaynaklarından ürettiği elektrik miktarını arttırma hedefi bulunan ülkenin; temiz enerji kaynaklarından üretilen elektrik miktarı 2024’e kadar %35, 2035’e kadar %40 ve 2050’ye kadar %50 oranında artması beklenmektedir.

Meksika hükümeti yenilenebilir enerjinin kullanımını teşvik etmek adına birtakım sübvansiyonlar uygulayarak ekonominin farklı sektörleri arasında yenilenebilir enerjiden üretilen elektriğe erişim fırsatını eşitlemeye çalışmaktadır. Bu kapsamda en büyük payı ülkede yeşil enerjinin iyi katkı yapacağının düşünüldüğü tarım ve konut sektörü almaktadır. Bunun yanı sıra ülkede yenilenebilir enerji kaynaklarının geniş çaplı kullanımını kolaylaştırmak için Dünya Bankası ile ortak ‘yeşil fon’ uygulaması ve yenilenebilir enerji teknolojisi yol haritaları

hazırlanması gibi politika ve planlama araçları uygulamaya konulmuştur. Bunlara ek olarak, Ulusal Yenilenebilir Enerji Konseyi ve Meksika Belediye Altyapısı Konseyi gibi yeni kurumsal yapılar, hükümete yenilenebilir enerjileri teşvik etme stratejileri konusunda tavsiyelerde bulunmak için kamu- özel girişimleri olarak oluşturulmuştur (Huacuz, 2005: 2090).

Yenilenebilir enerjiyi teşvik etmesi için Mayıs 2012’de kabul edilen ve ülkede üretilen enerjinin %35’inin 2024 yılına kadar yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesini hedefleyen ‘İklim Değişikliği Genel Yasası ve Meksika Birleşik Devletleri Genel Kongresi tarafından kabul edilen ‘Enerji Reformu’ oldukça önemlidir. Söz konusu uygulamalar ülkede yenilenebilir enerji ve teknolojilere geçiş için fon yaratmaya katkı sağlamaktadır. Yaratılan bu fonların temiz enerjiye geçişte kredi ve diğer finansman desteği olarak kullanılmaları, hükümet tarafından desteklenmektedir (Nava vd., 2014: 145).

Bir diğer E-7 ülkesi ise Endonezya’dır. Dünyanın en kalabalık nüfuslu ülkelerinden biri olan Endonezya, uzun yıllardan bu yana enerji ihtiyacını fosil kökenli enerji kaynakları ile karşılamaya çalışmaktadır. Ülkede kömür rezervlerinin oldukça yüksek oluşu, üretilen elektriğin yarısının kömürden sağlanmasına zemin hazırlamıştır. Kömür gibi fosil yakıtların yoğun kullanılmasının sonucu olarak iklim ve çevre kalitesinin büyük oranda bozulması, ülkede dikkatleri yenilenebilir kaynaklara çevirmiştir.

Endonezya’da hidroelektrik, biyokütle ve jeotermal enerji en çok kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarını oluşturmaktadır (IRENA, 2020). Diğer yenilenebilir kaynakların payı ise sınırlı kalmaktadır. Ülkede yenilenebilir enerji politikalarına yönelik en önemli adımlardan birisini, 2007 yılında Endonezya Cumhuriyeti Yasası çerçevesinde enerji konusunda belirtilen maddeler oluşturmaktadır. Bu maddelere göre; ülkede ilk olarak sürdürülebilir enerji kaynakları teşvik edilerek enerji bağımsızlığı ve verimliliği sağlanmalı ve yerli enerji sektörünün bağımsızlığı yolunda kapasite geliştirilmesi teşvik edilmelidir. Ayrıca çevresel sürdürülebilirlik sağlanarak, istihdam olanaklarının artışı desteklenmelidir (Jaelani vd., 2017: 197).

Endonezya’da yenilenebilir enerjinin ve enerji verimliliğinin geliştirilmesi için hükümet üç temel politika üzerinde durmaktadır. Bunlardan ilki; ülkede bütçe direncini artırmaktır. İkincisi, makroekonomik istikrarın iyileştirilmesi ve sonuncusu ise uluslararası rekabet gücünün artırılmasıdır (Wark vd., 2015). Böylece yenilenebilir enerji için gerekli finansman desteğinin ülkeye girişi desteklenmiş olmaktadır. Ülkede, Enerji Kanunu (2007) ve Ulusal Enerji Politikası (2014)’e göre yenilenebilir enerji kullanımı uzun vadede daha da geliştirilecektir. Buna göre birincil enerji kullanımında yenilenebilir enerjinin payının 2025

yılına kadar %23'e ve 2050 yılına kadar ise %31'e çıkması hedeflenmektedir (Winarno vd., 2016: 270).

Diğer yandan, bir diğer E-7 ülkesi olan Rusya ise, Sovyetler Birliğinin 1991 yılında dağılmasının ardından 1999 yılına kadar ekonomik anlamda bir geçiş süreci yaşamıştır. Rusya, dünyanın en büyük doğal gaz rezervlerine, sekizinci en büyük petrol rezervlerine ve ikinci en büyük kömür rezervlerine sahiptir. Ülke dünyanın önde gelen doğal gaz ihracatçısı ve lider doğal gaz üreticisi olmasının yanı sıra, ikinci büyük petrol ihracatçısı ve en büyük petrol üreticisi olma statüsü Suudi Arabistan'la zaman zaman değişmektedir (GECF, 2020).

Rus ekonomisi büyük oranda petrol ve doğal gaz gibi fosil enerji kaynaklarının ihracatına bağımlıdır. Rusya'nın birçoğu sanayileşmiş olan ülkeler için kritik derecede önemli olan dünyanın en büyük petrol, doğal gaz ve diğer hammadde rezervlerine sahip olması, birçok Avrupa ülkesini Rus doğalgazına bağımlı hale getirmektedir. Bu kapsamda ülkede uygulanan maliye politikalarının ihtiyatlı olmasına karşın, ülke ekonomisi büyük ölçüde dünya enerji fiyatlarına ve bu enerji fiyatlarında meydana gelen artışlara bağlıdır (Cooper, 2008).

Enerji güvenliği, Rusya için doğal gaz üretiminin yanı sıra boru hatları ve fosil yakıtların dağıtım sektöründeki üstünlüğünün korunması demektir. Bu durum da Rusya'nın giderek daha çok devletçi politikalar izlemesi anlamına gelmektedir (Bayraç, 2009: 127; Ediger, 2007: 4). Rusya yıllık ihracatının yaklaşık %70'ini petrol ve doğal gaz ihracatından elde etmekte ve bu oran ülkenin toplam bütçesinin yaklaşık %52'sine denk gelmektedir. Bu kapsamda Rusya için enerji, sadece değerli bir ihraç kalemi değil, aynı zamanda çevresinde bulunan ülkelerin ekonomik ve siyasi kontrolünü elinde tuttuğu bir güç kaynağıdır (Güneş ve Arslan, 2018: 44).

2008 küresel krizinin etkileri tüm dünyada olduğu gibi Rusya'nın da üretim ve yatırım faaliyetlerini etkilemiştir. Bu faaliyetlerin sekteye uğraması Rusya'nın bütçe tahminlerini etkileyerek ekonomiyi sekteye uğratmıştır. Bunun sonucu olarak 2020 yılına kadar olan enerji strateji politikalarını güncellemek ihtiyacı doğmuş ve bu politikalar 2030 yılını da kapsayacak şekilde tekrar gözden geçirilerek güncellenmiştir. Bu kapsamda Rus enerji sektörünün iyileştirilmesi için hazırlanan plan 3 aşamalı olarak ifade edilmiş ve ilk aşamasında, 2008 krizinin etkilerinin üretim düşüklüğü yaşanan alanların yerine yenilerinin aktifleştirmek yoluyla giderilmesi hedeflenmiştir. İkinci aşamada yeni doğal gaz ve petrol üretim sahalarının Doğu Sibirya ve Uzak Doğu bölgeleri başta olmak üzere ortaya çıkarılması hedefini kapsamaktadır. Son aşamada ise, 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik sisteme dahil edilmesi gerekliliği ve fosil enerji ihracatının ekonomi üzerindeki bağımlılığının azaltılması yönünde politikalar belirlenmiştir (Sevim, 2014: 8).

E-7 ülkelerinden bir diğeri ise, kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) ile dünyanın dokuzuncu en büyük ekonomisini oluşturan ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı açısından ilk sıralarda yer alan Brezilya'dır. Nüfusunun yaklaşık %80'inin kentsel alanlarda yaşayan Brezilya'nın enerji kullanımı her geçen yıl artmaktadır. Enerji kullanımındaki artışın diğeri sebepleri arasında ise, alüminyum ve çelik gibi enerji yoğun endüstrilerin yüksek büyümesini içeren hızlı sanayileşme ve konut ve ticari enerji hizmetlerinin artması gösterilmektedir (Geller vd., 2004).

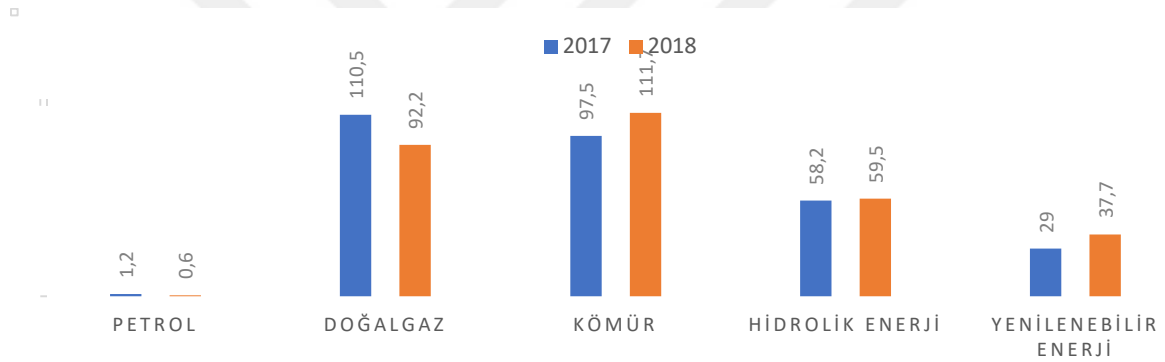
Yenilenebilir enerji, tanımı gereği sürdürülebilir ve temizdir. Buna bağılı olarak da fosil kaynakların artan tükenme tehlikesi ve çevresel etkileriyle de mücadele etme imkanı sunmaktadır. Bu bağlamda Brezilya, enerji güvenliği politikasıyla tarihsel olarak yenilenebilir enerjiye yönelik stratejilerini belirlerken, düşük karbon ekonomisinin teşviki ile birlikte, yenilenebilir enerji kullanımını artırıcı girişimleri de destekleyen bir ülke olmayı hedeflemektedir (Pereira, 2012: 3789).

İklim değışikliğı ile mücadele çerçevesinde sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek amacıyla ülkede yenilenebilir enerji kullanımına yönelik 'Yeşil Protokol' oluşturma önerisi, Sürdürülebilir Kalkınma için Çalışma Konseyi'nin oluşturulması ve Ulusal Çevre Fonu gibi yasal girişimler uygulanmıştır. Bu girişimler ülkede yenilenebilir enerjinin kullanımını teşvik etmek için sadece kamu politikası girişimi değil, aynı zamanda özel sektör stratejilerinin de belirleyici bir faktör haline geldiğini ifade etmesi açısından önem arz etmektedir (Pereira, 2011: 682). Diğeri taraftan ülkede nüfusun refahını tehlikeye atmadan küresel ısınmanın sonuçlarını hafifletmeye katkıda bulunması açısından yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmek için 2008 yılında Ulusal İklim Değışikliğı Planı'nı başlatmıştır. Bu plan; çeşitli sektörlerde enerji verimliliğini sağlamak, elektrik sektöründe yenilenebilir enerjinin payını yükselterek korumak, biyoyakıtların ulaşım sektöründeki payında sürdürülebilir bir artışı teşvik etmek ve uluslararası bir biyoyakıt pazarını yapılandırmak için harekete geçmek ve son olarak iklim değışikliğinin neden olduğu çevresel etkileri belirlemeye ve ülkenin adaptasyonunun sosyo-ekonomik maliyetlerini en aza indirecek bir strateji formüle etmek için bilimsel araştırmanın geliştirilmesini teşvik etmek gibi maddeleri içermektedir (Plano Nacional de Mudanc as Climaticas Brasília: Brasil/MMA; 2008).

Brezilya fosil yakıtlara iyi bir alternatif olan biyoyakıtların da en yoğun kullanıldığı ülkelerden birisidir. Ülkede satışı olan benzinin içine %25 oranında bir biyoyakıt türevi olan etanol katkısı bulunmaktadır. Ülkede etanol sanayisi devlet planlaması ve desteğıyle oluşturulmuştur. Bu çerçevede hükümetçe belirlenen benzindeki etanol oranı sayesinde, etanol sektörü garanti altına alınarak korunmaktadır (Uludüz, 2007).

Dünyanın en gelişmiş ve entegre biyoyakıt programını uygulayan Brezilya’da, finansal anlamda garanti, sabit fiyat, kota ve sübvansiyon gibi uygulamalarla etanol üretimi desteklenmektedir. Ülkede normal akaryakıtta litrede \$ 0,26 olan federal vergiler, etanolde litrede \$0,01 düzeyindedir. KDV oranları ise bölgelere göre değişmekle birlikte, en çok üretimi yapılan Sao Paulo’da normal akaryakıttan %47 vergi alınırken, etanolde %22 vergi alınmaktadır (Çelebi ve uğur, 2015: 8).

Son olarak E-7’ye dahil olan ülkelerden birisi de Türkiye’dir. Türkiye jeolojik yapısına bakıldığında enerji üretimi açısından oldukça çeşitli enerji yelpazesine sahiptir. Şekil 1.14’te Türkiye’de yakıt bazında üretilen elektrik miktarının 2017-2018 yılları karşılaştırması verilmektedir. Buna göre; Türkiye’de elektrik üretiminde kullanılan enerji kaynağı olarak ilk sıralarda doğalgaz ve kömür gelmekte, ardından hidrolik enerji aracılığıyla üretilen elektrik gelmektedir. Güneş, rüzgar, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik ise diğer kaynakların oldukça gerisindedir.



Şekil 1.14: Türkiye’de Yakıt Bazında Elektrik Üretimi (TWh) (BP Statistical Review of World Energy, 2019)

Türkiye’de talep edilen enerjinin talebi karşılama oranı yaklaşık %25’tir. Buna bağlı olarak toplam enerji arzının yaklaşık %75’i enerji ithalatı ile karşılanmaktadır (Türkiye Petrolleri, 2020).

Şekil 1.14’ten de görüldüğü üzere Türkiye’de ihtiyaç duyulan enerjinin küçük bir bölümü yerli enerji kaynakları kullanılarak karşılanabilmektedir. Öte yanda, enerji üretim miktarının yetersizliği, enerjide ithalatı artırarak ülkenin dışa bağımlı olmasına neden olmaktadır. Söz konusu ithalatın büyük kısmını ise petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar oluşturmaktadır.

Türkiye’nin enerji politikalarını iki boyutta ele almak mümkündür. Bunlardan birincisi; enerji arz güvenliği için, ithal enerji bağımlılığını azaltacak enerji çeşitliliği sağlamak ve enerji kaynağına ulaşmada riski azaltıcı politikalardır. İkincisi ise; ülke sınırları içerisindeki mevcut enerji potansiyelini harekete geçirerek, yenilenebilir enerji kaynaklarından maksimum şekilde

faydalanmak ve enerjide verimliliği sağlayacak politikalar geliştirmektir (Durmuşoğlu, 2015: 90).

Yaşanan süreçte bir yandan artan enerji talebi, diğer yandan sabit kalan yerli enerji kaynakları ve enerjide ithalat bağımlılığının yarattığı kırılgan yapı, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına öncelik veren bir politikanın geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, yerli kaynak linyit kullanımı desteklenirken, güneş, rüzgar, hidrolik enerji ve jeotermal ise yenilenebilir enerji çerçevesinde desteklenmektedir (TEPAV, 2020).

Türkiye’de yerli enerji kaynağı olarak kömür kullanımına verilen teşvikleri yanında, yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin destekleyici teşvikler de verilmektedir. Bu teşviklerle ilgili ilk düzenleme; 2001 yılında 4628 sayılı ‘Elektrik Piyasası Kanunu’ ile yapılmıştır. Bu kanun çerçevesinde, gücü 500 kilovat olan yenilenebilir enerji kaynaklı üretim tesislerine lisans alma muafiyeti getirilmiştir. Bunun yanı sıra yatırım için gerekli ekipman satın almada KDV muafiyeti, yatırım ekipmanı ithalatında gümrük vergisinden muafiyet, gelir vergisi stopaj muafiyeti gibi destekler sağlanmıştır (TEPAV, 2020).

Yenilenebilir enerjiye yönelik bir diğer düzenleme ise, 2005 yılında 5346 sayılı ‘Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun’ ile getirilmiştir. Bu kanuna göre verilen tarife ve yerli katkı ilavesi rakamları Tablo 1.8’de gösterilmektedir.

Tablo 1.8: Yenilenebilir Enerjide Tarife Garantileri (ABD doları cent/ kWh) (Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanunda değişiklik yapılmasına dair 6094 sayılı kanun)

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Tarife Garantisi	Yerli Katkı İlavesi
Hidrolik Enerjiye D. Ü. Tesis	7.3	2.3
Rüzgar Enerjisine D. Ü. Tesis	7.3	3.7
Jeotermal Enerjisine D.Ü. Tesis	10.5	2.7
Biyokütle Enerjisine D.Ü. Tesis	13.3	5.6
Fotovoltaik Güneş Enerjisine D.Ü. Tesis	13.3	6.7
Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi Enerjisine D. Ü. Tesis	13.3	9.2

Türkiye enerji talebindeki artışı, ithal bağımlılık çerçevesinden çıkartarak enerji kullanımında yerli ve yenilenebilir kaynakların payını arttırmaya yönelik stratejiler belirlemektedir fakat bu stratejiler doğrultusunda belirlenen politikaların istenilen düzeyde olup olmadığı tartışılmaktadır. Bu kapsamda Tablo 1.8’de verilen tarife garantisi ve yerli katkı ilavesi miktarları, yurt dışı ile kıyaslandığında hem süresinin daha kısa olması hem de oranlarının nispeten düşük kalması, söz konusu teşviklerin yatırımcı açısından cazibesini düşürmektedir. Bu kapsamda verilen teşvik ve garantilerinin uluslararası karşılaştırmalar

yapılarak tekrar düzenlenmesi bu alanda daha çok yatırımcının ilgisini çekmesi bakımından önemlidir.

Enerjide yerli ve yenilenebilir kaynakların öncelikli olarak ele alındığı bir strateji izleyen Türkiye'nin, enerji açığını kapatmak amacıyla gündemine aldığı diğer bir enerji kaynağı da nükleer enerjidir. Türkiye'nin 2023 hedefleri arasında; yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik miktarını artırmanın yanında, Akkuyu nükleer enerji santralinin ilk ünitesinin devreye alınması da bulunmaktadır. Türkiye'nin 2030 hedeflerinde birincil enerji talebinin seyri kapsamında nükleer enerjinin payının %9'a çıkması öngörülmektedir (Türk Enerji Vakfı, Erişim Tarihi: 01.05.2020).



İKİNCİ BÖLÜM

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARI VE FİNANSAL GELİŞME

Günümüzde yaşanan nüfustaki hızlı artış ve teknolojik gelişmelerden ötürü enerji talebi artış göstermiştir. Artan enerji talebinin karşılanmasında yoğun şekilde kullanılan fosil yakıtların ise enerjide yarattığı dışa bağımlılık ve siyasi istikrarsızlıklar, yenilenebilir enerjinin önemini de artırmıştır. Bununla birlikte; yaşanan küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkisiyle, dünyada fosil yakıtlar gibi geleneksel kaynaklardan daha temiz ve sürdürülebilir kaynaklar olan yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru bir enerji dönüşümü gerçekleşmektedir. Bu dönüşümün gerçekleşmesinde yenilenebilir enerji yatırımlarının önemi büyüktür.

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), yenilenebilir enerji yatırımlarının gelişmesi ve yaygınlaşmasında bir dizi faktör ortaya koymuştur. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji yatırımları, finansal ve ekonomik koşulların yanı sıra çevre ve teknoloji gibi pek çok olguyu içinde barındıran çoklu bir süreci ifade etmektedir.

Çalışmanın bu bölümünde; ilk olarak yenilenebilir enerji yatırımlarının dünyadaki genel durumu tablolar ve şekiller yardımıyla ifade edilmektedir. Ardından, yenilenebilir enerji yatırımlarını etkileyen faktörler açıklanmakta ve bir yatırım türü olan yenilenebilir enerji yatırımlarının barındırdığı riskler ortaya konulmaktadır. Ayrıca çalışmanın analiz kısmını da oluşturan ve yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisinin inceleneceği finansal gelişme kavramı teorik olarak ifade edilerek, finansal gelişme ölçütleri ve finansal gelişme endeksi tanıtılmaktadır. Bu bölümde son olarak ise, yenilenebilir enerji yatırımlarında risk unsurlarından birini oluşturan, uzun vadeli finansman sorununun çözülmesinde kullanılan, geleneksel ve sürdürülebilir yatırım araçları açıklanarak, yenilenebilir enerji yatırımlarında yeşil finansman yöntemleri ele alınmaktadır.

2.1. Yenilenebilir Enerji Yatırımları

Yenilenebilir enerji sektörü, günümüzde küresel enerji pazarının en hızlı büyüyen sektörlerinden biridir. Bu kapsamda bir yandan kaynak çeşitliliğinin sağlamasına yardımcı olurken, diğer yandan küresel iklim değişikliğini azaltmada da büyük rol oynamaktadır (Usher, 2008: 147). Bununla birlikte, yenilenebilir enerji yatırımlarının artması, sürdürülebilir enerji politikalarını desteklemek için alternatif enerji sistemlerinin çoğalmasına, yeni teknolojiler yaratarak ekonomik büyümeye katkı sağlanmasına ve yeni iş kollarının yaratılmasına olanak tanımaktadır.

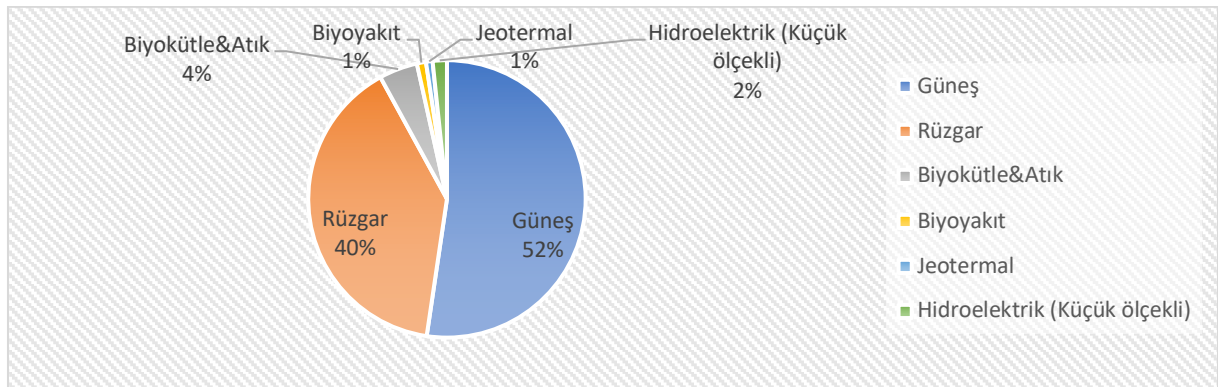
2019 yılında yayınlanan Küresel Durum Raporu'na göre; yenilenebilir enerji yatırımları yıllar içinde büyük bir ivme yakalayarak artmıştır. Yenilenebilir enerji veya bu enerjiden elde

edilen yakıtlara yapılan yeni küresel yatırım (50 MW'tan büyük hidroelektrik projeleri hariç), 2018 yıl sonu itibariyle 288,9 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. 50 MW'tan büyük hidroelektrik projelerine yapılan yatırımlar dahil edildiğinde ise, 2018 yıl sonunda yenilenebilir enerji ve yakıtlara yapılan toplam yeni yatırım tutarı, yaklaşık 305 milyar dolar düzeyindedir. Aynı rapora göre; yeni yapılan yenilenebilir enerji kapasitesi yatırım miktarı 2018 yılında fosil ve nükleer enerji kapasitesine yapılan yatırım miktarını aşmıştır.

2020 yılına ise, Covid-19 pandemisinin etkilerine rağmen yenilenebilir enerji toplam kapasitede net artış kaydeden tek enerji üretim kaynağı olmuştur. Yenilenebilir enerji kapasitesine yapılan yatırımlar 2020 yılında da artmaya devam etmiştir. Böylelikle daha fazla ülke elektrifikasyon için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiştir. Özellikle güneş fotovoltaik (PV) ve rüzgar enerjisi tarafından yönlendirilen yenilenebilir enerji sektörü, pandeminin etkilerinin üstesinden gelmek için 2020'nin ikinci yarısından itibaren söz konusu alana yatırımlarını yükseltmiştir.

Kurulu yenilenebilir enerji kapasitesi, pandemi sırasında 256 gigawatt (GW) olmuş ve bu rakam şimdiye kadarki en büyük artışı ifade etmektedir. 2020 yılında yenilenebilir enerji veya bu enerjiden elde edilen yakıtlara yapılan yeni küresel yatırım (50 MW'tan büyük hidroelektrik projeleri hariç) 303,5 milyar dolardır ve yatırımlar daha çok güneş ve rüzgar enerjisi üzerine yoğunlaşmıştır (Global Status Report, 2021). Bu artışın sebebi olarak, Covid-19 ekonomik kurtarma paketlerinin yenilenebilir kaynaklara daha fazla yatırımı teşvik etmek için önemli harcamalar içermesi gösterilebilir. Şekil 2.1'de, 2010-2019 yılları arasındaki süreçte yenilenebilir enerji yatırımlarının dağılımı görülmektedir:

Aşağıda Şekil 2.1'de, 2010-2019 yılları arasındaki süreçte yenilenebilir enerji yatırımlarının dağılımı görülmektedir.



Şekil 2.1. Yenilenebilir Enerji Yatırımları (2010-2019 Haziran Milyar dolar) (Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF. 2019. Global Trends in Renewable Energy Investment 2019, <http://www.fs-unep-centre.org>)

2010 yılından 2019 yılının ilk yarısına kadar, yenilenebilir enerji kapasitesine (büyük ölçekli hidroelektrik¹ hariç) toplamda yaklaşık 2,6 trilyon dolarlık yatırım yapılmıştır. Buradaki yatırımlara bakıldığında; son 10 yıllık periyotta 1,3 trilyon dolar veya toplam yatırımın %52'si ile güneş enerjisi ve yaklaşık 1 trilyon dolar veya toplam yatırımın %41'i ile rüzgar enerjisi egemen bir yatırım görünümü ortaya çıkmaktadır. Bunları 115 milyar dolar yatırımla biyokütle (toplamın %4'ü), 43 milyar dolar ile küçük ölçekli hidroelektrik², yaklaşık 27 milyar dolar ile biyoyakıt ve yaklaşık 20 milyar dolar ile de jeotermal enerji takip etmektedir.

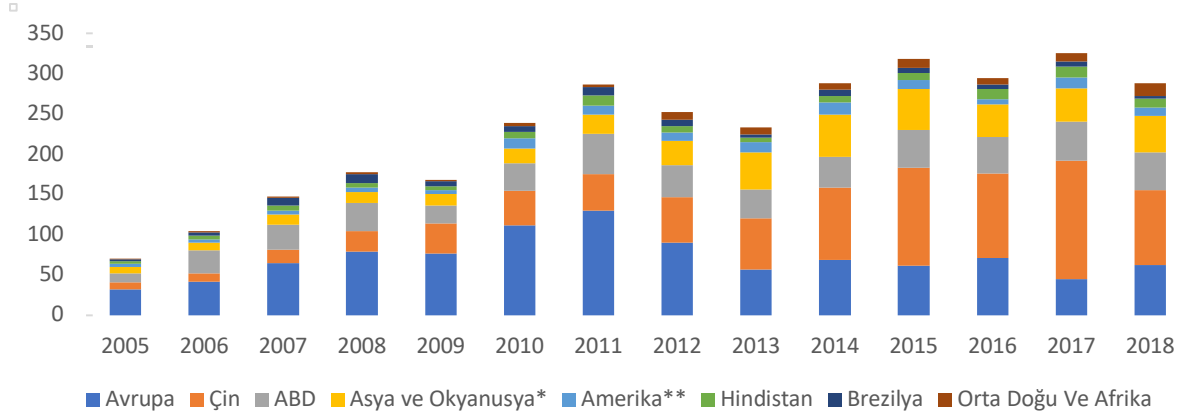
Şekil 2.2'de 2005- 2018 yılları arası küresel yenilenebilir enerji yatırımlarına ait yeni yatırım miktarları gösterilmektedir. Buna göre; yenilenebilir enerji yatırımları yıllar arasında değişiklik göstermekle beraber, genel olarak artış trendi içerisinde. Şekle göre, yenilenebilir enerjiye en çok yatırımın Çin tarafından yapıldığı görülmektedir. Belirtilen yıllar arasında Çin, 2018 yılında daralan yatırım marjıyla beraber, küresel yenilenebilir enerji yatırım miktarının büyük çoğunluğunu tek başına temsil etmektedir. Bu bağlamda Çin, diğer ülkelere göre enerji piyasasında, son yıllarda büyük atılım gerçekleştiren ülkelerin başında gelmektedir. 2001 yılında Dünya Ticaret Örgütü'ne üye olmasıyla beraber Çin'in dış ticarete sürekli büyümesi sadece ekonomisinin gelişmesini desteklemekle kalmamış aynı zamanda enerji tüketimini de artırmıştır (Chen vd., 2019: 209). Buna göre; başlarda artan enerji ihtiyacını yüksek oranda fosil yakıtlardan karşılamasına rağmen, artan CO₂ emisyonları neticesinde, Çin'in son yıllarda yoğun şekilde yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneldiği anlaşılmaktadır.

Çin'in yanı sıra Avrupa, ABD ve Hindistan'da özellikle son yıllarda artış kaydederek yenilenebilir enerjiye ciddi miktarlarda yatırım yapan ülkeler/bölgeler arasında yer almaktadır. Özellikle Avrupa'da yenilenebilir enerji kaynakları, inovasyon açısından ele alındığında, büyük bir öneme sahiptir. Enerji kaynakları konusunda dünya patentlerinin %30' na bu bölge sahiptir (Geissdoherfer vd., 2018; Rashid vd., 2013; Borawski vd., 2019). Hindistan'dan sonra Orta Doğu ve Afrika ile Amerika (Brezilya ve ABD hariç) ve Brezilya'da bu tür yatırımların düşük oranda gerçekleştiği görülmektedir.

Çin özellikle 2010 yılından itibaren yaklaşık 758 milyar dolar yatırım miktarıyla bugüne kadar ki en büyük yenilenebilir enerji yatırımcısı olmuştur. Avrupa'da 698 milyar dolar ve ABD'de ise 356 milyar dolar yatırım yapılmıştır (Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF. 2019. Global Trends in Renewable Energy Investment 2019, <http://www.fs-unep-centre.org>).

¹ Büyük Ölçekli Hidroelektrik: 10 MW ve üzeri hidroelektrik kapasitesine sahip hidroelektrik santrallerini ifade etmektedir.

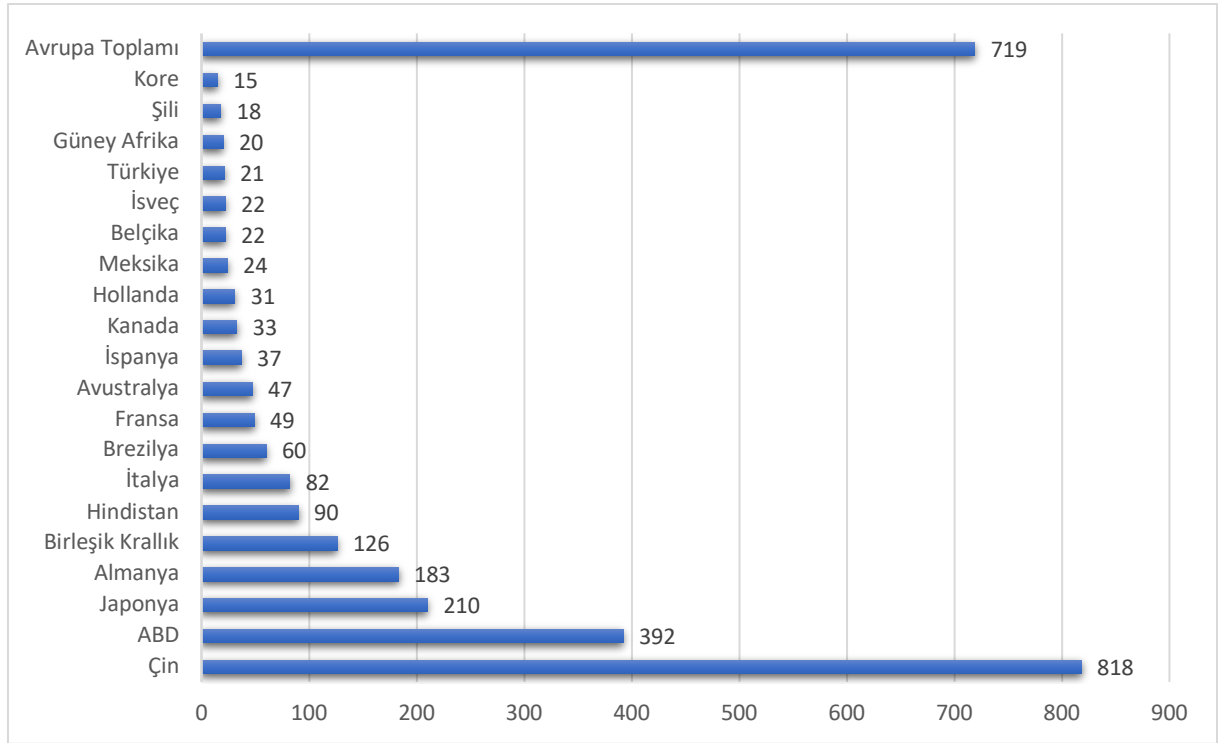
² Küçük Ölçekli Hidroelektrik :1-10 MW arasındaki kapasiteye sahip hidroelektrik santrallerini ifade etmektedir.



Şekil 2.2. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Küresel Trendi (Yeni Yatırım Milyar Dolar) (IRENA, 2020)

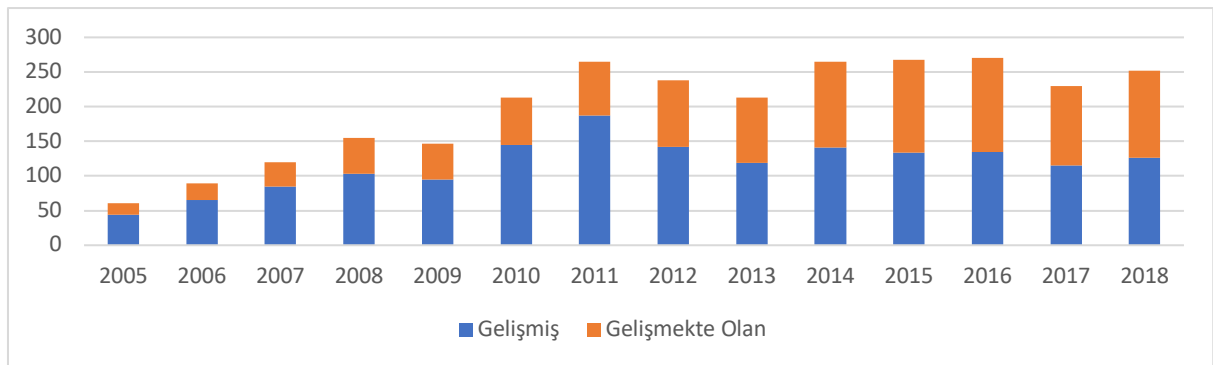
Şekil 2.3; 2010 yılından 2019'un ilk yarısına kadar yenilenebilir enerjiye yatırım yapan ilk 20 ülkeyi göstermektedir. Buna göre; 2010- 2019 yılları arasında 818 milyar dolarla Çin lider konumda olmaktadır. Çin'i ikinci sırada 392 milyar dolar ile ABD takip ederken, 210 milyar dolarla Japonya'nın ise üçüncü sırada olduğu görülmektedir.

İlk yirmi ülke içinde Almanya ile beraber sekiz Avrupa ülkesi yer almaktadır. İlgili dönemde bütün olarak Avrupa, küresel yenilenebilir enerji yatırımlarının yaklaşık %28'ni gerçekleştirmiştir. Şekil 2.3'de dikkat çekici bir unsur da, ilk 20 ülke içerisinde Hindistan, Çin ve Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin de bulunmasıdır. Bu durum; başta güneş ve rüzgar enerjisi olmak üzere yenilenebilir enerji maliyetlerindeki son yıllardaki düşüşün, gelişmekte olan ülkelerin bu alana yatırım yapmasına katkı sağladığı olarak yorumlanabilir. Bu gelişmeler doğrultusunda, ilerleyen yıllarda gelişmekte olan ülkelerin bu alanda yatırımlarını artırması da beklentiler dahilindedir.



Şekil 2.3: Yenilenebilir Enerji Kapasite Yatırımlarında İlk 20 Ülke (2010-2019- Milyar dolar) (Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF. 2019. Global Trends in Renewable Energy Investment 2019, <http://www.fs-unep-centre.org>)

Şekil 2.4'te gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere göre yenilenebilir enerji yatırımları görülmektedir. Buna göre; özellikle 2015 yılı itibariyle gelişmekte olan ekonomiler, gelişmiş ekonomilerle yaklaşık aynı paya sahip oldukları görülmektedir. Özellikle Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji yatırım paylarının artması, gelişmekte olan ekonomilerin gelişmiş ekonomilere yaklaşmasında büyük etkisi olmuştur.

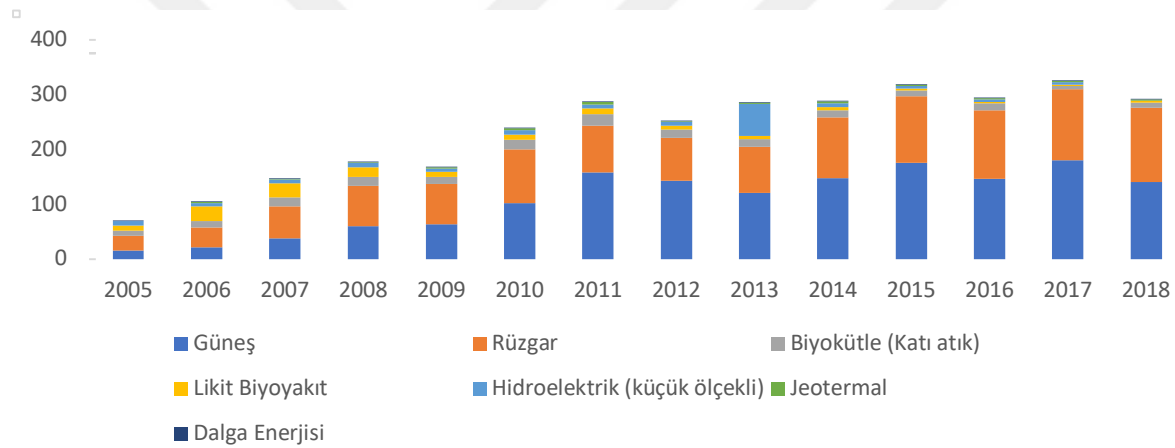


Şekil 2.4: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelere Göre Yenilenebilir Enerji Yatırımları (Yeni Yatırım Milyar dolar) (IRENA, 2020)

Yenilenebilir enerji, son yıllarda küresel elektrik üretimindeki payını da artırmaktadır. Elektrik üretimi, teknolojik ilerleme ve ekonomik büyüme için bir ön koşuldur. Merkezden uzak bölgelere elektrik iletimini sağlamak büyük yatırımlar gerektirmektedir ve çoğu zaman

dağıtım ağlarıyla alakalı olarak yüksek kayıplara yol açmaktadır. Bu noktada yenilenebilir enerji, ulusal elektrik şebekelerinin yetersiz kaldığı alanlarda elektrik sağlama potansiyeline sahiptir (Hossain and Badr, 2007).

Gelişen teknolojik altyapı ile birlikte yenilenebilir enerji yatırımlarında son yıllarda azalmaya başlayan maliyetler, söz konusu yatırımların rekabet gücünü büyük oranda artırmıştır. Buna paralel olarak artan rekabet gücü, yenilenebilir enerji sektörüne olumlu sinyaller göndermiş ve bu alana yapılacak yatırım miktarlarında artışların yaşanmasına neden olmuştur. Şekil 2.5, yenilenebilir enerji yatırımlarının 2005-2018 arasındaki sektörel dağılımını göstermesi bakımından anlamlıdır. Buna göre; 2005- 2018 yılları arasında yatırım miktarı en yüksek olan alan, güneş ve rüzgar enerjisi sektör olduğu anlaşılmaktadır. Diğer yenilenebilir enerji sektörlerindeki yatırım miktarları ise, nispi olarak daha küçük oranlarda artış göstermektedir.



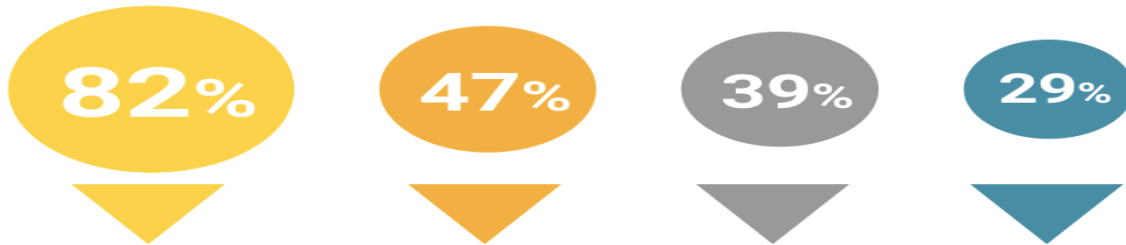
Şekil 2.5: Küresel Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Sektörel Dağılımı (Yeni Yatırım Milyar dolar) (IRENA, 2020)

Bugün yenilenebilir enerji yatırımları süreç içinde artış kaydetse de, fosil yakıtların küresel çapta kullanım miktarı hala yüksektir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının önündeki engellerin başında, önceki dönemlerde enerji üretim maliyetlerinin fosil yakıtlara göre nispi olarak daha yüksek olması gelmektedir. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyet azalışlarındaki her gelişme, söz konusu kaynakların rekabet gücü açısından önemli bir unsur durumundadır. Tablo 2.1, 2018 yılına ait küresel elektrik maliyetleri değişimini göstermektedir. Buna göre; yenilenebilir enerji kaynakları elektrik üretme maliyetlerinde önceki döneme göre ortaya çıkan azalışın, özellikle güneş enerjisi başta olmak üzere, biyoenerji, rüzgar ve diğer yenilenebilir kaynaklar açısından önemli olduğu görülmektedir.

Tablo 2.1: Yenilenebilir Enerji Küresel Elektrik Maliyetleri Değişimi, 2018 (Renewable Power Generation, 2018: 10 (https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf))

	Küresel Elektrik Maliyetinin Ağırlıklı Ortalaması (USD/KWH) 2018	Elektrik Maliyetlerindeki Değişim 2017-2018(%)
Biyoenerji	0,0062	-14
Jeotermal	0,072	-1
Hidroelektrik	0,047	-11
Fotovoltajik Güneş	0,085	-13
Yoğunlaştırılmış Güneş	0,185	-26
Deniz Rüzgarı	0,127	-1
Kara Rüzgarı	0,056	-13

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA), “2018 yılı Yenilenebilir Enerji Elektrik Üretim Maliyetleri” adlı yayınladığı raporda; dünyanın birçok yerinde 2010- 2018 yılları arasında elektrik üretim maliyetleri açısından değerlendirildiğinde biyoyakıtlar, hidroelektrik, jeotermal, güneş, kara ve denizden elde edilen rüzgar enerjisi kaynaklı elektriğin maliyeti fosil yakıt aralığında seyrettiği belirtilmiştir. Tablo 2.1’de gösterilen elektrik üretim maliyet düşüklüğünün en çok olduğu iki sektör, güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi sektörüdür. Bu çerçevede güneş enerjisi ve rüzgar enerjisinin 2010 -2019 yılları arasındaki maliyet azalışı Şekil 2.6’da görülmektedir.



Fotovoltajik Güneş (PV) -Yoğunlaştırılmış Güneş- Rüzgâr (Onshore)-Rüzgâr (Offshore)

Şekil 2.6: Yenilenebilir Enerji Maliyetlerindeki Azalma (2010- 2019) (IRENA

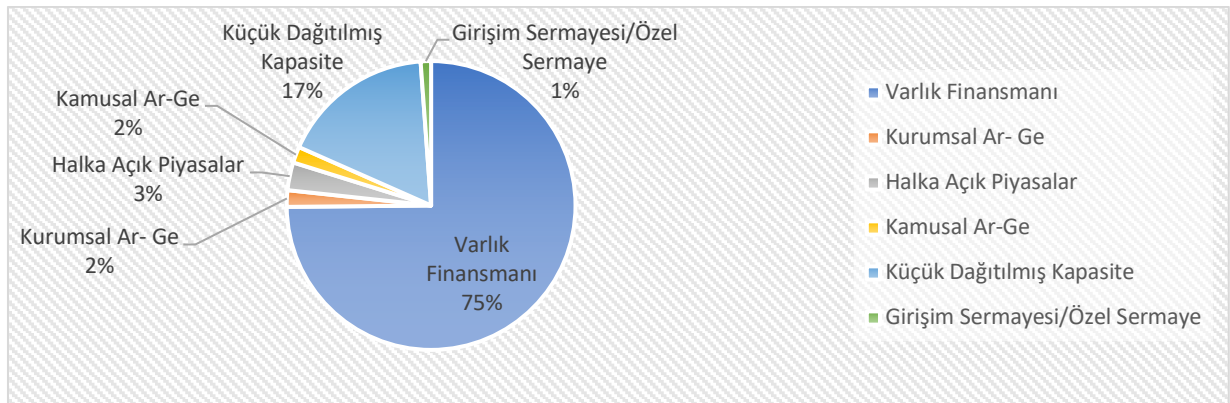
(<https://irena.org/newsroom/articles/2020/Jun/How-Falling-Costs-Make-Renewables-a-Cost-effective-Investment>))

Şekil 2.6’ya göre en çok maliyet avantajı gösteren yenilenebilir enerji kaynağı güneş enerjisidir. Fotovoltajik güneş enerjisinde son 9 yılda yaşanan maliyet azalışı %82 olurken, yoğunlaştırılmış güneş enerjisinde ise %47’dir. Ayrıca kara rüzgarı maliyet azalışı %39 olurken, deniz rüzgarı %29 oranında maliyet düşüşü gerçekleştirmiştir.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının önündeki en büyük engellerden birisi, bu kaynakların diğer enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında daha yüksek maliyetli olmalarıdır. Bu nedenle yukarıda ifade edilen maliyet değişikliği, son yıllarda yatırımların önündeki

engellerin aşılması bağlamında önemlidir. Bu durumda; ifade edilen gelişmelerle birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarında yaşanan maliyet azalışlarının, bu alanda yapılan yatırımların ilerleyen dönemde artmasında etkili olacağı söylenebilir.

Öte yandan, yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasında maliyet düşüklüğü kadar önemli diğer bir konu ise, bu alandaki finansmanın niteliği ve çeşitlendirilmesidir. Özellikle yenilenebilir enerji yatırımlarının kurulum aşamasındaki maliyetlerinin önemli bir bölümünü temsil etmesi nedeniyle, yatırımların artırılmasında finansman kaynaklarının çeşitlendirilmesi oldukça önemlidir. Şekil 2.7’de 2010-2019 arasında (2019 ilk yarısı) yapılan yenilenebilir enerji yatırımlarındaki finansmanın şeklinin dağılımı görülmektedir.



Şekil 2.7: Finansman Şekline Göre Yenilenebilir Enerji Yatırımları (2010- 2019- Milyar dolar) (Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF. 2019. Global Trends in Renewable Energy Investment 2019, <http://www.fs-unep-centre.org>)

Şekil 2.7’ye göre yaklaşık son 10 yıllık periyot boyunca yatırımın en çok varlık finansmanı aracılığıyla yapıldığı görülmektedir. Bu çerçevede yenilenebilir enerji yatırımlarının yaklaşık 65 milyar doları, son dokuz yılda varlık finansmanı aracılığıyla yapılmıştır. Varlık finansmanının yanında kurumsal Ar-Ge ve kamusal Ar-Ge harcamaları da birbirine yakın seyrederek sırasıyla 51 milyar dolar ve 50 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Yine, yenilenebilir enerji yatırımlarının bu süre zarfında yaklaşık 86 milyar doları halka açık piyasalar yoluyla finanse edilirken 32 milyar dolarının ise girişimci sermayesi ile finanse edildiği görülmektedir.

2.2. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarını Etkileyen Faktörler

Küresel enerji talebinin 2040 yılına kadar %30 oranında genişlemesi beklenmekte ve bu da günümüzün küresel enerji talebinde oldukça büyük bir artışa denk gelmektedir (neredeyse bugünün Çin ve Hindistan’ın toplam enerji talebine eşdeğerdir) (EIA, 2017). Öte yandan, yapılan çalışmalarda, fosil yakıtlarının atmosfere karbondioksit salımı yoluyla çevresel sorunların arkasındaki ana itici güç olduğu konusunda genel bir kabul bulunmaktadır.

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin Dördüncü Değerlendirme Raporu'na göre (IPCC, 2007) CO₂ emisyonlarının %75'i, fosil yakıtlardan enerji üretiminde, ulaşımda, endüstriyel süreçlerde ve arazi kullanım değişikliklerinden kaynaklanmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmaya yönelik uluslararası çabalar, başlangıçta, 1970'lerin petrol fiyatı şokları ve jeopolitik risklere daha az eğilimli enerji kaynaklarına duyulan istek tarafından teşvik edilmiştir. Son dönem yenilenebilir enerji üretiminin ana itici gücü ise; iklim değişikliğini, küresel ısınmayı, enerji güvenliğini hafifletmek için artan eylemlere duyulan ihtiyaç ve küresel enerji sistemlerine hakim olan fosil yakıtlardan uzaklaşma ihtiyacıdır. Bu durum yenilenebilir enerjinin gelişimini teşvik eden ve yayılmasını kolaylaştıran yenilenebilir enerji teknolojisi, altyapı, pazarlar ve kurumsal çerçevelerin geliştirilmesinde evrimsel bir değişikliğe yol açmaktadır (UNCTAD, 2017).

Yenilenebilir enerji kaynakları, 2015-2040 döneminde en hızlı büyüyen elektrik üretim kaynakları olmakta ve birçok ülkedeki teknolojik gelişmeler ve hükümet teşviklerinin artan kullanımlarını desteklemesi nedeniyle yılda ortalama %2,8 oranında artmaktadır. EIA tarafından 2017 yılında yayınlanan Uluslararası Enerji Görünümü (IEO, 2017) yenilenebilir enerjinin, diğer enerji kaynakları arasında en hızlı büyüyen enerji kaynağı olduğunu ve yenilenebilir enerji kullanımının, 2040'a kadar alternatifler arasında en çok artacak olan olarak ifade etmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımlarını desteklemek yalnızca enerji politikalarına ve doğrudan yenilenebilir enerjinin daha fazla yayılmasına yol açan düzenlemelere değil, aynı zamanda çok çeşitli ekonomik politika ve stratejilere, teknik ve altyapı faktörlerine, finansman ve piyasa koşullarına da bağlıdır (Barnsley ve Brown, 2015; Bamati ve Raoofi, 2020:446). Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre, yenilenebilir enerji yatırımlarının gelişmesinde ve dağıtılmasında bir dizi faktör ortaya konulmaktadır. Bu faktörler:

- Finansal ve ekonomik faktörler
- Düzenleyici ve kurumsal faktörler
- Teknik, altyapı ve yenilik faktörleri
- Çevresel faktörler olarak kategorize edilmektedir.

Bu başlık altında, yenilenebilir enerji yatırımlarını etkileyen yukarıda ifade edilen faktörler belirtilecektir.

2.2.1. Finansal ve ekonomik faktörler

2.2.1.1. Gelir

Gelir ve yenilenebilir enerji yatırımları arasında bir ilişkinin olması beklenen bir durumdur. Çünkü yenilenebilir teknolojilerin maliyetleri, genellikle fosil yakıt maliyetlerinden

yüksektir. Bu durum ise fosil enerji kaynaklarına dayalı altyapıların, diğer yenilenebilir tabanlı olanlarla değiştirilmesinin maliyetini yükseltmesine neden olmakta ve yenilebilir yatırımların yapılabilirliği bağlamında, gelir düzeyini önemli kılmaktadır. Literatürde de, kullanılan yöntemler ve veri setleri farklı olsa da, hemen tüm çalışmalarda, ekonomik faktörlerin özellikle de gelir düzeyinin, yenilenebilir enerji yatırımlarını yönlendirmede önemli olduğu sonucuna varılmaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımları ve gelir ilişkisinin incelendiği çalışmaların çoğunlukla, GSYİH veya kişi başına GSYİH tarafından temsil edilen geliri içermesi anlamlıdır. Bu noktada daha yüksek gelir, yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmek için maliyetlerin desteklenmesine izin vermektedir.

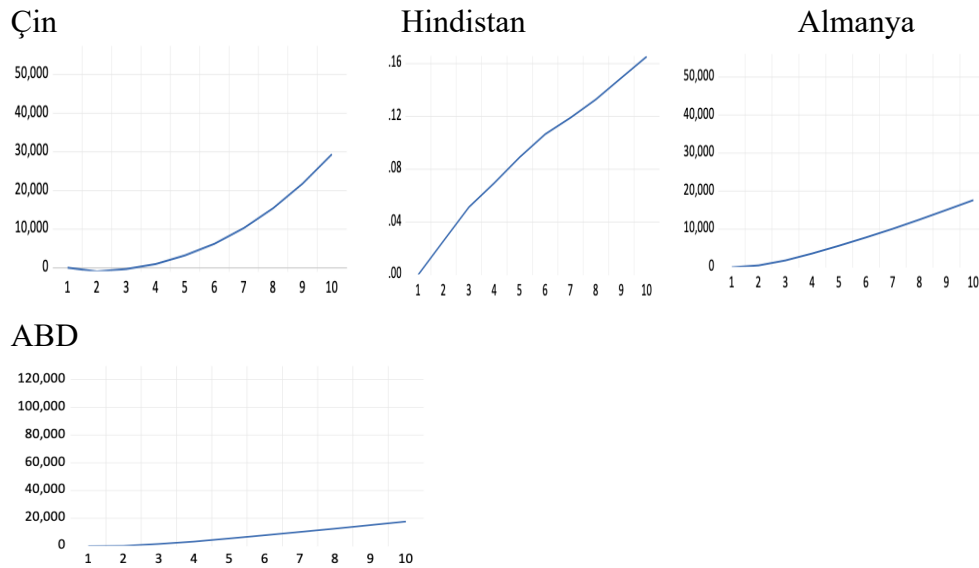
Yapılan çalışmalara göre; yüksek gelirli ülkelerin, yenilenebilir enerjinin artan üretim ve kullanımı için gerekli olan teknolojilere erişimi ya da bunları geliştirme olasılığı daha yüksektir (Bamati ve Raoofi, 2020:447). Bununla birlikte, günümüzde yenilenebilir enerji yatırımları yükselen bir trende sahip olmasına rağmen, gelir düzeyi düşük olan ve bu anlamda gelişmekte olan ülkeler, nispeten yüksek maliyetler nedeniyle, bu trende sınırlı düzeyde katkı sunabilmektedir. Yenilenebilir enerji sektörüne sınırlı desteğin olduğu ülkelerde, bu alandaki yatırımların gelir gibi makroekonomik faktörlere daha fazla bağlı olacağına yönelik değişik çalışmalar bulunmaktadır (Shah vd., 2018).

Diğer yandan, yenilenebilir enerji sektörü, sermaye ve teknoloji yoğun bir sektördür. Bu sebepten dolayı, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, çoğu yatırım kaleminde olduğu gibi yenilenebilir enerji yatırımlarında da iç tasarrufların yanı sıra dışarıdan gelecek yabancı sermaye akımlarına ihtiyaç bulunmaktadır. Yabancı sermaye akımları ise, istikrarlı büyüme performansına sahip ve gelir düzeyi yüksek olan ülkeleri tercih etmektedir. Çünkü söz konusu sermaye, yüksek getiriyi amaçlamakta ve olası bir ekonomik riskten kaçınmak istemektedir. Bu nedenle gelir düzeyi, herhangi bir ülkenin ekonomik durumu için büyük önem arz etmektedir.

Öte yandan, yenilebilir enerjinin talep boyutu açısından baktığımızda, gelirin yenilebilir enerji yatırımlarında, enerjiye olan talep açısından önemli bir etkisi olacaktır. Çünkü gelir düzeyi yüksek gelişmiş ülkelerin enerji taleplerinin yüksek olması, onları bu alanda daha fazla yatırım arayışına sokmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler özelinde değerlendirildiğinde ise; söz konusu ülkeler endüstriyel faaliyetlerini teşvik etme ve geliştirme çabalarından dolayı, daha fazla mal ve hizmete ve bunları üretecek enerjiye ihtiyaç duymaktadır (Hanif vd., 2019: 493). Çin ve Hindistan gibi çoğu gelişmekte olan ülke, son yıllarda ihtiyaç duyduğu enerjiyi ise yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılayacak politikalar sergilemekte ve dolayısı ile yenilenebilir enerji yatırımlarını artırmaktadır.

Yenilenebilir enerji yatırımlarını belirleyen faktörlerden biri olan gelir düzeyinin, Çin, Hindistan, Almanya ve ABD için yenilenebilir enerji yatırımlarının değişimindeki etkisine yol gösterici olması bakımından etki- tepki fonksiyonları grafiksel olarak elde edilmiştir. Bu bağlamda Şekil 2.8, Çin, Hindistan, Almanya ve ABD için gelir artışından kaynaklanan bir standart hatalık şok karşısında, yenilenebilir enerji yatırımlarının verdiği tepkiyi göstermektedir. Buna göre elde edilen grafik sonucunun teorik açıklamalara da uyum gösterdiği gözlenmektedir.

Çin için, gelirden meydana gelen bir standart hatalık şokun yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisi üçüncü döneme kadar durağan iken, üçüncü dönemden itibaren pozitif yönde gerçekleşmektedir. Buna göre Çin’de YE yatırımları üzerindeki değişimin açıklanmasında gelirin payı üçüncü dönemden itibaren artmaya başlamaktadır. Hindistan için, YE yatırımlarında gelirin payı ise birinci dönemden itibaren artmaya başlamakta ve analiz dönemi boyunca artarak devam etmektedir. Almanya ve ABD’de ise, gelirden meydana gelen bir standart hatalık şok yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisi ikinci dönemden itibaren artmaya başlamakta ve analiz dönemi boyunca pozitif olarak seyretmektedir. Bu bilgiler ışığında değerlendirildiğinde; Çin, Hindistan, Almanya ve ABD için gelirin, yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde önemli bir etkisinin olduğu sonucuna varılabilmektedir.



Şekil 2.8. Gelirin Yenilenebilir Enerji Yatırımları Değişimlerine Karşı Etki-Tepki Grafikleri³

³ Analizde tahmin döneminde 2000-2017 yıllarını kapsayan yıllık veriler kullanılmıştır.

2.2.1.2 Enflasyon

Düşük enflasyon ve yüksek yatırım miktarı ve dolayısı ile yüksek büyüme oranları politika yapıcılar ve ekonomistler için kabul edilen iki ana göstergedir. Genel olarak enflasyonun, orta ve uzun dönemde yatırımları negatif etkilediği kabul edilmektedir. Bunun nedeni ise; yüksek enflasyonun risk ve belirsizliği artırması ve bu durumun, uzun dönemde faiz oranlarının artmasına neden olarak, fiyat sisteminin etkinliğini kaybetmesine ve ekonomik birimlerin kararlarını olumsuz yönde etkilemesidir. Bunun yanı sıra; artan enflasyon, yatırım projelerinin beklenen karlılığını olumsuz etkileyerek, yatırım miktarının azalmasına neden olmaktadır (Terzi ve Oltulular, 2006: 2). Ancak son yıllarda aksi yönde bulgular içeren bazı çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin; Mallik ve Chowdhury (2001) ve Gillman ve Nakov (2004) yaptıkları çalışmalarda enflasyonun yatırım miktarını ve ekonomik büyümeyi pozitif etkilediğine dair ampirik sonuçlar elde etmişlerdir.

Yenilenebilir enerji yatırımları diğer yatırımlara benzer şekilde, ev sahibi ülkenin enflasyonu gibi uzun dönemli makroekonomik dinamiklerinden olumlu veya olumsuz etkilenebilmektedir. Enflasyonun yenilenebilir enerji yatırımlarını olumsuz etkilediğini savunan görüşe göre; enflasyon, gelecek ile ilgili belirsizlikleri arttırdığı için yenilenebilir enerji yatırımlarını olumsuz etkilemektedir. Çünkü enflasyon belirsizlik yarattığından dolayı öncelikle uzun vadeli faiz oranlarını arttırmakta ve bu da yenilenebilir enerji yatırımlarının getirisini azaltmaktadır.

Öte yandan, yenilenebilir enerji yatırımları maliyet dezavantajından dolayı daha çok, finansal derinleşmenin gerektirdiği ek finansman kaynaklarına ihtiyaç duyan bir yatırım türüdür. Enflasyonun finansal varlıkların getirilerinde yaratacağı belirsizlik ya da oynaklık, ekonomik birimlerin tasarruflarını altın ve gümüş gibi değerli madenler ve gayrimenkul yatırımlarına kaydırmalarına neden olmakta, bu durum ise ülkedeki finansal derinliği azaltmaktadır. Azalan finansal derinlik ise yenilenebilir enerji yatırımlarını olumsuz etkilemektedir (Chowdhury, 2002: 22).

Enflasyonun yatırımları olumlu etkilediğini savunan görüşe göre ise; enflasyon oranındaki artış, bireysel servetlerde azalmaya neden olmakta ve bu durumda bireyler, enflasyon önceki servetlerine ulaşmak için tasarruf miktarlarını artırmaktadırlar. Artan tasarruflar ise faizlerde düşüş yaratarak yatırım maliyetini azaltmakta ve yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasına neden olmaktadır.

Ayrıca enflasyon, yatırım portföyünde bir değişim yaratarak, portföyü finansal sektörden reel sektöre kaydırmak suretiyle sermayenin yoğunluğunu artırmaktadır. Artan sermaye yoğunluğu ise yenilenebilir enerji yatırımlarını hızlandırmaktadır (Berber ve Artan,

2004: 3). Bütün bunlar birlikte değerlendirildiğinde enflasyonun yenilenebilir enerji yatırımlarına olan etkisi iki yönlü olarak ele alınabilmektedir. Tablo 2.2’de enflasyonun yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisi Türkiye, Çin ve Hindistan özelinde örnek olması bakımından incelenmiştir.

Tablo 2.2. *Enflasyon ve Yenilenebilir Enerji Yatırımları Arasındaki Ampirik İlişki: Türkiye, Çin ve Hindistan⁴*

Değişkenler	Katsayılar	Prob Değeri
TRINF	-0,01220	0,0356**
CHINF	0,008170	0,0825*
INDINF	-0,0130	0,0100***

Not: ***%1, **%5 ve %10 düzeyinde istatistik anlamlılığı ifade etmektedir.

Buna göre, Türkiye ve Hindistan’da enflasyon ve yenilenebilir enerji yatırımları arasında negatif ilişki bulunurken, Çin’de ise bu ilişkinin yönü pozitif olarak bulunmuştur. Türkiye’de enflasyon oranındaki 1 birim artış, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,012 oranında azaltmaktadır. Hindistan’da ise benzer şekilde enflasyon oranındaki bir birimlik artış, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,013 oranında azaltmaktadır. Son olarak Çin’de ise enflasyon oranındaki bir birimlik artış, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,008 oranında artırmaktadır. Elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde yukarıda ifade edilen açıklamalar doğrultusunda, enflasyonun yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisinin ülkeden ülkeye değiştiği gözlemlenmiştir.

2.2.1.3. Fosil yakıt tüketimi

Uzun yıllardan beri, küresel ısınma, iklim değişikliği ve çevre kirliliği gibi konular hem araştırmacılar hem de politika yapıcılar tarafından tartışılmaktadır. Özellikle CO₂ emisyonu, küresel boyutlara ulaşarak çevresel sorunları artıran unsurların başında gelmektedir. CO₂ emisyonu, sanayi devrimi ile beraber fosil yakıtların yoğun şekilde kullanılmalarının bir sonucu olarak ortaya çıkmış ve her geçen gün artmıştır (Canbay, 2019: 141).

Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımların artmasının yanı sıra, fosil yakıtlar halen çoğu ülkede ana enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bunun sebeplerinden ilki, fosil yakıtlar binlerce yıllık enerji birikimi ile oluştuğundan enerji yoğun ve verimlidirler. İkincisi; fosil yakıtlar kullanıma hazır enerji kaynaklarıdır. Bu kaynakları kullanmak için yeni bir teknolojiye ihtiyaç duyulmamaktadır. Son olarak ise, fosil yakıtlar köklüdür. Yani, dünyanın büyük bir bölümünde ana enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır

⁴ TRINF: Türkiye’nin enflasyon oranı, CHINF: Çin’in Enflasyon oranı ve INDINF: Hindistan’ın enflasyon oranını temsil etmektedir. Tahmin dönemi 2001-2017 yıllarını kapsayan yıllık veriler kullanılmıştır. Tahminde seçilen yöntem en küçük kareler (EKK) yöntemi olup bağımlı değişken yenilenebilir enerji yatırımlarıdır.

(Cheek, 2020). Bununla birlikte; fosil yakıtların insan sağığı, çevreye ve topluma olan olumsuz dışsallıkları, söz konusu yakıtların faydalarından daha yüksektir.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının gerek maliyet azalışları nedeniyle, gerek bu konuda toplumsal bilincin ortaya çıkması nedeniyle artış göstermesi, söz konusu kaynakları fosil yakıtlara iyi birer alternatif olarak karşımıza çıkarmaktadır. Bu nedenle fosil yakıt tüketimi ve yenilenebilir enerji yatırımları arasında negatif bir ilişkinin olması beklenen bir durum olmaktadır. Fosil yakıt kullanımı artmaya devam ederse, yenilenebilir enerji yatırımları bundan olumsuz etkilenecektir.

2.2.1.4. Finansal gelişme

Ülkelerin büyüme ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde yenilenebilir enerji yatırımları son yıllarda sıklıkla gündeme gelmektedir. Bu noktada yenilenebilir enerji yatırımlarında artışın sağlanmasında bu alanda kullanılabilir fonların yeterli seviyede ve nitelikte olması büyük önem taşımaktadır. Fakat finansal piyasalarda yatırımlara aktarılabilecek fonların sınırlı kalması ve söz konusu fonların minimum maliyet ve maksimum verimlilikte kullanımı her zaman mümkün olmamaktadır. Bu sebepten dolayı gelişmiş ve derinleşmiş bir finansal sistemin varlığıyla ortaya çıkan finans piyasası araç ve çeşitliliğine her zaman ihtiyaç duyulmaktadır (Kanberoğlu ve Kara, 2016: 310). Böylelikle finansal gelişmenin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki potansiyel rolü de ortaya çıkmaktadır.

Finans sektörünün gelişmiş olması, bir yandan firmaların likidite riskini azaltarak uzun vadede enerjide verimli teknolojiler geliştirmek için ihtiyaç duyulan fonların toplanmasına destek olurken, diğer yandan düşük üretim verimliliğine sahip geleneksel enerjiden fonların yenilenebilir enerji geliştirmeye yeniden dağıtımını kolaylaştırabilmektedir. Ayrıca finansal gelişme, finansal hizmetlerin niteliğı ve niceliğinde artış sağlayarak işletmelerin, kredilere daha kolay ulaşmasına neden olmaktadır. Böylelikle kredi imkanlarının artması da işletmelere yeşil ürünlere olan talebin dikkate alındığı üretim yöntemleri için yatırım yapma fırsatı sunmaktadır (Tamazian vd., 2009; Tamazian ve Rao, 2010; Yuxiang ve Chen, 2011; Koçak, 2017: 539).

Enerji tüketimine olan talebin artması, teknolojik gelişme ve iklim kirliliğı ile mücadelede politika desteğinin yanı sıra finansal sektördeki gelişmeler de yenilenebilir enerjiye uzun vadede küresel enerji birleşiminde giderek daha önemli bir rol vermektedir. Yenilenebilir sektörlerin ihtiyaç duyduğu fonları desteklemek için kamu yatırımları tek başına yeterli olmamakta, bu nedenle finans sektörünün enerji sektörünün dönüşümünü teşvik etmesi gerekmektedir. Sağlam ve iyi gelişmiş bir finansal sistem, yenilenebilir enerji sektörü için daha

düşük maliyetlerle daha fazla finansmanı teşvik etmekte ve bu da yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasına katkı sağlamaktadır (Anton ve Nucu, 2020).

2.2.2.Düzenleyici faktörler: Devletin yenilenebilir enerjiye verdiği teşvik ve destekler

Yenilenebilir enerji yatırımlarını etkileyen faktörlerden birisi de, hükümetin söz konusu yatırımlara verdiği destek ve teşviklerdir. Dünyada yenilenebilir enerjiye yönelik eğilimin artmasıyla beraber, birçok ülke hükümet politikası olarak bu alana kaynak ayırmakta ve hatta çeşitli mali ve finansal teşvikler sunmaktadır. Devletin yenilenebilir enerjiyi teşvik etmesinin ve desteklemesinin üç temel nedeni bulunmaktadır. Bunlardan ilki; yenilenebilir enerjiye dayanan yüksek üretim teknolojisi ile ekonomik gelişmenin sağlanmasıdır. İkincisi, enerji arz güvenliğini artırmaktır. Üçüncüsü ise, iklim ve doğayı fosil yakıtların etkilerinden kurtarmaktır (IEA, 2011; Yıldırım, 2019: 333). Ayrıca; özel kesimin maliyetlerini hafifleterek, daha fazla yatırıma yöneltmek ve kamusal faaliyetleri ülke ekonomisi için daha kapsayıcı alanlara yönlendirmek de, yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvik edilmesinin nedenleri arasındadır (Güzel, 2015:54).

Yenilenebilir enerji yatırımlarının artışını teşvik etmek için birçok ülke farklı teşvik ve politikalar uygulamaktadır. Bunlara örnek olarak; düzenleyici politikalar, düşük faizli kredi ve hibe gibi mali ve finansal teşvikler, kredi ve hibeler, kamusal yatırımlar ve lisanssız üretim hakkı gibi politikalar verilebilmektedir. Diğer yandan yenilenebilir enerjiye yönelik kamusal teşviklerin çoğunun, 2000’li yılların başlarında verilmiş olması ve bu bağlamda yeni olması, bu politikalara ilişkin verilerin, sınırlı olmasına neden olmaktadır.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması hem hükümetlerin hem de vatandaşların bu alana olan talep ve bağlılığını gerektirmektedir. Politika yapıcılar ve düzenleyiciler, piyasanın isteklerine yanıt vermeli, hedeflere yönelik ilerlemeyi izlemeli, gözden geçirmeli ve başarılar ve başarısızlıklar ışığında bir yol haritası çizmelidir. Bu kapsamda kamu teşvikleri, yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvik edilmesinde önemli itici güçlerdir. Ancak, düzenleyici ve kurumsal faktörlerin büyük ölçüde ekonomik faktörlere bağlı olduğu da bir gerçektir. Daha yüksek gelir (GSYİH)’ın, yenilenebilir kaynakları teşvik etmek için düzenleyici maliyetleri desteklemesi beklenmektedir (Bamati ve Raoofi, 2020: 950).

2.2.3. Teknik, altyapı ve yenilik faktörleri: Teknoloji ve inovasyon

Bugün dünyanın birçok yerinde yenilenebilir enerji, yeni enerji üretiminin en düşük maliyetli kaynağı olarak görülmektedir. Özellikle güneş ve rüzgar enerjisinin maliyetleri teknolojik ilerlemeler sebebiyle düşmeye devam ettikçe, bu durumun daha da fazla ülkede geçerli olacağı düşünülmektedir. Biyoenerji, hidroelektrik, jeotermal, kara ve açık deniz

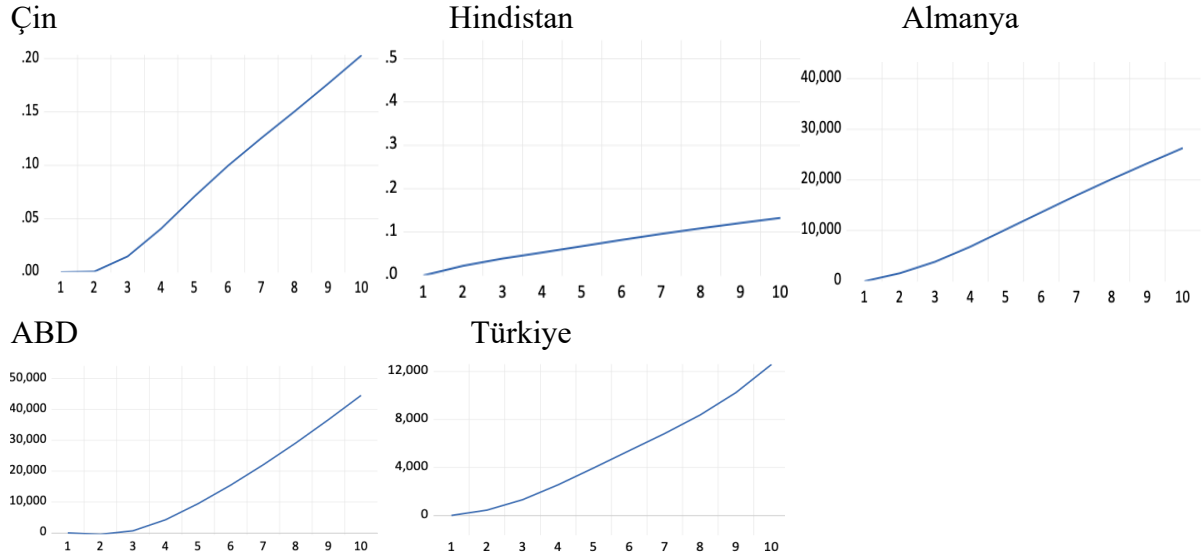
rüzgârından elektrik maliyeti, 2010 ve 2018 yılları arasında fosil yakıttan elde edilen enerji üretim maliyetleri aralığında seyretmiştir. Özellikle 2014'ten bu yana, güneş fotovoltaiklerinin (PV) küresel ağırlıklı ortalama elektrik maliyeti, fosil yakıt maliyeti aralığına kadar inmiştir (IRENA, 2019). Yenilenebilir enerji yatırımlarında yaşanan tüm bu gelişmeler teknolojik gelişme ve inovasyon neticesinde ortaya çıkmaktadır. İlerleyen yıllarda teknolojik faaliyetlerin hızlanması ile, söz konusu yatırımlardaki maliyet düşüşleri bu alanı daha cazip kılacaktır.

Teknoloji özellikle 20. yy ortalarında emek ve sermaye ile birlikte üretim faktörleri arasında yerini almıştır. Bir üretim faktörü olarak değerlendirildiğinde teknoloji, ürünlerde farklılık yaratarak verimlilik artışı sağlamak ve dolayısı ile kar artışı ve rekabet üstünlüğü yaratmaktadır. Geçmişten bu yana teknoloji ile ilgili yapılan çalışmalarda, teknolojiye yapılan yatırımların çıktı artışına yol açtığı ampirik olarak gözlenmiştir (Malatyalı, 2016: 63).

Teknolojideki ilerlemeler maliyetleri düşürmekte ve birçok ülkede yenilenebilir ürünlerin entegrasyonunu artırmaktadır. Devam eden teknolojik yenilik, modern, verimli, düşük karbonlu enerji sistemlerini temsil eden yenilenebilir enerjiye de en düşük maliyetli geçiş için kritik öneme sahiptir. Diğer taraftan enerji sistemleri yalnızca arz ve talep teknolojilerinden değil, aynı zamanda bunları birbirine bağlayan altyapılardan da oluşmaktadır. Teknolojilerin etkinleştirilmesi, tüm sektörlerde daha fazla yenilenebilir enerji kullanımını da teşvik etmektedir (EIA, 2015).

Yenilenebilir enerji kullanımı teşvik edilmesi ve uygulanmasında, herhangi bir ülkede teknolojik ilerleme çok önemli bir faktördür. İyileştirilmiş teknolojiler, yenilenebilir enerji üretme süreci için hayati öneme sahip olmakta, bu da daha az maliyet ve dolayısıyla daha az çevre kirliliği ile sonuçlanabilmektedir (Alam ve Murad, 2020).

Şekil 2.9'da etki-tepki fonksiyonları aracılığı ile Çin, Hindistan, Türkiye, Almanya ve ABD için teknolojik ilerleme ve inovasyonun YE yatırımları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Buna göre, Çin için teknolojik ilerlemede meydana gelen bir şok, ikinci dönemden itibaren YE yatırımlarını pozitif şekilde etkilemiş ve zaman içerisinde bu etki artarak devam etmiştir. Diğer taraftan Hindistan için ise, teknolojide meydana gelen bir şok, YE yatırımları üzerindeki etkisi pozitif olmakla beraber nispeten daha azdır. Türkiye ve Almanya'da ise teknolojik ilerlemenin YE yatırımlarına verdiği tepki ilk dönemden itibaren pozitif olduğu gözlenmektedir. Son olarak ABD'de ise, teknolojik ilerlemenin YE yatırımlarına verdiği tepki üçüncü döneme kadar sıfır olurken, üçüncü dönemden sonra ise artarak devam etmiştir.



Şekil 2.9. Teknoloji ve İnovasyonun Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Değişimine Karşı Etki-Tepki Grafikleri⁵

2.2.4. Çevresel faktörler

2.2.4.1. Küresel ısınma ve iklim değişikliği politikalarının etkisi

Küresel çapta yenilenebilir enerji yatırımlarının parasal büyüklüğü önceki yıllar ile kıyaslandığında azalmış görülmekle beraber bu alana eklenen kapasite ve üretim miktarı ise önceki yıllara göre daha fazladır. Bunun en önemli nedenlerinden biri, başta güneş ve rüzgar enerjisi olmak üzere yatırım maliyetlerinin teknolojik gelişmeyle beraber düşüş göstermesidir (IEA, 2017a, Keskin, 2019: 41). Bunun yanında gerek ekipman üretici sayısındaki artışla beraber piyasada rekabetin artması gerekse de söz konusu alanda deneyimlerin artması ile birim maliyetin düşmesi yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasında büyük önem taşımaktadır.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasındaki bir diğer etken ise çoğunlukla fosil kökenli enerji kaynaklarının kullanımı sonucuyla oluşan küresel ısınma ve iklim değişikliğinin son yıllarda giderek artan şekilde kendini hissettirmesidir. Sera gazı emisyonlarının sektörel dağılımında ilk sırada %73'lük bir oranla enerji sektörü gelmektedir (<https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>). Bu oranın yüksekliğinde fosil kökenli enerji kaynaklarının enerji üretiminde hala çoğunlukta olmasının etkili olduğu söylenebilir.

Enerji sektöründe fosil yakıtların tüketimi arttıkça, karbon emisyonları da giderek artmaktadır. Bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynakları sürekli olarak kendilerini yenileyen ve çevreyi daha az kirleten enerji kaynakları oldukları için, karbon emisyonlarının azaltılmasında ve hatta sıfırlanmasında, böylelikle küresel ısınmanın etkilerinin en aza indirilmesinde önemlidir. Bu çerçevede CO₂ kaynaklı sera gazı emisyonlarının azalımı, iklim

⁵ Analiz tahmin döneminde 2000-2017 yıllarını kapsayan yıllık veriler ve teknoloji ve inovasyonu temsil etmesi için patent başvuru sayıları kullanılmıştır.

değişikliği kapsamında yapılan müzakerelerinde temel hedefini oluşturmaktadır. Bu kapsamda hangi ülkelerin hangi miktarlarda emisyon azaltacağı ve bunun için gerekli finansmanın nasıl sağlanacağı da müzakerelerin ana tartışma noktalarını oluşturmaktadır.

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin telafisi güç çevresel zararlarının gündeme gelmesiyle beraber ulusal ve uluslararası pek çok önlem alınmaya başlamıştır. Bu önlemler neticesinde, fosil enerji kaynaklarının sınırlandırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilginin artarak söz konusu enerji kaynaklarına ait yatırımlarında artmasına neden olmuştur. Bu çerçevede küresel ısınma ve iklim değişikliği sorununun çözümünde yenilenebilir enerjiyi destekleyen ve bunun sonucu olarak yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasında büyük öneme sahip uluslararası platformlardaki dönüm noktaları Tablo 2.3'te gösterilmektedir.

Tablo 2.3: *Küresel Isınma ve İklim Değişikliği İçin Uluslararası Platformlardaki Dönüm Noktaları (Köse, 2018: 7; Özarslan Doğan, 2020: 220)*

Yıl	Konferans Adı
1972	İnsan ve Çevre Konferansı
1979	Birinci Dünya İklim Konferansı
1985	Viyana Sözleşmesi
1987	Montreal Protokolü Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu
1988	Toronto Konferansı Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)
1990	İkinci Dünya İklim Konferansı
1992	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
1995	Taraflar Konferansı (COP1)
1997	Kyoto Protokolü
2009	Kopenhag Mutabakatı
2015	Paris İklim Anlaşması

Tablo 2.3'te de ifade edildiği üzere, iklim değişikliği ile mücadelede ilk uluslararası adım olarak Birleşmiş Milletler tarafından 1972 yılında düzenlenen konferans kabul edilmektedir. Söz konusu konferansta iklim değişikliğini konu alan çeşitli oturumlar düzenlenerek bu sorunun ilk defa dünya gündeminde yer alması sağlanmıştır.

İklim değişikliği ile mücadelenin başarılı olabilmesinde ortaya konan uluslararası programlardaki ortak sonuç, geleneksel yöntemlerle elde edilen fosil kökenli enerji kaynaklı elektrik kullanımının sınırlandırılarak yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretiminin daha da yaygınlaşması ve hatta ısıtma, ulaşım gibi pek çok sektörde de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı teşvik edilmesinin gerektiğidir. Bu kapsamda sürdürülebilir bir enerji geleceği için yapılması gerekenler IRENA tarafından beş ana başlıkta ortaya konmuştur (IRENA, 2016; Güner ve Turan, 2017: 49). Bunlar:

- Yenilenebilir enerji yatırımlarının harekete geçirilmesi
- Yenilenebilir enerji politikasına olan bağlılığın güçlendirilmesi
- Yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılmasında kurumsal ve teknik altyapının sağlanması

- Yenilenebilir enerji kullanımının sürdürülebilir kalkınmaya olan yararlarının ortaya konması
- Yenilenebilir enerjinin gelişiminde bölgesel katılım ve uluslararası iş birliğinin geliştirilmesidir.

2.2.4.2. Kyoto protokolü ve paris iklim anlaşmasının önemi

Kyoto Protokolü, 1997 yılında 170 ülkenin katılımı ile gerçekleştirilen Üçüncü Taraflar Konferansı'nın (COP3) bir sonucu olarak, ilk defa sera gazı emisyonlarının azaltılmasına dair bağlayıcı hükümleri olan bir belge olması bakımından büyük önem taşımaktadır (Duru, 2001: 14; Özarslan Doğan, 2020: 221). Kyoto protokolü gerçekleştirilene kadar geçen süreçte yapılan müzakereler, genellikle ülkeleri bağlayıcı hükümler içermemekteydi. Bu kapsamda Kyoto Protokolü bir ilk olma özelliği taşımaktadır. Kyoto Protokolü, sera gazlarına sebebiyet veren tüm gazların ülkelere kısıtlanmasını öngören uluslararası bir belgedir.

Kyoto Protokolünün yürürlüğe girebilmesi için en önemli şartı olarak, protokole imza atan ülkelerin 1990 yılında çevreye yaydıkları karbon emisyonlarının, tüm dünya toplamının %55'ini oluşturması gerekmektedir. Bu kapsamda Çin ve ABD protokolü imzalamadığı için 2005 yılına kadar protokol uygulanamamış ve Rusya'nın imzalaması ile birlikte protokol 2005 yılında yürürlüğe girmiştir (Samur, 2007: 145; Bayraç, 2010: 241). Türkiye ise protokole 2009 yılında imza atmıştır.

Kyoto Protokolü'nde, 2008-2012 yılları arasında ülkelerin sera gazı emilim oranlarını 1990 yılı emilim oranlarının en az %5'i kadar indirmeye gitmelerini gerekli kılmıştır. Bunun yanı sıra protokole taraf olan ülkelerin yararına olacak Emisyon Ticareti, Temiz Büyüme Mekanizması ve Ortak Yürütme gibi birtakım mekanizmalar geliştirilmiştir (Demir, 2006: 246). Bu mekanizmalar vasıtası ile, ülkelerin temiz enerji yatırımlarının artışı ve karbon salınımını azaltıcı faaliyetlerine destek sağlanmaya çalışılmıştır.

Yenilenebilir enerjinin desteklenmesi, küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadele kapsamında ortaya konan yaptırımlar neticesinde ilk belge olma özelliğini taşısa da Kyoto Protokolünün çözüme kavuşturamadığı bazı noktalar bulunmaktadır. Tıpkı diğer uluslararası anlaşmalarda olduğu gibi bu protokolünde başarıya ulaşmasında tarafların iş birliği ve bu konudaki istekleri büyük önem arz etmektedir. Bu noktada küresel karbon emisyonlarında ilk sıralarda olan Çin ve Hindistan gibi ülkelerin gelişmekte olan ülke statüsünde olmalarından dolayı resmi bir taahhütlerinin olmaması ve ABD'nin ise protokolü imzalamaması, Japonya, Kanada ve Rusya'nın da daha sonra protokol uygulamasından çıkması protokolün başarısına gölge düşürmüştür.

Paris'te düzenlenen Taraflar Konferansının sonuncusu yani COP21 sonucunda, Kyoto Protokolünün bitiş yılı olarak kabul edilen 2020 yılı sonrası süreçlerini kapsayacak bir anlaşmanın gerçekleştirilmesi öngörülmekteydi. Bu kapsamda, 2015 yılının 12 Aralık gününde, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne taraf olan ülkelerin oy birliği ile Paris Anlaşması kabul edilmiştir (Bozoğlu, 2019: 69; Kaya, 2020: 182). Türkiye ise gelişmekte olan bir ülke olarak 22 Nisan 2016 tarihinde anlaşmayı imzalamıştır. Paris İklim anlaşması, tüm ülkeler tarafından oy birliği ile kabul edilmesi ve bir yıldan daha az bir sürede yürürlüğe girmesi açısından değerlendirildiğinde, söz konusu anlaşmanın Kyoto Protokolüne göre genel kabulünün daha yüksek olduğu görülmektedir.

Paris Anlaşması, her birine farklı maliyet getiren gelişmiş, gelişmekte olan ve az gelişmiş pek çok ülkenin uzlaşmış olmasını sağlaması bakımından tarihsel süreçte büyük öneme sahiptir. Paris anlaşması 196 ülkenin uzlaşmaya vardığı ve toplam küresel karbon emisyonlarının yaklaşık %96'sına neden olan ülkeleri kapsayan bir anlaşmadır (Karakaya, 2016: 3).

2020 yılı sonraki süreçte Paris Anlaşması, iklim değişikliği tehlikesine karşı küresel sosyo ekonomik dayanıklılığın güçlendirilmesiyle beraber, küresel sıcaklık artışının sanayileşme öncesi döneme kıyasla 2° C'nin olabildiğince altında tutulmasını hedeflemektedir (Dışişleri Bakanlığı, 2020). Bu kapsamda söz konusu hedef doğrultusunda fosil enerji kaynaklarının kullanımının sınırlandırılarak, yenilenebilir enerjiden daha fazla yararlanılması söz konusu olmaktadır.

Uluslararası düzeyde yapılan tüm küresel ısınmayla mücadele ve iklim değişikliği müzakerelerinin ortak amacı, atmosferdeki insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının azaltılması için fosil yakıt kullanımının sınırlandırılarak yenilenebilir enerjiye doğru bir enerji dönüşümü gerçekleştirmek ve bunun yanında enerji verimliliğinin sağlanmasıdır. Bu çerçevede söz konusu müzakerelerin hedeflerine ulaşmada, tüm dünya ülkeleri sorumluluk taşımaktadır. Bu noktada gelişen teknoloji ve alternatif enerji kaynaklarına olan farkındalığın artmasıyla beraber, iklim anlaşmalarının da etkisiyle her geçen gün yenilenebilir enerji yatırımları artış göstermektedir.

Günümüzde dünya, temiz enerjiye geçişin tam ortasında yer almaktadır. Yani, tüketiciler temiz enerjiyi talep etmekte ve endüstriler ise bu alana yatırım yapmaktadır. Birçok ülke gelecek yıllar için yenilenebilir enerjiye yüksek miktarlarda harcama yapmayı planlamakta ve bu doğrultuda politika hedefleri belirlemektedir. Rüzgar ve güneş enerjisi tesisleri her iki yılda bir sayılarını neredeyse ikiye katlamaktadır (Kaya, 2020: 186). Böyle bir durumda,

sürdürülebilir bir ekonomi ve gelecek inşa etme noktasında yenilenebilir enerji yatırımlarının da önemi her geçen gün artmaktadır.

2.3. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Risk Unsurları

Ekonominin ve toplumun sürekli gelişmesiyle birlikte, dünyanın enerji talebi de hızla artmaya devam etmektedir. Bu bağlamda, enerji ve çevre sorunları daha belirgin hale gelmekte ve alternatif olarak yenilenebilir enerjinin gelişimi ve kullanımı hızlanmaktadır. BM İklim Değişikliği Taraflar Konferansı'nın (COP21) 2015 yılında Paris Anlaşmasıyla yenilenebilir enerjinin ilerleyen yıllarda enerji piyasasının önemli unsuru haline geleceği tescillenmiştir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinde Paris Anlaşmasının gerektirdiği yatırım düzeylerine ulaşmak için ilk olarak bu teknolojilerin fosil yakıt tabanlı teknolojilerle maliyet açısından rekabet edebilir olmaları gerekmektedir. Yenilenebilir enerji teknolojileri fosil yakıtlardan daha çok sermaye yoğun olduklarından, sermaye maliyetindeki düşüşler fosil yakıtlarla maliyet açısından rekabet edebilirliği arttırmaktadır (Egli, 2020).

Yenilenebilir enerji yatırımlarının sermaye yoğun olması ise yeni finansal varlık gelişimine katkı sağlamakta, aynı zamanda bu alanda birtakım riskler de ortaya çıkarmaktadır. Bu bağlamda günümüzde, daha fazla yatırımcı bir yandan yenilenebilir enerji projelerine yatırım yapmaya başlarken, diğer yandan yatırımlardaki belirsizlik ve risk unsurları da ön plana çıkmaktadır (Liu ve Zeng, 2017).

Yenilenebilir enerji; sürdürülebilirlikte, çevre kirliliğinin azaltılmasında, enerji güvenliğinin artırılmasında ve yeni işlerin yaratılması gibi birçok alanda faydalı olsa da, bu tür enerji projelerinin finansmanı ve bağlantılı risklerin yönetimi oldukça zordur. Bu nedenle etkin bir finans ve risk yönetimi konuları, bu alandaki enerji projelerinin başarılı bir şekilde geliştirilmesinde temel unsurlar olarak kabul edilmektedir (Lee ve Zhong, 2015: 779). Yenilenebilir enerji yatırımlarının barındırdığı riskler ise, aşağıdaki gibi altı başlık altında ele alınmaktadır.

2.3.1. Finansman riski

Fosil enerjiye bağımlı bir ekonomiden yenilenebilir kaynakların daha yoğun kullanıldığı bir ekonomiye doğru gerçekleşecek bir dönüşüm, yenilenebilir enerji sektörüne önemli yatırımlar yapılmadıkça mümkün değildir (Jacobsson ve Jacobsson, 2012; Aksu, 2019:117).

Yenilenebilir enerji yatırımlarının önündeki ekonomik engellerin başında ilk olarak yatırım maliyetinin finansmanı sorunu, düşük sabit faizli kaynak bulma zorluğu, 15-20 yıl gibi uzun vadeli finansman bulunmasındaki güçlük, mülk satışı veya ortaklığın el değiştirmesi

durumunda, enerji yatırımının finansmanının geri dönüşü problemleri gelmektedir (Olson, 2013).

Yenilenebilir enerji projeleri, yüksek ön maliyetlere ve düşük işletme maliyetlerine sahip olma eğilimde olan projelerdir. Bu nedenle böyle projeler için uzun vadeli fonlamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Uzun vadeli finansman olanaklarının bulunmadığı takdirde, bu sektöre yapılacak yatırımların ertelenme ve yatırımdan vazgeçme riski bulunmaktadır. Bu riski en aza indirmek için finansman araçlarının çeşitlendirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Aşağıdaki Tablo 2.4’de, farklı yenilenebilir enerji teknolojileri için engeller ve riskler gösterilmektedir. Buna göre; rüzgâr, güneş, küçük hidro ve biyokütle enerjisi için, uzun vadeli finansman riski yüksek seyrederken, jeotermal enerjide bu risk orta seviyededir. Buna ek olarak, proje finansmanı ise tabloda yer alan her bir yenilenebilir enerji teknolojisi için orta derecede riskli olarak belirtilmektedir.

Tablo 2.4: Yenilenebilir Enerji Projelerinde Finansal Engeller ve Proje Riskleri (Energypedia, 2017-Erişim Tarihi: 19.07.2020).

	Uzun Vadeli Finansman Eksikliği	Proje Finansmanı Eksikliği	Yüksek ve Belirsiz Proje Geliştirme Maliyetleri	Özkaynak Finansmanı Eksikliği	Düzenleyici Riske Yüksek Maruz Kalma	Karbon Finansmanı Üzerindeki Belirsizlik	Yüksek Kaynak Değerlendirme Maliyetleri	Kaynak Yeterliliği Konusundaki Belirsizlik
Rüzgar	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük	Orta	Orta	Düşük	Orta
Güneş	Yüksek	Orta	Düşük	Orta	Orta	Orta	Düşük	Orta
Küçük Hidro	Yüksek	Orta	Orta	Orta	Orta	Düşük	Orta	Yüksek
Biyokütle	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük	Orta	Orta	Düşük	Yüksek
Jeotermal	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Düşük	Yüksek	Orta

Yenilenebilir enerji yatırımlarındaki finansman riskini ortadan kaldırmaya yönelik son yıllarda yeşil tahvil, kitlesel fonlama, proje finansmanı vb pek çok alternatif finansman yöntemi ortaya çıkmıştır. Söz konusu finansman yöntemlerinin yaygınlaştırılması, bu alanda oluşabilecek riskleri en aza indirmede büyük rol oynayacağı beklenmektedir.

2.3.2. Fiyat ve talep riski

Yenilenebilir enerji sektöründe faaliyet gösteren firmaların etkilendiği risk unsurlarından biri de, piyasa riski yani daha spesifik haliyle ifade edilirse, fiyat riskidir. Fiyat riski; aydan aya, mevsimden mevsime ve hatta günden güne oynaklık gösterdiğinden, sektörü yakından ilgilendiren risk faktörlerinin başında gelmektedir (EIA, 2002: 3; Aslan ve Baykal, 2009: 97).

Yenilenebilir enerji kaynaklı elektriğin üretiminde kullanılan enerji kaynaklarının sahip olduğu depolanamama sorunu, bölgesel ve jeopolitik riskler, küresel ekonomi politikalarının fosil yakıtlar lehine olması gibi etkiler, yenilenebilir enerji fiyatların değişken olmasına yol açmaktadır. Bu da söz konusu sektörde yatırımları etkileyen fiyat riskinin en önemli unsurunu oluşturmaktadır. Enerji üretimi ve tüketiminin eş zamanlı olarak dengelenememesi de fiyat riskini etkileyen unsurlardan bir diğerini oluşturmaktadır. Enerjide yaşanan arz ve talep unsurlarının yarattığı şoklar kolaylıkla giderilememekte, bu da fiyat dengesini alt üst etmektedir (Escribano vd., 2011: 624).

2.3.3. Düzenleyici ve mevzuatsal risk

Dünyadaki birçok ülke ve firma, son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına yüksek düzeyde yeni yatırım yapma istek ve arayışındadır. Bununla birlikte yatırımcılar açısından bu sektör, birçok riski de bünyesinde barındırmaktadır. Büyük ölçekli ‘yeşil enerji’ programlarının nispeten yakın tarihli programlar olarak gündeme gelmesi, yatırımcıların farklı mevzuatsal ve düzenleyici davranışlarla ilgili bilgi edinebilecekleri çok az deneyimin olmasına neden olmaktadır (Holburn, 2012: 664).

Bürokrasinin karmaşıklığı ve yoğunluğu ve tüm yatırım sürecinde idari kurumlardan onlarca izin, onay ve görüş alınması ve bu aşamalarının her birinin uzun süreler gerektirmesi, yatırım sürecindeki mevzuatsal riskleri ifade etmektedir. Yapılması gereken en basit bir işlemin önündeki engeller ya da zamanında yapılmaması nedeniyle, yenilenebilir enerji yatırımları büyük risklerle karşılaşabilmektedir.

Diğer taraftan fosil yakıtlarla kıyaslandığında, yenilenebilir enerji maliyetlerinin nispeten dezavantajlı olması, yenilenebilir enerjinin ticari uygulanabilirliğini büyük ölçüde destekleyici, düzenleyici rejimlere ve mali sübvansiyonlara bağımlı kılmaktadır. Bu durum ise, hükümetlerin değişen ekonomik ve siyasi öncelikler nedeniyle, yenilenebilir enerji üretimine yönelik önceki taahhütlerin ölçeğini azaltmasına neden olabilmektedir.

Yenilenebilir enerji yatırımlarında mevzuatsal denetim ve risk analizlerinin yapılması, söz konusu yatırımların sağlıklı bir şekilde ilerleyebilmesi için önemli unsurlardan birisidir. Bu kapsamda izin, onay ve mevzuatsal süreçler içindeki uzayan evrak yönetimi ve bu evrakların mevzuatsal açıdan değerlendirilip risklerin minimize edilmesi gerekmektedir.

2.3.4. Teknoloji riski

Teknolojinin hızlı gelişimi, yenilenebilir enerji yatırımlarını giderek daha cazip bir yatırım alanı haline getirmiştir. Rüzgar ve güneş enerjisi gibi bir çok yenilenebilir enerji projesi her yıl yüzlerce milyar dolarlık varlık finansmanı çekmektedir. Son yıllarda bu kaynaklardan

elde edilen elektriğin dünyanın bazı bölgelerinde geleneksek kaynaklarla kıyaslanabilir olması da dünya yenilenebilir enerji kapasitesinde sürekli bir büyüme meydana getirmektedir (IEA, 2017; Donovan ve Li, 2018: 3).

Teknolojik dönüşümlerin ardı ardına yaşanması, diğer tüm sektörlerde olduğu gibi enerji sektörünü de etkilemektedir. Bu çerçevede yenilenebilir enerji yatırımlarını etkileyen risklerden birisi de teknoloji riskidir. Teknoloji riski, yeni teknolojilerin ortaya çıkmasıyla oluşan riski ifade etmektedir (Albu, 2020: 47). Buna ek olarak teknolojik risk, teknik hataların bir sonucu olarak da ortaya çıkabilmektedir. Yani teknolojik risk, teknolojinin yeniliği ve öngörülemezliği nedeniyle daha düşük gelir veya daha yüksek bakım maliyetleri riskidir (Egli, 2019: 9).

Yenilenebilir enerji sektörlerinin herhangi birinde yaşanan teknolojik gelişmeler söz konusu sektörün hem kendisini hem de ona bağlı alt sektörleri yakından etkilemektedir. Bu sebepten dolayı da gelişen teknolojiyi yakından takip etmek büyük önem arz etmektedir.

Teknolojik gelişmeler, rüzgar ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen üretim maliyetlerini düşürdüğü için hem enerji verimliliğinde hem de kurulu güç kapasitesinde artışa neden olmaktadır. Bu bağlamda ülkelerin enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında önemi her geçen gün artan ve teknolojik gelişmeler sayesinde ise yatırımı karşılama oranlarının da hızla arttığı yenilenebilir enerji sektöründe söz konusu riskten kaçınmak gerekmektedir.

2.3.5. Siber güvenlik riski

Yenilenebilir enerji alt yapıları ve enerji santralleri açısından önemli risk unsurlarından biri de siber güvenlik riskidir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin artması elektrifikasyon oranını artırmaktadır. Artan elektrifikasyon ise akıllı şebeke sistemlerinin kullanımını gerekli kılmaktadır. Bu çerçevede akıllı şebeke sistemlerinin merkezinde ise yoğun şekilde dijitalleşme yer almaktadır. Enerji sektöründe dijitalleşmenin artması, gizlilik ve güvenliğe dayalı risklerinde artışına yol açmaktadır. Söz konusu risklerin başında ise siber güvenlik riski gelmektedir (Sevim, 2020: 61).

Rüzgar ve güneş enerjisi başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtların aksine, dünya üzerinde pek çok bölgeye dağılmış durumdadır. Bu kaynaklara ulaşım ise, fosil kökenli enerji kaynaklarında olduğu gibi, birkaç ülke veya bölgenin tekelinde değildir. Bu durum yenilenebilir enerji yatırımları açısından değerlendirildiğinde, kaynak bölge/ülke riski nispeten daha düşüktür. Bu nedenle yenilenebilir enerji teknolojilerinde hedef seçilen devlet, kurum, şirket, şahıs vb yapıların iletim ve bilgi sistemlerine ve hatta kritik altyapılarına

yapılan planlı saldırılar olarak ifade edilen siber güvenlik riski gibi yeni riskler ortaya çıkabilmektedir (Alkan, 2012; Aslay, 2017: 25).

Yenilenebilir enerji yatırımlarının artış göstermesiyle beraber ilerleyen yıllarda yüksek oranda akıllı elektrik şebekelerine dayalı tesislerin artacağı öngörülmektedir. Bu ise söz konusu sistemlere yönelik siber saldırı ihtimalini de arttırmaktadır. Küresel anlamda elektrifikasyonun artış göstermesi sonucu yaşanan bir elektrik kesintisi bile stratejik bir silah olarak ortaya çıkması muhtemel bir durumdur. Yaşanan elektrik kesintileri ise fiziksel bir saldırıdan kaynaklanabileceği gibi siber saldırılardan dolayı da olabilmektedir. Siber saldırılara karşı önlem alınmaması yenilenebilir enerjiye yatırımcıların büyük oranda zarara uğramasına neden olmaktadır. Bu çerçevede, söz konusu risk, yenilenebilir enerji yatırımlarının önündeki ciddi risklerin başında gelmektedir.

2.3.6. Sosyal kabul riski

Tarihsel olarak yenilenebilir enerji yatırımlarının geliştirilmesi öncelikle maliyet, düzenleme ve finansman ile ilgili birtakım engellerle karşılaşmıştır (Lee ve Zhong, 2015: 780). Fakat ekonomik açıdan ortaya çıkan bu engellerin yanı sıra sosyal uyum riski de söz konusu yatırımların yapılmasının önündeki en büyük risklerden birini oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar genel olarak çevresel deformasyona neden olmayan temiz enerji kaynağı olarak desteklenmelerine rağmen söz konusu yatırımlara ait toplumsal tepkiler de büyük önem arz etmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı çevre koruma ile birlikte ekonomik ve sosyal boyutu olan sürdürülebilirliğinde temel bileşenini oluşturmaktadır. Sürdürülebilirlik çerçevesinde çevresel sorunların çözümünde teknik önlemlerin yanı sıra toplumsal algı ve yaşam biçimi ve dolayısı ile yenilenebilir kaynakların kabulü önemli olmaktadır. Bu kapsamda yenilenebilir enerji yatırımlarının sürdürülebilirlik kapsamında yaygınlaşmasında sosyal olarak kabulü anahtar rol oynamaktadır.

Yenilenebilir enerji yatırımlarında sosyal kabul riskini ifade eden sosyal ve kurumsal faktörler, serbestleşen enerji piyasası koşullarında yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim kapasitesinin artırılması amacına ulaşılmasının önündeki engeller ve uygulama aşamasında ortaya çıkan problemler olarak ifade edilmektedir (Peker, 2013:665).

Yenilenebilir enerji ile ilgili literatürün 2000’li yıllara kadar daha çok enerji politikaları ve enerji teknolojileri ile ilgili olduğu görülürken, bu tarihten itibaren sosyal kabul gibi sosyal ve kurumsal faktörlerinde söz konusu enerjinin gelişmesi yönünde ağırlık kazandığı görülmektedir (Peker, 2013: 664; Arslan ve Uzun, 2017: 106).

Wüstanhagen vd. (2007), sosyal kabul kavramını daha net ifade etmek için, söz konusu kavramın üç boyutuna dikkat çekmiştir. Bu boyutlar; sosyo-politik kabul, yerel kabul ve piyasa kabulüdür. Şekil 2.10, yenilenebilir enerjide sosyal kabul boyutunun genel gösterimini ifade etmektedir.



Şekil 2.10: Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Sosyal Kabul Üçgeni (Arslan ve Uzun, 2017; Wüstanhagen vd., 2007: 2684)

Sosyo- Politik Kabul: Sosyo- politik kabul, en geniş ve en genel düzeyde toplumsal kabullenme olarak ifade edilmektedir. Yenilenebilir enerji teknolojileri ve politikalarının toplum, paydaşlar ve politika yapıcıları tarafından kabul görmesini ifade etmektedir (Arslan ve Uzun, 2017: 104).

Yerel Kabul: Yenilenebilir enerji yatırımlarında sosyal boyutun ikincisini ifade eden yerel kabul, yerel paydaşlar, özellikle bölge sakinleri ve yerel yetkililer tarafından yenilenebilir enerji projelerinin kabulünü ifade etmektedir (Wüstanhagen vd., 2007: 2685). Yerel kabul, özellikle projenin yereldeki ekonomik algısına göre oluşturulmaktadır. Yani, yenilenebilir enerji projesi, doğrudan yerel bir getiri sunuyorsa, halk tarafından da destekleneceğini ifade etmektedir (Toke, 2005: 1539; Peker, 2014: 671).

Piyasa Kabulü: Son olarak, yenilenebilir enerji projelerinde ortaya çıkan ilerlemenin hem tüketici hem de yatırımcı açısından piyasada kabul görmesi, piyasa kabulünü oluşturmaktadır. Bu çerçevede söz konusu alanda meydana gelen yeniliklerin yatırımcı ve tüketici tarafından hızlı ve kolay şekilde kabul edilmesi, yenilenebilir enerji projelerinin de hızlı ve kolay şekilde gelişmesine zemin hazırlamaktadır (Arslan ve Uzun, 2017: 104).

Yenilenebilir enerji yatırımlarının sosyal olarak kabul edilemezliği yasal ve düzenleyici süreçlere ilişkin maliyetlerle birlikte projelerde gecikmelere ve hatta iptallere neden olarak yatırım riskini oluşturmaktadır. Bu çerçevede yenilenebilir enerji kaynaklarından daha çok yararlanmak için söz konusu riski en aza indirmek büyük önem arz etmektedir.

2.4. Finansal Gelişme

Finansal açıdan daha sağlam bir ekonomik altyapının tesis edilebilmesi için para ve sermaye piyasalarının gelişmişliği ile ifade edilen finansal gelişme, yatırımların artması ve ekonomik büyümenin gerçekleşmesinde büyük önem arz etmektedir. Gelişmiş bir finansal sistemin varlığı, ekonomide atıl bulunan tasarrufların etkin bir şekilde yatırımlara kanalize edilerek ülkelerin büyümesine katkı sağlamaktadır. Finansal gelişmenin tanımlanmasında finansal yapıdaki kısa ve uzun dönemli değişikliklerin incelenmesi gerekmektedir.

Bir ülkenin finansal yapısının ortaya konmasında finansal yapıyı şekillendiren finansal araç ve kurumların görünümü ve nispi boyutları önemlidir (Goldsmith, 1969: 26; Ergeç, 2004: 53). Bu bağlamda finansal gelişme, finansal yapıyı oluşturan araçların ve aracılardan sayısının ve çeşidindeki artışı ifade etmektedir. Öte yandan, finansal sistemdeki büyüklük ve finansal sistemin yapısındaki değişim olarak ifade edilen finansal gelişme, finansal derinleşme kavramıyla da ifade edilebilmektedir. Finansal aktif toplamının, milli gelir içerisindeki payının artışı olarak finansal derinleşme, ekonominin parasallaşma düzeyindeki artışa bağlı olarak finansal araçların hizmetlerindeki gelişme olarak ortaya çıkmaktadır (Afşar, 2006). Bu bağlamda finansal derinleşme, finansal sistemin ne ölçüde genişlediğini ve finansal araçların ne kadar çeşitlendiğini de göstermektedir.

Finansal gelişme, özellikle gelişmekte olan ülkelerde reel ekonominin özelleştirilmesiyle mümkün kılınan çok boyutlu bir süreçtir. Gertler ve Rose, yaptıkları çalışmada bunu genel olarak şu şekilde nitelendirmişlerdir: Finansal aracılığın gelişimi ve buna bağlı olarak doğrudan kredi piyasasının gelişimi, dünya sermaye piyasalarına erişimin artması, kredi ve mevduat faizi oranları arasındaki farkın azalması ve buna bağlı olarak risksizlik oranının artmasıdır (Gertler ve Rose, 1994: 19).

Gelişmiş bir finansal sistem, girişimci ve yatırımcılara çok sayıda finansal aracı kullanma imkanı vermektedir. Bu da yatırımlardaki risk olgusunu en aza indirmekte ve ülkenin büyümesi için gerekli yatırımları artırmaktadır. Finansal gelişmenin sağlanamadığı ülke piyasalarında daha az verimli teknolojilerle beraber, yatırımlarda düşük getiri riskleri ortaya çıkmaktadır. Çünkü teknoloji esnekliğinin fırsat maliyetinin yüksek oluşu, düşük verimliliğe yol açarak yatırımın getirisini olumsuz etkilemektedir (Onur, 2005: 133). Aynı zamanda

finansal gelişme, sermayenin verimlilik oranını artırarak yatırımları pozitif etkilemektedir. Etkin bir finansal sistem, fonların marjinal sermaye ürünü en yüksek projelere tahsisini gerçekleştirerek, kaynak dağılımının etkinleşmesini sağlayacaktır. Sermayenin etkin dağılımı ise sermaye verimliliği aracılığıyla büyüme üzerinde pozitif etki yaratmaktadır (Aslan ve Küçükaksoy, 2006).

Finansal sistem içerisinde yer alan finansal aracı ve finansal araç sayısındaki artış daha fazla finansal ürün ve hizmeti de beraberinde getirerek tasarruf- mevduat- kredi ve yatırım sürecine de olumlu yönde etki etmektedir. Bir ülkede yatırım artışını gerçekleştirmek ve dolayısı ile ekonomik büyümenin artışı için finansal gelişmenin sağlanması ve finansal piyasaların kalkınması büyük önem taşımaktadır.



Şekil 2.11: *Finansal Gelişmenin Yatırım Süreci*

Diğer taraftan finansal gelişme, bir ülkede bir dizi değişikliği teşvik etmektedir. Örnek olarak; finansal risk ve borçlanma maliyetlerinde azalma, borç verenler ve alanlar arasında daha fazla şeffaflık, sınırlar arasında daha büyük finansal sermayeye ve yatırım akışlarına erişim ve enerji açısından verimli teknolojik ürünlere erişim verilebilmektedir. Tüm bunlar tüketimin artıp, enerji talebinin ve işletmelerin yatırımlarını artırmasına yol açmaktadır. (Sadorsky, 2011: 1000). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde bir yandan artan enerji talebini karşılamak, diğer yandan bu enerji talebini yerli ve yenilenebilir kaynaklardan karşılamak için ek fonlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumda, kaynak ihtiyacının karşılanmasında finansal piyasaların devreye girmesi büyük önem taşımaktadır. Çünkü finansal piyasalar, tasarrufların yatırımlara dönüşmesinde aracılık rolü üstlenmekte ve tasarruf sahipleri için yatırım seçeneklerinin artmasını sağlamaktadır. Bu şekilde sermaye, ülke içinde aktif şekilde kullanılarak artan enerji ihtiyacının karşılanmasında ortaya çıkan finansman eksikliğini gidermiş olmaktadır.

Aşağıda yer alan Tablo 2.5'te, finansal gelişmenin yenilenebilir enerji yatırımlarına olan etkisi doğrudan etki, işletme etkisi ve servet etkisi olmak üzere üç farklı kanal aracılığıyla özetlenmektedir.

Tablo 2. 5: Finansal Gelişmenin Yenilenebilir Enerji Yatırımları Üzerindeki Etkisi (Nart ve Karabıyık, 2017; Çoban ve Topçu, 2013: 82; Sadorsky, 2011: 1000'den uyarlanmıştır)

Kanallar	Etkinin Yansıması
Doğrudan Etki	Finansal gelişmede meydana gelen olumlu gelişmeler tüketicileri dayanıklı malları satın almak için ucuz ve kolay borçlanma yoluna itmektedir. Bu da toplam enerji talebi ile beraber yenilenebilir enerjinin de talebini arttırmakta ve bu alandaki yatırımları teşvik etmektedir.
İşletme Etkisi	Finansal gelişmede meydana gelen olumlu gelişmeler, işletmelerin finansal sermayeye daha az maliyetle ve daha kolay erişmesine yardımcı olmaktadır. Buna ek olarak, menkul kıymetler borsasında yaşanan gelişmeler ek finansman kaynağı sağlayarak işletmeleri de olumlu etkileyebilmektedir. Tüm bu gelişmeler, işletmelerin mevcut iş yapabilme potansiyelini yükseltip enerji taleplerini arttırmaktadır. Artan enerji talebinin karşılanmasında ise yenilenebilir enerjinin de talebi artırarak bu alandaki yatırımların artmasına katkı sağlamaktadır.
Servet Etkisi	Menkul kıymetler borsasındaki artan işlemler yarattığı servet etkisi nedeniyle tüketici ve işletmelerin piyasaya olan güvenlerini etkilemektedir. Güven ortamının artması ekonomik canlanmaya ve enerji talebinin artmasına neden olarak doğrudan etki ve işletme etkisindeki benzer şekilde yenilenebilir enerji yatırımlarının artışını sağlamaktadır.

2.4.1. Finansal gelişmenin ölçülmesi ve finansal gelişme endeksi

Bir ekonominin, finans piyasaları ne kadar gelişmişse ulusal ve uluslararası fonları harekete geçirme gücü de o kadar yüksek olmaktadır. Finansal gelişme ile ilgili yapılan daha önceki çalışmalarda, finans sektörünün ekonomik büyüme sürecinde, sadece küçük bir rol oynadığı düşünülürken, dünyanın her ülkesinde finansal sistemin gelişmesiyle beraber, modern iktisatçılar, bir ekonominin finansal sektörünün gelişiminin yatırım artışı ve ekonomik büyümeye yönelik önemli bir yardım olacağı sonucuna varmışlardır (Lenka, 2015: 188). Bu noktada farklı ekonomik birimlerden toplanan atıl fonların talep edenlerle bir araya getirilmesinde önemli bir yeri olan finansal gelişme, yenilenebilir enerji yatırımlarında da büyük öneme sahiptir. Finansal gelişme kaynakların, getirisi en yüksek olana tahsis edilmesine aracılık ederek kaynak dağılımında etkinliği sağlamakta, yenilenebilir enerji yatırımlarındaki risk unsurlarını dağıtma olanağı sunmakta, diğer sektörlerde olduğu gibi yenilenebilir enerji sektöründe de finansal aracılığın maliyetini düşürmekte ve tasarrufların artmasıyla beraber yenilenebilir enerji yatırımlarının da artmasına katkı sağlamaktadır.

Finansal gelişmeyi ifade etmekte kullanılan pek çok gösterge bulunmaktadır. Bu kapsamda finansal gelişmenin seyrini takip etmekte kullanılan araçlara finansal gelişme göstergeleri denmektedir. Finansal gelişme göstergeleri, belirli bir zaman diliminde finansal gelişme sürecinin yapısı hakkında bilgi sunmaktadır. Bu sebepten dolayı, söz konusu

göstergedeki artış finansal derinleşmenin de artışına katkı sunmaktadır (Demetriades ve Khaled, 1996; 388).

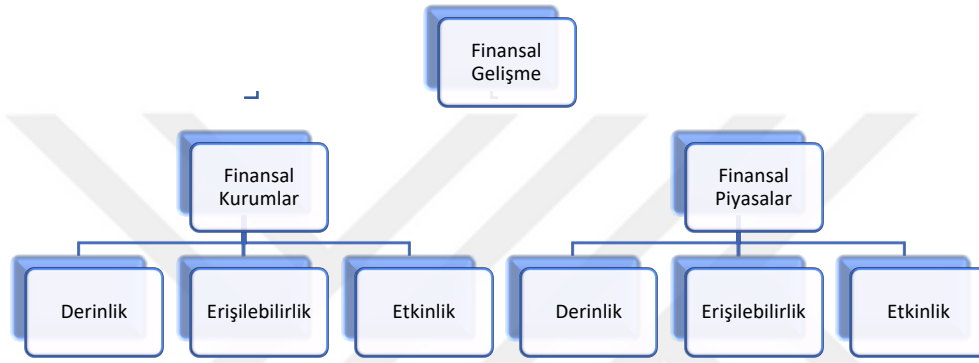
Literatürdeki çalışmalarda finansal gelişmeyi temsil etmesi bakımından değişik ölçütler kullanılmaktadır. Bu kapsamda ilk yapılan çalışmalarda finansal gelişmeyi ölçmek için Yurtiçi Krediler /Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) veya Yurtiçi Krediler /Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) oranları ile Özel Sektör Kredileri / GSYH veya Özel Sektör Kredileri / GSMH oranları sıklıkla kullanılmıştır. Bunun yanında finansal derinliği ölçmek için ise M2 para arzının GSYİH veya GSMH'ya oranları kullanılmıştır. Ayrıca para piyasalarındaki etkinliği ölçmede ise Toplam Mevduatlar /GSYİH, sermaye piyasalarının etkinliğini ölçmek için Sermaye Piyasası İşlem Hacmi/GSYİH, Piyasa Kapitalizasyonu /GSYİH gibi değişkenler kullanılmıştır. Bunun yanı sıra faiz oranı, M1, M2, ve M3 para arzları veya bunların GSYİH içindeki payları gibi pek çok farklı değişkenlerin baz alındığı endeksler de çalışmalarda finansal gelişmenin ölçülmesinde kullanılmıştır (Armutçuoğlu-Tekin ve Ural, 2019).

Bir değişkenin doğru ölçülebilmesi için, söz konusu değişkenin iyi tanımlanması gerekmektedir. Bu durum pek çok makroekonomik göstergede olduğu gibi finansal gelişme için de geçerli olmaktadır. Bu kapsamda yukarıda ifade edilen finansal gelişme göstergeleri çoğu zaman bu anlamdaki eksikliği gidermekte yetersiz kalmaktadır. Finansal gelişme çok boyutlu bir süreci ifade etmektedir.

Zaman geçtikçe, dünya çapında gelişen finansal sektör, modern finansal sistemleri de çok yönlü hale getirmektedir. Örneğin, bankalar hala piyasa içerisinde en önemli aktörlerin başında gelseler de artık sigorta şirketleri, emeklilik fonları, yatırım fonları vb. pek çok fon sağlayıcı kurum önemli roller oynamaktadır. Firmalar artık geleneksel banka kredileri yanında hisse senetleri, tahviller ve para piyasası araçları yoluyla fon temin edinebilmektedirler. Ayrıca tüm bu finansal hizmetlerin sağlanmasında kolaylığın yanında, artık finansal sistemin erişim ve verimliliği de önemli olmaya başlamaktadır.

Finansal gelişmeye yönelik yapılan çalışmalarda karşılaşılan en büyük sorun, finansal gelişme göstergelerinin belirlenmesinde ortaya çıkmaktadır. Çünkü finansal gelişme, her ülkenin ekonomik, politik vb. koşullarına göre değişebilmektedir. Finansal gelişmenin ölçülmesinde çoğunlukla kullanılan parasal göstergeler ve kredi büyüklükleri ülkedeki finansal gelişmenin yansıtılmasında yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, finansal gelişmenin ölçülmesinde finansal sistemi iyi şekilde temsil edecek bir göstergeler demetinin oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu çerçevede oluşturulan finansal gelişme göstergeleri, hem parasal durumu hem likidite akışını, hem de finansal sektörün risk yönetim yapısını içermelidir.

2010 yılında Dünya Ekonomik Formu Finansal Gelişme Raporu'nda hem gelişmiş hem de gelişmekte olan 57 ülkeyi içerecek şekilde Finansal Gelişme Endeksi (Financial Development Index-FDI) yayımlanmıştır (Arora, 2012). Daha sonra ise finansal gelişmenin temsil edilmesinde ortaya çıkan gösterge eksikliğini gidermek amacıyla Uluslararası Para Fonu (IMF) 2016 yılında finansal piyasalar ve finansal kurumlar için derinlik, erişim ve etkinlik açısından sağlanan verilerden Finansal Gelişme Endeksi (FDI)'ni oluşturmuştur. FDI, finansal kurumlar endeksi ve finansal piyasalar endeksinin toplamından oluşmaktadır. Bu çerçevede FDI, ülkelerin finansal kurumlarının ve finansal piyasalarının derinliği, erişimi ve etkinliği açısından görece bir sıralamasıdır (Svirydenka, 2016).



Şekil 2.12: Finansal Gelişme Endeksi (Svirydenka, 2016: 5)

Finansal piyasaların ve finansal kurumların derinliği büyüklükleri ve likiditesini ifade ederken, erişilebilirliği bireylerin ve kurumsal şirketlerin finansal hizmetlere erişimini, etkinliği ise kurumların düşük maliyetli ve sürdürülebilir gelirlerle finansal hizmet sağlama becerisini ifade etmektedir. FDI'nin merkezinde; bankalar, yatırım fonları, sigorta şirketleri, emeklilik fonları ve diğer banka dışı kurumları içeren finansal kurumlar, ayrıca hisse senedi ve tahvil piyasalarını içeren finansal piyasalar yer almaktadır.

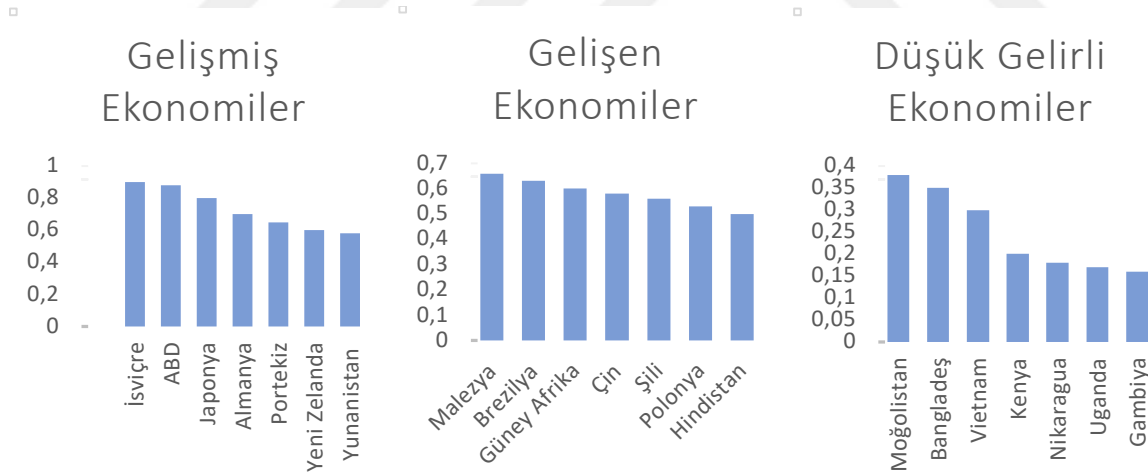
Tablo 2.6. Finansal Gelişme Endeksi Hesaplamasında Kullanılan Değişkenler (Sahay vd., 2015 :34; Gümüş, 2020: 153)

Finansal Gelişme Endeksi		
	Finansal Kurumlar	Menkul Kıymet Piyasası
Derinlik	1. Özel Sektör Kredileri /GSYİH 2. Emeklilik Fonu Varlıkları /GSYİH 3. Yatırım Fonu Varlıkları /GSYİH 4. Sigorta Primleri /GSYİH	1. Sermaye Piyasası Kapitalizasyonu /GSYİH 2. Hisse Senedi İşlem Hacmi /GSYİH 3. Uluslararası Devlet İç Borçlanma Senetleri /GSYİH 4. Finansal Olmayan Uluslararası Şirketler Borçlanma Senetleri Toplamı /GSYİH
Erişim	1. 100.000 Yetişkin Başına Düşen Ticari Banka Şube Sayısı	1. En Büyük 10 Şirket Dışındaki Piyasa Kapitalizasyonu /Toplam Kapitalizasyon

	2. 100.000 Yetişkin Başına Düşen ATM Sayısı	2. Hisse Senedi İhraç Eden Şirketlerin Toplam Sayısı
Etkinlik	1. Net Faiz Marjı 2. Mevduat Kar Marjı 3. Faiz Dışı Gelir /Toplam Gelir 4. Sabit Maliyetler / Toplam Maliyetler 5. Aktif Karlılığı 6. Özsermaye Karlılığı	1. Hisse Senedi Piyasası Devir Hızı (Hisse Senedi İşlem Hacmi/ Toplam Kapitalizasyon)

IMF tarafından hazırlanan FDI'in oluşturulmasında temel bileşenler analizi yöntemi kullanılmış olup her bir gösterge 0 ile 1 arasında normleştirilmiştir. Ani değişimlerin ortadan kaldırılması amacıyla veriler %95 güven aralığında düzenlenmiştir. En yüksek finansal gelişme düzeyini '1' değeri ifade ederken, '0' ise en düşük finansal gelişme düzeyini ifade etmektedir (Sahay vd., 2015 :34; Gümüş, 2020: 154). Finansal Gelişme Endeksi, 1980 yılından itibaren 183 ülke için yıllık olarak hesaplanmaktadır.

Şekil 2.13'te finansal gelişme endeksinin 2016 yılı itibariyle seçilmiş ülkeler için görünümü yer almaktadır. Buna göre yüksek gelirli olan ülkelerde bu endeksin yüksek olduğu, düşük gelirli ülkelerde ise bu endeksin nispeten daha düşük olduğu görülmektedir. Gelişmekte olan ülkeler kategorisinde olan Türkiye'nin FDI değeri ise 0.53 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2.13: Finansal Gelişme Endeksi: Seçilmiş Ülkeler (Svirydenka, 2016: 27)

2.5. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Yeşil Finansman

Ülkelerin enerji taleplerinde artışların yaşanması gerek hükümetleri gerekse de özel sektör yatırımcılarını çeşitli enerji projelerini hayata geçirme konusunda teşvik etmektedir. Bu noktada artan enerji gereksiniminin karşılanmasında ise, yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtlara iyi birer alternatif durumundadır. Hükümetlerin yenilenebilir enerji projelerine son

yıllarda sağladığı teşviklerin yanı sıra enerji piyasasının da serbestleşmesi yatırımcıların bu alana olan ilgisini artırmaktadır (Doğan, 2020: 149).

Bir yandan yenilenebilir enerji yatırımlarının finansman sorunun çözülmesine katkı sağlamak diğer yandan ise karlılığın ve sürdürülebilirliğin aynı potada değerlendirilmesini ifade etmek adına son yıllarda yeni bir kavram olan ‘yeşil finans’ kavramı ortaya çıkmıştır. Yeşil finans kavramı, sadece özel sektör işletmelerinin finansal birimlerini değil kamu sektörü tarafından da gerçekleştirilen finansal faaliyetlerin çevreye duyarlı bir şekilde değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (Yılmaz, 2019: 141). Bu kapsamda son yıllarda finansal faaliyet alanlarında kullanılan finansal araçlar ve geliştirilen finansal modeller sürdürülebilirliğe katkı sağlayacak şekilde bir dönüşüm içerisindedir. Yeşil finans kavramı, çevre ile ilgili konuların finansal sisteme dahil edilmesi ile elde edilen bir kavramdır. Söz konusu kavram, yenilenebilir enerji yatırımları gibi yeşil yatırımlar için yeşil tahviller ve yeşil fonlar gibi finansal araçların finansal sisteme dahil olmasını ifade etmektedir.

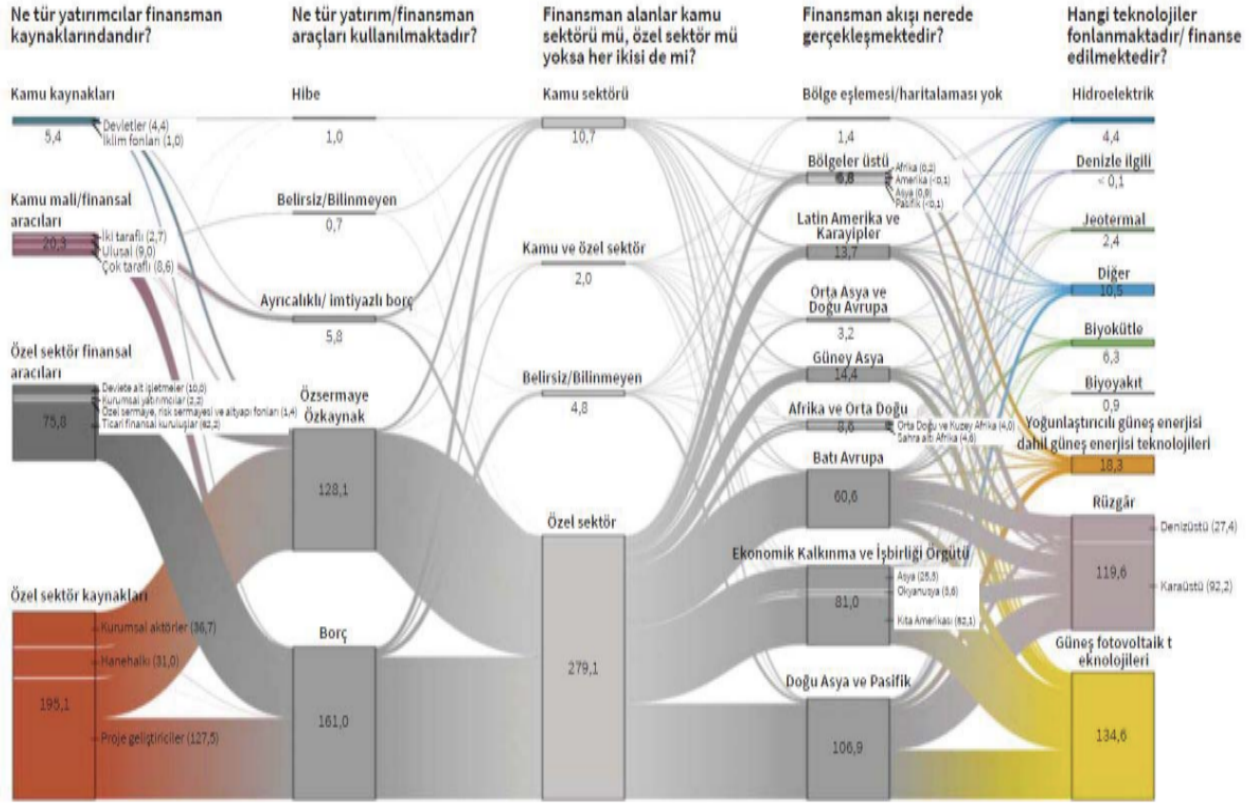
Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili projelerin yatırım maliyetlerinin diğer enerji projelerine göre nispeten yüksek olması ve söz konusu projelerden sağlanan getirinin orta ve uzun dönemde ekonomik olması, bu alanda gerçekleştirilecek projelerde uzun vadeli finansman gereksinimini gündeme getirmektedir. Bu çerçevede yenilenebilir enerji projelerinin finanse edilmesinde gerekli olan en önemli koşul, bu sektöre ait projelerin finansmanının uzun vadeli olarak gerçekleştirilmesidir. Tablo 2.7’de yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilme ölçütleri yer almaktadır. Tablodan da görüldüğü üzere yatırım maliyeti, tüm yenilenebilir enerji kaynakları için fazla veya çok fazla olarak ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra ise söz konusu enerji kaynaklarının işletme maliyeti orta veya çok düşük olarak değişebilmektedir.

Tablo 2.7: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi (Yıldırım, 2016: 730)

Değerlendirme Ölçütü	Güneş ısı	PV	Hidrolik	Rüzgar	Dalga
Yatırım Maliyeti	Fazla	Fazla	Çok Fazla	Fazla	Çok Fazla
İşletme Maliyeti	Orta	Orta	Çok Düşük	Düşük	Çok Düşük
Yenilenebilme	Evet	Evet	Evet	Değişken	Evet
Depolama	Ek Maliyet	Ek Maliyet	-	Ek Maliyet	Ek Maliyet
Kirlilik	Yok	Atık ısı	Yok	Görsel	Yok
Etkinlik	%15	%5-10	%80	%42	%25
Birim Maliyet	25 sent/kWh	16 sent/ kWh	4 sent/ kWh	4.5sent/ kWh	-

Şekil 2.14’te yenilenebilir enerji yatırımlarında finansman görünümü ifade edilmektedir. Buna göre yenilenebilir enerji yatırımlarının finansman yapıları değerlendirildiğinde, ağırlıklı olarak özkaynak, finans dışı özel kuruluşlar ve finansal kuruluşlar tarafından fonlandığı görülmektedir. Şekilde de ifade edildiği üzere kamu sektörünün söz

konusu alana doğrudan yatırımları düşük seyredirken, kamuya ait finansal kuruluşların kredilendirdiği projeler ile birlikte kamu fonlamasının payı yaklaşık %10 olmaktadır. Bunun yanı sıra hibe ve diğer finansman imtiyazları enerji yatırımlarının uyarılması konusunda önemli olmakla birlikte bunların finansman içindeki payı göz ardı edilebilecek bir düzeyde bulunmaktadır (SHURA, 2019:33).



Şekil 2.14: Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Finansman Görünümü (IRENA (2018b), SHURA, 2019: 34)

Finansman konusu yenilenebilir enerji yatırımları için son yıllarda büyük önem kazanan konular arasındadır. Söz konusu enerji yatırımlarının finansmanında geleneksel finansman yöntemleri kullanılabileceği gibi yenilenebilir enerjinin özelliklerini dikkate alarak tasarlanan finansman yöntemleri de tercih edilebilmektedir (Kandır ve Yakar, 2017: 89). Örneğin, yenilenebilir enerji projesinin gerçekleştirilmesinde projeyi üstlenen şirket tarafından özel sektör tahvil çıkarılabileceği gibi, yenilenebilir enerjinin finansmanını hedefleyen yeşil tahvil de çıkarılabilmektedir. Bütün bunların yanı sıra yenilenebilir enerji yatırımları için finansman modelleri her ülkede farklı şekillerde uygulanabilmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımları incelendiğinde farklı yatırım teknolojileri için farklı finansman modellerinin uygulandığı da görülmektedir.

Yenilenebilir enerji yatırımları halen gelişmekte olan ve ilk yatırım maliyeti nispeten yüksek olan bir yatırım türüdür. Bu nedenle finansman temininde yaşanan sıkıntılar yatırımcılar açısından kolay olmamaktadır. Çünkü finans sektöründe yer alan yatırımcılar için, yenilenebilir enerji yatırımlarının diğer yatırımlardan bir farkı bulunmamakta ve yatırımcı kredi anapara ve faiz karşılığının geri dönüşümünün sağlanıp sağlanamadığına odaklanmaktadır. Finansal risklerin fazla olduğu ülkelerde yenilenebilir enerji teknolojilerinin yatırım maliyeti artmakta bu da söz konusu teknolojilere yatırımın yapılmasını zorlaştırmaktadır. Bu noktada yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılmasında ülkelerin uyguladığı politika ve sağladığı teşvikler finansal riskleri azaltarak yatırım maliyetini düşürmekte ve yenilenebilir enerji yatırımlarını artırmaktadır. Böylece ülkelerin uyguladığı politika ve bu konuda hazırlanan teşvik mekanizmaları, yenilenebilir enerji yatırımlarının artış kapasitesini belirleyen faktörler arasında ilk sıralarda yer almaktadır (Akdağ ve Gözen, 2020: 140). Bu kapsamda finansman yöntemleri geleneksel finansman yöntemleri ve sürdürülebilir finansman yöntemleri olmak üzere iki şekilde ifade edilebilmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımlarında geleneksel olarak kredi ve sermaye olmak üzere iki finansman yöntemi kullanılmaktadır. Kredi yönteminde, finansmanı sağlayan kurum kredinin geri ödenmesinden ziyade anapara ve faizin geri ödenmesiyle ilgilenirken, sermaye yönteminde, alınan riske bağlı olarak daha fazla getiri beklentisi ile ilgilenmektedir.

Tablo 2.8: Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Geleneksel Finansman Modelleri (Couture vd., 2010; Akdağ ve Gözen, 2019: 142)

	Sermaye	Kredi
Finansman Kaynağı	Sigorta şirketi, emeklilik fonu, yatırım fonu, menkul kıymet borsası	Finansal kurumlar (Bankalar)
Kullanım Alanı	Yeni teknoloji ve pazarlar	Gelişmiş teknoloji ve pazarlar
Risk	Düşük - orta - yüksek (Finansman kaynağına bağlı olarak)	Düşük
Geri Dönüş Süresi	3-10 yıl (Projeye ve sermaye tutarına bağlı olarak)	2-5 yıl (Kredi şartlarına bağlı olarak)
Getiri	Düşük - orta - yüksek	Düşük

Tablo 2.8' e göre, sermaye sigorta şirketleri, emeklilik fonları, yatırım fonları ve menkul kıymet borsalarından karşılanırken, krediler bankalar gibi finansal kurumlardan sağlanmaktadır. Bu iki finansman yönteminin en belirgin farkı ise kullanım alanlarında ortaya çıkmaktadır. Sermaye, yeni teknolojiyi içeren projelerin finansmanında kullanılırken, krediler ise daha çok geleneksel teknolojiyi içeren projelerde kullanılmaktadır.

Yenilenebilir enerji projelerinin, özellikle başlangıç aşamasında özel düzenlemeler ile desteklenmesi gerektiği genel kabul gören bir yaklaşım olmaktadır. Birçok ülkede ise

yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisi, söz konusu kaynakların barındırdığı risk unsurları nedeniyle piyasada rekabet edemediği için çoğunlukla hükümetler tarafından desteklenmektedir.

Geleneksel finansman yöntemleri, yenilenebilir enerji yatırımlarının fon açığını kapatmada yetersiz kalması ve finansal sistemin de gelişmesiyle beraber, dünyada yenilenebilir enerji yatırımlarını artırmak için çeşitli yeni model, yöntem ve politikalar oluşturulmuş ve günümüzde bunlar yaygın olarak uygulanmaya başlanmıştır. Bu model, yöntem ve politikalar ise; düzenleyici nitelikteki modeller, iş modelleri ve mali teşvik ve kamu destekleri olarak üç ana kategori halinde Tablo 2.9’da sınıflandırılmaktadır.

Tablo 2.9: Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Yeşil Finansman Modelleri (REN21, 2018 ve Akdağ ve Gözen (2020)’den uyarlanmıştır)

Finansman Modelleri	Alt Modeller
Düzenleyici Nitelikteki Modeller	Tarife Garantisi Prim Garantisi Kota Uygulaması (Yenilenebilir portföy standardı - Yeşil sertifikalar)
İş Modelleri	Yeşil Tahvil Yenilenebilir Enerji Endeks ve Fonları Kitle Fonlaması Proje Finansmanı Risk (Girişim) Sermayesi
Mali Teşvik ve Kamu Destekleri	Yeşil Krediler Hibe Desteği Vergi Avantajları (Vergi iadeleri, Vergi indirim ve Muafiyetleri)

Tablo 2.9’a göre; düzenleyici modeller, tarife garantisi, prim garantisi, kota uygulamaları, yenilenebilir portföy standardı ve yeşil sertifikalar olarak sıralanmaktadır. Bu modeller, tek başlarına kullanılabilecekleri gibi yenilenebilir enerji kaynağının türü, teknolojisi ve kurulu gücünü dikkate alınarak, bir kaç birlikt ve aynı anda kullanılabilmektedir.

İş modelleri; yeşil tahvil, yenilenebilir enerji endeks ve fonları, kitle fonlaması, yabancı kaynak finansmanı ve risk (girişimci) sermayesi olarak incelenmektedir. Mali teşvik ve Kamu destekleri ise, yeşil krediler, hibe desteği ve vergi avantajları olarak ifade edilmektedir.

Yukarıda ifade edilen ve yenilenebilir enerji yatırımlarında kullanılan finansman yöntemleri, her ülke veya bölgeye göre ve hatta piyasadaki gelişmelere göre farklılık gösterdiği için, kullanım yoğunlukları ile ilgili bir genelleme yapmak mümkün olamamaktadır. Bir modelin performansı ve içinde bulunulan koşulları, modellerde değişiklik yapılmasını gerekli kılabilir.

Tablo 2.10'da seçilmiş bazı ülkelerde uygulanan sürdürülebilir finansman modellerinden örnekler verilmektedir. Görüldüğü üzere, ülke ve bölgeye göre değişmekle beraber, kullanılan modeller tek başına veya birlikte de kullanılabilir. Her ülkede farklı modellerin kullanılmasının yanında, tablodaki ülkeler, çoğunlukla sabit fiyat garantisini tercih etmişlerdir. Prim garantisi ise yalnızca Almanya tarafından kullanılmaktadır. Çin hem sabit fiyat garantisi, hem de yeşil sertifika kullanımını tercih ederken, İsveç ve Avustralya ise sadece yeşil sertifika kullanımını tercih etmektedir.

Tablo 2.10: Finansman Modellerinde Seçilmiş Ülke Örnekleri (Akdağ ve Gözen, 2019: 164)

Ülkeler	Sabit Fiyat Garantisi	Prim Garantisi	Yeşil Sertifika
ABD	√		
Almanya	√	√	
Çin	√		√
Fransa	√		
Türkiye	√		
Japonya	√		
İsveç			√
Avustralya			√

2.5.1. Düzenleyici nitelikteki modeller

2.5.1.1. Tarife garantisi

Yenilenebilir enerji projelerinin uygulanmasında verilen garantiler, bu alana yatırım yapacak olan özel kesimin maliyetini hafifleterek, yatırıma ayıracağı fon miktarını artırmak amacıyla verilmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında kullanılan garanti mekanizmalarının ilki tarife garantileridir. Tarife garantilerine yönelik politikalar, küresel olarak birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülke tarafından yenilenebilir enerji gelişimini teşvik edici bir mekanizma olarak kullanılmaktadır. Üreticiler açısından değerlendirildiğinde, yeşil teknolojilerin geliştirilmesine yatırım yapmak amacıyla teşvik niteliğinde değerlendirilen tarife garantileri, yenilenebilir enerji yatırımı yapan girişimcilerin, elde ettiği ürünlerini piyasa fiyatının üzerinde belirli bir süre satabilme imkânı tanımaktadır (Chiaroni vd., 2014: 349, Ulusoy ve Daştan, 2018: 132). Yani bu yöntemle hükümetler, yıllık enerji ihtiyacını yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak üreten üreticilerden piyasa fiyatının üzerinde bir fiyatla enerji alımını garanti etmektedir.

2018 yıl sonu itibari ile yaklaşık 111 ülke, çoğunluğu rüzgâr ve güneş teknolojileri başta olmak üzere tarife garantisi politikalarını uygulamaya koymuştur (REN21, 2019: 60). Özellikle 2008 yılına kadar dünyanın fotovoltaik güneş enerjisi kapasitesinin yaklaşık %75'inde ve dünyanın rüzgar enerjisi kapasitesinin yaklaşık %45'inde tarife garantileri kullanılmıştır (Ndiritu ve Engola, 2020: 593).

Tarife garantileri, fiyatların teknoloji ile farklılaştığı fiyat temelli bir mekanizmadır. Bu bağlamda tarife garantilerinin ödemesi, projenin büyüklüğü, teknolojinin türü ve projenin nerede uygulanacağına göre değişkenlik göstermektedir. Teşvikler, genelde elektrik sektöründe 15- 20 yıllık dönemler için yapılan sözleşmelerle olup, ödemeler çoğunlukla KWh başına ABD doları cinsinden gerçekleştirilmektedir.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının ilk kurulum maliyetinin yüksek olmasından dolayı, tarife garantisi genel olarak enerji üretim tesisinin ilk faaliyet döneminde verilmektedir. Bu da firmanın yatırım maliyetinin düşmesine ve üretilen enerji miktarının artmasına katkı sağlamaktadır. Böylece düşen maliyetler, sabit tarife fiyatını da düşürmekte ve hükümetin üzerindeki mali yük azalmış olmaktadır (Delolite, 2011: 4; Eser ve Polat, 2015: 206).

2.5.1.2.Prim garantisi

Yenilenebilir enerji yatırımlarında uygulanan diğer bir garanti mekanizması ise prim garantisidir. Prim garantisi, yenilenebilir enerji üreticilerinin, üretilen enerjiyi satmaları ve piyasadaki zirve fiyatı ile satış fiyatı arasındaki farkı prim olarak almaları şeklinde olmaktadır. Bunun yanı sıra ise her bir birim enerji üretiminde önceden belirlenmiş sabit miktarda bir prim alınması da mümkündür (Selvi, 2015: 213; Ulusoy ve Daştan, 2018: 133). Kısaca prim garantisi, üreticiler açısından tarife garantisinin gelişmiş bir versiyonu olarak kabul edilmektedir.

Prim garantisinde, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik spot piyasada satılmakta ve elektrik üreticisi, piyasa fiyatının üzerine sattığı elektrik için her bir kWh üzerine prim almaktadır. Prim tutarı piyasa fiyatına göre veya sabit olmak üzere değişkenlik gösterebilmektedir. Uygulama bakımından değerlendirildiğinde sabit prim tutarı nispeten daha kolay olmakla beraber üreticilere, piyasada bulunan elektriğin fiyatının yüksek olması durumunda fazladan ödeme yapma, düşük olması durumunda ise yetersiz ödeme yapma riskini barındırmaktadır. Değişken prim uygulamasında ise, elektrik üretiminde kullanılan teknolojiye bağlı olarak belirlenen piyasa fiyatı ile önceden tanımlanmış tarife seviyesindeki fark prim fiyatı olarak hesaplanmaktadır. Eğer piyasa fiyatı, referans olarak alınan tarife fiyatından yüksekse prim ödemesi yapılmamaktadır. Piyasa fiyatının düşük olması durumunda ise yenilenebilir enerji üreticilerini korumak amacıyla prim garantisi olarak asgari bir piyasa fiyatı belirlenmektedir (Akdağ ve Gözen, 2020).

2.5.1.3. Kota uygulaması: yenilenebilir portföy standardı ve yeşil sertifika

Yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvikinde kullanılan en temel destek mekanizmalarından birini de kota uygulamaları oluşturmaktadır. Bu uygulama aynı zamanda,

‘Yenilenebilir Portföy Standardı (YPS)’ olarak da bilinmektedir. YPS, diğer destek mekanizmaları ile kıyaslandığında nispeten daha yeni bir destek mekanizmasıdır (Çelikkaya, 2017: 67).

YPS genel olarak fiyat temelli bir mekanizma olmayıp, miktar temelli bir destek politikasıdır. Bu uygulamada hükümet, piyasada üretilen elektrik enerjisinin belirli bir miktarının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasını zorunlu hale getirmektedir. Böylelikle şirketlerin yenilenebilir enerji kaynağından ürettikleri enerji miktarının artırılması amaçlanmaktadır.

YPS mekanizmasının en önemli ayağını yenilenebilir enerji sertifikaları, diğer adıyla yeşil sertifikalar oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji üreticileri ve tüketicileri, bu kaynaklardan kullanım miktarlarını arttırdıklarında, her birim (1 MWh) başına ticarete konu olan bir sertifika elde etmektedirler (Akçay ve Bilgin, 2017: 880). Elde edilen yeşil sertifikalar elektrik üretiminden ayrı olarak, finansal piyasalarda da işlem görmekte ve böylece yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında bir alternatif oluşturmaktadırlar (Carton, 2016).

Yeşil sertifika, yenilenebilir enerji kredisi veya yeşil etiket vb. olarak adlandırılan söz konusu sertifikaların ticaretinin yapılması da mümkün olduğundan, bu sertifikalar bir çeşit çevresel kredi olarak değerlendirilmektedirler. Bu sertifikaların alım ve satımının yapılabilmesi, bir taraftan kotasını dolduramayan firmalar tarafından sertifika satın alarak kotalarına ulaşma imkanı sağlarken, diğer yandan kotasının üzerinde üretim gerçekleştiren firmalar için de, sertifikalarını satarak ek gelir elde edilmesine imkan sağlamaktadır. Bu bağlamda yeşil sertifikaların değeri, piyasadaki arz ve talep koşullarınca belirlenmektedir (Brown, 2013: 5; Bayraç ve Çıldır, 2017: 208).

1990’lı yılların başından itibaren özellikle ABD, İngiltere ve bazı Avrupa ülkeleri, YPS ve yeşil sertifikaları uygulamaktadır. YPS ve yeşil sertifikaların uygulanmasından bugüne kadar, bu ülkelerdeki yenilenebilir enerji kullanımı ve dolayısı ile karbon ticareti hacmi giderek artmış ve dikkat çekici hale gelmiştir (Yu vd., 2020: 2). Türkiye’de ise henüz bir YPS uygulaması bulunmamaktadır.

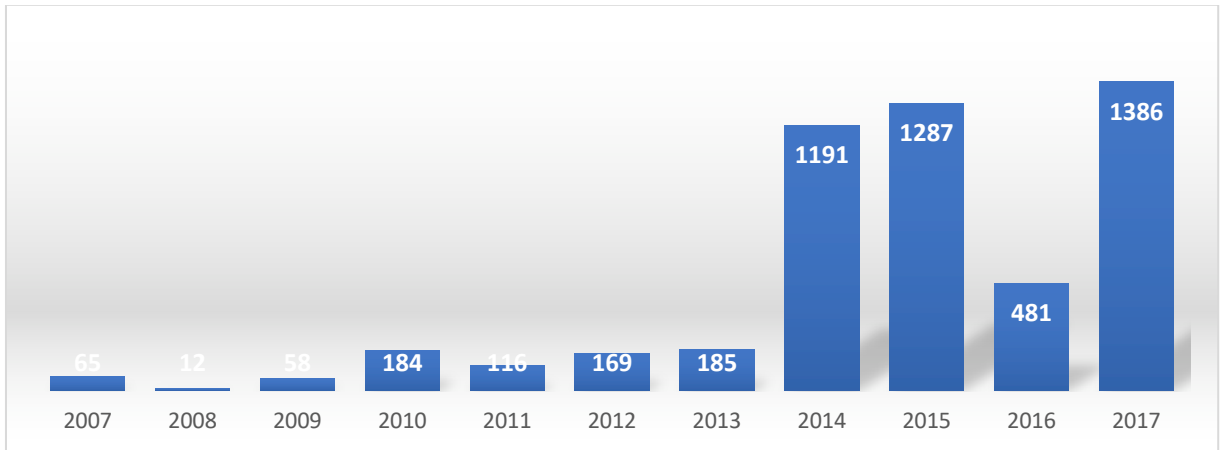
Yenilenebilir portföy standartlarının ve yeşil sertifikaların uygulanması, yenilenebilir enerji üretim maliyetlerini düşürmek ve yenilenebilir enerji endüstrisinin gelişimini desteklemek için önemli bir uygulamadır. Bu kapsamda Hustveid vd., (2017)’nin İsveç ve Norveç için yaptıkları çalışmada, YPS pazarının yenilenebilir enerji üretiminde uygun maliyetli yatırımı teşvik etme konusunda güçlü yeteneklere sahip olduğuna dair bulgular, bu durumu destekler niteliktedir.

2.5.2. İş modelleri

2.5.2.1. Hisse senetleri ve endeks fonları

Günümüzde temiz enerji, düşük karbonlu ekonomi ve enerji verimliliğini sağlamak için, bu alanlara destek veren, faaliyetleri yürüten halka açık pek çok şirket bulunmaktadır. Bu kapsamda gelir getirmenin yanı sıra temiz enerjinin yaygınlaşması düşüncesiyle, yenilenebilir enerjiye yapılacak yatırımları desteklemek isteyen yatırımcılar bu şirketlerin hisse senetlerine yatırım yapmayı tercih etmektedir. Bu şekilde yapılan sorumlu bir yatırımın desteklenmesi anlayışı, sürdürülebilir ve yeşil finans araçlarından biri olarak değerlendirilmektedir (Gündoğan ve Bitlis, 2018: 30).

Finansal araç çeşitliliğinin artış göstermesi ile beraber yatırımcılar, yatırım riskini en aza indirmek için tek bir şirkete yatırım yapmak yerine endeks fonlarını tercih etmektedirler. Küresel finansal piyasalarda işlem gören yeşil endeksler, geniş çapta faaliyet alanına sahip oldukları için, yenilenebilir enerji yatırımlarının geliştirilmesinde gerekli olan finansal kaynaklara ulaşma konusunda önemli bir finansal araç olma özelliğine sahiptir (Doğan, 2020: 157). Yeşil endeksler, geniş bir coğrafya, teknoloji ve faaliyet alanını içermektedir. Yeşil menkul kıymetlere yönelik ilk endeks 2016 yılında Lüksemburg Borsası'nın başlattığı Lüksemburg Yeşil Endeksi (LGX)'dir (Turguttopbaş, 2020: 274).



Şekil 2.15: Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Kullanılan Hisse Senetlerinin Gelişimi (Milyon dolar) IRENA, (<https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Finance-and-Investment/Renewable-Energy-Finance-Flows>, Erişim Tarihi: 27 Kasım 2020).

Şekil 2.15'te yenilenebilir enerjinin finansmanında kullanılan hisse senetlerinin 2007-2017 yılları arasındaki gelişimi gösterilmektedir. Buna göre, özellikle son yıllarda bu alana yönelik hisse senedi miktarlarında büyük oranda artışların yaşandığı görülmektedir. İfade edilen yıllarda söz konusu alana yönelik hisse senetlerinin toplam değeri yaklaşık 5,13 milyar

dolardır. Bu çerçevede şekilde yer alan grafik, yatırımcı profillerinin son yıllarda yenilenebilir ve temiz enerjiye olan ilgisinin giderek arttığını göstermektedir.

2.5.2.2. Risk (girişim) sermayesi

Yenilenebilir enerji projelerinin finansmanında kullanılan finansman yöntemlerinden birini de risk (girişimci) sermayesi oluşturmaktadır. Teknoloji ağırlıklı bir sanayileşme stratejisinin benimsendiği ABD, İngiltere, Fransa, Japonya ve Almanya gibi ülkelerde, özellikle 2. Dünya Savaşı'ndan sonra ortaya çıkan risk sermayesi, genel olarak dinamik, yaratıcı ancak finansal gücü yetersiz olan girişimcilerin, yatırım fikirlerini gerçekleştirmeye olanak tanıyan bir yatırım finansmanı biçimi olarak ifade edilmektedir. Yani bir finansman modeli olarak ifade edilen risk sermayesinde esas olan ortaklıktır. Bu ortaklık bir yanıyla bilimsel gelişmeleri takip edip bunların uygulanabilir teknolojilere dönüştürüleceğine inanan girişimcilerle, girişimcilerin fikirlerinin başarılı yatırımlara dönüşeceğine inanan ve onları finanse eden sermayedarlardan oluşmaktadır (Bayazıtlı vd., 2015: 85).

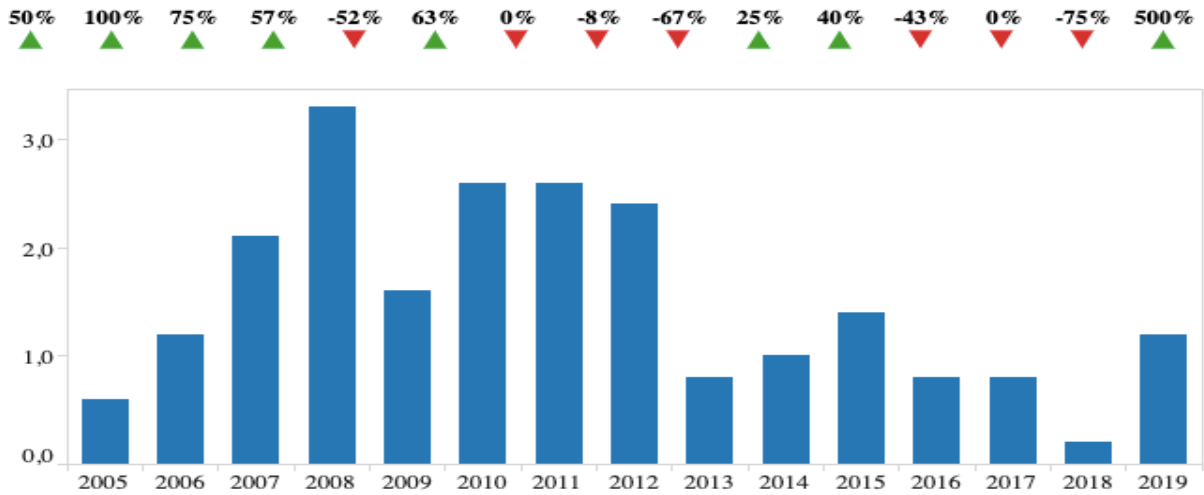
Risk sermayesi, isminin çağrıştırdığı bir algılama olarak riskli yatırımları ifade eden bir yöntem olarak bilinmesine karşın, temel ölçüt teknolojik yenilik oluşturmaktadır. Bu çerçevede risk sermayesi uzun vadeli ve yüksek getiri sağlamayı amaçlayan bir yatırım aracıdır. Burada ifade edilen yüksek getiri ise, spekülasyon bir kazanç olmaktan öte teknolojik yenilik sonucu oluşan verimlilik artışından elde edilecek kazançları ifade etmektedir (Ceylan, 2002: 154; İpekten, 2006: 386).

Yenilenebilir enerji projelerinin gerçekleştirilmesinde emek faktörünün yanı sıra sermaye ve teknolojinin de yoğun şekilde kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer teknoloji yoğun sektörlerin yatırımlarında olduğu gibi, yenilenebilir enerji yatırımlarında da uzun yıllar süren finansmanın karşılanabilmesinde sorunlar ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu sorunun çözümünde risk sermayesinin önemi büyüktür.

Risk sermayesi, ilk kurulum maliyeti yüksek olan ve geri ödemesi 8-10 yıl gibi uzun bir dönemi kapsayan yenilenebilir enerji projelerinin gerçekleştirilmesine katkı sağlamaktadır. 2000'li yıllardan önce yenilenebilir enerji yatırımları, nispeten daha riskli olarak görülmekteydi. Bu nedenle söz konusu alana olan ilgi sınırlı olarak kalmıştı. İlerleyen dönemde enerji alanındaki politikalar ve finansal araçların çeşitlenmesi, bu alana yatırım yapacak yatırımcıları cesaretlendirmiş ve yenilenebilir enerji yatırımlarında ciddi artışlar kaydedilmiştir (Donovan, 2015: 229; Yıldırım, 2016: 735).

Yenilenebilir enerji projelerinde yatırım kararı almak ve bu süreçte finansal olarak destek veren ortaklar bulmak uzun değerlendirilmelerin ardından mümkün olmaktadır. Bu

değerlendirmeler, her iki taraf için de detaylı bir çalışma gerektirmektedir. Çünkü ham maddesi yenilenebilir enerji olan enerjinin üretimi aşamasında kayıpların kontrol edilmesi, enerjinin ne kadar üretileceği ve istenilen verimin alınıp alınmaması gibi birçok belirsizliğin bulunduğu bu tarz projeler, yatırımcı açısından yüksek risk barındırmaktadır. Bu bağlamda, yatırım yapmak isteyen yatırımcı nispeten daha riskli bir projeye fon aktarmış olmaktadır. Ancak özellikle son yıllarda, birçok büyük şirket temiz bir çevre ve sürdürülebilir bir gelecek için fonlarını bu tarz projelere aktarmaktadır. Şekil 2.16’da, yenilenebilir enerji yatırımlarında kullanılan risk sermayesinin tutarları ve bir önceki yıla göre oransal değişimleri gösterilmektedir.



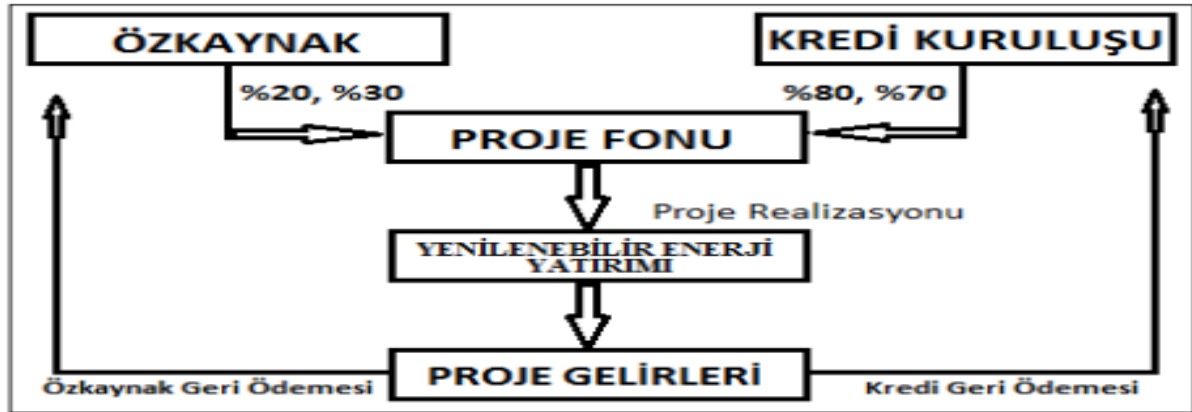
Şekil 2.16: Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Risk Sermayesi Miktarı (Milyar dolar) (Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF. 2020)

Yukarıdaki şekilden görüleceği gibi, yenilenebilir enerji finansmanında kullanılan risk sermayesi yatırımı 2019 yılında %500 artarak 1,2 milyar dolara yükselmiştir. Bu oran 2015 yılından beri en yüksek rakam olmakla birlikte, 2008 yılında yaşanan zirvenin yaklaşık 1/3’nü oluşturmaktadır. Bu azalışın başlıca sebebi; yenilenebilir enerji teknolojileri ve bunları üreten firmaların olgunlaşma dönemlerinde olmaları ve söz konusu finansman türüne 10 yıl öncesine göre, nispeten daha az ihtiyaç duymalarıdır.

2.5.2.3. Proje finansmanı

Gelişmekte olan ülkelerin finansal piyasaları, gelişmiş ülkelere oranla daha az derinliğe ve genişliğe sahiptir. Bu nedenle bu ülkelerde birçok proje için gerekli öz kaynak finansmanı sağlanamamaktadır. Böyle bir durumda yabancı kaynak finansmanı iyi bir alternatif oluşturmaktadır. Bu bağlamda özellikle gelişmekte olan ülkeler için, yenilenebilir enerji projelerinin finansmanında en sık kullanılan yabancı kaynak finansman yöntemlerinden birisini proje finansmanı oluşturmaktadır.

Projenin gelecekteki kazançları ve varlıklarıyla kredinin geri ödendiği bir finansman çeşidi olan proje finansmanı, yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi ve kullanımında oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir (Lyu ve Shi, 2017: 7). Bu yöntemde proje kredisinde verilen teminat, projenin kendisini olmaktadır. Böyle bir süreçte projenin toplam finansman miktarının yaklaşık %20- 30'u öz kaynaktan sağlanırken, geri kalan yaklaşık %70-80'i finansör kuruluş tarafından sağlanmaktadır.



Şekil 2.17: Yenilenebilir Enerjide Proje Finansmanının İşleyişi (Yıldırım, 2016: 13)

İşleyişi şekil 2.17’de gösterildiği özetlenen proje finansmanında, öncelikli olarak bir fon oluşturulmakta ve ihtiyaç duyulan kaynak, bu fonda toplanarak proje finanse edilmektedir. Sonraki aşamada ise projenin gerçekleştirilmesiyle beraber, proje gelirlerinden öz kaynak ve kredi geri ödemeleri yapılmaktadır. Bu noktada proje finansmanında kullanılacak kredinin miktarı, o andaki piyasanın şartlarına ve finanse edilen projenin çeşidine ve riskine göre değişebilmektedir.

2.5.2.4. Yeşil tahvil

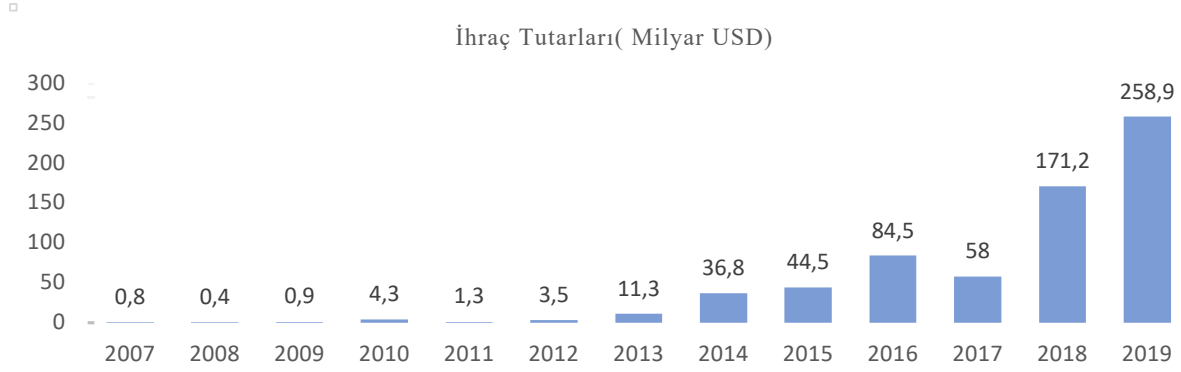
Enerji arz sıkıntısının olmadığı düşük karbonlu bir ekonomiye geçiş, hem kamu hem de özel sektörden önemli yatırımlar gerektirmektedir. Yakın zamanda yapılan iklim zirvelerinde dünyanın ileri gelen ekonomileri, söz konusu ekonomiye geçişte finansmanın kritik bir rol oynadığını ortaya koymuşlardır (Banga, 2019: 17). Yenilenebilir enerji yatırımlarının gerçekleştirilmesinde fon arayışı içine giren özellikle gelişmekte olan ülkeler, geleneksel finansman araçlarına ek olarak yeşil tahvil gibi yeni finansman mekanizmalarını da daha yoğun şekilde kullanmaları gerekmektedir.

İhraç edenin elde ettiği tahvil gelirini, yalnızca çevre dostu ürünlerden sağlamayı taahhüt ettiği bir yöntem olan yeşil tahvil, yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılmasında potansiyel bir finansman kanalı olarak ortaya çıkmaktadır (Ng ve Tao, 2016: 514). Bu bağlamda yeşil tahviller, çevreye ve iklime fayda sağlayan projelerin finansmanı noktasında fon yaratan

tahvillerdir. Yeşil tahvillerin, geleneksel tahvillerden temel ayırt edici özelliği, yeşil tahvilin gelirlerinin yeşil projelerde kullanılma şartıdır. Yeşil proje ifadesi ise, yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, doğal kaynakların sürdürülebilir şekilde yönetilmesi, kirliliğin önlenmesi veya kontrol altına alınabilmesi, temiz ulaşım, temiz su ve biyo çeşitliliğin korunmasını içermektedir (Jun vd., 2016:13, Kandır ve Yakar, 2017: 161).

Kullanımı belirli alanlarla sınırlandırılan yeşil tahviller birtakım ilkelere sahiptir. Bunlar; nakit akımının kullanımı, proje değerlendirme ve seçim süreci, nakit akımının yönetimi ve raporlamadır (Akdağ ve Gözen, 2020: 151). Nakit akımının kullanılması ilkesi; yeşil tahvil ihracı ile elde edilen fonların, yeşil projelerde kullanılması ve bunun yazılı olarak ihraç aşamasında ilgili yasal belgede tanımlanması gerekliliğini ifade etmektedir. Proje değerlendirme ve seçim süreci, finanse edilecek yeşil projelerin nasıl seçilip değerlendirileceğini belirtmektedir. Nakit akımının yönetimi, fonların yönetiminin tamamen şeffaf olarak gerçekleşmesini ve dışardan bir denetçi yardımıyla denetlenmesini ifade etmektedir. Raporlama ise, tahvil fonlarının yönetimine ilişkin raporların düzenli şekilde hazırlanmasını ve yayımlanmasını belirtmektedir (Sarigül ve Topçu, 2020: 646). Bu ilkeler, yeşil tahvillerden elde edilen fonların yeşil projelerde kullanılması ile ilgili şeffaflığın ve bilgi edinme sürecinin düzgün işlemesine yardımcı olmaktadır.

Dünyada ilk yeşil tahvil, 2007 yılında Avrupa Yatırım Bankası tarafından ihraç edilen İklim Farkındalık Tahvili adı altında çıkarılmıştır. Söz konusu tahville, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğini içeren projeler fonlanmıştır. Daha sonra 2008 yılında, Dünya Bankası tarafından bir grup İskandinav yatırımcı için altı yıl vadeli ikinci yeşil tahvil ihracı gerçekleştirilmiştir. 2013 yılına gelindiğinde ise Uluslararası Finans Kuruluşu (IFC) tarafından ilk kurumsal yeşil tahvil ihraç edilmiştir (IFC, 2016). Türkiye’de ise ilk yeşil tahvil, Türkiye Sınai ve Kalkınma Bankası (TSKB) tarafından 2016 yılında ihraç edilmiştir. Şekil 2.18’ de dünyada yeşil projelerin finansmanında kullanımı giderek yaygınlaşan yeşil tahvil ihracının, yıllar itibariyle gelişimi görülmektedir. Buna göre; ilk ihraç edildiği 2007 yılında yaklaşık 800 milyon dolar olan yeşil tahvil ihracı, 2019 yılına gelindiğinde yaklaşık 258 milyar dolar olmuştur.



Şekil 2.18: Küresel Yeşil Tahvil İhracı (2007- 2019) (Climate Bonds İnitiation, 2019)

2019 yılı itibariyle, yeşil tahvil ihracında ilk sırada 51,3 milyar dolar ile ABD yer almaktadır. ABD'yi 31,3 milyar dolarla Çin ve 30, 1 milyar dolarla Fransa takip etmektedir. Buna bağlamda, 2019 yılında bu üç ülkenin küresel yeşil tahvil ihracının yaklaşık %45'ini gerçekleştirdikleri anlaşılmaktadır (Sarigül ve Topçu, 2020: 649).

Tablo 2.11 ise, yeşil tahvillerin finanse ettiği enerji alanlarını ve bu alanların finansmanındaki payını göstermektedir. Buna göre; hidroelektrik enerjisi yatırımında, yeşil tahvil finansmanın payı %32 ile ilk sırada yer almaktadır. Bunu sırasıyla karma yenilenebilir enerji projeleri, güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi yatırımları, enerji verimliliği projeleri ve son olarak nükleer enerji takip etmektedir.

Tablo 2.11: Yeşil Tahvilin Finanse Ettiği Enerji Yatırım Alanları (Boulle vd., 2016, Kandır ve Yakar, 2017: 95)

Yatırımın Yapıldığı Alan	Payı (%)
Hidroelektrik Enerjisi	32
Karma Yenilenebilir Enerji	29
Güneş Enerjisi	18
Rüzgar Enerjisi	11
Enerji Verimliliği	6
Nükleer Enerji	4

2.5.2.5. Kitlese fonlama

Kitlese fonlama, özellikle geleneksel finansman kaynaklarının yeterli olmadığı durumlarda yenilenebilir enerji projelerinin uygulanmasında ihtiyaç duyulan fona ulaşmayı kolaylaştırabilmesi bakımından önemlidir. Söz konusu finansman, yenilenebilir enerji yatırımlarında yaşanan finansman zorluklarının aşılmasında hem yatırımcıyı hem de finansman kaynaklarını bir araya getiren bir finansman modelidir.

Kitlese fonlama, belirli bir projenin bir grup yatırımcı tarafından internet kanalı ile finanse edilmesini ifade etmektedir. Böylelikle internet üzerinden ulaşılan geniş kitlelerden küçük miktarlarda kaynak sağlanarak yatırımlar için fon yaratılmaktadır (Fettahoğlu ve

Khusayan, 2017: 498). Dünya çapında hızla yayılması sayesinde kitle fonlaması, enerji verimliliğinin teşvik edilmesi ve çevre dostu projelerin yaygınlaştırılmasının yanında, yenilenebilir enerji yatırımlarının artması için gerekli üretim tesislerinin kurulmasına da büyük katkı sağlamaktadır (Bonzanini vd., 2016: 429).

Kitlesel fonlama doğrudan, aracısız ve şeffaf yatırım yapılmasını sağlayan bir finansman aracı olması nedeniyle, yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmekte önemli bir etkiye sahiptir (Candelise, 2016). Özellikle bağış ve ödül temelli olarak ileri sürülen kitlesel fonlama yöntemiyle, yenilenebilir enerji projelerinin ilk aşamalarında ihtiyaç duyulan finansman ihtiyacı karşılanabilirken, hisse senedi ve tahvil bazlı getiri getiren kitlesel fonlama yönteminde ise, büyük çapta yatırım finansmanına ihtiyaç duyulan projelerin gerçekleştirilmesi sağlanabilmektedir (Korkut, 2019: 69-70, Doğan, 2020: 159).

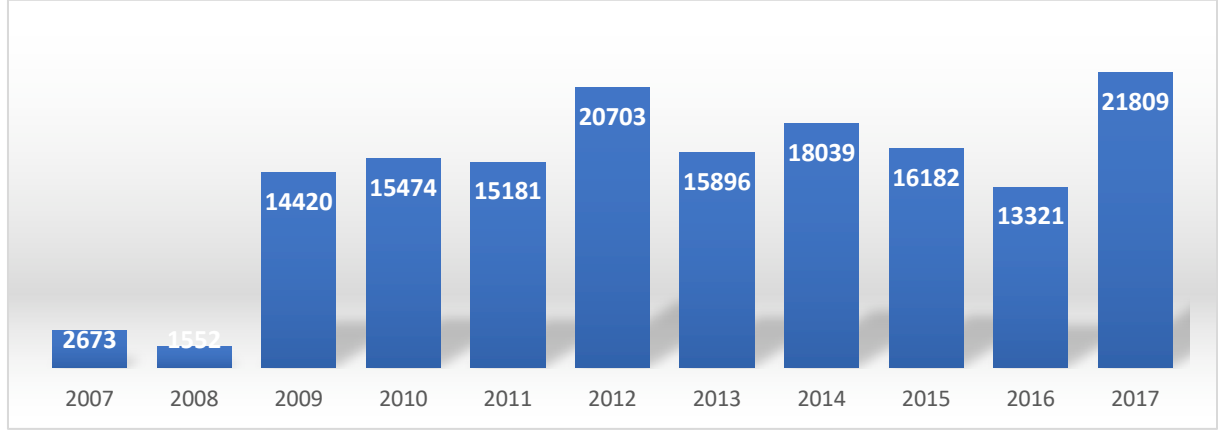
2.5.3. Mali teşvik ve kamu destekleri

2.5.3.1. Yeşil krediler

Artan çevresel deformasyon ve iklim değişikliğinin verdiği hasarların azaltılması ve artan enerji talebinin karşılanmasında geleneksel bir finansman yöntemi olan krediler, bu alanda önemli bir rol üstlenmektedir. Bu çerçevede daha çok bankalar tarafından kullanılan krediler, proje finansmanı şeklinde olmaktadır. Yani; kullanılacak kredinin doğrudan proje için kullanılması istenmekte ve geri ödemesi, söz konusu projeden sağlanacak gelirle gerçekleştirilmektedir (Brown vd., 2012: 26, Doğan, 2020: 154). Yenilenebilir enerji finansmanında öne çıkan kredilerin yapısı, büyük oranda geleneksel kredilere benzemekle birlikte, bu kredilerin birtakım farklılıkları bulunmaktadır. Bu nedenle bu tür krediler, daha çok “yeşil kredi” olarak adlandırılmaktadırlar.

Yeşil krediler, ekonomik, çevre ve sosyal boyutları bulunan projelerin gerçekleştirilmesinde kullanılan kredileri ifade etmektedir. Bu krediler; özellikle yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, çevre kirliliğinin önlenmesi, mevcut doğal kaynakların korunarak sürdürülebilir şekilde yönetilmesi, biyo-çeşitliliğin ve su kaynaklarının korunması, ulaşımda hibrit ve elektrik gibi taşımacılık yöntemlerinin kullanılması (temiz ulaşım) gibi alanlarda kullanılmaktadır (Jun vd., 2016: 13; Salihoğlu, 2019: 286). Bu kapsamda verilen krediler daha çok, Dünya Bankası gibi uluslararası kalkınma kuruluşları tarafından geliştirilmektedir. Bu yönüyle yeşil krediler; işletme ve kurumları daha çevreci politikalar uygulamaya zorlayan, çevrenin korunmasını temel alarak çevresel sorunların en aza indirilmesi konusunda fayda sağlayan ve bu bağlamda yenilenebilir enerji yatırım projelerini destekleyen bir finansal araç olma işlevi görmektedir (Scholtens, 2006; Sahoo ve Nayak, 2008; Güler ve Tufan, 2015: 82).

Yenilenebilir enerji finansmanında, kredi hacmindeki gelişmeler söz konusu finansman yönteminin yenilenebilir enerji yatırımlarının durumuna dair büyük resmin görünmesine katkı sağlamaktadır. Şekil 2.19’da dünya yenilenebilir enerji kredi hacminin gelişimi gösterilmektedir.



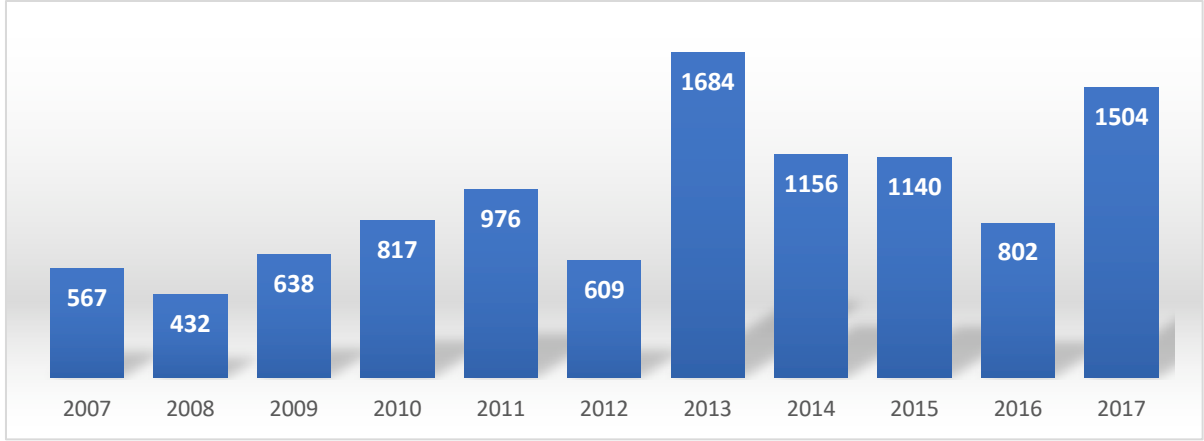
Şekil 2.19: Dünya Yenilenebilir Enerji Kredi Hacmi (Milyon dolar) (IRENA, <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Finance-and-Investment/Renewable-Energy-Finance-Flows>, Erişim Tarihi: 20 Kasım 2020).

Görüldüğü gibi, yenilenebilir enerji finansmanında kullanılan kredilerin toplam hacmi, 2007-2017 döneminde büyük ölçüde artmış ve belirtilen dönemde toplam kredi hacmi yaklaşık 155 milyar dolar olmuştur.

2.5.3.2. Hibeler

Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında kullanılan bir diğer yöntem hibelerdir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında kullandırılan hibeler, kaldıraç etkisi yaratarak özel sektörün de bu alanda yatırım yapmasını sağlaması bakımından büyük önem taşımaktadır. Yenilenebilir enerji projelerinde hibeler, genellikle projenin amortisman sürecini azaltarak, projenin finansal maliyetinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji projesini gerçekleştirecek firma, yatırımının belirli bir kısmında hibe kullanacağı için bu tutarın finansal yükünü çekmeyecek ve nakit akış yönetimi baskısı hissetmeyecektir (Günder, 2016: 10). Bu kapsamda elde edilen fonlar, daha çok hükümetlerin veya uluslararası organizasyonların kalkınma ve çevre amaçlı politikaları gereği, bir gelir beklentisi olmaksızın verilmektedir.

Şekil 2.20’de, yenilenebilir enerji yatırımlarında 2007- 2017 döneminde verilen hibelerin gelişimi görülmektedir. Bu kapsamda ifade edilen dönemde verilen hibe miktarı yaklaşık 10 milyar dolardır.



Şekil 2.20: Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Hibe Miktarları (Milyon dolar) (IRENA, <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Finance-and-Investment/Renewable-Energy-Finance-Flows>, Erişim Tarihi: 20 Kasım 2020).

Hibeler, her ülke için farklı miktar ve şartlar taşımaktadır. Buna en güzel örneklerden birini Hindistan oluşturmaktadır. Hindistan'da Kapasite Boşluğu Fonlama Mekanizması (Viability Gap Funding Mechanism) adı verilen bir tür hibe şekli uygulanmaktadır. Buna göre, hükümet özellikle güneş enerjisinin ticari olarak uygulanmasında kolaylık sağlamak için anahtar teslim proje bedelinin %20 'sinin finansmanında hibe desteği sağlamaktadır. Ayrıca, ilgili bakanlık ve kalkınma ajanslarının da ilave %20 destek sağlamasıyla, yenilenebilir enerji projelerinin yaklaşık %40'ına ulaşan rakamlara kadar hibe desteği verilebilmektedir (SHURA, 2019: 32).

2.5.3.3. Vergi avantajları

Vergi avantajları, yenilenebilir enerji yatırımlarının artışı özendirmek kapsamında önemli bir rol oynamaktadır. Bu çerçevede yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerjinin üretiminde sağlanan vergi avantajlarının başında vergi indirimleri ve vergi muafiyetleri gelmektedir. Bu avantajlar, yenilenebilir enerjinin üretim, yatırım ve tüketim sürecinin her bir aşamasında uygulanabilmektedir.

Pek çok ülke yenilenebilir enerji tüketimini teşvik etmeyi amaçlayan politikalar kapsamında, yenilenebilir enerji dağıtımının pazara girmesini kolaylaştırmak için yenilenebilir ekipmanların satın alınması ve kurulumuna vergi muafiyeti uygulamaktadır. Örneğin Polonya'da özel ve kamu kurumlarına ait binalarının ısınmasında yenilenebilir enerjinin kullanılmasını teşvik etmek amacıyla vergi indirimi yasa tasarısı yürürlüğe girmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarında rekabet gücünün artırılmasında da vergi teşvikleri oldukça önemlidir. Biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen yakıtlarda vergi muafiyeti

sağlanması, Almanya tarafından uygulanmış ve böylece ülkede yenilenebilir kaynakların diğer yakıtlarla rekabet gücü artmıştır (Abolhosseini ve Heshmati, 2014: 880).

Öte yandan, vergi politikaları fosil yakıt kullanımını azaltmak için de bir araç olarak kullanılabilmektedir. Örneğin uygulanan karbon vergisi, fosil yakıtların kullanılmasını daha maliyetli hale getirerek, yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımların artmasını teşvik edebilmektedir. Bu bağlamda karbon vergisi kullanılması pek çok ülkede, hem fosil yakıtları daha maliyetli hale getirmek, hem de karbon emisyonlarını daha az maliyetle azaltmak için iyi bir politika olarak görülmektedir (Kalkuhl vd., 2013).

Vergi avantajları genel olarak; yenilenebilir enerji üretiminde kullanılacak makine ve teçhizata KDV iade ve istisnası, yatırım ekipmanı almada gümrük vergisi muafiyeti, gelir vergisi stopaj desteği, 1- 5 yıl arası kurum veya gelir vergisi muafiyeti, sigorta primi işveren hissesi desteği olarak uygulanmaktadır (Durak, 2017, Ulusoy ve Daştan, 2018: 129):

Dünya ülkelerinin son yıllardaki politikaları göz önüne alındığında, yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasında sağlanan vergi avantajlarının en yoğun kullanıldığı ülkelerin başında ABD gelmektedir. Bu ülkede, özellikle güneş enerjisi projelerinin gerçekleştirilmesi için yatırım vergi teşviki, oldukça önemli yer tutmaktadır. Bu sistemde, güneş enerjisine yatırım yapan birey veya kurumlar, projenin maliyetinin yaklaşık %30'unu, ödeyecekleri federal vergilerden indirim olarak geri almaktadır (ACCOR, 2016, Ulusoy ve Daştan, 2018: 13). Vergi iadesinin yanı sıra ülkede gelir vergisi, kurumlar vergisi, emlak vergisi gibi pek çok vergi türü uygulanmaktadır. Bu bağlamda, ülke genelinde ve eyaletlerde gerek tüketiciler gerekse de enerji üreticileri için, yenilenebilir enerji ile ilgili pekçok vergi teşvikinin bulunduğu söylenebilir.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının en yoğun olduğu ülkelerden birisi de Çin'dir. Çin'de bu alanda en yoğun kullanılan vergi avantajlarını, kurumlar vergisi indirimi, KDV iadesi, taşıt alım vergisi muafiyeti oluşturmaktadır. Bu bağlamda ülkede rüzgar, güneş, jeotermal ve biyokütle enerji alanlarında üretim yapan işletmelere %15 oranında azaltılmış kurumlar vergisi indirimi uygulanmaktadır (KPMG, 2016: 22).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. E-7 ÜLKELERİNDE FİNANSAL GELİŞME VE YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARI İLİŞKİSİ

Çalışmanın bu bölümünde finansal gelişmenin, yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Bu çerçevede öncelikle, bu alanda yapılan çalışmalardan seçilen literatür özetine yer verilmiştir. Ardından, finansal gelişme ve yenilenebilir enerji yatırımları ilişkisinin araştırılmasında kullanılacak ekonometrik yöntemler açıklanmıştır. Daha sonra, ekonometrik analizin gerçekleştirilmesindeki model ve veri seti ifade edilmiştir. Son olarak ise, analiz sonucunda elde edilen ampirik bulgular ortaya konacak ve analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

3.1. Literatür

Enerji ekonomisi literatürü incelendiğinde finansal gelişme ve yenilenebilir enerji yatırımları ilişkisine yönelik çalışmaların sınırlı sayıda yer aldığı gözlenmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunu ise yenilenebilir enerjinin gelişimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımları ve finansal gelişme ilişkisini içeren çalışmaların azlığı nedeniyle bu çalışmanın literatür incelemesinde yenilenebilir enerji yatırımlarını içeren ampirik ve teorik çalışmaların yanında, yenilenebilir enerjinin üretim ve tüketim sürecince etkin rol oynayan faktörlerin, yenilenebilir enerji üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalara da yer verilmiştir. Bu noktada literatürdeki araştırmalara göre yenilenebilir enerjinin artışında, ülkenin gelir düzeyini ifade eden gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH), fosil enerji kaynakları, karbon emisyonları ve finansal gelişmenin etkin rol oynayan başlıca faktörler olduğu gözlenmiştir. Bu kapsamda ilk olarak, yenilenebilir enerji yatırımlarını inceleyen teorik çalışmalar belirtilmiştir. İkinci olarak yenilenebilir enerji yatırımlarını inceleyen ampirik çalışmalar incelenmiştir. Son olarak ise, yenilenebilir enerjiyi etkileyen faktörlerin başında gelen GSYİH, finansal gelişme, karbon emisyonları ve fosil enerji kaynaklarının yenilenebilir enerji üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalara yer verilmiştir. Bu çerçevede ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan çalışmalara ait seçilmiş literatür özeti aşağıda ifade edilmektedir.

3.1.1. Yenilenebilir enerji yatırımlarına dair teorik çalışmalar

Literatürde yenilenebilir enerji yatırımları teorik olarak birçok araştırmacı tarafından ele alınmıştır. Bu kapsamda incelenen çalışmaları ise yenilenebilir enerji yatırımlarının istihdam yaratma potansiyeli, yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında uygulanan tarifelerin

etkinliği ve yenilenebilir enerji yatırımlarının barındırdığı riskler olarak gruplamak mümkündür.

Dvorak vd. (2017) Çek Cumhuriyeti için yaptıkları çalışmada, yenilenebilir enerji yatırımlarının istihdam yaratma kapasitesini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, Çek Cumhuriyeti için biyokütle ve atık enerji işletmelerinin MWh başına en yüksek istihdamı sunduğunu ve bunun da daha çok ülkenin kırsal kesimlerindeki alanlarda istihdama fayda sağladığını belirtmişlerdir.

Kandır ve Yakar (2017) Türkiye için yaptıkları çalışmada, yenilenebilir enerjinin bütün olumlu yönlerine rağmen fosil yakıtların gerisinde kalmasının sebeplerini araştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda yenilenebilir enerji yatırımlarının artması için finansman olanaklarının geliştirilmesi gerektiğini, özellikle yeşil tahvillerin bu konuda büyük önem taşıdığını ve Türkiye'nin gelecek yıllardaki yenilenebilir enerji yatırım hedeflerine ulaşmasında yeşil tahvillerin gerekli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Liu ve Zeng (2017) Çin için yaptıkları çalışmada, yenilenebilir enerji yatırımlarının barındırdığı riskleri sistem dinamiği yöntemi kullanarak incelemişlerdir. Yapılan çalışmada ilk olarak YE yatırımlarında etkili olan teknik risk, politika riski ve piyasa riskini incelemişlerdir. İkinci olarak ise, erken kalkınma aşamasında YE yatırımlarını etkileyen ana faktörün politika riski olduğu, ilerleyen zamanlarda politika riski ve teknoloji riskinin azaldığı ve yatırımın gelişim aşamasında ise piyasa riskinin temel belirsizlik haline geldiğini ifade etmişlerdir.

Arslan ve Uzun (2017), yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasında sosyal kabul boyutunu incelemişlerdir. Buna göre, yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasında devlet ve şirketlerin öneminin yanında, YE yatırımlarının yapılacağı bölgedeki yerel halkında bu konudaki tutumunun yatırımlar üzerinde etkili olabileceğini ifade etmişlerdir.

Bayraktar ve Kaya (2016), Türkiye'de kamu teşviklerinin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisini teorik olarak incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, yenilenebilir enerji yatırımlarının desteklenmesinde en çok kullanılan aracın tarife garantileri olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Oral ve Fazlılar (2016), Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında Kamu- Özel Sektör İşbirliklerinin önemine dair bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışma sonucunda Türkiye'de artan enerji ihtiyacının karşılanmasında yenilenebilir enerji yatırımlarının artması gerektiğini ve bunu da kamu-özel sektör işbirliği kanununun çıkarılmasıyla, YE yatırımlarında etkin teşvik mekanizmalarının kurulması, alım garantilerinde süre- miktar ayarlamalarının yapılması ve sanayide YE kullanımının teşvik edilmesiyle sağlanacağını belirtmişlerdir.

Ayan ve Pabuççu (2013), Türkiye için Analitik Hiyerarşi Süreci Yaklaşımı kullanarak yenilenebilir enerji yatırımları arasında bir öncelik sıralaması gerçekleştirmişlerdir. Çeşitli kriterlerin bir araya getirilerek bir ağırlık hesaplanmış ve bunun sonucuna göre, Türkiye’de sırası ile hidroelektrik, rüzgar, biyoyakıt, jeotermal ve son olarak ise güneş enerjisi yatırımlarının daha uygun olabileceğini tespit etmişlerdir.

Erdal (2012) Türkiye için yaptığı çalışmada, yenilenebilir enerji yatırımlarının istihdam üzerindeki etkilerini teorik olarak incelemiştir. Bu incelemeler sonucunda yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasının, enerji arz güvenliği sorununa katkı sağlamanın yanında ülkede genç nüfus arasında görülen işsizlik problemini de çözmede katkı sağlayacağını belirtmişlerdir.

Couture ve Gagnon (2010) yenilenebilir enerji yatırımlarında tarife garantilerinin önemine yönelik yaptıkları çalışmada, sabit fiyat uygulamasının yatırım riskini azaltması, prim fiyat politikasının ise elektrik üretiminde teşvik yaratması gibi sebeplerden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının piyasa entegrasyonunu artırarak uygulamaların bu alandaki yatırımların artışına katkı sağlayacağını ifade etmişlerdir.

3.1.2. Yenilenebilir enerji yatırımlarına dair ampirik çalışmalar

Yenilenebilir enerji yatırımları birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Yenilenebilir enerji gibi yeni gelişen alanlara yatırım yapmak, pek çok yatırımcı için risk oluşturabilmekte, bu da aynı zamanda daha yüksek getiri anlamına gelebilmektedir. Yatırımcıların, yenilenebilir enerji alanına yönlendirilmesinde ise hem devlet teşviklerinin hem de piyasa koşullarının önemi büyüktür. Söz konusu alana yapılan yatırımların sonucunda ise ülkelerin makroekonomik göstergelerinde de olumlu sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının ülke ekonomisine etkisi ve bu alana yapılacak yatırımların teşvik edilmesi ampirik literatürde incelenmektedir. Tablo 3.1’de söz konusu alanda yapılan çalışmalardan seçilmiş literatür özeti yer almaktadır.

Tablo 3.1. Yenilenebilir enerji yatırımlarını inceleyen ampirik literatür özeti

Yazar(lar)	Metodoloji	Dönem	Ülke	Sonuç
Dinçer ve Karakuş (2020)	Pedroni ve Kao Panel Eşbütünleşme	1991-2018	G7	YE yatırımları ile istihdam ilişkisinin analiz edildiği çalışmada, her iki değişken arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı bulunmuştur.
He vd. (2019)	Eşik Değer Analizi	2004-2015	Çin’deki Orta, Küçük ve Mikro ölçekli 150 İşletme	YE yatırımı ve yeşil ekonominin gelişiminin analiz edildiği çalışmada, yeşil kredinin YE yatırımları ve yeşil ekonomi üzerinde ikili eşik etkisi bulunmuştur.
Polzin vd. (2015)	Panel Regresyon Modeli	2003-2011	OECD Ülkeleri	Kamu politikasının YE yatırımları üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, teknolojik olarak daha az gelişmiş ülkelerde tarife

Sisodia ve Soares (2015)	Panel Rassal Etkiler Modeli	1995-2011	27 AB Ülkesi	garantileri sübvansiyonlardan daha etkili olurken, teknolojisi nispeten daha gelişmiş ülkelerde ise YPS'nın daha etkili olduğu bulunmuştur.
Popp vd. (2011)	Panel Sabit Etkiler Modeli	1991-2004	26 OECD Ülkesi	Rüzgar ve güneş enerjisi yatırımlarının belirleyicilerinin araştırıldığı çalışmada, güçlü düzenleme algısının güneş enerjisi yatırımında olumsuz rol oynadığını ve daha düşük güneş ışığı saatlerinin daha yüksek rüzgar yatırımına yol açtığını ifade etmişlerdir.
Yang vd. (2019)	Eşik Değer analizi	2007-2016	Çin'de yer alan 92 yenilenebilir enerji kuruluşu	Rüzgar, fotovoltaik güneş, jeotermal ve biyokütle olmak üzere 4 farklı yenilenebilir enerji kaynağının yatırımlarının belirlenmesinde önemli olan faktörlerin analiz edildiği çalışmada patentlerin temsil ettiği bilgi stoğunun en çok rüzgar ve biyokütle enerjisine yapılan yatırımı arttırdığı ve buna ek olarak Kyoto Protokolü'nün onaylanmasının yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde yeni bilgilerden daha büyük bir etkisi olduğuna yönelik kanıtlar bulurken, RES yatırımlarının temel itici gücü karbon emisyonlarının azaltılması olduğu ve doğal kaynaklar ve bir ülkenin ithal ettiği enerjinin yüzdesinin önemsiz olduğu sonucuna ulaşmışlardır.
Jenner vd. (2013)	Panel Sabit Etkiler	1992-2008	26 ABD ülkesi	Devlet sübvansiyonlarının YE yatırımları üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, devlet sübvansiyonlarının YE yatırımı üzerinde pozitif bir eşik etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.
Eyraud vd. (2013)	Panel Sabit Etkiler	2000-2010	Gelişmiş ve Gelişmekte olan 35 ülke	Tarife garantisinin rüzgar ve güneş enerjisi yatırımları üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada ortaya çıkan sonuçlara göre, tarife garantisi politikalarının güneş enerjisi yatırımları üzerinde pozitif etkisi bulunurken, rüzgar enerjisi yatırımları ile bir ilişki tespit edilememiştir.
Yin ve Powers (2010)	Panel Sabit Etkiler	1993-2006	ABD	Faiz oranları, tarife garantileri, fosil yakıt fiyatları ve karbon fiyatlandırma politikalarının yeşil enerji yatırımları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, yeşil yatırımlar yüksek fosil yakıt fiyatları, düşük faiz oranları ve sağlam bir finansal sistemle doğrudan ilişkili sonuçlar elde edilmiştir. Bunun yanında karbon fiyatlandırması ve tarife garantisi sistemi gibi bazı politika araçlarının yeşil yatırımlar üzerinde olumlu ve belirgin bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çalışmada, biyoyakıt desteklemelerinin yüksek yatırım oranları ile ilişkisi tespit edilememiştir.
Schmid (2012)	Panel Sabit Etkiler	2001-2009	9 Hindistan eyaleti	YPS ve YE yatırımları ilişkisinin incelendiği çalışmada, YPS uygulamalarındaki artışın YE yatırımları üzerinde pozitif ve anlamlı bir ilişkisi olduğu bulunmuştur.
				Tarife garantileri, özel sektör katılımı ve yenilenebilir enerji politikalarının YE yatırımları üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, söz konusu politika ve

*YE: Yenilenebilir Enerji *YPS: Yenilenebilir Portfolyo Standardı *RES: Rüzgar Enerjisi Santrali

3.1.3. Yenilenebilir enerjiyi etkileyen faktörlere ilişkin ampirik literatür

3.1.3.1. Gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH)

Son yıllarda yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen önemli çalışmalar bulunmaktadır. Aşağıda bu çalışmalardan bir bölümü yer almaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmaların çoğunluğu yenilenebilir enerji kullanımının GSYİH üzerinde pozitif etkisinin olduğuna yöneliktir. Fakat bunun aksine sonuçlarda mevcuttur. Örneğin, Payne (2009) ABD için 1949-2006 dönemini kapsayan çalışmasında, Toda Yamamoto Nedensellik testi yardımıyla yenilenebilir enerji ve GSYİH ilişkisini incelemiştir. Elde ettiği sonuçlara göre, YE kullanımı ile gelir arasında tarafsızlık hipotezi geçerlidir. Yani, YE kullanımı gelir artışında nispeten daha küçük bir paya sahiptir. Bu kapsamda yapılan çalışmalardan bir diğeri de Kesbiç ve Er (2017)'e aittir. Çalışmada, YE kullanımı ve GSYİH arasındaki ilişki AB-28 ve Türkiye için 2004-2014 yılları veri seti ile Granger Nedensellik analizi yardımıyla incelenmiştir. İncelenen analiz sonucuna göre, YE tüketiminden GSYİH'ya doğru bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.

Tablo 3.2: Yenilenebilir enerji ve GSYİH ilişkisini inceleyen literatür özeti

Yazar(lar)	Metodoloji	Dönem	Ülke	Sonuç
Özşahin vd. (2016)	Panel ARDL	2000-2013	BRICS Ülkeleri ve Türkiye	Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik gelişmişlik arasında uzun dönemde pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur.
Apergis vd. (2010)	Panel Hata Düzeltme Modeli	1984-2007	Gelişmiş ve gelişmekte olan 19 ülke	Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Apergis ve Payne (2012)	Panel hata düzeltme ve Panel Eşbütünleşme	1990-2007	80 Ülke	Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında hem kısa hem de uzun dönemde çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
Lin ve Moubarak (2014)	ARDL Sınır Testi	1977-2011	Çin	Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun vadede pozitif bir ilişki bulunmuştur.
Pao ve Fu (2013)	Çok değişkenli eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	1980-2010	Brezilya	Hidroelektrik hariç yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik bulunurken, toplam yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
Koçak ve Şarkgüneşi (2017)	Panel Eşbütünleşme	1990-2012	9 Karadeniz ülkesi ve Balkan Ülkeleri	Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisi bulunmuştur.

Wang ve Wang (2020)	Sabit Etkiler ve Panel Eşik Değer Modeli	2005-2016	34 OECD Ülkesi	Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkisinin olduğu ve artan YE tüketiminin ekonomik büyümeye katkıda bulunduğu bulunmuştur.
Sadorsky (2009)	Panel Eşbütünleşme, FMOLS, DOLS	1994-2003	18 Gelişmekte olan ülke	Kısa dönemde YE tüketimi ve ekonomik büyüme arasında bir ilişki bulunamazken, uzun dönemde ekonomik büyüme ve YE tüketimi arasında karşılıklı bir ilişki söz konusudur.
Kula (2015)	Pedroni Eşbütünleşme ve Panel DOLS	1980-2008	19 OECD Ülkesi	Çalışma sonucunda, GSYİH ile Yenilenebilir elektrik tüketimi arasında uzun vadeli bir denge ilişkisi bulunmuştur. Ayrıca, sonuçlar GSYİH'dan Y. elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğe işaret etmektedir.
Tuğcu vd. (2012)	ARDL Sınır Testi	1980-2009	G7 Ülkeleri	Yenilenebilir enerji kullanımı ile GSYİH arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını kanıtlayan sonuçlara ulaşılmıştır.

3.1.3.2. Finansal gelişme

Finansal gelişme, ülkelerin endüstriyel büyümesine katkıda bulunurken yeni bir altyapının da oluşması için zemin hazırlamaktadır. Böylelikle enerji talebi artmakta ve bu enerji talebinin yenilenebilir kaynaklardan karşılanması ise son yıllarda uygulanan ekonomi politikalarının yönünü belirlemektedir. 2000'li yıllardan itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarının öneminin artması, bu alanda yapılan bilimsel çalışmalarında yaygınlaşmasına neden olmuştur. Literatürde yenilenebilir enerji üzerindeki etkisini ölçmeye yönelik çeşitli değişkenler analizlere dahil edilmiştir. Bu değişkenlerden biri de finansal gelişmedir. Aşağıda finansal gelişme ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalardan seçilen literatür özetine yer verilmektedir.

Tablo 3.3: Yenilenebilir enerji ve Finansal gelişme ilişkisini inceleyen literatür özeti

Yazar(lar)	Metodoloji	Dönem	Ülke	Sonuç
Ji ve Zhang (2019)	VAR	1992-2013	Çin	Finansal gelişme ve YE tüketimi arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada, Finansal gelişmenin artmasının YE tüketiminde artışa yol açtığına dair kanıtlar bulunmuştur.
Saygın (2017)	Sistem GMM	1990-2012	23 Gelişmiş ve 20 Gelişmekte olan ülke	Çalışmada, gelişmiş ülkelerde finansal gelişmeyi temsil eden bankacılık değişkenlerinin, YE tüketimini pozitif etkilerken gelişmekte olan ülkelerde ise bu durum gözlenmemiştir.
Mert ve Çağlar (2016)	Hatemi- J	1970-2011	Türkiye	Finansal gelişmenin YE üretimi üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, YE kaynaklarından finansal gelişmeye doğru bir nedensellik

Çetin ve Bakırtaş (2018)	MG- PMG Tahmincileri	1991-2011	G-7 Ülkeleri	bulunamazken, finansal gelişmedeki negatif şoklardan YE kaynaklarındaki negatif şoklara doğru bir nedenselliğin varlığı bulunmuştur.
Kim ve Park (2016)	Panel Sabit Etkiler	2000-2013	15 gelişmiş ve 15 gelişmekte olan ülke	Çalışmada, finansal gelişme düzeyindeki artışın YE kaynaklarına olan talebi arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.
Anton ve Nucu (2020)	Panel Sabit Etkiler	1990-2015	AB-28	Finans sektöründe yaşanan olumlu gelişmelerin, YE dağıtımının önemli bir belirleyicisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Best (2017)	Panel Sabit Etkiler	1998-2013	137 ülke	Yapılan çalışma, finansal gelişmenin üç farklı boyutunun (bankacılık sektörü, tahvil piyasası ve sermaye piyasası) yenilenebilir enerji tüketiminin payı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.
Burakov ve Freidin (2017)	Vektör Hata Düzeltme Modeli	1990-2014	Rusya	Çalışmada, yüksek gelirli ülkeler için finansal gelişmedeki artış, finansal sermayeye katkı yaparak YE kullanımını pozitif etkilediği bulunmuştur.
Eren vd. (2019)	DOLS, Granger Nedensellik Testi	1971-2015	Hindistan	Çalışma sonucunda, finansal gelişme ve YE tüketimi arasında bir nedensellik bulunamamıştır.
Kutan vd. (2017)	Fisher-Johansen Panel Eşbütünleşme, OLS	1990-2012	Brezilya, Çin, Hindistan ve Güney Afrika	DOLS yöntemine göre, finansal gelişme, YE tüketimi üzerinde pozitif etkiye sahipken, Nedensellik testinde ise finansal gelişme ve YE tüketimi arasında çift yönlü bir ilişki bulunmuştur.
				Finansal gelişmenin, YE tüketimini teşvik ettiğine yönelik bulgular elde edilmiştir.

3.1.3.3. Fosil yakıtlar

Fosil enerji kaynaklarıyla, özellikle petrol endüstrisiyle birtakım çıkar grupları tarafından kullanılan güç, genellikle kamu politikalarını etkileyen itici faktörlerden birini oluşturmaktadır. Bu endüstrilerin genel olarak ekonomi ve özelde siyaset üzerindeki etkisi, hükümetlerin enerji sektörüne yönelik politikalarını etkileyebilmektedir. Bu sebepten dolayı, yenilenebilir enerji yatırımlarını incelerken bu faktöründe göz önüne alınması önemlidir. Bu çerçevede aşağıda fosil yakıtlar ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişkiyi inceleyen seçilmiş çalışmaların bir özeti yer almaktadır.

Tablo 3.4: Yenilenebilir enerji ve fosil yakıt ilişkisini inceleyen literatür özeti

Yazar(lar)	Metodoloji	Dönem	Ülke	Sonuç
Chang vd. (2009)	Panel Eşik Değer Analizi	1997-2006	OECD Ülkeleri	Düşük büyüme hızına sahip ülkelerde enerji fiyatları ile YE kullanımı arasında uzun dönemde bir ilişki bulunamazken, nispeten yüksek gelirli

Salim ve Rafiq (2012)	DOLS, FMOLS	1980-2006	Brezilya, Çin, Hindistan, Türkiye, Endonezya ve Filipinler	ülkelerde iki değişken arasında pozitif yönlü bir ilişki mevcuttur. Çalışmada yer alan ülkelerde, petrol fiyatlarının yenilenebilir enerji üzerindeki etkisi pasif olarak bulunmuştur.
Apergis ve Payne (2014)	Doğrusal Olmayan Panel Eşbütünleşme	1980-2010	Orta Amerika Ülkeleri	Petrol fiyatları ile yenilenebilir enerji kullanımı arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki bulunmuştur.
Bloch vd. (2015)	ARDL Sınır Testi	1977- 2013 1964-2011	Çin	Kömür ve petrol fiyatlarının artması, yenilenebilir enerji kullanımını arttırmakta olduğu sonucu bulunmuştur.
Sadorsky (2009)	FMOLS, DOLS, Panel Eşbütünleşme	1980-2005	G7 Ülkeleri	Petrol fiyatlarının yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi olumsuz olarak bulunmuştur.
Shahnazi ve Shabani (2020)	Dinamik Panel Veri Modeli	1995-2016	AB Ülkeleri	Yenilenemeyen enerji fiyatları (petrol, kömür ve doğalgaz fiyatları), yenilenebilir enerji üretimi üzerinde pozitif etkiye sahiptir.
Marques vd. (2010)	Panel Sabit Etkiler Modeli	1990-2006	AB Ülkeleri	Kömür ve doğalgaz fiyatları yenilenebilir enerji üzerinde pozitif etkiye sahipken, petrol fiyatları negatif etkiye sahiptir.
Ji ve Zhang (2019)	VAR	1992-2013	Çin	Petrol fiyatlarının yenilenebilir enerji üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

3.1.3.4. Karbon emisyonları

Yenilenebilir enerjinin öneminin artmasında etkili olan faktörlerden birisi de son yıllarda giderek artan küresel ısınmadır. Özellikle fosil yakıtların kullanımı sonucunda artan sera gazlarının etkisi, küresel ısınmanın artışında önemli bir rol oynamaktadır. Son yıllarda ise küresel ısınmayla mücadelede yenilenebilir enerjinin önemini ortaya koyan pek çok çalışma bulunmaktadır. Aşağıda bu çalışmalardan seçilmiş bir bölüm özet halinde verilmektedir.

Tablo 3.5: Yenilenebilir enerji ve karbon emisyonu ilişkisini inceleyen literatür özeti

Yazarlar	Metodoloji	Dönem	Ülke	Sonuç
Bamati ve Raoofi (2020)	Kao panel eşbütünleşme	1990-2015	25 ülke	Elde edilen çalışma sonucunda, karbon emisyonları ile yenilenebilir enerji üretimi arasında uzun dönemli pozitif bir ilişki bulunmuştur.
Canbay (2019)	ARDL	1990-2016	Türkiye	Çalışmada YE tüketiminin kısa ve uzun dönemde CO2 emisyonunu azalttığı yönünde bulgulara ulaşılmıştır.
Karaaslan vd. (2017)	Panel ARDL	1990-2012	34 OECD Ülkesi	Çalışmada hem kısa hem de uzun dönemde YE tüketimi ile CO2 arasında ters yönlü bir ilişki bulunmuştur.

Omri Nguyen (2014)	ve	GMM	1990-2011	64 ülke	Çalışmada karbon emisyonlarının YE kullanımını pozitif etkilediği bulunmuştur.
Bento Moutinho (2016)	ve	ARDL	1960-2011	İtalya	Araştırma sonucunda, YE tüketiminin kısa ve uzun dönemde karbon salınımlarını azalttığı sonucuna ulaşmışlardır.
Pata Yurtkuran (2018)	ve	ARDL	1981-2014	Türkiye	YE tüketiminin, karbon salınımını azaltarak çevre kalitesi üzerinde pozitif bir etki yarattığı sonucunu bulunmuştur.
Sulaiman (2013)	vd.	ARDL ve VECM	1980-2009	Malezya	YE kaynakları ile gerçekleştirilen elektrik üretiminin, karbon salınımı üzerindeki etkisi negatif olarak bulunmuştur.
Nguyen Kakinaka (2019)	ve	Kao Eşbütünleşme, FMOLS ve DOLS	1990-2013	Düşük, orta ve yüksek gelirli ülkeler örneği	Düşük gelirli ülkelerde, karbon emisyonları ve YE tüketimi arasında pozitif bir ilişki bulunurken, orta ve yüksek gelirli ülkelerde ise bu ilişki negatif olarak bulunmuştur.
Artan (2015)	vd.	Johansen- Juselius Eşbütünleşme Testi, VECM	1981-2012	Türkiye	Yapılan çalışma sonucunda, YE üretiminin karbon salınımlarını azalttığına yönelik bulgular elde etmişlerdir.
Ben Jebli (2015)	vd.	Pedroni Eşbütünleşme, OLS ve FMOLS	1980-2010	24 Sahra Altı Afrika Ülkesi	Gerçekleştirilen çalışma sonucunda, belirtilen ülkelerde YE tüketimi ile CO ₂ salınımı arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır.
Bilgili (2016)	vd.	FMOLS ve DOLS	1977-2010	17 OECD Ülkesi	Çalışma sonucunda, YE tüketiminin CO ₂ salınımını azalttığına yönelik bulgular elde etmişlerdir.
Çağlar ve Mert (2017)		DOLS	1960-2013	Türkiye	YE tüketimi ile karbon salınımı arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edilerek, YE kaynaklı enerji tüketiminin sera gazını azalttığına yönelik sonuçlar bulunmuştur.
Anwar (2021)	vd.	Pedroni Eşbütünleşme, FMOLS ve DOLS	1990-2018	ASEAN Ülkeleri	Yapılan çalışma sonucunda, YE kullanımının karbon emisyonlarını azaltıcı bir etkisinin olduğuna yönelik sonuçların bulunduğu ifade edilmiştir.

Yenilenebilir enerji yatırımlarına dair yapılan teorik ve ampirik çalışmalar bir bütün olarak değerlendirildiğinde her bir çalışmanın sonucunun kullanılan veri seti, model ve ülke grubuna göre değiştiği gözlenmiştir. Bu kapsamda ilk olarak yapılan ampirik çalışmalar değerlendirildiğinde daha çok bu çalışmaların devlet tarafından verilen teşvik ve sübvansiyonların yenilenebilir enerji yatırımlarına katkısı incelenmiştir. Diğer taraftan gelirin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmalarda ise çoğunluğu yenilenebilir enerji kullanımı ile GSYİH arasında karşılıklı bir ilişkinin olduğuna yönelik çalışmalar oluşturmaktadır. Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar değerlendirildiğinde, finansal gelişmenin yenilenebilir enerjinin itici gücü olduğuna yönelik önemli kanıtlar bulunmuştur. Fosil yakıt fiyatlarının yenilenebilir enerji

üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarda ise daha çok fosil yakıt fiyatları ile yenilenebilir enerji arasında pozitif ilişkinin olduğu gözlenmiştir. Son olarak karbon emisyonlarının yenilenebilir enerji üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar değerlendirildiğinde ise çoğunluk olarak yenilenebilir enerjinin karbon emisyonlarını azalttığına yönelik sonuçlar elde edilmiştir. Yenilenebilir enerji yatırımları ve finansal gelişme ilişkisini ele alan bu çalışma, finansal ve ekonomik faktörler, devletin yenilenebilir enerjiye verdiği teşvik ve destekler, teknolojik ve çevresel faktörleri içeren kapsamlı bir yenilenebilir enerji yatırım modeli ile incelenmiştir. Bu sebeple literatürdeki diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

3.2. Model ve Veri Seti

Bu çalışmanın amacı, finansal gelişmenin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisini E-7 ülkeleri için araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki gibi bir model oluşturulmuştur:

$$RE=F (FD, PI, GDP, CO_2, INF, FSL, patent) \quad (3.1)$$

Eşitlik (1), aşağıdaki gibi bir panel veri formunda yeniden yazılmıştır:

$$\ln RE_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i} FD_{it} + \beta_{2i} \ln GDP_{it} + \beta_{3i} CO_{2it} + \beta_{4i} INF_{it} + \beta_{5i} FSL_{it} + \beta_{6i} \ln patent_{it} + \beta_{7i} PI_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.2)$$

Eşitlik (2)'de yer alan i , panel bireyini (ülke), t , zaman periyodunu ve ε_{it} ise sabit varyans ve sıfır ortalamaya sahip hata terimini ifade etmektedir.

Çalışmada, açıklayıcı değişkenler Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'na ve literatüre uygun şekilde seçilmiş ve bu değişkenler aşağıdaki faktörlere göre sınıflandırılmıştır:

1. Finansal ve ekonomik faktör olarak; finansal gelişme endeksi, reel GSYİH, enflasyon ve fosil yakıt tüketimi
2. Çevre faktörü olarak kişi başına CO₂ emisyonu
3. Teknolojik faktör olarak patent başvuru sayıları
4. Düzenleyici faktör olarak devletin yenilenebilir enerji yatırımlarına verdiği mali destek ve teşvikleri ifade eden Politika Endeksi kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan Politika Endeksini oluşturmak için devletin yenilenebilir enerji yatırımlarına verdiği destek ve teşvikleri ifade eden Tablo 3.6.'daki göstergeler kullanılmıştır.

Tablo 3.6: Politika Endeksi Oluşturmak İçin Kullanılan Değişkenler

Gösterge	Elde Edildiği Kaynak
Mali Teşvikler	IEA Veri Tabanı
Ekonomik Araçlar	IEA Veri Tabanı

Düzenleyici Araçlar	IEA Veri Tabanı
Hibeler /Sübvansiyonlar	IEA Veri Tabanı

Devletin yenilenebilir enerji yatırımlarına verdiği mali ve finansal destek ve teşviklerin göreceli önemini elde etmek ve E-7 ülkelerinde Politika Endeksi oluşturmak için seçilen göstergeler çerçevesinde Temel Bileşenler Analizi (PCA) yöntemi uygulanmıştır.

Temel Bileşenler Analizi ile ulaşılmak istenen hedef, $x_1, x_2, \dots, x_p$ gibi p tane değişkeni, önemli derecede bilgi kaybına neden olmadan, bu değişkenleri temsil edebilen daha az sayıda değişkene indirgemek ve indirgenmiş yeni değişkenler ile çalışmanın amacı doğrultusunda çeşitli sonuçlara ulaşabilmektir (Alpayrut, 2017: 378).

Tablo 3.7: KMO ve Barlett Testi sonuçları

KMO Testi	0,8423
Bartlett Ki-Kare Testi	22,6276 (0,000)***

Not: () olasılık değerlerini göstermektedir. Ayrıca * 0,10, **0,05 ve *** 0,01 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Değişkenlerin temel bileşenler analizine uygun olup olmadığının araştırılmasında Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), Bartlett Ki-Kare Testleri uygulanmış ve sonuçlar tablo 3.7’de verilmiştir. Tabloya göre, KMO testi 0,84’tür. $0,84 > 0,50$ olduğu için tablo 3.6’daki değişkenlerimizin temel bileşenler analizi için uygun olduğunu söyleyebiliriz. Bartlett Ki-Kare Testi sonucunda ise testin istatistiki olarak anlamlıdır ve değişkenler arasında yüksek korelasyon ilişkisi mevcuttur. Yani, değişkenlerimiz temel bileşenler analizi için uygundur.

3.2 numaralı modelde yer alan değişkenler ve açıklamaları tablo 3.8’de ifade edilmektedir:

Tablo 3.8: Modelde Kullanılan Değişkenler ve Açıklamaları

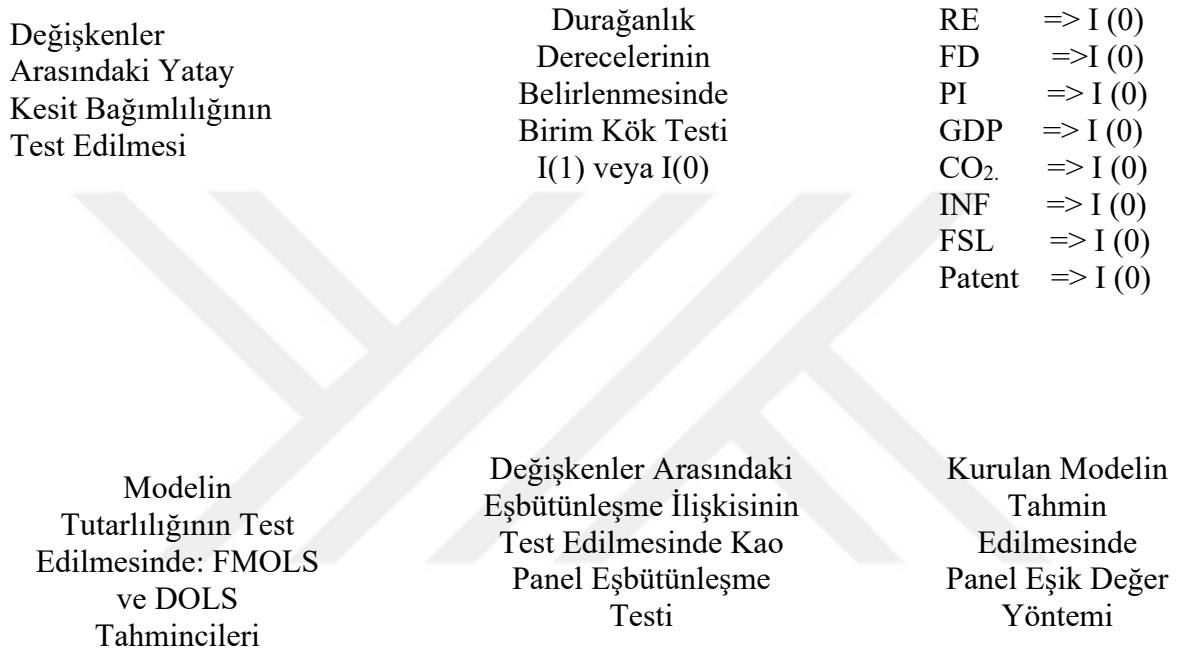
Değişkenler	Açıklamaları	Elde Edildiği Kaynak	Beklenen İşaret
RE	Yenilenebilir Enerji Yatırımları (Elektrik üretim Kapasitesi (MW))	IRENA	
FD	Finansal Gelişme Endeksi	IMF	+
PI	Politika Endeksi	Yazar Tarafından PCA Yöntemi ile Hesaplanmıştır.	+
GDP	Reel GSYİH (2010 sabit fiyatlarıyla ABD doları cinsinden)	World Bank	+
CO ₂	Kişi Başına Karbondioksit Emisyonu	World Bank	+
INF	Enflasyon (TÜFE olarak hesaplanan % değişim)	World Bank	+/-
FSL	Fosil yakıt tüketimi (toplam tüketimin içindeki % payı)	World Bank	-
Patent	Patent Başvuru Sayısı	World Bank	+

Bu çalışmada analiz dönemi 2000-2017 yıllık verilerinden oluşmakta ve E-7 olarak ifade edilen Çin, Hindistan, Brezilya, Meksika, Endonezya, Rusya ve Türkiye’yi

kapsamaktadır. E-7 ülkeleri, Dünya ticaret hacminde giderek artan payları, yüksek nüfusları ve teknolojiye yaptıkları atılımlarla birlikte ilerleyen yıllarda yenilenebilir enerjinin üretilmesi ve tüketilmesinde de ön plana çıkacakları düşünülmektedir. Bu sebepten dolayı çalışmanın örnekleminde E-7 ülkeleri seçilmiştir.

3.3.Yöntem ve Bulgular

Finansal gelişme ve yenilenebilir enerji yatırımları arasındaki ilişkinin ampirik olarak ortaya konmasında aşağıdaki şemada gösterilen prosedür aşamaları izlenmiştir.



Şekil: 3.1: Finansal Gelişme ve Yenilenebilir Enerji Yatırımları İlişkisinin Analiz Aşamaları

Buna göre ilk aşamada değişkenler arasındaki yatay kesit bağımlılığı test edilerek değişkenlerin durağanlık dereceleri belirlenmiştir. İkinci aşamada değişkenler arasında uzun dönemde bir ilişkinin varlığı Kao Panel Eşbütünleşme testi ile araştırılmıştır. Üçüncü aşamada parametre tahmininin yapılabilmesinde çalışmada temel model olarak kullanılan Hansen (1999) tarafından geliştirilen Panel Eşik Regresyon modeli ile katsayılar elde edilmiştir. Son aşamada ise, Panel Eşik Regresyon modelinde çıkan sonuçların tutarlılığının araştırılması için Phillips ve Moon (1999) tarafından geliştirilen FMOLS (Full Modified Ordinary Least Square) ve Kao ve Chiang (2000) tarafından geliştirilen DOLS (Dynamic Ordinary Least Square) yöntemleri uygulanarak uzun dönemli katsayılar elde edilmiştir.

3.3.1. Yatay kesit bağımlılığının test edilmesi

Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisini analiz etmek amacıyla yapılan çalışmada ilk olarak seriler arasında yatay kesit bağımlılığı test edilmiştir. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığının varlığı söz konusu ise, bu durumu göz önüne alarak analizin yapılması elde edilen bulguların güvenilirliğini ve doğruluğunu etkilemektedir (Breusch- Pagan, 1980; Peseran, 2004; Topaloğlu, 2017: 22). Yatay kesit bağımlılığının göz önünde bulundurulmadığı çalışmalarda analiz sonuçları, tutarsız ve sapmalı hale gelmektedir. Bu nedenle, panel veri analizi öncesinde seriler arasında yatay kesit bağımlılığının test edilmesi büyük önem taşımaktadır. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığının varlığı; zaman boyutunun yatay kesit boyutundan büyük olduğu ($T > N$) durumda Breusch Pagan (1980) LM testiyle, zaman boyutu yatay kesit boyutuna eşit olduğunda ($T = N$) Peseran (2004) CDLM2 testiyle, zaman boyutu yatay kesit boyutundan küçük olduğu durumda ($T < N$) ise Peseran (2004) CDLM testiyle kontrol edilmektedir (Yıldırım vd., 2013: 86). Bu çalışmada, zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük olan ($T > N$) durumlar için kullanılan Breusch Pagan (1980) LM testi kullanılmıştır. Tablo 3.9’da değişkenler arasındaki yatay kesit bağımlılığı sonuçları ifade edilmektedir. Yatay kesit bağımlılığına ait sonuçlar incelendiğinde tüm değişkenlere ait olasılık değerlerinin istatistiki olarak 0.05’ten küçük olduğu görülmekte ve sıfır hipotezini ifade eden “kesitler arası bağımlılık yoktur” reddedilmektedir. Buna göre paneli oluşturan değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığı söz konusudur.

Tablo 3.9: Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Değişkenler	LM Testi İstatistik değerleri
lnRE	358,002 (0.00) ***
FD	138,787 (0.00) ***
PI	341,31 (0.00) ***
lnGDP	350,185 (0.00) ***
CO2	209,823 (0.00) ***
İnf	58,386 (0.00) ***
Fossil	188,791(0.00) ***
Inpatent	260,250 (0.00) ***
Model	63,183 (0.00) ***

Not: () olasılık değerlerini göstermektedir. Ayrıca * 0,10, **0,05 ve *** 0,01 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Analizde kullanılacak değişkenlerin durağanlık derecelerinin belirlenmesinde kullanılacak birim kök testinin kullanılacağına, yatay kesit bağımlılığı sonuçlarına göre karar verilmiştir. Buna göre, çalışmanın bir sonraki aşamasında yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil panel birim kök testi yöntemi kullanılmıştır.

3.3.2. Birim kök testleri

Değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının bulunması nedeniyle, değişkenlerin durağanlık derecelerinin belirlenmesinde ikinci nesil panel birim kök testleri tercih edilmektedir. Dolayısıyla çalışmada, ikinci nesil birim kök testlerinden Pesaran'ın 2007 yılında geliştirdiği CIPS testi kullanılmıştır. Pesaran, Yatay Kesitli Geliştirilmiş Dickey-Fuller (Cross-Sectionally Augmented Dickey Fuller (CADF)) testi, aşağıda yer alan panel regresyon modeline uygulanarak modelde tahmin edilen $\hat{b}_i$ katsayılarının hesaplanan t istatistikleri kullanılarak serilerin durağanlık özellikleri analiz edilecektir (Pesaran, 2007:267-269).

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_i + b_i y_{i,t-1} + c_i \bar{y}_{i,t-1} + d_i \Delta \bar{y}_{i,t-1} + \varepsilon_{it} \quad (3.3)$$

Bu yöntemde “her bir yatay kesit, durağan değildir” şeklindeki hipotez, “yatay kesitlerin bir kısmı durağandır” şeklindeki hipoteze karşı sınanmaktadır.

$H_0: \hat{b}_i = 0$, tüm yatay kesitler için.

$H_1: \hat{b}_i < 0$, $i=1,2,...N_1$, $\hat{b}_i = 0$, $i=N_1 + 1, N_2 + 2,...N$.

Pesaran, CADF test istatistiklerinin aritmetik ortalamasını (Cross-sectionally augmented IPS (CIPS)) Yatay Kesitli Geliştirilmiş IPS test istatistiği olarak tanımlamakta ve söz konusu testi panel veri serilerinin durağanlık derecelerini belirlemede kullanmaktadır. CIPS testi, asimptotik olarak standart normal dağılıma sahiptir ve 3.4 numaralı denklemdeki gibi hesaplanmaktadır (Acaravcı vd., 2015: 124):

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (3.4)$$

Tablo 3.10'da değişkenlere ait Pesaran (2007) CIPS Test sonuçları belirtilmektedir. Tabloya göre, analizde kullanılan tüm değişkenler, sabit-trendli modelde düzey değerlerinde durağandır.

Tablo 3.10: Değişkenlere Ait Pesaran (2007) CIPS Testi Sonuçları

Değişken Adı	CIPS Test İstatistiği
lnRE	-3,039 (0,00)***
FD	-4,280 (0,00)***
PI	-2,974(0,00)***
lnGDP	-2,974 (0,00)***
CO2	-3,08(0,00)***
İnf	-1,304 (0,09)*
Fossil	-7,03(0,00)***
lnpatent	-6,87 (0,00)***

Not: () olasılık değerlerini göstermektedir. * 0,10, **0,05 ve *** 0,01 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

3.3.3. Panel eşik değer analizi

Finansal gelişme ve yenilenebilir enerji yatırımları arasındaki ilişkinin incelenmesin ana model olarak kullanılan Panel eşik regresyon yöntemi, regresyonun örneklemdeki tüm gözlemler arasında aynı mı yoksa farklı sınıflara mı ayrıldığıнын tespit edilmesinde kullanılmaktadır. İlk defa Tong (1983) tarafından ortaya konulan ve Hansen (1999) tarafından geliştirilen eşik regresyon analizi ile Hansen (1999), bireysel spesifik etkilere ve gözlemlere sahip $\{y_{it}, q_{it}, x_{it} : 1 \leq i \leq n, 1 \leq t \leq T\}$ dengeli paneller için bir tahmin yöntemi önermektedir. Buna göre, yukarıda ifade edilen eşitlikte yer alan i bireysel etkileri, t zamanı, y_{it} bağımlı değişkeni, q_{it} eşik değişkeni, x_{it} ise dışsal regresörlerin k boyutlu bir vektörünü ifade etmektedir. Eşik değer regresyon modelleri, gözlemlenen bir değişkenin değerine göre bireysel gözlemlerin rejimlere ayrılabilceğini ifade etmektedir (Altıntaş ve Koçbulut, 2019: 637). Sadece bir olası eşik değere sahip olan model:

$$y_{it} = \mu_i + \beta'_1 x_{it} I(q_{it} \leq \gamma) + \beta'_2 x_{it} I(q_{it} > \gamma) + \varepsilon_{it} \quad (3.5)$$

olarak ifade edilmektedir. 3.5 numaralı denklemde yer alan $I(.)$ gösterge fonksiyonu, γ ise eşik değeri ve $\varepsilon_{it} \sim (0, \sigma^2)$ ise bağımsız ve özdeş dağılmış (*iid*) hata terimini temsil etmektedir. q_{it} 'nin γ 'dan büyük veya küçük olmasına göre β_1 ve β_2 gibi eğim parametreleri iki ayrı rejime ayrılmaktadır. 5 numaralı denklem alternatif olarak aşağıda yer aldığı gibi yeniden yazılabilir:

$$y_{it} = \begin{cases} \mu_i + \beta_1 x_{it} + \varepsilon_{it}, & q_{it} \leq \gamma \\ \mu_i + \beta_2 x_{it} + \varepsilon_{it}, & q_{it} > \gamma \end{cases} \quad (3.6)$$

Ayrıca $x_{it}(\gamma) = \begin{pmatrix} x_{it} I(q_{it} \leq \gamma) \\ x_{it} I(q_{it} > \gamma) \end{pmatrix}$ ve $\beta = (\beta'_1 \beta'_2)$ olarak ifade edildiğinden denklem 3.5, farklı olarak şu şekilde yazılabilir (Hansen, 1999: 347).

$$y_{it} = \mu_i + \beta'_i x_{it}(\gamma) + \varepsilon_{it} \quad (3.7)$$

Hansen (1999), model tahmininde ilk olarak bireysel etkileri (μ_i) ortadan kaldırmanın yolunun bireye özgü spesifik etkilerin yok edilmesi olduğunu ifade etmektedir. Bunun için de denklem 3.5'in zaman indeksi (t) üzerinden ortalaması alındığında;

$$\bar{y}_i = \mu_i + \beta' \bar{x}_i(\gamma) + \bar{\varepsilon}_i \quad (3.8)$$

olarak ifade edilmektedir. Eşitlik 3.8'de yer alan $\bar{y}_i = T^{-1} \sum_{t=1}^T y_{it}$ ve $\bar{\varepsilon}_i = T^{-1} \sum_{t=1}^T \varepsilon_{it}$ iken $\bar{x}_i(\gamma) = T^{-1} \sum_{t=1}^T x_{it}(\gamma) = \begin{pmatrix} T^{-1} \sum_{t=1}^T x_{it} I(q_{it} \leq \gamma) \\ T^{-1} \sum_{t=1}^T x_{it} I(q_{it} > \gamma) \end{pmatrix}$ şeklinde olmaktadır. Denklem 3.7 ve 3.8'in farkları alınarak tekrar elde edilen denklem ise aşağıdaki gibidir:

$$y_{it}^* = \beta' x_{it}^*(\gamma) + \varepsilon_{it}^* \quad (3.9)$$

9 numaralı eşitlikte $y_{it}^* = y_{it} - \bar{y}_i$, $x_{it}^*(\gamma) = x_{it}(\gamma) - \bar{x}_i(\gamma)$ ve $\varepsilon_{it}^* = \varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i$ 'yi temsil etmektedir. Bu notasyon kullanılarak 9 numaralı eşitlik, 3.10 numaralı eşitliğe eşit olmaktadır.

$$Y^* = X^*(\gamma)\beta + \varepsilon^* \quad (3.10)$$

Herhangi bir (γ) değeri için, eğim katsayısını temsil eden β , sıradan en küçük kareler yöntemi (OLS) ile 3.11 numaralı eşitlikteki gibi tahmin edilmektedir:

$$\hat{\beta}(\gamma) = (X^*(\gamma)'X^*(\gamma))^{-1}X^*(\gamma)'Y^* \quad (3.11)$$

Chan (1993) ve Hansen (1999)'e göre hata kareler toplamı minimize edilerek 3.12 numaralı eşitlik yardımıyla eşik değeri (γ) daha kolay tahmin edilebilmektedir.

$$S_1(\gamma) = \hat{\varepsilon}^*(\gamma)' \hat{\varepsilon}^*(\gamma) = Y^{*'}(I - X^*(\gamma)'(X^*(\gamma)'X^*(\gamma))^{-1}X^*(\gamma)')Y^* \quad (3.12)$$

$$\hat{\gamma} = \underset{\gamma}{\operatorname{argmin}} S_1(\gamma) \quad (3.13)$$

İlk olarak $\hat{\gamma}$ hesaplanır ve eğim katsayısı $\hat{\beta} = \hat{\beta}(\gamma)$ olarak tahmin edilir. Kalıntı vektörü $\hat{\varepsilon}^*(\gamma)' \hat{\varepsilon}^*(\gamma)$ ve kalıntı varyansı ise aşağıda yer alan eşitlik 14 ile tahmin edilir (Hansen, 1999: 349).

$$\hat{\sigma}^2 = (\eta(T-1))^{-1} \hat{\varepsilon}^{*'} \hat{\varepsilon}^* = (\eta(T-1))^{-1} S_1(\hat{\gamma}) \quad (3.14)$$

Hansen (1999) tarafından geliştirilen yöntemde, eşitlik 3.5, tek eşik değere sahiptir. Eşik değerin anlamlılığını test etmek için kurulan $H_0: \beta_1 = \beta_2$ şeklindeki sıfır hipotezi eşik etkisinin olmadığını yani modelin doğrusal olduğunu ifade ederken, alternatif hipotez $H_1: \beta_1 \neq \beta_2$ ise eşik etkisinin varlığını yani modelin doğrusal olmadığını göstermektedir. Hipotezlerin geçerliliği F istatistiğine göre belirlenmekte olup, F istatistiği 3.15 numaralı eşitlikteki gibi oluşturulmaktadır. H_0 hipotezi altında eşik değeri belirlenemez ve F_1 standardın dışında asimptotik bir dağılıma sahiptir. Eşik etkisinin anlamlılığı F istatistiğinin kritik değerleri üzerinde bootstrap kullanılarak test edilmektedir. S_0 ise doğrusal modelin hata kareler toplamını ifade etmektedir (Wang, 2015:123; Altıntaş ve Koçbulut, 2019: 639).

$$F_1 = \frac{(S_0 - S_1(\hat{\gamma}))}{\hat{\sigma}^2} \quad (3.15)$$

Hansen (1999)'a göre, eşik değeri için güven aralığı oluşturmanın en iyi yolunun (γ) üzerinde yapılan testler için olasılık oranlarını kullanarak kabul bölgesi oluşturmaktır. Buna göre, F_1 , $H_0: \beta_1 = \beta_2$ hipotezini test ederken, $LR_1(\gamma_0)$ ise $H_0: \gamma = \gamma_0$ hipotezini test etmektedir. Aşağıda yer alan eşitlik 3.16, olasılık oran istatistiğini göstermektedir.

$$LR_1(\gamma) = \frac{S_1(\gamma) - S_2(\hat{\gamma})}{\hat{\sigma}^2} \quad (3.16)$$

$H_0: \gamma = \gamma_0$ hipotezinin test edilmesi için olabilirlik oran testi, $LR_1(\gamma_0)$ 'ın büyük değerlerini reddetmektedir. Bazı durumlarda yapılan çalışmalarda, iki veya daha fazla eşik değerli modelin test edilmesi gerekebilmektedir. Buna göre, birden çok eşik değer varlığı eşitlik 17'deki gibi test edilmektedir.

$$y_{it} = \mu_i + \beta'_1 \chi_{it} I(q_{it} \leq \gamma_1) + \beta'_2 \chi_{it} I(\gamma_1 < q_{it} \leq \gamma_2) + \beta'_3 \chi_{it} I(\gamma_2 < q_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (3.17)$$

17 numaralı denklemde, eşik değerler (γ_1, γ_2) $\gamma_1 < \gamma_2$ olmalıdır. Hansen (1999)'a göre, iki eşik değerli modelden hareketle daha yüksek dereceli eşik değer modellerinin de kolaylıkla türetilenmektedir. 3.17 numaralı eşitlikte yer alan eşik değerlerin eğim katsayıları $(\beta_1, \beta_2, \beta_3)$ doğrusal olduğu için OLS tahmini uygun olmakta ve tek eşik değerli modelde de yer aldığı biçimde hata kareler toplamı $S(\gamma_1, \gamma_2)$ kolayca hesaplanabilmektedir (Hansen, 1999: 353). Çoklu eşik değer modeli değerlendirildiğinde de hipotezler $H_0: \beta_1 = \beta_2$ ve $H_1: \beta_1 \neq \beta_2$ olmakta ve sıfır hipotezinin reddedilmesi en az bir eşik değer var olduğunu göstermektedir (Sekmen ve Topuz, 2019: 262).

Finansal gelişme ve yenilenebilir enerji yatırımları arasındaki ilişkinin incelenmesinde kullanılan ampirik modelin formu aşağıdaki gibidir:

$$y_{it} = u_i + \beta_1 \tilde{\pi}_{it} I(\tilde{\pi}_{it} \leq \gamma_1) + \beta_2 \tilde{\pi}_{it} I(\gamma_1 < \tilde{\pi}_{it} \leq \gamma_2) + \beta_3 \tilde{\pi}_{it} I(\gamma_2 < \tilde{\pi}_{it} \leq \gamma_3) + \beta_3 \tilde{\pi}_{it} I(\gamma_2 < \tilde{\pi}_{it}) + \delta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.18)$$

3.18 numaralı eşitlikte yer alan model, üçlü eşik modelini temsil etmektedir. y_{it} , bağımlı değişkeni, i ülkesinin t dönemindeki yenilenebilir enerji yatırımlarını, ε_{it} hata terimini, u_i , ülkelere özgü sabit etkileri, $\tilde{\pi}_{it}$, dışsal eşik değişkeni olan finansal gelişmeyi ve I ise gösterge fonksiyonunu ifade etmektedir. Ayrıca, $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ çoklu eşik modelinde finansal gelişme için eşik parametrelerini temsil ederken, X_{it} ise kontrol değişkenlerden oluşan vektördür.

Finansal gelişme ve yenilenebilir enerji yatırımları ilişkisinin belirlenmesinde eşik değer sayısını belirlemek için 18 numaralı model, üç eşik düzeyini içerecek formda en küçük kareler yöntemi kullanılarak tahmin edilmektedir. Bu kapsamda çoklu eşik modeline ait bulgular Tablo 3.11'de ifade edilmektedir. γ_1, γ_2 , ve γ_3 sırasıyla modelde tahmin edilen birinci, ikinci ve üçüncü eşik değerleri temsil etmektedir. Ayrıca Tablo 3.11'de tahmin edilen eşik parametrelerinin F istatistik değerleri ve bu değerlere ait bootstraplı olasılık değerleri yer almaktadır. Buna göre birinci eşik değer parametresinin F istatistik değeri, %1, %5 ve %10 kritik değerlerinden büyük iken, ikinci ve üçüncü eşik değer parametrelerinin ise F istatistik

değerleri her üç kritik değerden de küçük ve anlamlı değildir. Dolayısıyla tahmin edilen modelde tek eşik değer vardır ve bu değer 0,3602 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.11: Eşik Değer Testi

Bir Eşik Değer için Test	
γ_1	0,3602
F-İstatistiği	24,76
p-değeri	0,000
(%10, %5 ve %1 kritik değerleri)	(10,52), (12,84), (16,72)
İki Eşik Değer için Test	
γ_2	0,4319
F-İstatistiği	8,18
p-değeri	0,20
(%10, %5 ve %1 kritik değerleri)	(10,75), (12,40), (16,68)
Üç Eşik Değer için Test	
γ_3	0,4295
F-İstatistiği	5,38
p-değeri	0,42
(%10, %5 ve %1 kritik değerleri)	(12,05), (16,10), (22,89)

Not: Modelde 500 bootstrap replikasyon kullanılmıştır.

Finansal gelişme ve yenilenebilir enerji yatırımları arasındaki ilişkinin Panel Eşik Regresyon modeline ait tahminler Tablo 3.12’de yer almaktadır. Tablo 3.11’de yer alan sonuçlar, tekli eşik modelinden elde edilen sonuçları ifade etmektedir. Buna göre tabloda finansal gelişme ve yenilenebilir enerji yatırımları arasında doğrusal bir ilişkinin bulunmadığını göstermektedir. β_1 ve β_2 ise finansal gelişmenin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki rejime bağlı etkisini gösteren katsayılardır. Hem β_1 hem de β_2 katsayısı pozitif olmakla beraber, istatistiki olarak da %1 seviyesinde anlamlıdır. Böylelikle sonuçlara göre, hem eşik değer altında ($FD \leq 0,3602$) hem de eşik değer üzerinde bir ($FD > 0,3602$) finansal gelişme, yenilenebilir enerji yatırımlarını incelenen ülke grubunda pozitif etkilemektedir. Bununla birlikte marjinal etkileri gösteren katsayıların büyüklüğüne bakıldığında ise, finansal gelişmede görülen artışın yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki pozitif etkisi eşik değer üzerinde daha düşüktür. Söz konusu bu sonuç finansal gelişmenin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki pozitif marjinal etkisinin eşik değer üzerinde azalma eğilimi gösterdiği şeklinde değerlendirilebilir.

Tablo 3.12: Finansal Gelişme Eşik Değer ve Yenilenebilir Enerji Yatırımları Modeli Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken Yenilenebilir Enerji Yatırımları (RE)	
Eşik Değer Parametresi (γ_1)	0,3602
Eşik Değer Parametre Anlamlılığı için p- değeri	0,0000***
Finansal Gelişmenin YE Yatırımları Üzerindeki Etkisi (FD Rejim Katsayıları)	
β_1	1,3125(0.000)***
β_2	0,8573(0.000)***
Kontrol Değişkenler	

PI	0,0604(0.000)***
lnGDP	0,3603(0.000)***
CO ₂	0,1363(0.078)**
İnf	0,6458(0.000)***
Fossil	-0,3055(0.056)*
lnpatent	0,2247(0.000)***

Not: () olasılık değerlerini göstermektedir. * 0,10, **0,05 ve *** 0,01 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Son olarak tahmin edilen modelde, yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde etkisi olduğu incelenen literatür çerçevesinde belirlenen değişkenlerin etkileri kontrol edilmektedir. Buna göre, ilk olarak Politika Endeksindeki %1 artış, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,06 oranında, Reel GSYİH'daki %1'lik artış, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,36 oranında, karbon emisyonlarındaki %1'lik artış YE yatırımlarını 0.13 oranında, enflasyondaki %1'lik artış, YE yatırımlarını 0,64 oranında ve patent başvurularındaki %1'lik artış, YE yatırımlarını 0,22 oranında artırırken, fosil yakıt tüketimindeki %1'lik artış ise YE yatırımlarını 0,30 oranında azaltmaktadır.

3.3.4. Kao panel eşbütünleşme testi

Çalışmada, değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesinde Kao Panel Eşbütünleşme Testi kullanılmıştır. Kao (1999) tarafından geliştirilen panel eşbütünleşme testi, sıfır hipotezinin seriler arasında eşbütünleşik bir ilişkinin olmadığını gösteren hata kalıntıları (ε_{it}) için DF ve ADF testlerine dayanmaktadır. Pedroni(1999) testinin aksine homojen ve kesikli katsayılar özelinde bir sınamayı ifade eden söz konusu test, aşağıda yer alan bir panel regresyon modeliyle ifade edilmektedir (Lau vd., 2011: 148; Akıncı vd., 2014: 88):

$$y_{it} = x'_{it}\beta + z'_{it}\gamma + \varepsilon_{it} \quad (3.19)$$

Eşitlik 3.19'da yer alan y_{it} ve x_{it} 'nin birinci dereceden yani I(1) seviyesinde durağan oldukları ve eşbütünleşik bir ilişkinin gerçekleşmediği varsayılmaktadır. $z_{it} = \{\mu_i\}$ gibi bir eşitliği savunan Kao(1999), ε_{it} serisi için yapılan ADF ve DF birim kök testlerinden yola çıkarak seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisini araştırmıştır. DF serisinin, $\hat{\varepsilon}_{it} = \rho\hat{\varepsilon}_{i,t-1} + v_{it}$ ve ADF serisinin $\hat{\varepsilon}_{it} = \rho\hat{\varepsilon}_{i,j-1} + \sum_{j=1}^p \theta_j \Delta\hat{\varepsilon}_{i,t-j} + v_{itp}$ eşitlikleri yardımıyla hesaplandığı kalıplarda $\hat{\varepsilon}_{it} = \tilde{y}_{it} - \tilde{x}_{it}\hat{\beta}$ ve $\tilde{y} = y_{it} - \bar{y}_i$ olarak ifade edilmektedir. Bu kalıplardan hareketle ρ ve t istatistiklerinin EKK tahminleri,

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \hat{\varepsilon}_{it} \hat{\varepsilon}_{i,t-1}}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \hat{\varepsilon}_{it}^2} \quad \text{ve} \quad t_{\rho} = \frac{(\hat{\rho}-1) \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \hat{\varepsilon}_{i,t-1}^2}}{S_e} \quad (3.20)$$

denklemleri aracılığıyla hesaplanmaktadır. Tablo 3.13'te Kao Panel Eşbütünleşme sonuçları gösterilmektedir. Kao Panel Eşbütünleşme testi sonuçlarına göre, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.13. Kao Panel Eşbütünleşme Sonuçları

Kao Panel Eşbütünleşme Testi	T istatistiği	Olasılık Değeri
ADF	-2,7395	0,0031*

Not: Tabloda * işareti, ilgili test istatistiğinin %1 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı olduğunu ifade etmektedir.

3.3.5. Panel FMOLS ve DOLS tahmincileri

Değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığına yönelik bulguların elde edilmesi durumunda, ilişkinin yönünün ve derecesinin belirlenmesi amacıyla panel eşbütünleşik regresyon modelleri tahmin edilmektedir (Recepoglu ve Değer, 2016: 12). Literatürde eşbütünleşik panel veri değişkenleri arasındaki ilişkiyi tahmin etmek için Phillips ve Moon (1999) tarafından geliştirilen tam dönüştürülmüş en küçük kareler (Full Modified Ordinary Least Squares-FMOLS) yöntemi ile Kao ve Chiang (2001) tarafından geliştirilen dinamik en küçük kareler (Dymanic Ordinary Least SquaresDOLS) yöntemi yoğun bir biçimde kullanılmaktadır. FMOLS ve DOLS yöntemleri, aralarında uzun dönemli ilişki bulunan serilerin EKK yöntemiyle tahmin edilmesi durumunda sapmalı sonuçların ortaya çıkması üzerine geliştirilmiş yöntemlerdir. FMOLS yöntemi, içsellik ve otokorelasyon problemini parametrik olmayan bir yaklaşımla düzeltirken, DOLS yöntemi ise, değişkenler gecikmeli değerleriyle alınarak otokorelasyon giderilmekte ve bu şekilde tahmin yapılmaktadır (Vergil ve Ayaş, 2009: 105; Üçler ve Kızılkaya, 2014: 36).

Bu yöntemlerden biri olan FMOLS yöntemi, bireysel kesitler arasında heterojenliğe önemli ölçüde izin vermektedir. Ayrıca, sabit terim, hata terimi ve bağımsız değişkenlerin farkları arasında oluşabilecek korelasyonları da hesaba katmaktadır (Kök ve Şimşek, 2006). Pedroni(2000, 2001) ve Phillips ve Moon (1999) tarafından geliştirilen FMOLS yöntemi, aşağıdaki panel regresyon modeline dayanmaktadır;

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \mu_{it} \quad (3.21)$$

$$x_{it} = x_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (3.22)$$

3.21 numaralı denklemde ifade edilen y_{it} bağımlı değişkeni, x_{it} bağımsız değişkenleri ve α_i ise sabit etkileri ifade etmektedir. Denklem 3.21'de hata terimleri durağan bir süreç olarak yer almaktadır. Bu sebepten dolayı y_{it} birinci dereceden bütünleşik olduğu durumda y_{it} ve x_{it} arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi mevcuttur. Bu sayede β , tahmin edilmesi gereken uzun dönem eşbütünleşme vektörünü göstermiş olmaktadır. Panel FMOLS tahmincisinde panel

için eşbütünleşme vektörü elde edilirken ilk olarak 3.21 numaralı eşitlikteki model, her bir yatay kesit için FMOLS tahmincisi kullanılarak tahmin edilmektedir. Daha sonra ikinci olarak ise, her bir yatay kesite ait FMOLS tahmininden elde edilen eşbütünleşme katsayılarının ortalaması alınarak panel için eşbütünleşme vektörü hesaplanmaktadır (Nazlıoğlu, 2010: 99; Gülmez, 2015: 24). Diğer taraftan DOLS yöntemi ise, eşitlik 3.23'teki regresyon modelinin tahminini gerektirmektedir (Taasim vd., 2020: 26):

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \sum_{k=-K_i}^{K_i} \mu_{it}^* \quad (3.23)$$

Bu regresyon modelinde, $-K_i$ ve K_i öncül ve gecikme sayılarını ifade etmektedir. Yukarıda yer alan denklem yardımıyla elde edilen panel eşbütünleşme katsayısı ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\hat{\beta}_{GD}^* = N^{-1}(\sum_{i=1}^N Z_{it}Z'_{it})^{-1} (\sum_{i=1}^N Z_{it}Y_{it}^*) \quad (3.24)$$

Burada $\hat{\beta}_{GD}^*$, her bir yatay kesit için DOLS tahmininden elde edilen eşbütünleşme katsayısını ifade ederken, Z ise $(Z_{it} = (X_{it} - X_i^-, \Delta X_{i,t-k}, \dots, \Delta X_{i,t+k}))$ $2(K+1) \times 1$ boyutlu vektördür. Tablo 3.14' de Panel FMOLS ve DOLS Tahmin sonuçları yer almaktadır.

Tablo 3.14: Panel FMOLS ve DOLS Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken: Yenilenebilir Enerji Yatırımları (RE)				
Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	T istatistiği	Olasılık Değeri
FMOLS				
FD	0,8881	0,3169	2,8022	0,0066***
PI	0,0520	0,0167	3,1059	0,0024***
lnGDP	0,4400	0,1495	2,9433	0,0040***
CO2	0,2438	0,1155	2,1099	0,0372**
İnf	0,7720	0,2205	3,4998	0,0007***
Fossil	-0,4813	0,2332	-2,0639	0,0415**
lnpatent	0,2414	0,0411	5,8736	0,0000***
DOLS				
FD	0,7421	0,3281	2,2616	0,0256**
PI	0,0620	0,0177	3,4911	0,0007***
lnGDP	0,3611	0,1517	2,3805	0,0190***
CO2	0,1275	0,1247	1,0221	0,3089
İnf	0,5631	0,2092	2,6912	0,0082***
Fossil	-0,2709	0,2538	-1,0673	0,2881
lnpatent	0,2290	0,0425	53870	0,0000***

Not: () olasılık değerlerini göstermektedir. * 0,10, **0,05 ve *** 0,01 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Buna göre FMOLS tahminleri, finansal gelişmedeki %1'lik artışın yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,88 arttırdığını, devletin yenilenebilir enerji yatırımlarına verdiği finansal destekteki %1'lik artışın, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,05 arttırdığını, Reel GSYİH'daki %1'lik artışın yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,44 arttırdığını, karbon emisyonlarındaki %1'lik artışın, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,24 arttırdığını, enflasyon oranındaki %1'lik artışın, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,77 arttırdığını, patent başvuru sayılarındaki %1'lik

artışın, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,24 arttırdığını gösterirken, fosil yakıt tüketimindeki %1’lik artışın, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,48 oranında azalttığını göstermektedir.

DOLS tahminlerinde ise FMOLS tahminleriyle benzer şekilde, finansal gelişmedeki %1’lik artış, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,74 oranında, devletin yenilenebilir enerjiye verdiği finansal teşviklerdeki %2’lik artış yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,06 oranında, reel GSYİH’deki %1’lik artış yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,36 oranında, enflasyon oranındaki %1’lik artış yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,56 oranında, patent başvuru sayılarındaki %1’lik artış ise yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,22 oranında arttırmaktadır. Bunun yanı sıra fosil yakıt tüketimi ve karbon emisyonlarına ait değişkenler ise istatistiki olarak anlamsız bulunmuştur. Genel olarak bu noktada FMOLS ve DOLS tahmin sonuçlarının benzer olduğu söylenebilmektedir.

3.4. Tahmin Sonuçlarının Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi

E-7 ülkelerinde finansal gelişme ve yenilenebilir enerji yatırımları ilişkisinin incelendiği çalışmada, temel model olarak Panel eşik regresyon modeli kullanılmıştır. Panel eşik regresyon modelinde, eşik parametresi 0,3602 olarak bulunmuş ve bu sonuç istatistiki olarak da %1 düzeyinde anlamlıdır. Elde edilen sonuçlar Ramzi vd. (2020), Anton ve Nucu (2020), Eren vd. (2019) ve Raza vd. (2020) ile de uyumludur. İfade edilen çalışmalarda finansal gelişmenin yenilenebilir enerji üzerinde pozitif etkisinin olduğu bulunmuştur. Bunun yanı sıra çalışma bulguları Burakov ve Freidin (2017) ile uyuşmamaktadır. Söz konusu çalışma, finansal gelişmenin yenilenebilir enerji üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığına yönelik sonuçlar içermektedir. Diğer taraftan finansal gelişme rejim katsayılarını ifade eden β_1 ve β_2 katsayıları ise sırası ile 1,3125 ve 0,8573 olarak bulunmuş ve elde edilen bu sonuçlar istatistiki olarak %1 düzeyinde anlamlıdır. Bu ifade etmektedir ki; hem eşik değerin altında ($FD \leq 0,3602$) hem de eşik değerin üzerinde bir ($FD > 0,3602$) finansal gelişme, yenilenebilir enerji yatırımlarını incelenen ülke grubunda pozitif etkilemektedir. Bununla birlikte finansal gelişmenin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki pozitif marjinal etkileri eşik değerin üzerinde azalma eğilimindedir. Diğer bir ifade ile bu sonuç finansal gelişme ile birlikte sermaye piyasalarının derinleşmesinin, finansal gelişmenin düşük seviyelerinde yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde daha güçlü ve pozitif bir etkisi olduğu, eşik değerin üzerinde ise finansal gelişmenin daha zayıf ancak yine olumlu katkısının olduğunu ifade etmektedir. Bu durum finansal gelişme seviyesinin marjinal etkisinin azaldığını ve doğrusal olmayan etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni ise finansal gelişme arttıkça finansal sistemde fon miktarının artmasına karşın söz konusu fonların atıl olarak kaldığı ve finansal gelişme artış seviyesiyle

aynı oranda yenilenebilir enerji yatırımlarına yönlendirilememesi olarak ifade edilebilmektedir. Yani finansal sistemin gelişmesiyle yatırımlar arasında bir dengesizlik oluşmaktadır. Bu ise finansal sistemin ileriki seviyelerinde reel ekonomiyi ve yatırımları finanse etme kabiliyetini azaltarak yenilenebilir enerji yatırımlarının finansman maliyetlerini artırmaktadır. Kısaca, finansal gelişme yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde pozitif fakat azalan marjinal etkilere sahiptir. Modelin sağlamlığının test edilmesinde kullanılan FMOLS ve DOLS tahmin sonuçlarında ise, temel model ile benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. FMOLS modelinde finansal gelişmedeki %1’lik artışın yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,88 arttırdığı ve DOLS modelinde ise finansal gelişmedeki %1’lik artışın yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,74 arttırdığı ve bu sonuçların istatistiki olarak da anlamlı olduğu görülmektedir.

Devletin yenilenebilir enerjiye verdiği finansal destekleri temsil eden politika endeksi ise hem temel modelde hem de FMOLS ve DOLS modellerinde yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde pozitif etkiye sahiptir. Elde edilen sonuçlar her üç modelde de istatistiki olarak %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Buna göre panel eşik regresyon modelinde politika endeksindeki %1’lik artış, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,06 oranında, FMOLS modelinde 0,05 oranında ve DOLS modelinde ise 0,06 oranında arttırmaktadır. Elde edilen bu sonuçlar Yılmaz ve Hotunluoğlu (2015), Kaya ve Bayraktar (2019), Crago ve Chernyakhovskiy (2014) ve Berksoy ve Akdoğan (2018)’in çalışmalarıyla da uyumludur. Söz konusu çalışmalarda, devletin yenilenebilir enerji yatırımlarına verdiği teşvikler arttıkça, yenilenebilir enerji yatırımları bundan pozitif etkilenmektedir. Yenilenebilir enerji eğiliminin dünyada artmasıyla beraber, birçok ülke hükümet politikası olarak söz konusu alana kaynak ayırmakta ve çeşitli mali ve finansal teşvikler sunmaktadır. Bu kapsamda ülkeler, enerji az güvenliğini sağlamak, iklim ve doğayı fosil yakıtların etkisinden kurtarmak ve ekonomik gelişmişliği sağlamak gibi sebeplerden dolayı, yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmektedir.

GSYİH, hem temel modelde hem de FMOLS ve DOLS modellerinde yenilenebilir enerji yatırımlarını pozitif etkilemekte ve sonuçlar her üç modelde de istatistiki olarak %1 düzeyinde anlamlıdır. Panel eşik regresyon modelinde GSYİH’deki %1’lik artış, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,36 oranında arttırırken, FMOLS modelinde 0,44 ve DOLS modelinde ise 0,36 oranında arttırmaktadır. Bir ekonomik kalkınma göstergesi olarak GSYİH, yenilenebilir enerji yatırımlarını önemli ölçüde teşvik ettiği söylenebilir. Ortaya çıkan bu sonuçlar, Wang ve Wang (2020), Lin ve Moubarak (2014), Koçak ve Şarkgüneşi (2017), Özşahin vd. (2016) ile de uyumludur. Söz konusu çalışmalarda, yenilenebilir enerji ile GSYİH arasında pozitif bir etkinin varlığına dair sonuçlar elde edilmiştir. Daha yüksek gelir düzeyi, yenilenebilir enerji

yatırımlarını teşvik etmek için maliyetlerin karşılanmasında büyük öneme sahiptir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin, genellikle fosil yakıt maliyetlerinden yüksek olması fosil enerji kaynaklarına dayalı altyapıları diğer yenilenebilir tabanlı olanlarla değiştirmenin maliyetini de oldukça yükseltmektedir. Bu kapsamda, daha yüksek gelir düzeyi yenilenebilir enerjinin artan üretimi ve kullanımı için önemli olan yeni teknolojilere erişme veya bunları geliştirme olasılığına izin verecektir. Diğer taraftan çalışmada elde edilen bulgular, Payne (2009) ve Kesbiç ve Er (2017) ile uyuşmamaktadır. Payne (2009) ve Kesbiç ve Er (2017) çalışmalarında, yenilenebilir enerji ile GSYİH arasında anlamlı bir ilişki bulamamışlardır.

Karbon emisyonları katsayısının temel modelde ve FMOLS modelinde yenilenebilir enerji yatırımlarını pozitif etkilediği ve katsayıların istatistiki olarak %5 düzeyinde anlamlı olduğu bulunurken, DOLS modelinde değişkenin katsayısı yine pozitif olmakla beraber elde edilen sonuç istatistiki olarak anlamsız bulunmuştur. Yıldırım ve Kaya (2021)'in de belirttiği gibi yenilenebilir enerjinin teşvik edilmesinde en önemli unsurların başında karbon emisyonları olduğu tespit edilmiştir. Her ne kadar karbon emisyonları katsayısı istatistiki olarak temel model ve FMOLS modelinde %5'te anlamlı olsa da yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde pozitif ve güçlü bir etkiye sahiptir. Bugün küresel anlamda yapılan pek çok girişimin de işaret ettiği gibi, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimde en güçlü unsurlardan birisi de çevresel faktörlerdir. Buna göre karbon emisyonlarındaki %1'lik artış Panel eşik regresyon modelinde yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,13 oranında, FMOLS modelinde ise 0,24 oranında arttırmaktadır. Elde edilen sonuçlar, Omri ve Nguyen (2014), Nguyen ve Kakinaka (2019) ve Bamati ve Raoofi (2020) ile de uyumludur. Söz konusu çalışmalarda karbon emisyonlarındaki yenilenebilir enerjiyi pozitif etkilemektedir. Karbon emisyonlarındaki artış, çevre koşullarını kötüleştirmekte ve dolayısıyla daha temiz bir çevre için temiz enerji kaynaklarının geliştirilmesinde politik baskı uygulanmaktadır. Böylece daha temiz bir çevre için artan talep yenilenebilir enerji yatırımlarını da teşvik etmektedir.

Enflasyon, tahmin edilen her üç modelde de yenilenebilir enerji yatırımlarını pozitif etkilerken, yine her üç modelde de elde edilen sonuçlar istatistiki olarak %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Buna göre temel modelde, enflasyondaki %1'lik artış, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,64 oranında artırırken, FMOLS modelinde 0,77 ve DOLS modelinde ise 0,56 oranında arttırmaktadır. Buna göre elde edilen sonuçlar, Malik vd. (2014) ile karşılaştırıldığında benzerlik göstermektedir. Fakat diğer taraftan, elde edilen sonuçlar Yahya ve Rafiq (2019)'un çalışmalarıyla örtüşmemektedir. Buna göre literatürde, enflasyonun yenilenebilir enerji yatırımlarına etkisi üzerinde net bir uzlaşa bulunmamaktadır. Bu nedenle enflasyon yenilenebilir enerji yatırımlarını olumlu ve olumsuz olarak etkileyebilmektedir değerlendirmesi

yapılabilir. Yani enflasyon bir yandan, sermaye maliyetinde artış yaratarak yatırım miktarını olumsuz etkilerken diğer yandan, yatırım portföyünde bir değişim yaratarak, portföyü finansal sektörden reel sektöre kaydırmak suretiyle sermayenin yoğunluğunu artırarak yatırımları hızlandırmaktadır.

Fosil yakıt tüketimi yenilenebilir enerji yatırımlarını hem panel eşik regresyon modelinde hem de FMOLS ve DOLS modellerinde negatif etkilerken, elde edilen katsayılar Panel eşik regresyon ve FMOLS modelinde istatistiki olarak sırasıyla %10 ve %5 düzeyinde anlamlı bulunmuş fakat, DOLS modelinde ise anlamsız bulunmuştur. Günümüzde hala fosil yakıtların kullanımı yenilenebilir kaynaklara göre daha yoğundur. Bu sebepten dolayı fosil yakıt tüketimi katsayısının %10 ve %5 gibi bir anlamlılık düzeyinde olması kabul edilebilir bir sınırdır. Buna göre, fosil yakıt tüketimindeki %1’lik artış yenilenebilir enerji yatırımlarını temel modelde 0,30 oranında, FMOLS modelinde ise 0,48 oranında azaltmaktadır. Elde edilen bu sonuçlar, Marques vd. (2010) ile de uyumludur. Marques vd. (2010) çalışmalarında, fosil enerji kaynaklarının yenilenebilir enerjiyi kısıtladığına dair sonuçlar elde etmişlerdir. Fosil kaynaklar ve yenilenebilir enerji kaynakları birbirlerinin ikamesi olarak kabul edilmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının gerek maliyet azalışları nedeniyle gerek bu konuda toplumsal bilincin ortaya çıkması nedeniyle artış göstermesi, söz konusu kaynakları fosil yakıtlara iyi birer alternatif olarak karşımıza çıkarmaktadır. Bu sebepten dolayı fosil yakıt tüketimi ve yenilenebilir enerji yatırımları arasında negatif bir ilişkinin olması beklenen bir durum olmaktadır. Bu çerçevede fosil yakıt kullanımının artması, yenilenebilir enerji yatırımlarını olumsuz etkilemektedir.

Son olarak patent başvuruları ise hem temel modelde hem de FMOLS ve DOLS modellerinde yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde pozitif etkiye sahip ve istatistiki olarak %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Temel modelde patent başvurularındaki %1’lik artış, YE yatırımlarını 0,22 oranında, FMOLS modelinde 0,24 oranında ve DOLS modelinde ise 0,22 oranında arttırmaktadır. Elde edilen bu sonuçlar, Geng ve Ji (2016) ve Popp vd. (2011) ile de uyumludur. Söz konusu çalışmalarda, uzun vadede teknolojik yeniliği temsil eden patent sayılarının yenilenebilir enerji yatırımlarını pozitif etkilediği bulunmuştur. Teknolojik ilerlemeler ve inovasyon, yatırım maliyetlerini düşürmekte ve çoğu ülkede yenilenebilir enerji yatırımlarının artışına katkı sağlamaktadır. Öte yandan, çalışma sonuçları, Gan ve Smith (2011) ile örtüşmemektedir. Gan ve Smith (2011)’in OECD ülkeleri için yaptıkları çalışmada, teknoloji ve inovasyonun yenilenebilir enerji üzerinde anlamlı bir etkisi bulunamamıştır.

SONUÇ

Teknolojik ilerlemeler ve nüfus artışı, bir yandan tüketim miktarını artırırken diğer yandan ise kitlesel üretimin artmasına yol açmıştır. Üretim ve tüketim miktarlarına paralel olarak ise enerji ihtiyacı her geçen gün daha önemli hale gelmiştir. Bugün artan enerji ihtiyacının karşılanmasında büyük oranda fosil enerji kaynakları kullanılmaktadır. Özellikle sanayi devrimiyle beraber üretimde önemli bir girdi olarak kullanılan fosil kökenli enerji kaynakları, dünyanın belirli bölgelerinde toplandıkları için homojen bir dağılım göstermemektedir. Bu sebepten dolayı söz konusu kaynakları üreten ve tüketen ülkeler arasında sık sık siyasi, sosyal ve ekonomik açıdan pek çok problem ortaya çıkmaktadır. Enerji talebini ithalat yoluyla karşılayan ülke ekonomilerinde enflasyon, cari açık sorunu ve düşük büyüme oranları gibi makroekonomik problemler ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra enerjiyi ithal eden ülke ve enerjide ev sahibi ülke arasında siyasi kırılganlıklar da ortaya çıkabilmektedir. Diğer taraftan fosil enerji kaynakları rezervlerle sınırlıdır. Gelecekte söz konusu kaynakların tükenerek olma ihtimali yeni enerji kaynakları arayışını gündeme getirmektedir. Ayrıca fosil enerji kaynakları küresel ısınmaya neden olarak ekolojik dengenin bozulmasına da yol açmaktadır. Küresel ısınmaya neden olan sera gazı emisyonlarının büyük çoğunluğu enerji kullanımı ile ortaya çıkmaktadır. Enerji talebini karşılamada kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların yoğun şekilde kullanılması karbondioksit gazı açığa çıkarak küresel ısınmayı tetiklemektedir. Tüm bu problemler neticesinde, fosili yakıtlara iyi bir alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynakları ortaya çıkmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynakları sonsuz, yerli ve çevresel deformasyona neden olmayan temiz enerji kaynaklarıdır. Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarının gerek çevresel gerek ekonomik ve toplumsal sorunlara çözüm niteliği taşıdığı düşünülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji maliyetlerini düşürmek, hava ve çevre kalitesini iyileştirmek, istihdam ve ekonomik büyümeyi arttırmak gibi pek çok faydasının olduğu son yıllarda sıkça gündeme gelmektedir. Bu düşüncenin bir sonucu olarak bugün dünyanın pek çok ülkesinde yenilenebilir enerji gelişimini destekleyici politikalar uygulanmaktadır. Bu politikaların başında ise yenilenebilir enerji yatırımlarının artışı sağlanmak gelmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımları, yıllar içinde artan bir büyüme trendi yaşamıştır. Son 10 yıllık dönem göz önüne alındığında, en çok yatırım güneş ve rüzgar enerjisi sektörüne yapılmıştır.

Yenilenebilir enerji yatırımlarındaki artışın en önemli nedeni olarak gelişen teknoloji ile beraber yenilenebilir enerji üretim maliyetlerindeki düşüşler gösterilmektedir. Dünyanın birçok yerinde son on yıllık dönemde biyoyakıtlar, hidroelektrik, jeotermal, güneş, kara ve denizden elde edilen rüzgar enerjisi kaynaklı elektriğin maliyeti fosil yakıt aralığında seyretmektedir.

Maliyetlerdeki bu düşüşler yenilenebilir enerji yatırımlarının artışında büyük öneme sahiptir. Diğer taraftan her ne kadar son yıllarda yenilenebilir enerji yatırımlarındaki maliyet düşüşleri ciddi seviyelerde olsa da bu durum, geleneksel enerji kaynakları ile kıyaslandığında istenilen seviyede değildir. Bu durum, yenilenebilir enerji yatırımlarının ilk aşamalarında ciddi bir uzun vadeli finansmanı ve çeşitli finansal araçların varlığını gerekli kılmaktadır. Bu noktada yenilenebilir enerji yatırımlarının artışında gelişmiş bir finansal sistemin varlığı büyük önem taşımaktadır.

Finansal sistemin yapısındaki değişim ve büyüklük olarak ifade edilen finansal gelişme, finansal araçların ne kadar çeşitlendiği ve finansal sistemin ne ölçüde genişlediğini ifade etmektedir. Finansal sistemin gelişmiş olması, girişimci ve yatırımcılara çok sayıda finansal aracı da kullanma imkanı vermekte ve böylece finansal riskin paylaştırılarak borçlanma maliyetlerinin azaltılmasına katkı sunmaktadır. Böylelikle finansal gelişmenin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki potansiyel rolü de ortaya çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji sektörünün gelişmesinde, kamu yatırımları çoğu zaman tek başına yeterli olmamaktadır. Bu durumda finans sektörünün de enerji sektörünün dönüşümünü teşvik etmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, finansal gelişmenin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisini ampirik olarak incelemektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada E-7 ülkeleri için 2000-2017 yılları arasında finansal gelişme ve yenilenebilir enerji yatırımları arasındaki ilişkinin doğrusal olup olmadığı incelenmiştir. Çalışmada ilk olarak değişkenler arasındaki ilişki Hansen (1999) tarafından geliştirilen panel eşik regresyon modeli ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen bulgular, finansal gelişme ve yenilenebilir enerji yatırımları arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığına ve finansal gelişme için tek eşik değerin (0,3602) bulunduğu dair güçlü kanıtlar sunmaktadır. Analiz bulgularına göre hem eşik değerin altında ($FD \leq 0,3602$) hem de eşik değerin üzerinde bir ($FD > 0,3602$) finansal gelişme, yenilenebilir enerji yatırımlarını E-7 ülke grubunda pozitif etkilemektedir. Bununla birlikte marjinal etkileri gösteren katsayıların büyüklüğüne bakıldığında ise, finansal gelişmede görülen artışın yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki pozitif etkisi eşik değerin üzerinde (0,8573) ve eşik değerin altında (1,3125) olarak bulunmuştur. Bu sonuç göstermektedir ki finansal gelişmenin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki pozitif marjinal etkisi eşik değer üzerinde azalma eğilimindedir. Bu sonucun ortaya çıkmasında finansal gelişmenin ileriki aşamalarında finansal sistemde fon miktarının artmasına karşın söz konusu fonların atıl olarak kaldığı ve finansal gelişme artış seviyesiyle aynı oranda yenilenebilir enerji yatırımlarına yönlendirilemediği düşünülmektedir. Yani finansal sistemin gelişmesiyle beraber analiz örneklemindeki ülke grubunda yenilenebilir enerji yatırımları arasında bir dengesizlik meydana gelebilmektedir.

Özetle, E-7 ülke grubunda incelenen dönemde finansal gelişmenin yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde pozitif fakat azalan marjinal etkilere sahip olduğu yorumu yapılabilmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde etkisi olduğu incelenen ve literatür çerçevesinde belirlenen diğer değişkenlerin de etkileri kontrol edilmiştir. Buna göre, ilk olarak Politika Endeksindeki %1 artış, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,06 oranında, Reel GSYİH'daki %1'lik artış, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,36 oranında, karbon emisyonlarındaki %1'lik artış yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,13 oranında, enflasyondaki %1'lik artış, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,64 oranında ve patent başvurularındaki %1'lik artış, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,22 oranında artırırken, fosil yakıt tüketimindeki %1'lik artış ise yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,30 oranında azaltmaktadır. Bunun yanı sıra bu katsayılar istatistiki olarak da anlamlı bulunmuştur.

Analiz sonuçlarının tutarlılığını kontrol etmek için Kao (1999) tarafından geliştirilen panel eşbütünleşme testi ve sonrasında Phillips ve Moon (1999) tarafından geliştirilen tam dönüştürülmüş en küçük kareler (Full Modified Ordinary Least Squares-FMOLS) yöntemi ile Kao ve Chiang (2001) tarafından geliştirilen dinamik en küçük kareler (Dymanic Ordinary Least Squares-DOLS) yöntemleri kullanılmıştır. Kao Panel Eşbütünleşme testi sonuçlarına göre, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Sonrasında gerçekleştirilen FMOLS ve DOLS yöntemleri yardımıyla uzun dönemli katsayılar elde edilmiştir.

FMOLS tahminlerine göre, finansal gelişmedeki %1'lik artışın yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,88 arttırdığını, devletin yenilenebilir enerji yatırımlarına verdiği finansal destekteki %1'lik artışın, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0.05 arttırdığını, Reel GSYİH'daki %1'lik artışın yenilenebilir enerji yatırımlarını 0.44 arttırdığını, karbon emisyonlarındaki %1'lik artışın, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,24 arttırdığını, enflasyon oranındaki %1'lik artışın, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,77 arttırdığını, patent başvuru sayılarındaki %1'lik artışın, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,24 arttırdığını gösterirken, fosil yakıt tüketimindeki %1'lik artışın, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,48 oranında azaltmaktadır.

DOLS tahminlerine göre ise finansal gelişmedeki %1'lik artış, yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,74 oranında, devletin yenilenebilir enerjiye verdiği finansal teşviklerdeki %2'lik artış yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,06 oranında, reel GSYİH'daki %1'lik artış yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,36 oranında, enflasyon oranındaki %1'lik artış yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,56 oranında, patent başvuru sayılarındaki %1'lik artış ise yenilenebilir enerji yatırımlarını 0,22 oranında arttırmaktadır. Ayrıca fosil yakıt tüketimi ve karbon emisyonlarına

ait değişkenler ise istatistiki olarak anlamsız bulunmuştur. Analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde FMOLS ve DOLS tahmin sonuçlarının benzer olduğu söylenebilmektedir.

Analiz bulguları birlikte değerlendirildiğinde çalışma, finansal gelişmenin yenilenebilir enerji yatırımlarının artışında büyük öneme sahip olduğuna dair kanıtlar içermektedir. Bu noktada sermaye derinliğinin sağlanması ve finansal araçların yaygınlaştırılması yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması için önerilmektedir. Farklı ekonomik birimlerden toplanan atıl fonların talep edenlerle bir araya getirilmesinde önemli bir yeri olan finansal gelişme, yenilenebilir enerji yatırımlarındaki risk unsurlarını dağıtma olanağı sunarak yenilenebilir enerji sektöründe finansal aracılığın maliyetini düşürecek ve tasarrufların artmasıyla beraber yenilenebilir enerji yatırımlarının da gelişmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca gelişmiş bir finansal sistem, yenilenebilir enerji sektöründe daha az maliyetle daha fazla finansmanı teşvik ederek, yenilenebilir enerji yatırımlarını artıracaktır. Bunun yanı sıra yenilenebilir enerji yatırımlarının gerçekleştirilmesinde uzun vadeli finansman ihtiyacının karşılanmasında da gelişmiş ve derinleşmiş bir finansal sistemin varlığı, finans piyasası araç ve çeşitliliğine yol açarak, uzun vadede ihtiyaç duyulan fonların elde edilmesine olanak tanıyacaktır. Uzun vadeli ve yüksek finansmana ihtiyaç duyan bir yatırım türü olan yenilenebilir enerji yatırımlarının geliştirilmesi bu sayede mümkün olacaktır. Böylelikle çalışmanın, ileriki zamanlarda daha zengin veri setine ulaşarak değişik ülke gruplarını içerecek şekilde yapılacak yeni çalışmalara da ışık tutacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- A. Bergmann, S. Colombo and N. Hanley Ecological Economics, 65 (2008), pp. 616-625.
- A. Demirbas Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 28 (8) (2006), pp. 779-792.
- Abolhosseini, S., & Heshmati, A. (2014). The main support mechanisms to finance renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 876-885.
- Acaroğlu, M. ve Koçar, G. ve Eryılmaz, A. ve Acar, M., ve Dok, M. (2015). Biyoyakıtların Türkiye'deki Durumu Geleceği ve Yasal Sorunlar, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı II, 12-16 Ocak 2015, Ankara, s. 1165-1199. (www.zmo.org.tr/resimler/ekler/ccc76acbfd6b3e5_ek.pdf)
- Accor (2016). ABD Güneş Enerjisi Piyasası Sunumu – 11 Ekim
- Adaçay, F. R. (2014). Türkiye için enerji ve kalkınmada perspektifler. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 87-103.
- Afşar, M. (2006). Finansal Sistemin İşleyişi. *Gülen Ofse yayınevi, Eskişehir*: 2006
- Akçay, V. H., & Bilgin, S. (2017). Sürdürülebilir Kalkınma Politikası Açısından Yenilenebilir Enerji Kooperatifçiliğine Yönelik Mali Teşviklerin Önemi. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi*, 52(4), 867-896.
- Akdağ, V., ve Gözen, M. Yenilenebilir Enerji Projelerine Yönelik Güncel Yatırım ve Finansman Modelleri: Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(Armağan Sayısı), 139-156.
- Aksoy, M. (2016). Dünyanın Enerji Görünümü (https://insamer.com/tr/dunyanin-enerji-gorunumu_388.html Erişim Tarihi: 05.02.2020)
- Aksu, M. (2019). Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Finansmanında Kitleli Fonlama Modeli: Türkiye ve Almanya Karşılaştırması. ICOAEF VI International Conference on Applied Economics and Finance & Extended With Social Sciences, November 16-17, 2019 / Burhaniye / Balıkesir (Turkey).
- Al-Mulali, U., Ozturk, I., & Lean, H. H. (2015). The influence of economic growth, urbanization, trade openness, financial development, and renewable energy on pollution in Europe. *Natural Hazards*, 79(1), 621-644.
- Alam, M. M., & Murad, M. W. (2020). The impacts of economic growth, trade openness and technological progress on renewable energy use in organization for economic co-operation and development countries. *Renewable Energy*, 145, 382-390.

- Albostan, A., Çekiç, Y., ve Eren, L. (2009). Rüzgar Enerjisinin Türkiye'nin Enerji Arz Güvenliğine Etkisi. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 24(4).
- Albu, M. (2020). Management of Technological Risk Factors in the Oil Industry. *Economic Insights-Trends & Challenges*, (2).
- Alemán-Nava, G. S., Casiano-Flores, V. H., Cárdenas-Chávez, D. L., Díaz-Chavez, R., Scarlat, N., Mahlknecht, J., ... ve Parra, R. (2014). Renewable energy research progress in Mexico: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, 140-153.
- Anton SG, Nucu AEA (2020) The effect of financial development on renewable energy consumption. A panel data approach. *Renew Energy* 147:330–338
- Anton, S. G., ve Nucu, A. E. A. (2020). The effect of financial development on renewable energy consumption. A panel data approach. *Renewable Energy*, 147, 330-338.
- Apergis, N., Payne, J. E., Menyah, K., ve Wolde-Rufael, Y. (2010). On the causal dynamics between emissions, nuclear energy, renewable energy, and economic growth. *Ecological Economics*, 69(11), 2255-2260.
- Apergis, N., ve Payne, J. E. (2012). Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus: Evidence from a panel error correction model. *Energy economics*, 34(3), 733-738.
- Apergis, N., ve Payne, J. E. (2014). Renewable energy, output, CO2 emissions, and fossil fuel prices in Central America: Evidence from a nonlinear panel smooth transition vector error correction model. *Energy Economics*, 42, 226-232.
- Arora, R. U. (2012). Financial inclusion and human capital in developing Asia: The Australian connection. *Third World Quarterly*, 33(1), 177-197.
- Arslan, F., ve Uzun, A. (2017). Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Sosyal Kabul Boyutu. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (51), 95-116.
- Artan, S., Hayaloğlu, P. ve Seyhan, B. (2015). Türkiye’de Çevre Kirliliği, Dışa Açıklık ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 308-325.
- Aslan, Ö., ve Küçükaksoy, İ. (2006). Finansal gelişme ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye ekonomisi üzerine ekonometrik bir uygulama. *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, (4), 25-38.
- Aslan, S., ve Baykal, Ö. (2009). Elektrik Piyasalarında Vadeli İşlemler ve Risk Yönetimi. *Journal of Academic Studies*, 11(40).

- Aslay, F. (2017). Siber saldırı yöntemleri ve Türkiye'nin siber güvenlik mevcut durum analizi. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 1(1), 24-28.
- Ayan, T. Y. (2013). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yatırım Projelerinin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi İle Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3), 89-110.
- Bagher, A. M., Vahid, M., Mohsen, M., & Parvin, D. (2015). Hydroelectric Energy Advantages and Disadvantages. *American Journal of Energy Science*, 2(2), 17.
- Bamati, N., & Raoofi, A. (2020). Development level and the impact of technological factor on renewable energy production. *Renewable Energy*, 151, 946-955.
- Banga, J. (2019). The green bond market: a potential source of climate finance for developing countries. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 9(1), 17-32.
- Bansal, N., Srivastava, V. K., & Kheraluwala, J. (2019). Renewable Energy in India: Policies to Reduce Greenhouse Gas Emissions. In *Greenhouse Gas Emissions* (pp. 161-178). Springer, Singapore.
- Barradale, M. J. (2010). Impact of public policy uncertainty on renewable energy investment: Wind power and the production tax credit. *Energy Policy*, 38(12), 7698-7709.
- Bayazıtlı, E., Özdemir, F., & Çolak, A. (2015). Risk Sermayesi Yatırımı ve Rüzgar Enerjisi SEktöründe Örnek Olay İncelemesi. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(3), 83-100.
- Bayraç, H. N. (1999). Uluslararası Doğalgaz Piyasasının Ekonomik Analizi, Türkiye'deki Gelişimi ve Eskişehir Uygulaması, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Eskişehir.
- Bayraç, H. N. (2009). Küresel Enerji Politikaları Ve Türkiye: Petrol Ve Doğal Gaz Kaynakları Açısından Bir Karşılaştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 115-142.
- Bayraç, H. N. (2010). Enerji Kullanımının Küresel Isınmaya Etkisi Ve Önleyici Politikalar. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 229-259.
- Bayraç, H. N., ve Çildir, M. (2017). AB Yenilenebilir Enerji Politikalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(13), 201-212.
- Bayraç, H. N., ve Aras, H. (2007). Dünya'da ve Türkiye'de Sürdürülebilir Doğalgaz Politikaları. *TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Uluslararası Doğalgaz Kongresi ve Sergisi Bildiri Kitabı*, 3-5.

- Bayraç, H. N., ve Özarslan, B. Biyokütle Enerjisi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ampirik Bir Analizi: Türkiye Örneği. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(17), 1-17.
- Bayraktar, Y., ve Kaya, H. İ. (2016, October). Kamu Teşviklerinin Yenilenebilir Enerji Yatırımları Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği. In *ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies)* (No. 1).
- Bayramoğlu, T. (2014). Biyokütle Enerjisi ve Yerel Ekonomik Kalkınma. İmaj Kitabevi, Ankara, 2014
- Ben Jebli, M., Ben Youssef, S. ve Ozturk, I. (2015). The Role of Renewable Energy Consumption and Trade: Environmental Kuznets Curve Analysis for Sub-Saharan Africa Countries. *African Development Review*, 27(3), 288-300.
- Bento, J. P. C. ve Moutinho, V. (2016).” CO2 Emissions, Non-Renewable and Renewable Electricity Production, Economic Growth, and International Trade in Italy”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, ss.142 155.
- Berksoy, T., ve Akdoğan, D. A. (2018). Yenilenebilir Enerjide Kamu Politikaları ve Türkiye. *Journal Of Life Economics*, 5(3), 19-42.
- Best, R. (2017). Switching towards coal or renewable energy? The effects of financial capital on energy transitions. *Energy Economics*, 63, 75-83.
- Bilgili, F., Koçak, E. ve Bulut, Ü. (2016). The Dynamic Impact of Renewable Energy Consumption on CO2 Emissions: A Revisited Environmental Kuznets Curve Approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 838-845.
- Bloch, H., Rafiq, S., & Salim, R. (2015). Economic growth with coal, oil and renewable energy consumption in China: Prospects for fuel substitution. *Economic Modelling*, 44, 104-115.
- Bonzanini, D., Giudici, G., & Patrucco, A. (2016). The crowdfunding of renewable energy projects. In *Handbook of environmental and sustainable finance* (pp. 429-444). Academic Press.
- Bórawski, P., Bełdycka-Bórawska, A., Szymańska, E. J., Jankowski, K. J., Dubis, B., & Dunn, J. W. (2019). Development of renewable energy sources market and biofuels in The European Union. *Journal of cleaner production*, 228, 467-484.
- Boulle, B., Frandon-Martinez, C. ve Pitt-Watson, J. (2016), Bonds and Climate Change: The State of the Market in 2016, Climate Bonds Initiative,
- Bozoğlu, B. (2019). 21. Yüzyılda İklim Krizi, Paris Anlaşması ve İklim Değişikliğine Uyum, Dorlion Yayınevi, İstanbul:2019.

- BP Energy Outlook, 2019, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2019.pdf>
- Brown, J., Makinson, S., & Magallon, D. (2012). Financial Mechanisms and Investment Frameworks for Renewables in Developing Countries, International Renewable Energy Agency (IRENA).
- Brown, P. (2013). European Union Wind and Solar Electricity Policies: Overview and Considerations, CRS Report for Congress, (<https://www.fas.org/sgp/crs/row/R43176.pdf>,
- Burakov, D. (2017). Financial development, economic growth and renewable energy consumption in Russia.
- Canbay, Ş. (2019). Türkiye'de iktisadi büyüme ile yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerindeki etkileri. *Maliye Dergisi*, 176, 140-151.
- Candelise, C. (2016, October). Smart financing and empowerment: the use of crowdfunding in the energy sector. In *the 57th Annual Conference for Italian Economic Association*.
- Carton, W. (2016). Money for nothin'and coal for free: 'Technology neutrality'and biomass development under the Flemish tradable green certificate scheme. *Geoforum*, 70, 69-78.
- Ceylan, Ali; Finansal Teknikler, Bursa, 2002.
- Chang, T. H., Huang, C. M., & Lee, M. C. (2009). Threshold effect of the economic growth rate on the renewable energy development from a change in energy price: Evidence from OECD countries. *Energy Policy*, 37(12), 5796-5802.
- Cheek, L. (2020). 3 Reasons We Are Still Using Fossil Fuels, (<https://wordpressua.uark.edu/sustain/3-reasons-we-are-still-using-fossil-fuels/> Erişim Tarihi: 15.03.2020)
- Chiaroni ve diğ. (2014). Renewable energy generation: Incentives matter, in woodrow clark (Ed.), Global Sustainable Communities Handbook: Green Design Technologies and Economics, Butterworth-Heinemann, USA, 347-368.
- Chowdhury, Anis, (2002), "Does Inflation Affect Economic Growth? The Relevance of The Debate for Indonesia", *Journal of Asia Pacific Economy*, 7(1), 20-34.
- Climate Bonds Initiative, 2019, <https://www.climatebonds.net/resources/reports/2019-green-bond-market-summary>
- Cooper, W. H. (2009, June). Russia's economic performance and policies and their implications for the United States. Library of Congress Washington Dc Congressional Research Service.

- Couture, T., & Gagnon, Y. (2010). An analysis of feed-in tariff remuneration models: Implications for renewable energy investment. *Energy policy*, 38(2), 955-965.
- Couture, T.D., Cory, K., Kreycik, C. & Williams, E. (2010). A policymaker's guide to feed-in tariff policy design, Technical Report NREL/TP-6A2-44849.
- Crago, C. L. ve Chernyakhovskiy, I. (2014). Solar PV Technology Adoption in the United States: An empirical investigation of state policy effectiveness. Agricultural & Applied Economics Association's, 2014 AAEA Annual Meeting, Minneapolis, MN, (July 27-29).
- Çağlar, A. E., & Mehmet, M. E. R. T. (2017). Türkiye'de çevresel Kuznets Hipotezi ve yenilenebilir enerji tüketiminin karbon salımı üzerine etkisi: Yapısal kırılmalı eşbütünleşme yaklaşımı. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(1), 21-38.
- Çelebi, A. K., ve Uğur, A. (2015). Biyoyakıtlara Yönelik Mali Teşvikler: Türkiye Açısından Bir Değerlendirme. *Hacettepe University Journal of Economics & Administrative Sciences/Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(2).
- Çelikkaya, A. (2017). Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerde Yenilenebilir Enerjiye Sağlanan Teşvikler Üzerine Bir İnceleme. *Sayıştay Dergisi. Ocak–Mart*, (104), 4.
- Çetin, M. A., ve Bakırtaş, İ. (2018). Finansal Gelişmişliğin Yenilenebilir Enerji Tüketimi Üzerindeki Uzun Dönemli Etkileri: G-7 ÜLKELERİ ÖRNEĞİ. *Trakya Üniversitesi*
- Çoban, S. & Topcu, M. (2013). The nexus between financial development and energy consumption in the EU: A dynamic panel data analysis. *Energy Economics*, 39: 81–88.
- Deloitte; (2011), New Life for Renewable Energy Resources - Renewable Energy Policies and Expectations, The Energy and Natural Resources Industry, İstanbul, pp.1-44.
- Demetriades, P. O. And Khaled, A. H. (1996). Does Financial Development Cause Economic Growth?, Time-series Evidence from 16 Countries, *Journal of Development Economics* Volum 51, 387-411.
- Demir, İ. (2006). Kyoto Protokolü Amaçlarına Ulaşabilme Yolunda Dünya Enerji Kullanımında Meydana Gelebilecek Değişiklikler. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 241-251.
- Dikmen, A. Ç. (2005). AB'de Enerji ve Çevre. *TMMOB Türkiye V. Enerji Sempozyumu Bildirileri Kitabı. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Yayını: Ankara*.
- Dinçer, H., & Karakuş, H. Yenilenebilir Enerji Yatırımları ile İstihdam Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi: G7 Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. *İstatistik ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 1(1), 40-49.

- Donovan, C. (2015). Renewable Energy Finance Powering The Future, ISBN 978-1- 78326-776-7, Imperial College Press.
- Donovan, C., & Li, J. (2018). Do Listed Clean Energy Infrastructure Shares Make Financial Sense for Investors?. *Available at SSRN 3175879*.
- DSİ Genel Müdürlüğü (2020) Ajandası
- Durak, M. (ty). Avrupa ülkelerinde rüzgar enerjisi yatırımlarına verilen teşvikler ve Türkiye için öneriler. [http://ulutek.uludag.edu.tr/downloads/ ruzgarenerjisitesvikler.pdf](http://ulutek.uludag.edu.tr/downloads/ruzgarenerjisitesvikler.pdf).
- Durmuşoğlu, S. (2015). *Türkiye'nin enerji politikaları ve komşu ülkeler ile uluslararası ilişkilerine etkileri* (Master's thesis, İstanbul Ticaret Üniversitesi).
- Duru, B. (2001). Viyana'dan Kyoto'ya İklim Değişikliği Serüveni . Mülkiye Dergisi , 25 (230) , 301-333 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mulkiye/issue/231/457>
- Dvořák, P., Martinát, S., Van der Horst, D., Frantál, B., & Turečková, K. (2017). Renewable energy investment and job creation; a cross-sectoral assessment for the Czech Republic with reference to EU benchmarks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 360-368
- Ediger Ş. V. (2007). “Enerji Arz Güvenliği ve Ulusal Güvenlik Arasındaki İlişki”, Enerji Arz Güvenliği Sempozyumu, Genel Kurmay ATASE Başkanlığı, Stratejik Araştırma ve Etüt Merkezi (SAREM), Genelkurmay Basımevi Ya. No: 2007/47, Ankara.
- Egli, F. (2019, August). The Dynamics of Renewable Energy Investment Risk: a Comparative Assessment of Solar PV and Onshore Wind Investments in Germany, Italy, and the UK. In *Energy Challenges for the Next Decade, 16th IAEE European Conference, August 25-28, 2019*. International Association for Energy Economics.
- EIA, (2019). Energy Information Administration <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/ieo2019.pdf>
- Enabling Renewable Energy and Energy Efficiency Technologies Opportunities in Eastern Europe, Caucasus, Central Asia, Southern and Eastern Mediterranean, Ingrid Barnsley, Amanda Blank and Adam Brown, 2015. IEA.
- Energypedia, 2017 (Erişim Tarihi: 19.07.2020).
- Erdal, L. (2012). Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımları ve istihdam yaratma potansiyeli. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 4(1), 171-181.
- Erdoğan, E. 2009. On the wind energy in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (13):1361-1371.

- Eren BM, Taspınar N, Gokmenoglu KK (2019) The impact of financial development and economic growth on renewable energy consumption: empirical analysis of India. *Sci Total Environ* 663:189–197
- Eren, B. M., Taspınar, N., & Gokmenoglu, K. K. (2019). The impact of financial development and economic growth on renewable energy consumption: Empirical analysis of India. *Science of the Total Environment*, 663, 189-197.
- Ergeç, E. H. (2004). Finansal gelişme ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi ve Türkiye örneği: 1988-2001. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2).
- Ersöz, Atilla, Sevim Yolcular, Özden Olgun (2001). “Geleceğin Yakıtı Hidrojen”, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, TMMOB 12-13 Ekim 2001, Kayseri, ss.239-244
- Escribano, A., Ignacio Peña, J., & Villaplana, P. (2011). Modelling electricity prices: International evidence. *Oxford bulletin of economics and statistics*, 73(5), 622-650.
- Eser, L. Y., ve Polat, S. (2015). Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımına Yönelik Teşvikler: Türkiye ve İskandinav Ülkeleri Uygulamaları. *Gümüşhane University Electronic Journal of the Institute of Social Science/Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 6(12).
- European Commission, Energy Roadmap 2050
https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2019_energy_roadmap_2050_en_0.pdf
- Eyraud, L., Clements, B., & Wane, A. (2013). Green investment: Trends and determinants. *Energy Policy*, 60, 852-865.
- Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF. 2019. Global Trends in Renewable Energy Investment 2019, <http://www.fs-unep-centre.org>
- GECF, 2020 <https://www.gecf.org/countries/russia>
- Gediz-Oral, B., ve Arpazlı Fazlılar, T. (2016). Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Finansmanında Kamu-Özel Sektör İş birlikleri: Rüzgâr Enerjisi Santralleri Örneği. *Optimum: Journal of Economics & Management Sciences/Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 3(1).
- Geissdoerfer, M., Vladimirova, D., Enavs, S., 2018. Sustainable business modelinnovation: a review. *J. Clean. Prod.* 198, 401-416.
- Geller, H., Schaeffer, R., Szklo, A., & Tolmasquim, M. (2004). Policies for advancing energy efficiency and renewable energy use in Brazil. *Energy Policy*, 32(12), 1437-1450.

- Geng, J. B., & Ji, Q. (2016). Technological innovation and renewable energy development: evidence based on patent counts. *International Journal of Global Environmental Issues*, 15(3), 217-234.
- GEPA 2020, <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/>
- Gertler, Mark, and Andrew Rose. 1994. "Finance, Public Policy, and Growth." Pp. 13-48 in *Financial Reform: Theory and Experience*, edited by Gerard Caprio, Izak Atiyas, and James A. Hanson. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M. D., Wagner, N., & Gorini, R. (2019). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, 24, 38-50.
- Gillman, M., & Nakov, A. (2004). Granger causality of the inflation–growth mirror in accession countries. *Economics of Transition*, 12(4), 653-681.
- Goldsmith, Raymond W. (1969), *Financial Structure and Development*. London New Haven and Yale University Press,
- Gökçe, C., & Demirtaş, G. (2018). Cari Denge Açısından Yenilenebilir Enerjinin Rolü: Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye İçin Panel Veri Analizi. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(3), 641-654.
- Gustavsson, L., Börjesson, P., Johansson, B., & Svanberg, P. (1995). Reducing CO2 emissions by substituting biomass for fossil fuels. *Energy*, 20(11), 1097-1113.
- Güler, O , Tufan, E . (2015). Yeşil Bankacılık ve Yeşil Krediler: Antalya'daki 4-5 Yıldızlı Otel İşletmelerinin Bakış Açıları Üzerine Bir Araştırma . *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi* , 26 (1) , 80-96 . DOI: 10.17123/atad.vol26iss196140
- Gültekin, Esmâ: 2019 (OECD ülkelerinde yenilenebilir Enerji tüketiminin makro ekonomik belirleyicileri ve türkiye için politika önerileri) Doktora Tezi
- Gümüş, E. OECD Ülkelerinde İnsani Gelişme ve Finansal Gelişme Endeksleri ile Sigortacılık Prim Üretimleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(1), 149-172.
- Günder, (2016). Güneş Enerjisi İçin Finansman Modelleri, Ankara.
- Gündoğan, A. C., & Bitlis, M. (2018). Dönüşen Dünyada Fırsatları Yakalamak: Sürdürülebilir Finans Görünümü. *ESCARUS, İstanbul, Türkiye*.
- Güner, E. D., & Turan, E. S. (2017). Yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel iklim değişikliği üzerine etkisi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 3(1), 48-55.
- Güneş, M., ve Arslan, T. (2018). Enerji Bağımlılığında Avrupa Birliği, Rusya, Türkiye Üçgeni ve Doğu Akdeniz Alanı. *Uluslararası Beşeri Bilimler ve Eğitim Dergisi*, 4(7), 32-60.

- Gürcan, E. C. (2021). Çin'in çevre politikalarının ekolojik uygarlığa doğru gelişimi. Kuşak ve Yol Girişimi Dergisi, 2(3). 7-25.
- Hanif, I., Raza, S. M. F., Gago-de-Santos, P., & Abbas, Q. (2019). Fossil fuels, foreign direct investment, and economic growth have triggered CO2 emissions in emerging Asian economies: some empirical evidence. *Energy*, 171, 493-501.
- Hassett, K. A., & Metcalf, G. E. (1995). Energy tax credits and residential conservation investment: Evidence from panel data. *Journal of Public Economics*, 57(2), 201-217.
- He, L., Zhang, L., Zhong, Z., Wang, D., & Wang, F. (2019). Green credit, renewable energy investment and green economy development: Empirical analysis based on 150 listed companies of China. *Journal of cleaner production*, 208, 363-372.
- Heinrich Böll Foundation, "Global Energy Strategy", www.boelllatinoamerica.org, 8 Kasım 2006
- Holburn, G. L. (2012). Assessing and managing regulatory risk in renewable energy: Contrasts between Canada and the United States. *Energy Policy*, 45, 654-665.
- Hossain, A. K., & Badr, O. (2007). Prospects of renewable energy utilisation for electricity generation in Bangladesh. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(8), 1617-1649.
- Huacuz, J. M. (2005). The road to green power in Mexico—reflections on the prospects for the large-scale and sustainable implementation of renewable energy. *Energy Policy*, 33(16), 2087-2099.
- Hustveit, M., Frogner, J. S., & Fleten, S. E. (2017). Tradable green certificates for renewable support: The role of expectations and uncertainty. *Energy*, 141, 1717-1727.
- I.H. Shah, C. Hiles, B. Morley, How do oil prices, macroeconomic factors and policies affect the market for renewable energy? *Appl. Energy* 215 (2018) 87e97.
- IFC, (2016). International Finance Corporation, Annual Report 2016. https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/publications_ext_content/ifc_external_publication_site/publications_listing_page/ar2016
- India Energy Outlook, 2021 (https://iea.blob.core.windows.net/assets/1de6d91e-e23f4e02-b1fb-51fdd6283b22/India_Energy_Outlook_2021.pdf)
- IRENA 2020 (<https://irena.org/newsroom/articles/2020/Jun/How-Falling-Costs-Make-Renewables-a-Cost-effective-Investment>)
- İncekara, Ç. Ö., & Oğulata, S. N. (2011). Enerji darboğazında ülkemizin alternatif enerji kaynakları. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 3(1).

- İpekten, O. B. (2006). Risk Sermayesi Finansman Modeli. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 385-408.
- Jacobsson, R. ve Jacobsson, S. (2012) “The Emerging Funding Gap for the European Energy Sector: Will The Financial Sector Deliver?”, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 5:49- 59.
- Jaelani, A., Firdaus, S., & Jumena, J. (2017). Renewable Energy Policy in Indonesia: The Qur'anic Scientific Signals in Islamic Economics Perspective. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(4).
- Jenner, S., Groba, F., & Indvik, J. (2013). Assessing the strength and effectiveness of renewable electricity feed-in tariffs in European Union countries. *Energy policy*, 52, 385-401.
- Ji, Q., & Zhang, D. (2019). How much does financial development contribute to renewable energy growth and upgrading of energy structure in China?. *Energy Policy*, 128, 114-124.
- Jun, M. vd. (2016), Green Bonds: Country Experiences, Barriers and Options, G20 Green Finance Study Group Report, http://unepinquiry.org/wpcontent/uploads/2016/09/6_Green_Bonds_Country_Experiences_Barriers_and_Options.pdf (Erişim Tarihi: 11.12.2019).
- Kakışım, C. (2019). Enerji Krizlerinin Etkisiyle Şekillenen Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 10(2), 460-472.
- Kalkuhl, M., Edenhofer, O., & Lessmann, K. (2013). Renewable energy subsidies: Second-best policy or fatal aberration for mitigation?. *Resource and Energy Economics*, 35(3), 217-234.
- Kalyoncu, H., & Amanov, S. (2010). Orta Asya Enerji Kaynakları ve Enerji Bağlamında ABD'nin Orta Asya Politikası. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 38-71.
- Kanberoğlu, Z., ve Kara, O. (2016). Finansal Sektör Gelişimi ve Sürdürülebilir Kalkınma İlişkisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(57).
- Kandır, S. Y., & Yakar, S. (2017). Yenilenebilir enerji yatırımları için yeni bir finansal araç: Yeşil tahviller. *Maliye Dergisi*, Ocak-Haziran, 172, 85-110.
- Karaaslan, A., Hayri, A. B. A. R., & Çamkaya, S. (2017). CO2 Salınımı Üzerinde Etkili Olan Faktörlerin Araştırılması: OECD Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(4), 1297-1310.
- Karakaya, E. (2016). Paris iklim anlaşması: içeriği ve Türkiye üzerine bir değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-12.

- Karakaya, H., Avcı, A. S., Ercan, U., & Kallioğlu, M. A. (2019). Şanlıurfa ilinde yatay yüzeye gelen anlık global güneş ışıınının modellenmesi. *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 10(1), 147-155.
- Kaya, H. E. (2020). Kyoto'dan Paris'e Küresel İklim Politikaları. *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 4(10), 165-191.
- Kaya, H. İ., & Bayraktar, Y. (2019). Hukuki Düzenlemeler, Politika Destekleri ve Mali Teşviklerin Yenilenebilir Enerjinin Gelişimindeki Rolü: Çin Halk Cumhuriyeti Örneği. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(1), 164-180.
- Kesbiç, C. Y., ve Er, A. S. (2017). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: AB Ülkeleri ve Türkiye İçin Bir Panel Veri Analizi. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 135-154.
- Kim, J., ve Park, K. (2016). Financial development and deployment of renewable energy technologies. *Energy Economics*, 59, 238-250.
- Kitagawa, H. (2016). Environmental Policy Under President Xi Jinping Leadership: The Changing Environmental Norms. H., Environmental policy and governance in China, içinde ss. 1-15. New York: Springer.
- Koç, E., ve Kaya, K. (2015). Enerji Kaynakları-Yenilenebilir Enerji Durumu. *Engineer & the Machinery Magazine*, 56(668).
- Koçak, E. (2017). Finansal Gelişme Çevresel Kaliteyi Etkiler Mi? Yükselen Piyasa Ekonomileri İçin Ampirik Kanıtlar. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(3), 535-552.
- Koçak, E., & Şarkgüneşi, A. (2017). The renewable energy and economic growth nexus in Black Sea and Balkan countries. *Energy Policy*, 100, 51-57.
- Korkut, C. (2019). Enerji Yatırımlarının Finansmanında Geleneksel ve Alternatif Metotlar. Enerji Ekonomisi- Politika, Piyasa ve Düzenleme. Kocaeli: Umuttepe Yayınları
- KPMG (2016). Yenilenebilir enerjiye yönelik vergi, KPMG Türkiye, kpmg.com.tr
- Kula, F. (2014). The long-run relationship between renewable electricity consumption and GDP: evidence from panel data. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 9(2), 156-160.
- Kum, H. (2015). Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Dünya Piyasalarındaki Son Gelişmeler ve Politikalar. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 0 (33), 207-223 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/erciyesiibd/issue/5890/77921>
- Kutan, A. M., Paramati, S. R., Ummalla, M., & Zakari, A. (2018). Financing renewable energy projects in major emerging market economies: Evidence in the perspective of

- sustainable economic development. *Emerging Markets Finance and Trade*, 54(8), 1761-1777.
- Lee, C. W., & Zhong, J. (2015). Financing and risk management of renewable energy projects with a hybrid bond. *Renewable Energy*, 75, 779-787.
- Lehr, U., Nitsch, J., Kratzat, M., Lutz, C., & Edler, D. (2008). Renewable energy and employment in Germany. *Energy policy*, 36(1), 108-117.
- Lenka, S. K. (2015). Measuring financial development in India: A PCA approach. *Theoretical & Applied Economics*, 22(1).
- Lin, B., & Moubarak, M. (2014). Renewable energy consumption–economic growth nexus for China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 111-117.
- Liu, X., & Zeng, M. (2017). Renewable energy investment risk evaluation model based on system dynamics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 782-788.
- Luderer, G., Krey, V., Calvin, K., Merrick, J., Mima, S., Pietzcker, R., ... & Wada, K. (2014). The role of renewable energy in climate stabilization: results from the EMF27 scenarios. *Climatic change*, 123(3-4), 427-441.
- Lyu, X., & Shi, A. (2018). Research on the renewable energy industry financing efficiency assessment and mode selection. *Sustainability*, 10(1), 222.
- M. Alkan,” Siber Güvenlik ve Siber Savaşlar” , Siber Güvenlik Siber Savaşlar TBMM Internet Komisyonu, Mayıs 2012.
- Malatyalı, Ö. (2016). Teknoloji Transferinin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği 1989-2014. *Kastamonu University Journal of Economics & Administrative Sciences Faculty*, 13.
- Malik, I. A., Abdullah, A. B., Alam, A., Zaman, K., Kyophilavong, P., Shahbaz, M., ... & Shams, T. (2014). Turn on the lights: Macroeconomic factors affecting renewable energy in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 277-284.
- Mallik, G., & Chowdhury, A. (2001). Inflation and economic growth: evidence from four south Asian countries. *Asia-Pacific Development Journal*, 8(1), 123-135.
- Marinaş, M. C., Dinu, M., Socol, A. G., & Socol, C. (2018). Renewable energy consumption and economic growth. Causality relationship in Central and Eastern European countries. *PloS one*, 13(10).
- Marques, A. C., Fuinhas, J. A., & Manso, J. P. (2010). Motivations driving renewable energy in European countries: A panel data approach. *Energy policy*, 38(11), 6877-6885.
- Mert, M., & Çağlar, A. E. (2016). Yenilenebilir Kaynaklı Enerji ve Finansal Gelişme: Asimetrik Nedensellik Uygulaması. *IMUCO 2016*, 916.

- Mohr, S. H., Wang, J., Ellem, G., Ward, J., & Giurco, D. (2015). Projection of world fossil fuels by country. *Fuel*, 141, 120-135.
- Murshed, M. (2018). Does improvement in trade openness facilitate renewable energy transition? Evidence from selected South Asian economies. *South Asia Economic Journal*, 19(2), 151-170.
- Müslüme, N. (2006). Büyüyen Çin Ekonomisinde Artan Enerji Talebi ve Dünya Enerji Piyasasına Etkileri.
- Nart, E. Ç., & Karabıyık, C. (2018). Finansal Gelişmenin Enerji Tüketimine Etkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(2), 189-210.
- Ndiritu, S. W., & Engola, M. K. (2020). The effectiveness of feed-in-tariff policy in promoting power generation from renewable energy in Kenya. *Renewable Energy*, 161, 593-605.
- Negro, S. O., Alkemade, F., & Hekkert, M. P. (2012). Why does renewable energy diffuse so slowly? A review of innovation system problems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 3836-3846.
- Ng, T. H., & Tao, J. Y. (2016). Bond financing for renewable energy in Asia. *Energy Policy*, 95, 509-517.
- Nguyen, K. H., & Kakinaka, M. (2019). Renewable energy consumption, carbon emissions, and development stages: Some evidence from panel cointegration analysis. *Renewable Energy*, 132, 1049-1057.
- NREL, 2015 National Renewable Energy Laboratory, <https://www.nrel.gov/docs/fy17osti/66591.pdf>
- Olson, C. (November, 2013) “New Financing Solutions For Energy Retrofits. Buildings”, <https://www.buildings.com/article-details/articleid/16495/title/new-financing-solutions-forenergy-retrofits/viewall/true>. (Erişim Tarihi: 24.11.2019).
- Omri, A., & Nguyen, D. K. (2014). On the determinants of renewable energy consumption: International evidence. *Energy*, 72, 554-560.rasındaki İlişki. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 1(1), 127-152.
- Ozemre, A. Y. (1994). Worlds future with respect to conventional and alternative energy resources; Konvansiyonel ve alternatif enerji kaynakları acısından dunyanin gelecegi.
- Örer, G., Gürsel, T., Özdamar, A. ve Özbalta, N. (2003). Dalga enerjisi tesislerine genel bakış. II. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 126-140.

- Özarslan, B., ve Bayraç, H. N. (2018). Türkiye’de Rüzgar Enerjisinin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 10(19), 381-395.
- Özcan M. (2013). Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim Genişletme Planlamasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Etkileri. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M., ve Gerçeker, M. (2016). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: BRICS-T ülkeleri üzerine Panel ARDL analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(4).
- Pan, J. (2016). China’s Environmental Governing and Ecological Civilization. Heidelberg: Springer.
- Pandey, B., & Karki, A. (2016). *Hydroelectric Energy: Renewable Energy and the Environment*. CRC Press.
- Panwar, N. L., Kaushik, S. C., & Kothari, S. (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15(3), 1513-1524.
- Pao, H. T., & Fu, H. C. (2013). Renewable energy, non-renewable energy and economic growth in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 381-392.
- Pata, U. K., ve Yurtkuran, S. (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Nüfus Yoğunluğu ve Finansal Gelişmenin CO₂ Salımına Etkisi: Türkiye Örneği. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 303-318.
- Payne, J. E. (2009). On the dynamics of energy consumption and output in the US. *Applied energy*, 86(4), 575-577.
- Peker, Z. (2014). Yenilenebilir Enerji Gelişimlerinin Sosyal Boyutu. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15(4), 663-691.
- Pereira Jr, A. O., Pereira, A. S., La Rovere, E. L., de Lima Barata, M. M., de Castro Villar, S., & Pires, S. H. (2011). Strategies to promote renewable energy in Brazil. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15(1), 681-688.
- Pereira, M. G., Camacho, C. F., Freitas, M. A. V., & Da Silva, N. F. (2012). The renewable energy market in Brazil: Current status and potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 3786-3802.
- Plano Nacional de Mudanc as Climaticas Brasilia: Brasil/MMA; 2008

- Polzin, F., Migendt, M., Täube, F. A., & von Flotow, P. (2015). Public policy influence on renewable energy investments—A panel data study across OECD countries. *Energy Policy*, 80, 98-111.
- Popp, D., Hascic, I., & Medhi, N. (2011). Technology and the diffusion of renewable energy. *Energy Economics*, 33(4), 648-662.
- Qamruzzaman, M., & Jianguo, W. (2020). The asymmetric relationship between financial development, trade openness, foreign capital flows, and renewable energy consumption: Fresh evidence from panel NARDL investigation. *Renewable Energy*, 159, 827-842.
- Rashid, A., Asif, F.M.A., Krajnik, P., Nicolescu, C.M., 2013. Resource Conservative Manufacturing: an Essentials change in business and technology paradigm for sustainable manufacturing. *J. Clean. Prod.* 57, 166-177.
- Rathore NS, Panwar NL. Renewable energy sources for sustainable development. New Delhi, India: New India Publishing Agency; 2007.
- Raza, S. A., Shah, N., Qureshi, M. A., Qaiser, S., Ali, R., & Ahmed, F. (2020). Non-linear threshold effect of financial development on renewable energy consumption: evidence from panel smooth transition regression approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 32034-32047.
- Razmi SF, Bajgiran BR, Behname M, Salari TE, Razmi SMJ (2020) The relationship of renewable energy consumption to stock market development and economic growth in Iran. *Renew Energy* 145:2019– 2024
- REN21, Renewables 2020 Global Status Report. (<https://www.ren21.net/gsr-2020/>)
- Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption and income in emerging economies. *Energy policy*, 37(10), 4021-4028.
- Sadorsky, P. (2011). Financial development and energy consumption in Central and Eastern European frontier economies. *Energy Policy*, 39: 999–1006.
- Sahay, R.; Cihak, M.; N'Diaye, P. vd. (2015). Rethinking Financial Deepening: Stability and Growth in Emerging Markets. IMF Staff Discussion Notes (SDNs), Erişim Tarihi: 22.07.2019, <https://www.imf.org/external/pubs/ft/sdn/2015/sdn1508.pdf>
- Sahoo, P. ve Nayak, B. P. (2008). Green Banking in India, *Indian Economic Journal*, 1: 1-22.
- Salihoğlu, E. (2019). Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Yeşil Bankacılıkta Kilometre Taşları: Türkiye Uygulaması. 4. *Uluslararası Sosyoloji ve Ekonomi Kongresi*, 21-22.
- Salim, R. A., & Rafiq, S. (2012). Why do some emerging economies proactively accelerate the adoption of renewable energy?. *Energy Economics*, 34(4), 1051-1057.

- Samur, H. (2007). “Küresel İklim Değişikliği: Fırsatlar ve Riskler”, 1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK 2007, İTÜ, İstanbul.
- Sarıgül, S. S., ve Topcu, B. A. (2020). Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Finansmanında Yeşil Tahvil İhracı: Türkiye Örneği. *PROCEEDINGS E-BOOK*, 643.
- Saygın, O. (2017). Finansal gelişme ve yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisi: Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için bir inceleme. Doktora Tezi) Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde
- Schmid, G. (2012). The development of renewable energy power in India: which policies have been effective?. *Energy Policy*, 45, 317-326.
- Scholtens, B. (2006). Finance As a Driver of Corporate Social Responsibility, *Journal of Business Ethics*, 68: 19-33.
- Schuman, S., & Lin, A. (2012). China's Renewable Energy Law and its impact on renewable power in China: Progress, challenges and recommendations for improving implementation. *Energy policy*, 51, 89-109.
- Sebri, M., & Ben-Salha, O. (2014). On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, CO2 emissions and trade openness: Fresh evidence from BRICS countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 14-23.
- Selvi, Ç. (2015). AB 2020 Stratejisi ve 2050 Vizyonu Bağlamında Belirlenen Yenilenebilir Enerji Hedeflerine Ulaşılabilirliğin Mali Açıdan Analiz Edilmesi. Yayımlanmamış Doktora Tezi, T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Avrupa Birliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Sevim, T. V. (2014). Rus Dış Enerji Politikası ve Yeni Hedef Kuzey Doğu Asya. *Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 11(41), 87-108.
- Shahbaz, M., Mallick, H., Mahalik, M. K., & Sadorsky, P. (2016). The role of globalization on the recent evolution of energy demand in India: Implications for sustainable development. *Energy Economics*, 55, 52-68.
- Shahnazi, R., & Shabani, Z. D. (2020). Do renewable energy production spillovers matter in the EU?. *Renewable Energy*, 150, 786-796.
- Shahzad, U. (2012). The need for renewable energy sources. *energy*, 2, 16-18.
- Shahzad, U., Lv, Y., Doğan, B., & Xia, W. (2021). Unveiling the heterogeneous impacts of export product diversification on renewable energy consumption: New evidence from G-7 and E-7 countries. *Renewable Energy*, 164, 1457-1470.
- Sisodia, G. S., & Soares, I. (2015). Panel data analysis for renewable energy investment determinants in Europe. *Applied Economics Letters*, 22(5), 397-401.

- Solangi, K. H., Islam, M. R., Saidur, R., Rahim, N. A., & Fayaz, H. (2011). A review on global solar energy policy. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15(4), 2149-2163.
- Sulaiman, J., Azman, A. ve Saboori, B. (2013). The Potential of Renewable Energy: Using the Environmental Kuznets Curve Model. *American Journal of Environmental Sciences*, 9(2), 103-112.
- Sviryzdenka, K. (2016). Introducing a new broad-based index of financial development.
- Şenel, M. C., & Erdem, K. O. Ç. (2015). Dünyada ve Türkiye’de rüzgar enerjisi durumu-Genel değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 56(663), 46-56.
- Tamazian, A., & Rao, B. B. (2010). Do economic, financial and institutional developments matter for environmental degradation? Evidence from transitional economies. *Energy economics*, 32(1), 137-145.
- Tamazian, A., Chousa, J. P., & Vadlamannati, K. C. (2009). Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: evidence from BRIC countries. *Energy policy*, 37(1), 246-253.
- Tekin, H. A., & Ural, M. (2019). Finansal gelişme ve ekonomik performans ilişkisi: OECD ülkeleri için bir analiz. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 11(18), 43-77.
- TEPAV, (2020). Türkiye Ekonomik Politikaları Araştırma Vakfı <https://www.tepav.org.tr/tr/yayin/s/984>
- Terzi, H., & Oltulular, S. (2006). Enflasyon-Büyüme Sürecinde Sabit Sermaye Yatırımları. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(1), 1-18.
- The role Bamati, N., & Raoofi, A. (2020). Development level and the impact of technological factor on renewable energy production. *Renewable Energy*, 151, 946-955.
- Timilsina, G. R., Kurdgelashvili, L., & Narbel, P. A. (2012). Solar energy: Markets, economics and policies. *Renewable and sustainable energy reviews*, 16(1), 449-465.
- Tiryakioğlu, M., & Özlem, T. (2016). Kalkınma Ajanslarının Çevresel Sürdürülebilirliği Sağlamadaki Rolü Üzerine Bir Tartışma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 207-221.
- Toke, D. (2005). Explaining wind power planning outcomes: Some findings from a study in England and Wales. *Energy Policy*, 33 (12): 1527-1539.
- TUREB, (2019). Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu 2019. <https://www.tureb.com.tr/bilgi-bankasi/turkiye-res-durumu>
- Türk Enerji Vakfı, Erişim Tarihi: 01.05.2020

- Türkiye Petrolleri, (2020). 2020 Petrol ve Doğal gaz Sektör Raporu. <https://www.tpao.gov.tr/file/2106/2020-petrol-ve-dogal-gaz-sektor-raporu-47460b743c70c609.pdf>
- Uludüz, D. (2007). Biyo-yakıtlar: Brezilya Örneği. http://www.mfa.gov.tr/biyo-yakitlar_-brezilya-ornegi-.tr.mfa
- Ulusoy, A., ve Daştan, C. B. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel Teşviklerin Değerlendirilmesi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 7(17), 123-160.
- Usher, E. (2008). Global investment in the renewable energy sector. In *IPCC Scoping Meeting on Renewable Energy Sources, Lübeck* (pp. 147-154).
- Uysal, Ö., ve Gümü, E. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Elektrik Enerjisi Üretimini Belirleyenleri. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (25), 17-26.
- Varınca, K. B., & Gönüllü, M. T. (2006). Türkiye’de güneş enerjisi potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım derecesi, yöntemi ve yaygınlığı üzerine bir araştırma. *Ulusal güneş ve hidrojen enerjisi kongresi*, 21-23.
- Wang, Q., & Wang, L. (2020). Renewable energy consumption and economic growth in OECD countries: A nonlinear panel data analysis. *Energy*, 207, 118200.
- Winarno, O. T., Alwendra, Y., & Mujiyanto, S. (2016, November). Policies and strategies for renewable energy development in Indonesia. In *2016 IEEE International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)* (pp. 270-272). IEEE.
- Wüstenhagen, R., Wolsink, M., & Bürer, M. J. (2007). Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept. *Energy policy*, 35(5), 2683-2691.
- Yahya, F., & Rafiq, M. (2019). Unraveling the contemporary drivers of renewable energy consumption: Evidence from regime types. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 38(5), 13178.
- Yang, X., He, L., Xia, Y., & Chen, Y. (2019). Effect of government subsidies on renewable energy investments: The threshold effect. *Energy Policy*, 132, 156-166.
- Yelmen, B., ve Çakır, M. T. (2010). Yeşil Enerji Kaynakları ve Teknolojileri. https://www.emo.org.tr/ekler/1334053b9217604_ek.pdf
- Yıldırım, H. H. (2016). “Türkiye”de Yenilenebilir Enerji Projelerinin Finansman Yöntemleri”. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(36): 725-746.
- Yıldırım, H. H. (2019). Yenilenebilir Enerji Yatırımlarındaki Teşviklerin Yatırım Performansları Üzerine Etkisi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4 (3), 330-345. DOI: 10.29106/fesa.605785

- Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi.
- Yılmaz, N. K. Sürdürülebilirlik Perspektifiyle Finansa Yeni Bir Yaklaşım: Yeşil Finans Ve Uygulamaları. *Florya Chronicles of Political Economy*, 5(2), 139-160.
- Yılmaz, O., & Hotunluoğlu, H. (2015). Yenilenebilir enerjiye yönelik teşvikler ve Türkiye. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 74-97.
- Yin, H., & Powers, N. (2010). Do state renewable portfolio standards promote in-state renewable generation?. *Energy Policy*, 38(2), 1140-1149.
- Yu, X., Dong, Z., Zhou, D., Sang, X., Chang, C. T., & Huang, X. Integration of tradable green certificates trading and carbon emissions trading: How will Chinese power industry do?. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123485.
- Yuxiang, K., & Chen, Z. (2011). Financial development and environmental performance: evidence from China. *Environment and Development Economics*, 16(1), 93-111.
- http://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/CSTD2018_Issues01_STI_en.pdf.
- <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>
- https://www.kutso.org.tr/wp-content/uploads/2017/06/Renewable_Sector_ITP_ES-TUR.pdf
- Erişim Tarihi: 02.05. 2020.
- <https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>
- <https://www.shura.org.tr/enerji-donusumu/>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Başak ÖZARSLAN DOĞAN

Yabancı Dil: İngilizce (iyi düzeye)

Eğitim

Lisans: Anadolu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler, İktisat Bölümü

Yüksek Lisans: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat A.B.D.

Doktora: Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat A.B.D.

Bilimsel Yayınlar:

Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler

1. Afşar M., ve Özarslan-Doğan B. (2021). Yenilenebilir Enerji Yatırımları ve İstihdam İlişkisi: E-7 Ülkeleri Üzerine Bir Analiz, *Sosyoekonomi*, 29(50), 547-564 (ESCI)
2. Doğan, E, ve Özarslan Doğan, B. (2020). Does Wind Energy Affect Economic Growth in Developing Countries? *İstatistik ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 1 (2), 99-106
3. Afşar, M., ve Doğan, B. Ö. (2021). Döviz Kurunda Yanlış Dengelenme ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği. *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*, 12(2), 111-131.
4. Afşar M., Doğan E ve Özarslan Doğan B. (2021). Does Higher Geopolitical Risk Limits Turkish Foreign Direct Investments?, *MAKU IIBFD*, 8(3) (ESCI)
5. Doğan E., ve Doğan B. (2021). Finansal Gelişme ve İnovasyon, Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Üretimini Artırıyor mu? *Turkish Studies-Economy*, 16(2), 783-797. (ULAKBİM)
6. Özarslan, B., ve Bayraç, H. (2018). Türkiye’de Rüzgar Enerjisinin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 10 (19), 381-395. DOI: 10.20990/kilisiibfakademik.437656 (ULAKBİM)
7. Doğan E., ve Doğan B. (2021). Jeopolitik Riskin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Kırılgan Beşli Ülkelerinden Ampirik Kanıtlar. *Ömer Halis Demir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi (ULAKBİM)*

2. Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler

1. Ozarslan (2017).” Wind Energy and Economic Growth: A Panel Data Analysis for OECD Countries: International Journal of Arts Sciences’ (IJAS) International Conference for Academic Disciplines,14-17 Kasım 2017, Roma/İtalya
2. Bayraç N., ve Özarslan B (2018). Türkiye’de Biyokütle Enerjisinin Potansiyeli ve Ekonomik

Etkileri, 1st International Congress on Political, Economics and Financial Analysis- 2018 (PEFA'2018), April 26-28, 2018, Nazilli, Aydın, Turkey

3. Doğan E., ve Özarslan B., (2019). Türkiye’de Finansal Gelişim, İnovasyon ve Temiz Enerji Üretimi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, The 3rd International Conference on Economics, Finance and Management, 17-19 April, 2019, İstanbul, Turkey

4. Afşar M. ve Özarslan B. (2019). Döviz Kurunun Yanlış Dengelenmesi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Analiz, 23. Uluslararası Finans Sempozyumu, 9-12 Ekim 2019, Manavgat, Antalya

3. Ulusal hakemli dergilerde yayınlanan makaleler

1. Bayraç, H, ve Özarslan, B. (2018). Biyokütle Enerjisi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ampirik Bir Analizi: Türkiye Örneği. Yalova Sosyal Bilimler Dergisi, 8 (17), 1-17.

2. Batbaylı, Ş., ve Özarslan Doğan, B. (2021). Ticaret Savaşlarının Ekonomik Yansımaları Üzerine Ampirik Bir Analiz: ABD-ÇİN Örneği. Yalova Sosyal Bilimler Dergisi, 11(1), 17-36.

4. Yazılan Kitap Bölümleri

1. Özarslan Doğan B. (2020). Enerji ve Küresel Isınma, Doç. Dr. H. Naci Bayraç ve Doç. Dr. Fatih Çemrek içinde, Enerji Ekonomisi ve Politikaları Piyasalar ve Dünya-Avrupa Birliği Türkiye Boyutlu Analizler (s. 215-234), Ankara: Ekin Yayınevi

2. Özarslan Doğan B. (2021). Avrupa Kıtadaki Entegrasyonlar, Doç. Dr. H. Naci Bayraç ve Doç. Dr. Fatih Çemrek içinde, Uluslararası Ekonomik Entegrasyonlar (s.297-315), Ankara: Ekin Yayınevi