

**İŞLETMELERİN YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINDA
FİNANSMAN MODELLERİNİN KÂRLILIK ÜZERİNDEKİ
ANALİZİ**

MEHMET ONAT

HAZİRAN 2025

DİYARBAKIR

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İŞLETMELERİN YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINDA
FİNANSMAN MODELLERİNİN KÂRLILIK ÜZERİNDEKİ
ANALİZİ**



MEHMET ONAT

DİCLE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM-ÖĞRETİM VE SINAV
YÖNETMELİĞİNİN BİR PARÇASI OLARAK
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ANA BİLİM DALINDA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
OLARAK HAZIRLANMIŞTIR

HAZİRAN 2025

DİYARBAKIR

İŞLETMELERİN YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINDA FİNANSMAN MODELLERİNİN KÂRLILIK ÜZERİNDEKİ ANALİZİ

Mehmet ONAT tarafından Dicle Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin bir parçası olarak hazırlanan bu çalışma, aşağıda bilgileri yazılı jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek **Yenilebilir Enerji Kaynakları Ana Bilim Dalı**'nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Neslihan DALKILIÇ
Müdür, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

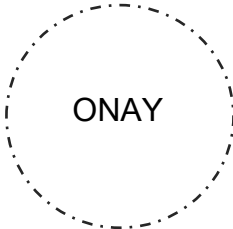
Doç. Dr. Fatih KOÇYİĞİT
Danışman, **Sivil Havacılık YO**
Uçak Bakım ve Onarım Bölümü,
Dicle Üniversitesi

Sınav Jürisi:

Doç. Dr. Fatih KOÇYİĞİT (**)
Sivil Havacılık YO Uçak Bakım ve Onarım Bölümü,
Dicle Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet ŞİT (*)
Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü,
Malatya Turgut Özal Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Fatih YÜRÜK
Sivil Havacılık YO Havacılık Yönetimi Bölümü,
Dicle Üniversitesi



Savunma Tarihi: 12 / 06 / 2025

(*) Jüri Başkanı.
(**) Tez Danışmanı.

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tez çalışmasında yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bahse konu bu kural ve ilkelerin gerektirdiği üzere, bu çalışmada özgün olmayan tüm bilimsel içerikleri kurallara uygun biçimde alıntılıyıp kaynak gösterdiğimi beyan ederim. Beyanımınla çelişen herhangi bir delil bulunduğu takdirde tüm sorumluluğu üstleneceğimi kabul ederim.

Ad, Soyad: Mehmet ONAT

İmza:

TEŞEKKÜR

Danışmanlığımı üstlenerek bana tez konusu seçiminde, konu çalışmalarında ve tez yazım sürecinde hem bilgisiyle hem de deneyimleriyle yanımda olan ve hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Fatih KOÇYİĞİT'e,

Tez savunma jürimde bulunan kıymetli hocalarıma,

Anneliğin kutsallığını bana hissettiren ve asla emeğinin karşılığını veremeyeceğim Annem'e,

Aile olmanın değerini ve önemini hep hissettiren kıymetli eşim hayat arkadaşım Semra ONAT'a,

sonsuz teşekkürler...

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. ENERJİ KAVRAMI, ÇEŞİTLERİ VE ÖNEMİ	8
3.1 Enerjinin Tanımı ve Önemi.....	8
3.2 Enerji Kaynakları	9
3.2.1 Fosil enerji kaynakları.....	9
3.3 Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	16
3.3.1 Yenilenebilir enerji kavramı.....	16
3.3.2 Yenilenebilir enerji türleri.....	17
3.4 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Finansman Modelleri, Destek Mekanizmaları	21
3.5 Özkaynak ile Finansman	22
3.6 Girişim Sermayesi.....	22
3.7 Yabancı Kaynaktan Finansman.....	23
3.8 Proje Finansmanının Uygunluğu.....	27
3.9 Proje Finansmanın Avantajları ve Dezavantajları.....	27
3.10 Yenilenebilir Enerji Projelerini Finanse Eden Küresel ve Bölgesel Kuruluşlar	28
3.11 Yenilenebilir Enerji Projelerinin Finansman Modelleri	32
3.11.1 Sendikasyon kredisi	32
3.11.2 Yeşil kredi	32
3.11.3 Yeşil tahvil	33
3.12 Tarife Garantisi (Feed in Tariff)	35
3.13 Prim Garantisi (Feed in Premium).....	39
3.14 İhale Yöntemi.....	39
3.15 Net Ölçüm ve Net Faturalama.....	40
3.16 Ar-Ge Hibeleri	40

3.17 Yenilenebilir Enerji Portföy Standardı veya Kota Sistemi.....	41
3.18 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Vergi Teşvikleri.....	41
4. BULGULAR VE SONUÇ	43
4.1 Seçilmiş Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Finansman Modellerinin Karşılaştırmalı Analizi	43
4.1.1 Araştırmanın amacı ve önemi.....	43
4.1.2 Araştırmanın yöntemi: yenilenebilir enerji kaynakları finansman modelleri: seçilmiş ülke örneklerinin incelenmesi.....	44
4.2 Almanya Yenilenebilir Enerji Uygulamaları	44
4.2.1 Almanya yenilenebilir enerji kaynakları.....	44
4.2.2 Almanya uygulanan yenilenebilir enerji politikaları	48
4.2.2.1 Yenilenebilir enerji kaynakları yasası (Erneuerbare-energie-gesetz EEG, 2000).....	48
4.2.2.2 Energiewende enerji dönüşüm programı	49
4.2.2.3 KfW yenilenebilir enerji programı	51
4.2.3 Almanya yenilenebilir enerji uygulanan finansman modelleri	52
4.2.3.1 KfW yenilenebilir enerji finansman programı	53
4.2.3.2 Almanya sabit tarife garantisi (Feed in Tariff).....	55
4.2.3.3 Almanya yeşil tahvil ihracı	58
4.3 Danimarka Yenilenebilir Enerji Uygulamaları	59
4.3.1 Danimarka yenilenebilir enerji kaynakları.....	59
4.3.2 Danimarka yenilenebilir enerji politikaları	63
4.3.3 Danimarka enerji anlaşması 2012.....	65
4.3.4 Danimarka yenilenebilir enerji uygulanan finansman modelleri	66
4.3.5 Danimarka prim tarife garantisi.....	68
4.3.6 Danimarka net ölçüm.....	69
4.3.7 Danimarka kredi garantileri	69
4.3.8 Sübvansiyonlar ve hibeler	69
4.4 İngiltere Yenilenebilir Enerji Uygulamaları	70
4.4.1 İngiltere yenilenebilir enerji kaynakları.....	70
4.4.2 İngiltere uygulanan yenilenebilir enerji politikaları	73
4.4.2.1 Enerji beyaz bildirisi 2007 (A White Paper, 2007)	74
4.4.2.2 İklim değişikliği yasası 2008 (Climate Change Act, 2008)....	74

4.4.2.3 İngiltere için ulusal yenilenebilir enerji eylem planı	74
4.4.2.4 Düşük karbon dönüşüm planı 2009 (The UK low carbon transition plan)	75
4.4.2.5 Temiz büyüme stratejisi - karbonsuz gelecek (The clean growth strategy 2017).....	75
4.4.3 İngiltere yenilenebilir enerji uygulanan finansman modelleri	76
4.4.3.1 İngiltere tarife garantisi.....	76
4.4.3.2 İngiltere kota sistemi.....	78
4.4.3.3 İngiltere yenilenebilir enerji fark kontratları.....	80
4.5 İsveç Yenilenebilir Enerji Uygulamaları	81
4.5.1 İsveç yenilenebilir enerji kaynakları.....	82
4.5.2 İsveç uygulanan yenilenebilir enerji politikaları	84
4.5.2.1 İsveç 2016 enerji anlaşması	85
4.5.2.2 İsveç 2017 iklim politika çerçevesi	85
4.5.3 İsveç yenilenebilir enerji uygulanan finansman modelleri	86
4.5.3.1 İsveç kota sistemi	86
4.5.3.2 İsveç küçük ölçekli yenilenebilir enerji kaynaklarına finansal ek destek	89
4.6 Türkiye Yenilenebilir Enerji Uygulamaları	89
4.6.1 Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları.....	89
4.6.2 Türkiyede uygulanan yenilenebilir enerji politikaları	93
4.6.2.1 Ulusal enerji eylem planı – 2024-2030 hedefi	95
4.6.3 Türkiye yenilenebilir enerjide uygulanan finansman modelleri.....	96
4.6.3.1 Türkiye sabit tarife garantisi	96
4.6.3.2 Türkiye ihale sistemi.....	97
4.7 Araştırmanın Bulguları ve Sonuçların Karşılaştırılması	101
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	105
5.1 Sonuçlar	105
5.2 Öneriler	106
KAYNAKLAR.....	108
ÖZGEÇMİŞ.....	117

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 Dünya doğal gaz rezervleri.....	13
Şekil 3.2 Nükleer santrale sahip ülkeler	14
Şekil 3.3 Ülkelerin kurulu güç miktarları (MW).....	15
Şekil 3.4 Yenilenebilir enerji üretim dağılımı TWh.....	16
Şekil 3.5 Hidrolik santralleri çalışma prensibi.....	17
Şekil 3.6 Proje finansman modeli.....	24
Şekil 3.7 Yenilenebilir enerji proje finansman modeli.....	25
Şekil 3.8 Yeşil tahvil dağılım kategorisi 2019	34
Şekil 3.9 2019 yılı yeşil tahvil ihracı - ülkelere göre	35
Şekil 4.1 Almanya 2019 net elektrik üretimi, terawatt saat ve yüzdesel.....	45
Şekil 4.2 Almanya rüzgar enerjisi kurulu gücü 1990'dan bu yana (MW).....	46
Şekil 4.3 Almanya güneş enerjisi kurulu gücü 1990'dan bu yana	46
Şekil 4.4 Almanya yenilenebilir enerji kurulu gücü, gigawatt, 2019.....	47
Şekil 4.5 Almanya 2019 yenilenebilir enerji kaynakları ve fosil kaynakları elektrik üretimi terawattsaat ve yüzdesel.....	48
Şekil 4.6 Almanya elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları %	51
Şekil 4.7 KFW yapısı.....	52
Şekil 4.8 Yenilenebilir enerji santrallerinin gelişimindeki istihdam sayısı (2000-2017)	58
Şekil 4.9 Danimarka 2017 yenilenebilir enerji kaynakları ve fosil kaynakları elektrik üretimi terawattsaat ve yüzdesel.....	61
Şekil 4.10 Danimarka yenilenebilir enerji kaynakları dağılımı	61
Şekil 4.11 Danimarka rüzgar enerjisi elektrik üretimi gigawattsaat	62
Şekil 4.12 Tarife garantisi finansman modeli destek miktarı	67
Şekil 4.13 İngiltere 2018 elektrik arzı TWh ve yüzdesel	71
Şekil 4.14 İngiltere yenilenebilir enerji yatırımları.....	73
Şekil 4.15 İsveç kaynak bazlı enerji arz dağılımı TWh ve yüzdesel	83
Şekil 4.16 İsveç kaynak bazlı enerji arz dağılımı TWh ve yüzdesel	83
Şekil 4.17 İsveç kaynak bazlı kurulu güç dağılımı MW	84
Şekil 4.18 Kota sistemine ait sertifikalı elektrik üretimi hedeflenen ve gerçekleşen.....	87
Şekil 4.19 Kaynak bazlı sertifikalı elektrik üretimi, 2003-2017	88

Şekil 4.20 Kaynak bazlı sertifikalı elektrik üretimi, 2018.....	88
Şekil 4.21 Yurtiçi elektrik toplam üretim ve talebi 1996-2018	90
Şekil 4.22 Türkiye kurulu gücü MW, 1985-2018	91
Şekil 4.23 Kurulu güce göre dönemler itibariyle paylar.....	91
Şekil 4.24 Elektrik üretimi yatırımlarının dağılımı milyar USD 2002-2018.....	101



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1	Dünyadaki kömür rezervleri.....	10
Tablo 3.2	Dünyadaki petrol rezervleri.....	11
Tablo 3.3	Dünya rüzgar enerjisi kurulu gücü	18
Tablo 3.4	Dünya jeotermal enerjisi kurulu gücü.....	20
Tablo 3.5	OECD ülkeleri tarife garantileri 2017	36
Tablo 3.6	OECD üyesi olmayan ülkeler tarife garantileri 2017	37
Tablo 4.1	Yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücü GW	47
Tablo 4.2	Almanya yenilenebilir enerji politikasını oluşturan yasalarından başlıcaları; 2000 yılı sonrası	49
Tablo 4.3	Energiewende programı kapsamında almanya iklim ve enerji planı 2050..	50
Tablo 4.4	Almanya yenilenebilir enerji uygulamaları tarife fiyatları	56
Tablo 4.5	Almanya yenilenebilir enerji yatırımları (Milyar Avro 2000-2018)	57
Tablo 4.6	Almanya en büyük yeşil tahvil ihraç eden kurumlar 2018	59
Tablo 4.7	Danimarka elektrik üretim tüketim miktarları	60
Tablo 4.8	Danimarka yenilenebilir enerji yasa ve yönetmeliklerden başlıcaları.....	64
Tablo 4.9	Danimarka açık deniz rüzgar ihaleleri	68
Tablo 4.10	İngiltere yenilenebilir enerji kaynakları elektrik üretimi	71
Tablo 4.11	İngiltere yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücü (10 yıl).....	72
Tablo 4.12	Yıllık tarife garanti ücretleri (2010-2013)	77
Tablo 4.13	2018-2019 yılları lisanslı tedarikçilere dağıtılan sertifika oranı	79
Tablo 4.14	Fark sözleşmeleri genel fiyatlar	80
Tablo 4.15	Yıllara göre Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücü.....	92
Tablo 4.16	Türkiye yenilenebilir enerji politikaları ve yasalarından başlıcaları	94
Tablo 4.17	2024-2030 dönemi tasarruf ve yatırımlarının yıllara göre değişimi.....	95
Tablo 4.18	5346 sayılı kanun ile belirlenen elektrik alım fiyatları	97
Tablo 4.19	YEKA yönetmeliği kapsamında yapılan ihale sonuçları	98
Tablo 4.20	Enerji sektörü sabit sermaye yatırımları	100
Tablo 4.21	Seçilmiş ülkelerin finansman modellerinin karşılaştırılması	102

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Kısaltma	Açıklama
ADB	Asian Development Bank
AFDB	Agence Française de Development
BMWi	Federal Ministry of Economics and Technology
BNEF	Bloomberg New Energy Finance
CEB	The Council of Europe Development Bank
DKK	Danimarka Kronu
EBRD	European Reconstruction And Development Bank
EDF	European Development Fund
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EIB	European Investment Bank
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
FIT	Feed in Tariff
FIP	Feed in Premium
GW	Gigawatt
IBRD	International Bank for Reconstruction And Development
IDB	Inter-American Development Bank
IDB	Islamic Development Bank
IRENA	International Renewable Energy Agency
IFC	International Finance Corporation
JBIC	Japan Bank for International Cooperation
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kV	Kilovat
kWh	Kilovatsaat
MIGA	Multilateral Investment Guarantee Agency
MW	Megawatt
TWh	Terawatsaat
USD	United States Dollar
YE	Yenilenebilir Enerji
YEK	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
YEKDEM	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destek Mekanizması

ÖZET

İŞLETMELERİN YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINDA FİNANSMAN MODELLERİNİN KÂRLILIK ÜZERİNDEKİ ANALİZİ

ONAT, Mehmet

Yüksek Lisans, Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Danışman: Doç. Dr. Fatih KOÇYİĞİT

Haziran 2025, 131 sayfa

Bu araştırmanın amacı yenilenebilir enerji sektöründe kullanılan popüler finansman yöntemlerinin finansal uygulanabilirliğini incelemek ve iyileştirme önerileri sunmaktır. Çalışma, yenilenebilir enerji projelerinin genel karlılığı üzerindeki etkisini belirlemek için bu finansman modellerinin etkinliğini ve verimliliğini araştırmaktır. Ayrıca bu araştırma, finansman stratejilerinin etkinliğini azaltabilecek potansiyel engelleri belirlemeyi ve bu sorunlara yönelik çözüm önerileri sunmayı hedeflemektedir. Nihai olarak amaç, yenilenebilir enerji sektöründeki paydaşlara finansal karar süreçlerini daha verimli hale getirebilecek bilgi ve öneriler sağlayarak, projelerin sürdürülebilirliğine katkı sunmaktır. Araştırmada yazılı kaynakların ve gözleme dayalı raporların analiz edilmesini içeren karşılaştırmalı analiz yöntemi kullanılmıştır. Niceliksel ve niteliksel veriler, çeşitli ülkelerde yayınlanan yenilenebilir enerji raporlarından, resmi teorilerden ve konu hakkında ek bilgi sağlayan diğer yazılı kaynaklardan toplanmıştır. Seçilmiş ülkelerde kullanılan finansman modellerinin güncel durumları, ekonomi alanındaki etkileri ve yenilenebilir enerji kaynak kullanım kapasitelerinde ne kadarlık artışa neden olduğu analiz edilmiştir. Araştırma bulguları, sabit garantili tarife modeli, ihale yöntemi ve net ölçüm modelinin yenilenebilir enerjiyi teşvik etmek için en çok tercih edilen finansman seçenekleri olduğunu göstermektedir. Çeşitli finansman modellerinin analizine dayanarak, Türkiye'nin ülkede yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasını desteklemek için yeşil tahvil, yeşil kredi, yenilenebilir enerji portföy standardı veya kota sistemi finansman modellerini uygulamayı düşünmesi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Enerji, Finansman, Enerji Kaynakları.

ABSTRACT

ANALYSIS OF FINANCING MODELS ON PROFITABILITY IN RENEWABLE ENERGY INVESTMENTS OF ENTERPRISES

ONAT, Mehmet

Master's Degree, Renewable Energy Sources

Supervisor: Doç. Dr. Fatih KOÇYİĞİT

June 2025, 131 pages

The purpose of this research is to examine the financial viability of popular financing methods used in the renewable energy sector and to provide suggestions for improvement. The study investigates the effectiveness and efficiency of these financing models to determine their impact on the overall profitability of renewable energy projects. Furthermore, this research aims to identify potential barriers that may reduce the effectiveness of financing strategies and propose solutions to address these issues. Ultimately, the aim is to contribute to the sustainability of projects by providing stakeholders in the renewable energy sector with information and recommendations that can make financial decision processes more efficient. The comparative analysis method, which involves analysing written sources and observational reports, was used in the research. Quantitative and qualitative data were collected from renewable energy reports published in various countries, official theories and other written sources providing additional information on the subject. The current status of the financing models used in selected countries, their impact on the economy and the extent to which they lead to an increase in renewable energy resource utilisation capacities were analysed. The research findings show that the fixed feed-in tariff model, the auction method and the net metering model are the most favoured financing options to promote renewable energy. Based on the analysis of various financing models, it is suggested that Turkey should consider implementing green bonds, green credits, renewable energy portfolio standard or quota system financing models to support the expansion of renewable energy in the country.

Keywords: Renewable Energy, Energy, Financing, Energy Resources

1. GİRİŞ

Küresel nüfus artmaya devam ettikçe enerji talebinde de buna paralel bir artış yaşanmaktadır. Çevre kirliliği, küresel ısınma ülkeleri farklı ve çevreci enerji kaynaklarına yönlendirmektedir. Bu değişimde ülkeler, bölgesel veya küresel iklim değişikliğine katkıda bulunmayan, sürdürülebilir ve çevre dostu enerji üretimine öncelik vermektedir. Geleneksel enerji kaynaklarının sınırlı doğasının ve zararlı çevresel sonuçlarının farkına varılmasıyla birlikte ülkeler giderek daha fazla doğal ve aynı zamanda yerel olarak temin edilebilir yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Bu kaynaklar doğada bol miktarda bulunan, tükenmeyen ve sürekli yenilenen enerji kaynakları olarak görülmektedir. Güneş, rüzgâr, hidrolik, biyokütle, biyogaz, jeotermal ve dalga enerjisi olarak sınıflandırılan yenilenebilir enerji kaynakları, yerli olmalarıyla birlikte ülkelerin fosil kaynaklarda dışa bağımlılığını azaltan önemli kaynaklar olarak görülmektedir. Sera gazı emisyonu ve karbon emisyonuna neden olan fosil kaynakların yerine tercih edilen yenilenebilir enerji kaynakları, birçok devletin enerji politikalarında önem arz etmektedir. Birçok ülke, enerji kaynaklarını çeşitlendirerek karbon emisyonlarını aşamalı olarak azaltmak amacıyla, elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmaya yönelik hedefler belirlemiştir. Ayrıca bu ülkeler, yenilenebilir enerji kullanımının desteklenmesinin, yabancı enerji kaynaklarına bağımlılığın azaltılmasının ve yenilenebilir enerji sektöründe istihdam artışının teşvik edilmesinin ekonomileri üzerinde olumlu etkiler yaratacağına inanmaktadır.

Yenilenebilir enerjinin faydalarına ilişkin küresel farkındalık artmaya devam ederken, ulusal politikalarda belirtilen enerji hedeflerine ulaşmak için finansman mekanizmalarının oluşturulmasının şart olduğu açıktır. Yenilenebilir kaynaklardan yararlanmanın başlangıçtaki yüksek maliyetleri göz önüne alındığında, bu kaynakların fosil yakıtlarla etkili bir şekilde rekabet edebilmesini ve sonuçta fosil yakıtların yerini alabilmesini sağlamak için çeşitli yatırım yöntemleri ve finansman stratejilerinin geliştirilmesine acil bir ihtiyaç vardır. Bu nedenle, bu çalışmada amaçlanan, seçilmiş ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması amacıyla kullanılan finansman yöntemlerinin incelenmesi, örnek ülkeler üzerinden finansman modellerinin karşılaştırılması yapılarak, bu finansman modellerinin hangi alanda olumlu veya olumsuz sonuçlar ortaya koyduğunun değerlendirilmesidir.

Çalışmada, birinci bölümde enerji kavramı, enerjinin çeşitleri ve enerjinin önemi incelenmiştir. İkinci bölümde enerji alanında en çok tercih edilen finansman modellerinin tanımları incelenmiştir. Üçüncü bölümde, örnek ülkeler ele alınarak, ülkelerin resmi kurumlarının yayınlamış oldukları raporlar, yayınlanmış makaleler ve diğer resmi kurumların raporları incelenerek, finansman modellerinin ülkeler üzerindeki etkileri analiz edilmiştir.

Yenilenebilir enerji finansmanına yönelik artan ilgi, bu alanda çok sayıda akademik ve uygulamalı çalışmanın yapılmasını sağlamıştır. Bu çalışmaların özetleri aşağıda sunulmuştur.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Theis ve ark. (2024), ABD özelinde eşzamanlı ve eşzamanlı olmayan spektral Granger nedensellik analiz yöntemlerini kullanarak, CO₂ emisyonları, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü etkileşim tespit etmişlerdir.

Zhang ve ark. (2023), 53 ülke verisine dayanan panel regresyon analizlerinde, green finance araçlarının yenilenebilir enerji gelişimini pozitif yönde etkilediğini, özellikle gelişmiş ülkelerde bu etkinin daha belirgin olduğunu saptamışlardır.

Ahmed ve ark. (2023), 44 ülke örneğinde gerçekleştirdikleri ampirik analizde, green bond ihracının yenilenebilir enerji üretimini hem kısa hem uzun vadede anlamlı şekilde artırdığını ve teknoloji kapasitesinin bu etkiyi güçlendirdiğini bulmuşlardır.

Rahman (2023), G7 ülkelerini kapsayan dinamik panel araştırmasında (Dumitrescu–Hurlin nedensellik testi) yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına GSYİH ve şehirleşme oranı arasındaki iki yönlü ilişkiyi ortaya koymuştur; analiz sonuçları, GSYİH ve şehirleşmenin yenilenebilir enerji tüketimini anlamlı şekilde etkilediğini göstermiştir.

Gülbahar (2019), yılında gerçekleştirdiği kapsamlı araştırmasında ADF Birim Kök Testi, Granger Nedensellik Testi ve Johansen Eşbütünleşme Analizi gibi ileri istatistiksel yöntemleri kullanarak GSYİH, cari açık ve enerji tüketimi arasındaki karmaşık bağlantıları araştırdı. Gülbahar, Türkiye'nin 1977'den 2018'e kadar olan ekonomik verilerini analiz ederek, cari açıktan enerji tüketimine ve enerji tüketiminden GSYİH'ya kadar tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğunu tespit etti. Şaşırtıcı bir şekilde, kapsamlı çalışmasında cari açık ile GSYİH arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Durğun ve Durğun (2018), tarafından gerçekleştirilen araştırmada, Türkiye'den 1980-2015 yıllarını kapsayan veriler üzerinde ARDL sınır testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılmıştır. Araştırmanın bulguları, Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisine işaret etmiştir.

Uysal ve Yılmaz (2015), yaptıkları araştırmada, 1980'den 2012'ye kadar Türkiye'nin ekonomik büyümesi, cari açık ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemek için Johansen eşbütünleşme analizini VAR modeliyle birlikte kullanmışlardır. Çalışma sonucunda değişkenlerin birbirine bağlı olduğunu ve uzun vadede birbirlerini etkilediğini saptamışlardır.

Bilgili ve Öztürk (2015), yılında yaptıkları çalışmada biyokütle enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmak için G7 ülkelerinin 1980'den 2009'a kadar olan verilerini kullanmışlardır. Panel Eşbütünleşme Testi, EKK ve Dinamik EKK testlerinin uygulanmasıyla araştırmacılar, biyokütle enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkisinin olduğunu belirlemişlerdir.

Apergis ve Salim (2015) yılında yaptıkları çalışmada, 1990'dan 2013'e kadar 23 yıllık bir süre boyunca 80 ülkeden verileri incelemişlerdir. Araştırmaları, yenilenebilir enerji kullanımının işsizlik seviyeleri üzerindeki etkisini araştırmaya odaklandı ve gelişmiş doğrusal olmayan panel veri tekniklerini kullanarak onların analizini elde etmişlerdir.

Jaraite ve ark. (2015), araştırmacılar 15 Avrupa Birliği üyesi ülkede 1990'dan 2012'ye kadar uygulanan yenilenebilir enerji politikalarının hem istihdam oranları hem de ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini araştırdılar. Panel eşbütünleşme yöntemini ve Granger nedensellik testini kullanarak yaptıkları analizler sonucunda, rüzgar enerjisi sektörü ile genel istihdam seviyeleri arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisi keşfetmişlerdir.

Fortes ve ark. (2015), yılında Portekiz'deki yüksek işsizlik oranının yenilenebilir enerji yatırımlarının istihdam ve refah sonuçları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. HYBGEM ve HYBTEP simülasyon tekniklerini kullanan araştırmacılar, yenilenebilir enerji projeleriyle ilgili finansman giderlerinin istihdam yaratma üzerinde zararlı bir etkisi olduğunu keşfetmişlerdir.

Ortega ve ark. (2015), yılında yürütülen bir çalışmada araştırmacılar, Avrupa Birliği üye ülkelerinde yenilenebilir enerjinin benimsenmesinin genel istihdam etkilerini araştırmışlardır. Yeni bir dinamik analitik yaklaşımın kullanılmasıyla, güneş ve rüzgar

enerjisi sektörlerinin istihdam etkisinin faydalı olduğu ve bunun sonucunda toplam iş sayısında artış olduğu tespit etmişlerdir.

Ohler ve Fetters (2014), yılında yaptıkları çalışmada 20 OECD ülkesini incelemek için panel hata düzeltme modelini kullanmışlardır. Bulguları, yenilenebilir enerjinin toplam üretimi ile bu ulusların gerçek GSYİH'si arasında iki yönlü bir nedensel ilişki olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Arlı Yılmaz'ın (2014) yılındaki araştırmasında, Türkiye'de yenilenebilir enerji sektöründeki çeşitli alt dalların doğrudan istihdam etkilerinin analitik bir yaklaşımla incelenmesine odaklanmıştır. Yerli üretimin büyümesini teşvik edecek senaryolar çerçevesinde yapılan analizlerde, nehir tipi hidroelektrik enerjisinin istihdam yaratma potansiyeli en yüksek alt dal olarak ortaya çıktığını tespit etmiştir.

Cai ve ark. (2014), yılında yürütölen bir çalışmada odak noktası, Çin'de yenilenebilir enerji kaynaklarının giderek daha fazla benimsenmesinin net istihdam sonuçlarını ve bunun işgücü piyasasının yapısını nasıl etkilediğini analiz etmekte. Araştırmacılar panel veri analizini kullanarak ve Granger nedensellik testini uygulayarak 2011'den 2020'ye kadar olan döneme ait verileri incelemişlerdir. Sonuçlar, yenilenebilir enerjiye geçişin potansiyel olarak 7,16 milyon yeni iş yaratabileceğini göstermiştir. Ancak işgücü piyasasındaki farklılıklar nedeniyle öngörölen istihdam artışının yalnızca %81,8'i gerçekleşmiştir.

Ohler ve Fetters'in (2014), yılında yaptıkları bir çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 20 OECD ülkesinde analiz etmişlerdir. Nedensellik testi ve panel hata düzeltme yöntemi kullanılarak bu ölkelerdeki yenilenebilir enerji tüketimi ile istihdam seviyeleri arasında çift yönlü bir nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir.

Bayat, Şahbaz ve Akçacı (2013), Türkiye'den 1992'den 2012 yılına kadar olan verileri analiz ederek petrol fiyatları ile dış ticaret arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmalarında hem Granger nedensellik testi hem de eşbütünleşme yöntemlerini kullanmışlardır. Bulgular, ılımlı bir zaman diliminde petrol fiyatlarından dış ticaret

açığına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu saptamışlardır.

Demir (2013) tarafından yapılan araştırmada, Türkiye'nin 1987-2012 yıllarına ait verileri kullanılarak bir analiz yapılmıştır. Çalışmada cari açık, enerji ithalatı ve sanayi üretimi arasındaki ilişkinin çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılarak araştırılması amaçlanmıştır. VAR analizi, eşbütünleşme, hata düzeltme modeli ve Granger nedensellik testi gibi. Araştırmanın bulguları sanayi üretimi ve enerji ithalatından cari açığa doğru ağırlıklı olarak tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığına işaret etmektedir.

Gürbüz (2012) yılında Türkiye'de yaptığı araştırmada, ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi 1970'den 2009'a kadar olan dönemde nedensellik testi yaklaşımıyla araştırmıştır. Gregory-Hansen eşbütünleşme testinin bulguları, ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisi olmadığını ortaya koymuştur. Ancak Zivot-Andrews yapısal kırılma birim kök testi ile veri serilerinin birinci farkı itibarıyla incelendiğinde durağan olduğu tespit etmiştir.

Yanar ve Kerimoğlu (2011), tarafından 1975-2009 yılları arasındaki Türkiye verileri kullanılarak yapılan çalışmada enerji tüketimi, cari açık ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Johansen Eşbütünleşme Analizi ve Vektör Hata Düzeltme Modelleri ile incelemişlerdir. Bulgular, enerji tüketimi arttıkça ekonomik büyümenin de buna paralel bir artış yaşadığını ortaya koymuştur. Ayrıca ekonominin büyümesiyle birlikte cari açığın da genişlediğini kaydetmişlerdir.

Doğan (2010), enerji tüketimi ile milli gelir arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Türkiye'nin 1980-2008 dönemine ait verileri kullanarak bir çalışma yürütmüştür. ADF birim kök testi, Granger nedensellik testi ve Engle-Granger eşbütünleşme testinin uygulanmasıyla enerji tüketiminden milli gelire doğru tek yönlü ve uzun vadeli bir nedensellik ilişkisinin kanıtlarını tespit etmiştir.

Apergis ve Payne (2010a) tarafından yürütülen bir çalışmada araştırmacılar, 1985'ten 2005'e kadar 20 OECD ülkesinin ekonomik büyümesine yenilenebilir enerji kaynaklarının dahil edilmesinin etkilerini araştırmışlardır. Çok değişkenli bir hata düzeltme modeli kullanarak ve Granger nedensellik testleri uygulayarak, sonuçlar

şunu göstermiştir: yenilenebilir enerji kullanımı ile istihdam düzeyleri arasında doğrudan bir nedensellik bağının bulunmadığını ortaya koymuştur.

Apergis ve Payne (2010b) tarafından yapılan bir çalışmada, yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Avrasya kıtasındaki 13 ülkeden 1992-2007 yıllarını kapsayan veriler analiz etmişlerdir. Araştırmacılar panel veri analizi tekniklerini kullandılar ve tarafsızlık hipotezini destekleyen, yenilenebilir enerji tüketimi ile istihdam seviyeleri arasında Granger nedensellik testiyle doğrulanan nedensel bir ilişkiye işaret eden kanıtlar saptamışlardır.

Sadorsky (2009), tarafından gelişmekte olan 18 ülkede gerçekleştirilen çalışmada 1994-2003 yılları arasındaki verileri analiz etmiştir. Panel eşbütünleşme testleri ve FMOLS yöntemleri kullanarak kişi başına düşen reel gelirdeki artışın kişi başına yenilenebilir enerji kaynakları tüketimindeki artışla ilişkili olduğu belirlemiştir.

Telatar ve Terzi (2009), Türkiye'de ekonomik büyüme ile cari işlemler dengesi arasındaki ilişkiyi 1991-2005 yılları arasında kapsamlı bir şekilde analiz etmişlerdir. Nedensellik Testi yöntemini kullanarak, büyümenin cari işlemler dengesini etkilediği noktada nedensellik ilişkisinin var olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bulgu, Türkiye ekonomisinin karmaşık dinamiklerine ışık tutuyor ve istikrarlı bir cari dengenin korunması için sürdürülebilir büyümenin desteklenmesinin önemini vurgulamıştır.

Literatürde çoğunlukla belirli ülkeler veya finansal araçlar üzerinden yürütülen analizlerin aksine, bu tez çalışması seçilmiş ülkeler üzerinden karşılaştırmalı bir yaklaşım benimseyerek, finansman stratejilerinin etkinliğini bütüncül bir çerçevede ele almakta ve uygulayıcılara yol gösterici öneriler sunmayı hedeflemektedir.

3. ENERJİ KAVRAMI, ÇEŞİTLERİ VE ÖNEMİ

3.1 Enerjinin Tanımı ve Önemi

Enerji, bir ülkenin ilerleme yeteneğini belirleyen önemli bir faktördür ve ülkenin ekonomik büyümesini yansıtır. Aynı zamanda ulusların ilerlemesinde de önemli bir rol oynamaktadır (Albayrak, 2011: 4). Enerji kaynaklarının mevcudiyeti ve verimli kullanımı, ekonomik faaliyetlerin sürdürülmesi, endüstriyel büyümenin desteklenmesi ve vatandaşların yaşam kalitesinin iyileştirilmesi için gereklidir. Ayrıca enerji, inovasyonu, teknolojik gelişmeleri ve genel toplumsal ilerlemeyi yönlendirmede hayati bir rol oynamaktadır. Çeşitli enerjileri ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmaya öncelik veren ülkelerin uzun vadeli ekonomik istikrar ve başarı yaşama olasılıkları daha yüksektir. Enerji, bir ulusun gidişatını ve ilerlemesini belirlemede çok önemli bir rol oynamaktadır. Evrenin başlangıcından beri enerji her türlü yaşam ve maddede mevcut olan, sürekli gelişen ve dönüşen değerli bir kaynaktır. Enerji kullanımı odun gibi basit kaynaklardan kömür ve nükleer enerji gibi daha çeşitli seçeneklere doğru evrildi. Devam eden araştırma ve ilerlemeler sayesinde insanlar, atomların parçalanması da dahil olmak üzere enerjiyi çeşitli şekillerde kullanmayı ve depolamayı öğrendi. Enerji, insanlığın ilerlemesi ve gelişmesi için temel bir gereklilik olmakla beraber önemi göz ardı edilemez (Arık, 2016: 1).

Tarih boyunca sürekli değişen ve sürekli mevcut olan enerji gücü, imparatorluklar, devletler ve kabileler arasındaki çatışma ve savaşların ardındaki itici faktör olmuştur. Doğal değeri ve önemi, kontrol için şiddetli savaşları ateşledi ve bu eğilimin gelecekte de devam etmesinden korkuluyor. Küresel nüfusun artması ve ekonomiye olan talebin artmasıyla birlikte enerjiye olan ihtiyaç her zamankinden daha fazla. Bu durum, sürekli üretimin sağlanması için mevcut kaynakların kullanılmasıyla enerji sorunlarına sürdürülebilir çözümlere acil ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır (Arık, 2016: 2).

19. ve 20. yüzyıllardaki çatışmaların ardından enerjinin önemi giderek daha belirgin hale geldi. 20. yüzyılda savaşın harabeye çevirdiği birçok ülke, petrol üretimini koordine etmek amacıyla 1960 yılında Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü'nü (OPEC) oluşturmak üzere bir araya gelmiştir. 1970 yılında patlak veren İsrail-Arap çatışmaları, OPEC üyelerinin başta ABD olmak üzere İsrail'i destekleyen ülkelere petrol ambargosu ilan etmesiyle 1973

Petrol Krizi'ne yol açmıştır. Bu kriz, ülkeleri petrole olan bağımlılığı azaltmak için enerji kaynaklarını çeşitlendirmeye yöneltti. Benzer olayları öngören ülkeler, uluslararası ilişkilerde enerji güvenliğini ön planda tutmuş, enerjide dışa bağımlılığı azaltacak politikalar uygulamış ve çeşitli örgüt ve girişimlerle destek sağlamıştır (Urmamen, 2019: 6). Bu gelişmeler nedeniyle Avrupa Birliği, üye ülkeleri ile işbirliği yaparak 1974 yılında Petrol Krizinin olumsuz etkilerine karşı harekete geçti. Bu girişim, Avrupa Komisyonu tarafından yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmeye yönelik bir stratejinin uygulanmasını içeriyordu. Daha sonra AB tarafından çok sayıda yenilenebilir enerji politikası formüle edildi ve uygulandı ve tüm üye devletlerin yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi teşvik edilmiştir (Urmamen, 2019: 6-8).

Çeşitli disiplinlerden bilim insanları, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik ederek enerji tüketimindeki küresel artışa aktif olarak etki ediyor. Güneş ve rüzgar enerjisinden hidroelektrik ve jeotermal enerji santrallerine kadar uzanan girişimlerle yenilenebilir enerjinin uzun ömürlü olması ve çevresel faydaları üzerinde duruluyor (Külekçi, 2009: 83-91).

3.2 Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları iki ana gruba ayrılabilir: Yenilenemeyen Enerji Kaynakları olarak da bilinen Birincil Enerji Kaynakları ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları olarak da bilinen İkincil Enerji Kaynakları. Bu sınıflandırma enerji çalışmaları alanında yaygın olarak kullanılmaktadır (Aracı, 2013: 11).

3.2.1 Fosil enerji kaynakları

Dünyada en çok kullanılan fosil enerji kaynakları kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer enerjidir.

- **Kömür**

Çok çeşitli bitki kaynaklarından elde edilen bu maddeler, ağırlıklı olarak lignoselülozdan oluşan ve kahverengi ve siyah tonlarında katmanlı bir yapı sergileyen, çeşitli malzemelerin karmaşık bir karışımıdır. İnorganik bileşenlerin yanı sıra karbon, hidrojen, oksijen, kükürt ve nitrojen elementlerinin bir karışımından oluşurlar. Bu malzemeler katı, yanıcı ve fosilleşmiş organik bileşiklerdir (Arık, 2016: 3).

Kömürün ticari amaçlarla kullanılması, ünlü bir Yunan bilim adamı ve filozof olan Aristoteles'in ilkelerine göre kilden çıkarıldığı bir Doğu Asya ülkesi olan Çin'de ortaya çıktı. Ayrıca 13. yüzyılda Kuzey Amerika'daki Yerli Amerikalılar tarafından ısınma ve yemek pişirme amacıyla kömür kullanıldı. 20. yüzyılda sanayi devrimi sırasında kömür, James Watt'ın yarattığı buhar makinesinin çalıştırılmasında, demiryolu taşımacılığında ve kent aydınlatmasında kullanılmaya başlandı (Yılmaz, 2015: 7).

Dünyada kömür rezervleri ülkelere göre değişiklik göstermektedir. Bazı ülkelere ait kömür rezervleri aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 3.1 Dünyadaki kömür rezervleri (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023)

ÜLKELERE GÖRE KÖMÜR REZERVLERİ 2023 (milyon ton)		
Sıra	Ülke	Rezerve
1	Amerika Birleşik Devletleri	229.930
2	Rusya	160.363
3	Avustralya	144.817
4	Çin	138.818
5	Hindistan	100.870
6	Ukrayna	34.374
7	Almanya	34.049
7	Güney Afrika	31.499
8	Polonya	27.128
9	Kazakistan	25.604
10	Endonezya	22.622

Dünya Enerji Konseyi, dünya çapında yaklaşık 892 milyar ton kömür rezervinin bulunduğunu tahmin ediyor. Bu rezervler iki ana kategoriye ayrılmaktadır: toplamın yarısını antrasit ve bitümlü kömür, diğer yarısını ise yarı bitümlü ve linyit kömürü oluşturmaktadır. Türkiye'nin kömür rezervleri son 15 yılda 8,3 milyar tondan 19,3 milyar tona çıkmıştır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023).

- **Petrol**

Karbon ve hidrojen bileşiklerinin karmaşık bir karışımı olan petrol, adını "taş yağı" anlamına gelen Yunanca "petra" ve "oleo" kelimelerinden alır. Bu fosil yakıt, bolluğu ve çok yönlü özellikleri nedeniyle çeşitli endüstrilerde yüzyıllardır kullanılmaktadır. Oluşumu uzun bir organik madde ayrışması ve jeolojik dönüşüm sürecini içerir ve sonuçta bugün bildiğimiz değerli kaynak ortaya çıkmıştır (Yılmaz, 2015: 11).

Petrolün ilk kayıtlı kullanımı 1859 yılına dayansa da, ham madde bundan çok daha önce kullanılmıştı. Herodot'un MÖ 450 civarında bildirdiğine göre Sümer hükümdarı Adap'ın göz yuvalarında asfaltın kanıtı keşfedildi. Antik çağda Tunus, Babil, Yunan adaları gibi çeşitli yerlerde de petrol türevlerinin izlerine rastlanmıştır. Sanayileşme ilerledikçe ve içten yanmalı motor icat edildikçe, 1900'lerin başında petrolün araçlarda ve uçaklarda yaygın olarak kullanılması, rafinaj teknolojisinde ilerlemelere yol açtı. Ancak büyük şirketler tarafından petrol ve kömür kullanımının hızla artması, çevresel hasara ve kirlilik sorunlarına yol açtı. Doğal gazın keşfi ve kullanımı bu sorunların bir kısmının hafifletilmesine yardımcı oldu (Erik ve Koşaroğlu, 2016: 122).

Tablo 3.2 Dünyadaki petrol rezervleri (Enerji Atlası, 2023)

ÜLKELERE GÖRE PETROL REZERVLERİ (milyon varil)				
Sıra	Ülke	2020 Rezervi	2022 Rezervi	Pay %
1	Venezuela	303.561	303.221	19,38
2	Suudi Arabistan	267.082	267.192	17,08
3	İran	208.600	208.600	13,33
4	Irak	145.019	145.019	9,27
5	Birleşik Arap Emirlikleri	107.000	113.000	7,22
6	Kuveyt	101.500	101.500	6,49
7	Rusya	80.000	80.000	5,11
8	Amerika Birleşik Devletleri	35.835	55.251	3,53
9	Libya	48.363	48.363	3,09
10	Nijerya	36.910	36.967	2,36
11	Kazakistan	30.000	30.000	1,92
12	Çin Halk Cumhuriyeti	26.023	27.003	1,73
13	Katar	25.244	25.244	1,61
14	Brezilya	12.715	13.242	0,85
15	Cezayir	12.200	12.200	0,78

Petrol rezervlerinin ülkeler arasındaki dağılımını ve değişimini anlamak, küresel enerji dinamiklerini ve jeopolitik etkileri değerlendirmek açısından çok önemlidir. Sağlanan veriler, petrol rezervleri ortamına ve bu rezervlerdeki değişen eğilimlere ilişkin değerli bilgiler sunuyor. Venezuela, 2020'de 303.561 milyon varil ve 2022'de 303.221 milyon varil ile listenin başında yer alıyor ve en büyük paya sahip. Suudi Arabistan, 2020'de 267.082 milyon varil ve 2022'de 267.036 milyon varil ile yakından takip ederek küresel rezervlerde önemli konumunu korudu. İran, Irak, Birleşik Arap Emirlikleri, Kuveyt, Rusya, ABD, Kazakistan, Çin Halk Cumhuriyeti, Tayvan, Brezilya ve Cezayir de rezerv tutarlarıyla tabloda yer alıyor. Tabloda sunulan veriler, çeşitli ülkelerin petrol rezervlerini ve bu rezervlerde iki yıl içindeki dalgalanmaları özetlemektedir. Tabloda rezerv miktarları, ilgili ülkeler, 2020 ve 2022 rezerv miktarları ve küresel petrol rezervlerindeki yüzdesel paylarına göre sıralamalar yer alıyor. Tablo incelendiğinde bazı ülkelerin rezervlerinin son iki yılda sabit kaldığı, bazılarında ise dalgalanmalar yaşandığı görülüyor. Venezuela'nın rezervlerindeki azalma ekonomik ve politik faktörlere bağlanabilirken, Suudi Arabistan ve İran gibi ülkeler küresel petrol piyasasında önemli roller oynamaya devam ediyor.

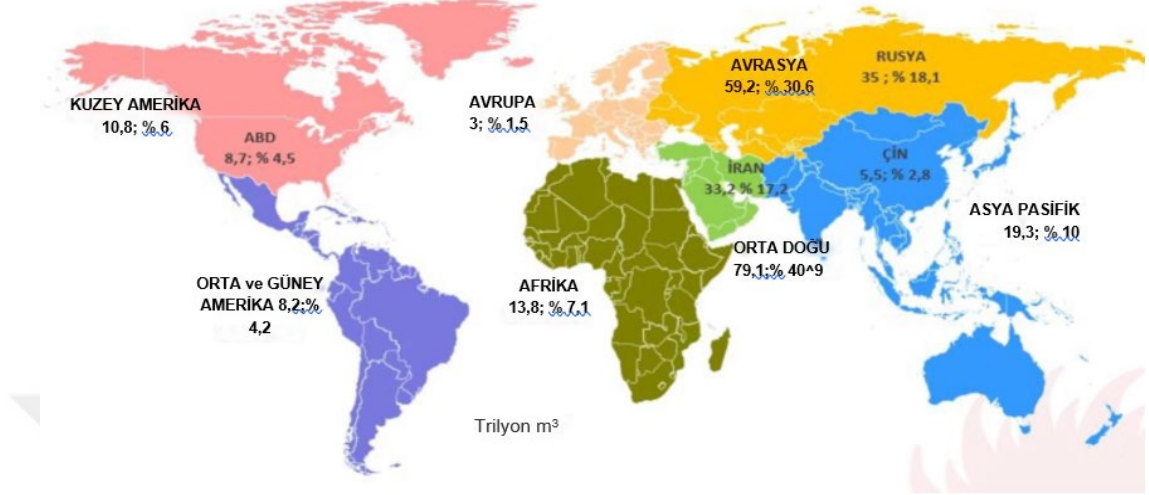
- ***Doğal gaz***

BP (2023) verilerine göre doğalgaz rezervlerinin büyük kısmı Rusya, İran ve Katar'da yoğunlaşmıştır. Bu durum, Avrupa ülkelerinin enerji arz güvenliği açısından bu ülkelere olan bağımlılığını artırmakta ve enerji politikalarının dış politikayla iç içe geçmesine neden olmaktadır (Tagliapietra, 2022).

Birincil enerji kaynakları arasında doğal gazın diğerlerine göre nispeten daha temiz, daha çevre dostu ve daha ekonomik olduğu değerlendirilmektedir. Doğal gazın %85-95'i metan, %5-15'i etan, geri kalanı ise propan, bütan ve hidrokarbon karışımından oluşmaktadır (Önder, 2019: 1).

Uzun bir süre boyunca organik maddeler, bitki ve hayvan kalıntıları, mineral ve kil birikintileriyle karışarak çökeltileri oluşturmak üzere toprağa iner. Bu süreç milyonlarca yıl devam ederek kalıntıların yer altında birikmesine neden olur. Üstteki katmanların ağırlığıyla bu kalıntılar sıkışmaya ve konsolidasyona uğrayarak birbirine bağlanır. Kalıntıdaki organik bileşenler suyun varlığında daha fazla sıkıştırmaya

maruz kalır, bu da ısı ve radyasyon gibi faktörlerin neden olduğu kimyasal değişikliklere yol açar. Bu dönüşüm katı, sıvı ve gazların oluşmasıyla sonuçlanır ve sonunda gaz bugün bildiğimiz doğal gaza dönüşür (Yağız, 2016: 3-4).

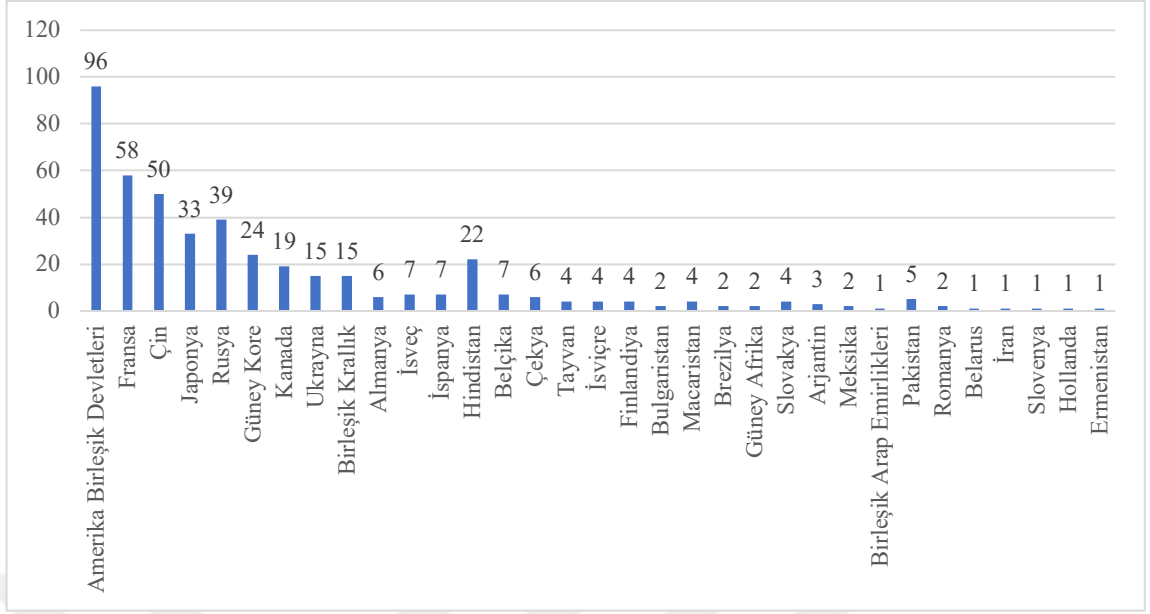


Şekil 3.1 Dünya doğal gaz rezervleri (Türkiye Petrolleri A.O., 2019: 20)

- **Nükleer enerji**

Nükleer enerji, atom çekirdeğinin bölünmesi veya birleştirilmesi yoluyla üretilmekte ve ağırlıklı olarak uranyum ve toryum mineralleri rezervlerine sahip olan veya bunları ithal etme imkanına sahip olan ekonomik ve endüstriyel açıdan gelişmiş ülkelerde kullanılmaktadır. Nükleer santrallerin tutarlı ve güvenilir enerji üretimi sayesinde, bu enerji kaynağı uzun yıllar boyunca küresel enerji ihtiyacını karşılamaya hazırdır.

Nükleer enerji, havaya zararlı karbondioksit yaymadan ısı ve elektrik üretme kabiliyeti nedeniyle küresel enerji ortamında büyük önem taşıyor. Bu, enerji talebinin arttığı ve alternatif seçeneklerin sınırlı olduğu bir dönemde onu çok önemli bir enerji kaynağı haline getirmektedir. Nükleer enerji, diğer fosil yakıtlara göre daha yüksek ilk yatırım ve bakım maliyetlerine rağmen, toplumun artan enerji talebini karşılayabilme kabiliyeti nedeniyle ekonomik açıdan hâlâ rekabetçi olabilmektedir (Özdemir, 2019: 305).



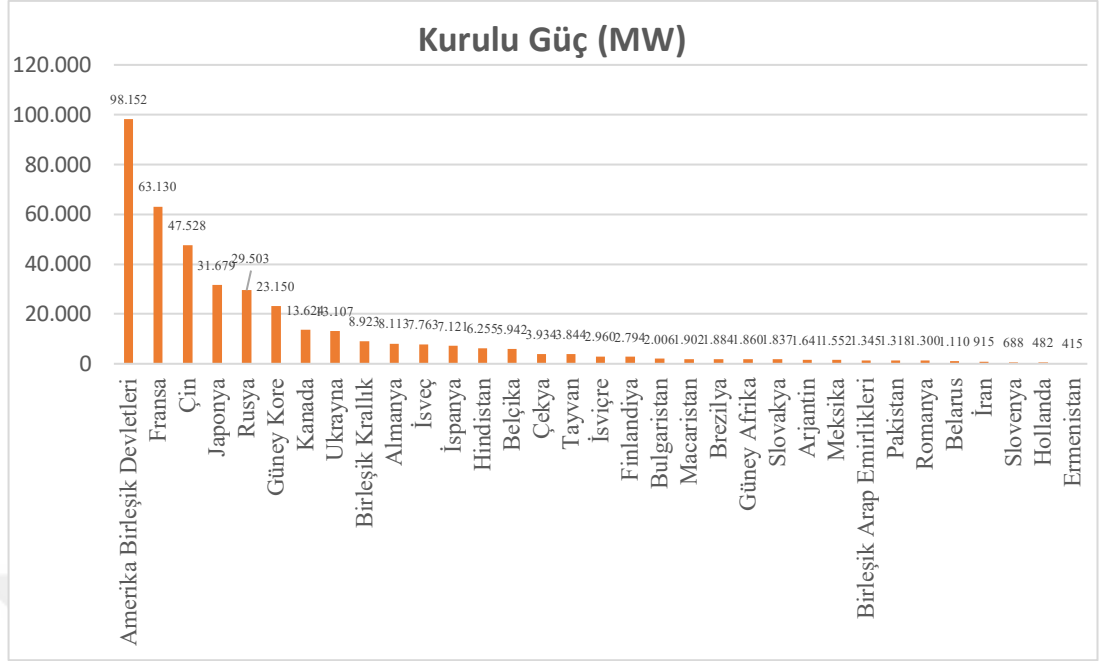
Şekil 3.2 Nükleer santrale sahip ülkeler (Atlas, 2024)

Grafikte, nükleer santrallere sahip ülkelerin sayıları gösterilmektedir. En yüksek sayıya sahip ülke Amerika Birleşik Devletleri, 96 nükleer santralle öne çıkmaktadır. Bu, Amerika'nın nükleer enerji üretiminde önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

İkinci sırada 58 nükleer santrale sahip olan Fransa yer almaktadır. Fransa, enerji ihtiyacının büyük bir kısmını nükleer enerjiden karşılamaktadır. Üçüncü sırada ise Çin, 50 nükleer santrali bulunmaktadır.

Diğer ülkeler arasında Güney Kore (24), Kanada (19) ve Birleşik Krallık (15) gibi ülkeler de yer almaktadır. Bu ülkeler, nükleer enerjiye olan bağımlılıkları ve enerji politikaları ile dikkat çekmektedir.

Sonuç olarak, bu grafik, nükleer enerji kullanımının ülkeler arasındaki dağılımını ve nükleer santrallere sahip olmanın enerji politikaları üzerindeki etkisini göstermektedir. Nükleer enerji, bazı ülkeler için önemli bir enerji kaynağı olmaya devam etmektedir.



Şekil 3.3 Ülkelerin kurulu güç miktarları (MW) (Atlas, 2024)

Grafikte sunulan veriler, çeşitli ülkelerde kurulu olan güç kapasitelerini (megawatt cinsinden ölçülür) göstermektedir. Listelenen tüm ülkeler arasında Amerika Birleşik Devletleri, 98.152 MW'lık etkileyici kurulu güç kapasitesiyle bu kategoride açık ara lider olarak öne çıkıyor. ABD'yi takip eden Fransa ve Çin'in de önemli enerji kapasitelere sahiptir. Amerika Birleşik Devletleri, Üretim kapasitesi en yüksek ülke olarak enerji üretiminde önemli rol oynamaktadır. Fransa ve Çin, bu ülkeler aynı zamanda enerji ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetlerini ortaya koyan yüksek enerji kabiliyetleri ile de dikkat çekmektedir.

Fransa 63.130 MW kapasiteyle listelenmesi, ülkenin enerji üretiminde önemli bir konuma sahip olduğunu göstermektedir. Slovenya, Hollanda ve Ermenistan gibi ülkeler grafikte en düşük kurulu kapasiteye sahip ülkeler arasındadır. Genel olarak bu grafik, farklı ulusların çeşitli enerji üretim kapasitelerinin yanı sıra ilgili enerji stratejilerinin etkileri hakkında bilgi edinmek için değerli bir araç olarak hizmet vermektedir. Dünyanın dört bir yanındaki ülkelerin enerji üretimi ve tüketimine nasıl yaklaştıklarına dair kapsamlı bir genel bakış sunarak küresel enerji ortamının daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılmasına olanak tanıyor. Politika yapımcılar, araştırmacılar ve paydaşlar bu grafikte sunulan verileri inceleyerek farklı enerji politikalarının güçlü ve zayıf yönlerini daha iyi değerlendirebilir ve gelecekteki enerji yatırımları ve girişimleri

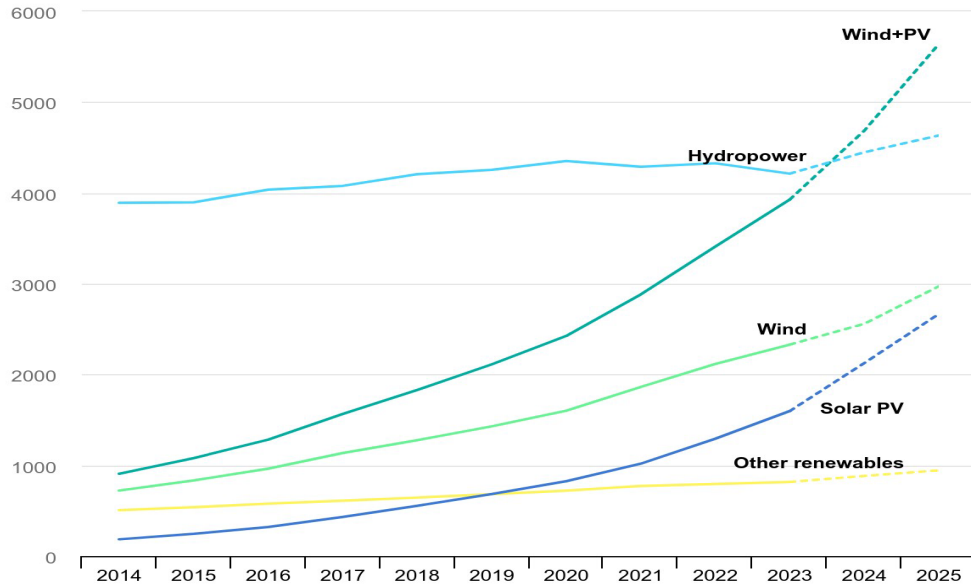
hakkında bilinçli kararlar alabilirler. Sonuçta bu grafik, karmaşık ve sürekli gelişen enerji üretimi ve politikası alanında yön bulmak için çok önemli bir kaynak görevi görüyor.

3.3 Yenilenebilir Enerji Kaynakları

3.3.1 Yenilenebilir enerji kavramı

Yenilenebilir enerji, doğal kaynaklardan sağlanır ve sürdürülebilirliği mümkün olan enerjilerdir. Yenilenebilir enerji, geleneksel enerji kaynaklarından farklı olarak kullanıldıkça tükenmez ve günümüzde geleneksel enerji kaynaklarına uygulanabilir bir alternatif olma potansiyeline sahiptir (Erdoğan, 2020: 8).

Dünyada sürekli varolan bu enerji kaynakları; güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, hidroelektrik enerjisi, biyokütle enerjisi ve hidrojen enerjisi olmak üzere sıralanmaktadır. Bu kaynaklar sayesinde dünyadaki enerji talep problemlerinin azalması ve bu kaynaklardan sağlanan enerjinin tüketilmesiyle oluşan küresel ısınma ve iklim değişikliği problemlerinin önüne geçilmesi öngörülmektedir (Gedik, 2015: 30).

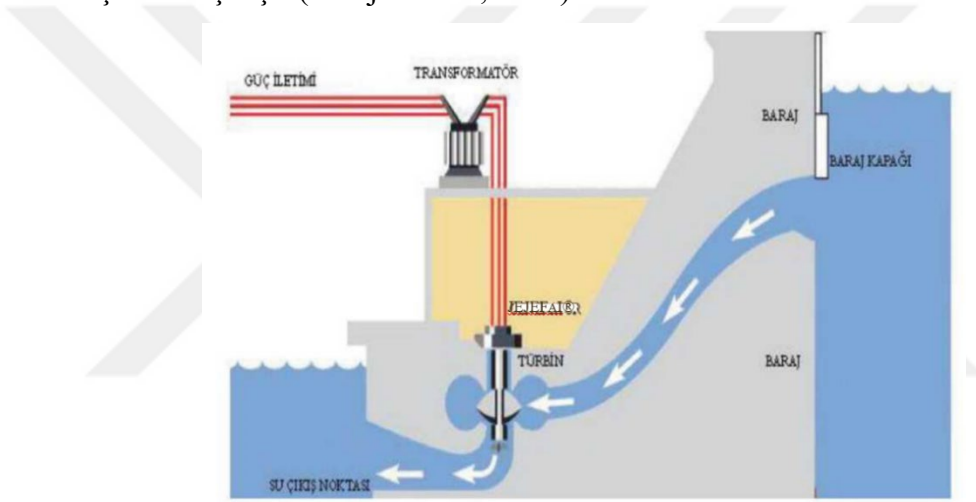


Şekil 3.4 Yenilenebilir enerji üretim dağılımı TWh (iea.org, 2024)

3.3.2 Yenilenebilir enerji türleri

- **Hidrolik enerjisi**

Hidrolik enerjinin keşfi 16. yüzyıla kadar uzanmakta, ancak elektrik üretimi için kullanılmaya başlaması 20. yüzyıla kadar mümkün olmadı. O zamandan bu yana kullanımı dünya çapında yaygınlaştı; en eski örneklerden biri Niagara Şelalesi'ndeki hidroelektrik santrallerin geliştirilmesi idi. Sudan elde edilen bu yenilenebilir enerji kaynağı, çevre dostu yapısı ve karbon emisyonlarını azaltmadaki rolü nedeniyle enerji ortamında önemli bir yere sahiptir. Hidroelektrik santraller, Şekil 3.4'te gösterildiği gibi düşen veya akan suyun kinetik enerjisini su türbinleri vasıtasıyla elektriğe dönüştürerek çalışır (Enerji Portalı, 2020).



Şekil 3.5 Hidrolik santralleri çalışma prensibi (Dinçer ve diğ., 2017: 556)

Hidroelektrik santraller; türbinler, jeneratörler, salyangozlar, transformatörler, şalt sahaları, cebri borular, su alma yapıları, su tutma yapıları, iletim kanalları ve diğer ekipmanlar gibi çeşitli bileşenlerden oluşur. Dünyanın en büyük hidroelektrik santrallerinden bazıları arasında 22.500 MW kapasiteli Three Gorges Barajı Hidroelektrik Santrali, 14.000 MW kapasiteli Itaipu Hidroelektrik Santrali ve 14.000 MW kapasiteli Xiludo Barajı Hidroelektrik Santrali 13.800 MW elektrik üretmektedir (Enerji Portalı, 2020).

- **Rüzgar enerjisi**

Türbinler, jeneratörler, transformatörler, şalt sahaları, cebri borular, su alma yapıları, su tutma yapıları, iletim kanalları ve diğer ekipmanlar dahil olmak üzere çeşitli bileşenler hidroelektrik santralleri oluşturur. Three Gorges Barajı Hidroelektrik

Santrali, Itaipu Hidroelektrik Santrali ve Xiludo Barajı Hidroelektrik Santrali sırasıyla 22.500 MW, 14.000 MW ve 13.800 MW kapasite üreten dünyanın en büyükleri arasındadır (Şenol, 2017: 14).

Rüzgâr enerjisinin kullanımı kırsal kesimde, özellikle tarım sektöründe giderek yaygınlaşmaktadır. Geçmiş M.Ö. 3000 yıllarına dayanan rüzgâr gücünden ilk olarak yelkenli gemilerde yararlanılmış, daha sonra yel değirmenlerinde kuyulardan su pompalamak, tahıl öğütmek gibi işlerde kullanılmış. 1900'lerin başında, enerji ekipmanı şirketleri rüzgar türbinleri üretmeye ve satmaya başladı ve 1970'lerdeki petrol krizi sırasında artan ilgi ortaya çıktı. Bu, tarım bölgelerinde rüzgâr enerjisi teknolojisinin benimsenmesinde artışa yol açmıştır (Ağaçbiçer, 2010: 37-38).

Tablo 3.3 Dünya rüzgâr enerjisi kurulu gücü (Wind Energy International, 2020)

DÜNYA RÜZGAR ENERJİSİ KURULU GÜCÜ (MW)				
Ülke	2022	2018	2017	2016
Çin	328.973	216.870	195.730	168.730
ABD	132.738	96.363	88.775	83.033
Almanya	63.760 40.067	59.313	56.190	50.019
Hindistan	40.067	35.017	32.879	28.279
İspanya	27.497	23.494	23.026	23.020
İngiltere	27.130	20.743	17.852	14.512
Fransa	18.676	15.313	13.760	12.065
Brezilya	21.161	14.490	12.763	10.800
Kanada	14.304	12.816	12.239	11.898
Türkiye	10.886	7.369	6.872	6.106
Diğer	108.315	102.138	93.173	85.582
Toplam	833.574	596.556	546.388	486.939

Tablodaki veriler, 2016'dan 2022'ye kadar dünya genelinde rüzgâr enerjisi kurulu gücünü gösteriyor. Ülkeler bazında rüzgâr enerjisi kapasitesindeki değişimleri ise, Toplamda 2022 yılında dünya genelinde 833,574 MW rüzgâr enerjisi kurulu gücü mevcut. Bu, 2016'daki 486,939 MW'a göre önemli bir artış. Rüzgâr enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında giderek daha fazla önem kazanıyor ve ülkeler

bu alanda yatırımlarını artırıyor. Özellikle Çin ve ABD, rüzgâr enerjisi pazarında lider konumdadır.

- **Güneş enerjisi**

Güneş sistemimizde yer alan devasa bir yıldız olan Güneş'in çapı 1.400.000 km olup, Dünya'dan yaklaşık 110 kat daha büyüktür. Aynı zamanda 2×10^{30} kg gibi şaşırtıcı bir kütleye sahiptir; bu, gezegenimizden yaklaşık 330.000 kat daha ağırdır. Güneş kendi eksenini etrafında döner ve çekirdeğinde, hidrojen çekirdeklerinin birleştiği yerde 15-16 milyon °C'lik muazzam sıcaklıklar yaratan bir füzyon reaksiyonu meydana gelir. Güneş'in yaklaşık %90'ının hidrojenden oluştuğu tahmin edilmektedir (Girgin, 2011: 9).

18. ve 19. yüzyıllarda İsviçreli bilim adamları güneşi potansiyel bir yenilenebilir enerji kaynağı olarak incelemeye başladılar. Horace de Saussure bu dönemde ilk güneş kolektörünü icat etti. Toplumlar artan enerji talepleri ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının neden olduğu krizlerle karşı karşıya kaldıkça tükenmez ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak güneşe yöneldiler. Günümüzde güneş enerjisi, geleneksel enerji türlerine popüler ve uygun maliyetli bir alternatif haline gelmiştir.

Güneş enerjisinden yararlanmak ve potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için kullanılan çeşitli teknolojik yöntemler ve malzemeler vardır. Bu yöntemler arasında fotovoltaik güneş enerjisi teknolojisi ve termal güneş enerjisi teknolojileri yer almaktadır.

Fotovoltaik güneş teknolojisi, yarı iletken malzemeler sayesinde güneşten gelen ışınların elektriğe çevrilerek elektrik talebinin %5 ila %30 arasında karşılanmasını sağlamaktadır.

Isıl güneş teknolojileri, daha çok evlerde sıcak su temin edilmesinde kullanılan bu sistem çok kolay kurulumu ve uygun maliyetli olması sebebiyle bireysel kullanıcı tarafından tercih edilmektedir. Kolektörler sayesinde depolanan güneş direkt olarak elektriğe çevrilerek sıcak su elde edilmesini sağlamaktadır (Soylu, 2019: 11-12).

- **Jeotermal enerji**

Jeotermal enerji, yerin alt bölümlerinde biriken sıcak su, buhar ve gazın birikmesiyle oluşmaktadır. Yer altında bulunan kimyasal ve minerallerden gelen sıcaklıkla ısıtılan gaz, buhar ve su içermekte olan kaynak birikerek rezervleri oluşturmaktadır (Yeşilkuş, 2019: 13). Jeotermal kaynakların su ve buharları yerin yaklaşık 1000 ila 3000 metre arasında düşük-orta-yüksek sıcaklıklar derecesinde görülmektedir. 20-70°C arası düşük, 70-150°C arası orta sıcaklık, 150°C üzerindeki kaynaklar ise yüksek sıcaklık derecesine girmektedir.

Jeotermal enerji, günümüzde birçok fosil kaynaklardan elde edilen enerjilerin yerine tercih edilmektedir. Özellikle dünyada çoğu ülkede bulunan jeotermal kaynaklar, üretim maliyetleri bakımından karşılaştırıldığında fosil enerji kaynaklarına göre daha uygun maliyetli görülmektedir. Ayrıca jeotermal kaynaktan üretilen ve enerji olarak kullanılan sıcak su, tekrar türbinler sayesinde geri gönderilerek rezerv kaynağını beslemekte ve kirlilik açısından çevreye zarar vermemektedir (Akın, 2016: 101).

Tablo 3.4 Dünya jeotermal enerjisi kurulu gücü (Enerji Atlası, 2020)

Ülke	Tarih	Kapasite (MW)
ABD	2020	3.714
Endonezya	2020	2.133
Filipinler	2020	1.918
Türkiye	2020	1.679
Yeni Zelanda	2020	1.005
Meksika	2020	963
İtalya	2020	944
İzlanda	2020	755
Kenya	2020	676
Japonya	2020	542

Tabloda sunulan veriler, dünya çapında farklı ülkelerdeki kurulu jeotermal enerji kapasitesinin değişen seviyelerini göstermektedir. Her ülkenin megavat (MW) cinsinden güç kapasitesi listeleniyor ve jeotermal enerji sektöründeki ilgili konumları hakkında fikir vermektedir. Genel olarak tablo, jeotermal enerji kaynaklarının küresel dağılımının net bir resmini çiziyor ve bu sektörde öne çıkan ülkeleri vurgulamaktadır. ABD, Endonezya, Filipinler gibi ülkeler yüksek kurulu güç kapasiteleriyle dikkat çekerken, Türkiye'nin bu alanda artan varlığı enerji politikalarındaki olumlu atılımlara da yansıyor.

- ***Biyokütle enerjisi***

Yenilenebilir enerji kaynaklarını benimsemek, daha temiz bir çevre yaratma ve kirliliği azaltma çabalarımızda çok önemlidir. Tarımsal ve hayvansal atıklar gibi organik maddelerin değerlendirilmesini içeren biyokütle enerjisi, bu hedefe ulaşmada önemli bir rol oynamaktadır. Fosilleşmemiş bu biyolojik madde kütleleri sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak büyük bir potansiyel barındırmaktadır (Dursun, 2016: 21). Endüstriyel alanlarda bu atıkların kimyasal yöntemlerle arıtılmasıyla enerji elde edilir. Dünya genelinde çevreye salınan bu tarımsal ve hayvansal organik maddeler, doğaya zarar vermeyecek şekilde yakılarak arıtılıyor. Organik atıkların yakılmasıyla ortaya çıkan katı, sıvı ve gaz maddeler sayesinde enerji, hatta elektrik elde ediliyor. Biyokütle enerjisi birincil enerji kaynaklarının %10'unu oluşturur (Şenol ve diğ., 2017: 81-82).

- ***Hidrojen enerjisi***

Hidrojen enerjisi kavramı uzun süredir kapsamlı bir şekilde araştırılıyor ve ticari araştırmalar 2010 yılı civarında başlıyor. Bu yenilenebilir enerji türü, herhangi bir fosil yakıt içermeyen temel elementlerden ve gazlardan oluştuğu için çevre dostu olarak değerlendirilmektedir. Hidrojen enerjisi, doğada bol miktarda bulunması nedeniyle diğer yenilenebilir enerji kaynakları arasında gelecek vaat eden bir rakip olarak görülmektedir (Ürün ve Soyu, 2016: 41).

Yenilenebilir enerji yatırımlarının başarısı, uygun finansman ve etkili destek mekanizmalarına bağlıdır. Bu nedenle bu unsurların incelenmesi gereklidir.

3.4 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Finansman Modelleri, Destek Mekanizmaları

Dünya ülkeleri, karbon emisyon azalım hedeflerini gerçekleştirmek ve enerji kullanım çeşitliliği arttırmak amacıyla, birincil enerji kaynaklarından farklı özelliklere sahip yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedirler. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelirken, teknolojilerin günden güne hızla gelişmesi, sektördeki rekabetçi firmaların artıyor olması ve enerji santrallerinin maliyetlerinin sürekli değişkenlik göstermesi, yenilenebilir enerji sektörünün finansman modellerinin çeşitlenmesine ve farklı şekilde gelişmesine yol açmaktadır (Akdağ ve Gözen, 2019: 138). Böylelikle bu

bölümde yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimini etkileyen finansman modellerinin kavramları incelenmiştir.

3.5 Özkaynak ile Finansman

Yatırımcılar dışarıdan yapacakları borçlanma faaliyetlerinde sınırlı oldukları zaman yatırımlarını ortaklar finanse edeceklerdir. Bu yöntem özkaynak ile finansman modeli olarak tanımlanmaktadır. Özkaynak finansmanı 4 şekilde uygulanır, ilki şirketin yatırım alınan ana kadar ki gelirlerinin pay ortaklarına dağıtılmamasıyla, ikincisi ise hisse senedi ihraç ederek, üçüncüsü sermaye arttırımı, dördüncüsü yeni ortak alarak uygulanmasıdır (Akbaş, 2019: 14). Özkaynak finansmanlarının değerlendirilmesi, projenin geri dönüş süresi içerisindeki proje nakit akışlarının verimi ile özkaynak maliyeti karşılaştırılarak yapılmaktadır. Proje ekonomik dönemi boyunca proje nakit akışlarından el edilen getiriler, proje ekonomik ömrü boyunca özkaynak maliyetinin altında ise projenin gerçekleştirilmesi halinde yatırımcının kayıp yaşaması muhtemeldir. Projenin verimi her zaman özkaynak maliyetinin üzerinde olmalıdır. Hisse senedi ihraç edilerek yapılan özkaynak finansmanında, doğru projelere yatırım yapılırsa, hisse senedi dağıtılan yatırımcılarda iyi getiriler sağlayarak şirket üzerinde güven kazanmış olurlar. Yenilenebilir enerji yatırımlarında özkaynak finansmanı, proje sahipleri, proje karlılığına güvenen, proje nakit akış getirilerine inanan, proje makine teçhizat tedarik eden kişi ve kuruluşlardan elde edilmektedir (Yıldırım, 2016: 735).

3.6 Girişim Sermayesi

Bir projenin her aşaması girişim sermayesi tarafından finanse edilebilmektedir. Projelerin fikir aşamasından, araştırma ve geliştirme aşamalarında da finanse edilmesi girişimci sermayesi olarak nitelendirilmektedir (Türkiye Sermaye Piyasası Kurulu, 2020). Yenilenebilir enerji yatırımlarında girişimci sermayesi, fonlar adı altında tanımlanmaktadır. Bu fonlar, risk sermayesi fonları, özel sermaye fonları ve altyapı fonlarıdır (Yıldırım, 2016: 736).

Risk sermayesi fonları, tanımı gereği yüksek getiriyi hedefleyen, en az %50 ve üzeri yatırım getirisi elde etmek için, yüksek risk taşıyan projelerin erken aşamalarındaki finansman olanağıdır. Risk sermayesi finansmanı, iyi bir portföy stratejisiyle birlikte fonun karlılık hedeflerine ulaşmasını sağlar ve yeni teknolojileri veya yeni pazarları

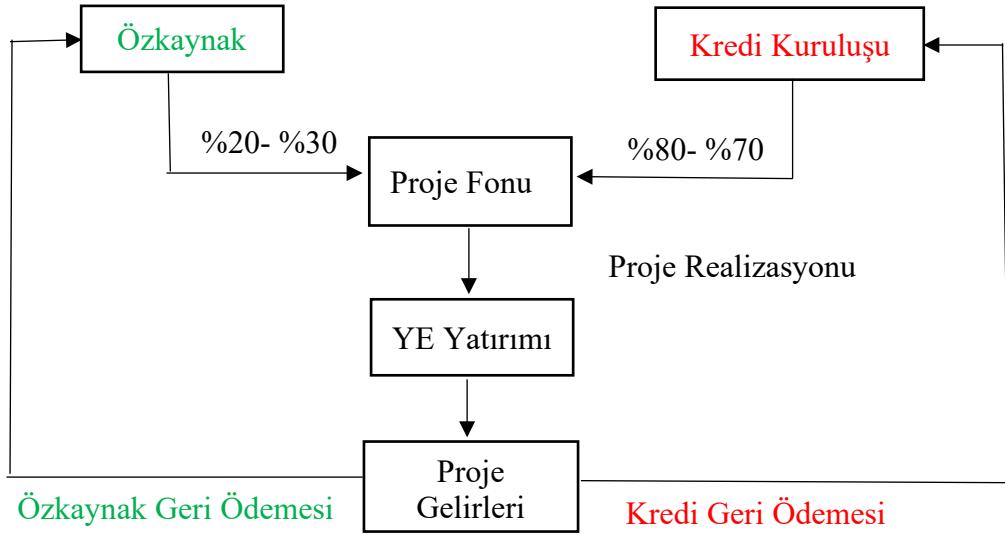
finanse etmektedir. Risk sermayesi fonlarının finanse ettiği yatırımlar genelde 4-7 yıl içerisinde kendisini amorti etmektedir. Fon büyüklüğü genellikle 1 ila 5 Milyon Avro arasındaki büyüklükleri hedefleyen hızlı büyüme gösteren şirketleri hedeflemektedir.

Özel sermaye fonları, projelerin sonraki aşamalarında genellikle ticarileştirilme öncesinde daha gelişmiş teknolojilere odaklanmaktadır. Kurumsal yatırımcılar, orta riskli iştahlı oyuncuların 3-5 yıl vadede en az %25’lik yatırım getirisi hedefi olan fonların toplandığı finansman yöntemidir. Özel sermaye fonları genellikle biyokütle, ısı pompaları, onshore rüzgar projelerinde görülmektedir (Ecofys Netherlands BV., 2011: 231-232).

Altyapı fonları, genellikle proje şirketlerine katılmak isteyen hisse senedi yatırımcıları tarafından altyapı fonları olarak geçen finansman çeşitleridir. Altyapı fonları ve emeklilik fonları gibi özkaynak fonları, düşük riskli kanıtlanmış teknolojiye yatırım yapar ve bu nedenle risk sermaye fonları ve özel sermaye fonlarından farklı olarak daha düşük (%15) yatırım getirisi ve 7-10 yıl vade hedeflemektedirler. Genellikle karayolları, demiryolları projelerine veya elektrik üretim tesislerine yatırım yaparlar. Yenilenebilir enerji kaynakları için gerçekleştirilecek projelerin, projelendirilebilirlik çalışmaları ve inşaat başlangıcı arasında finansman sağlayıcı görevi görmektedirler (Ecofys Netherlands BV., 2011: 231-233).

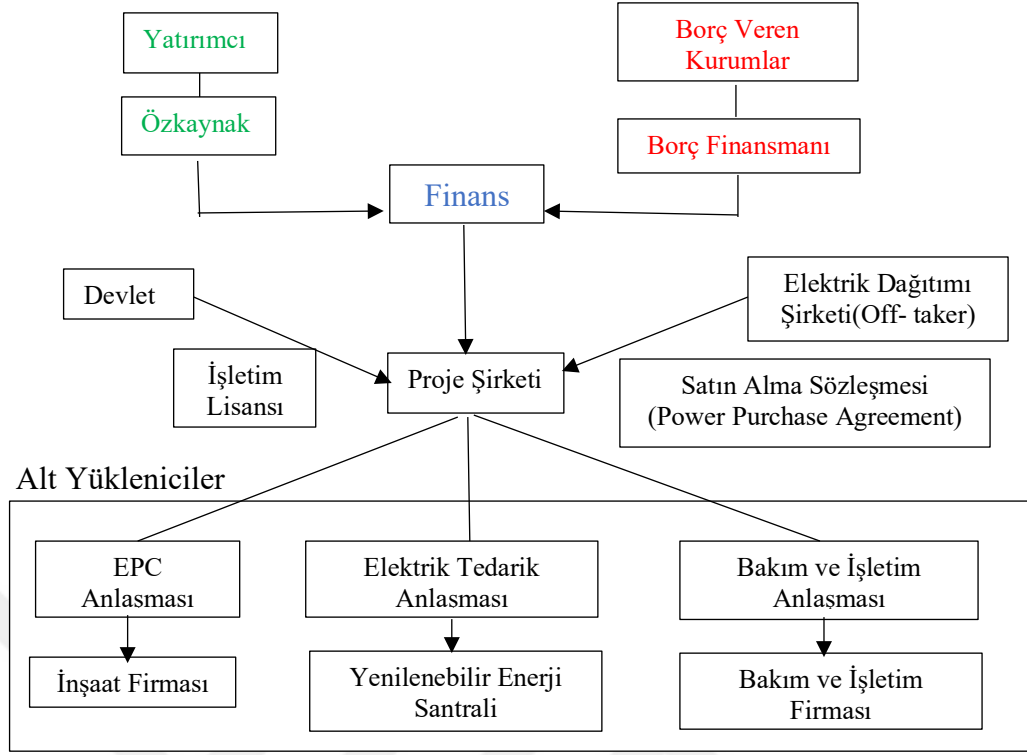
3.7 Yabancı Kaynaktan Finansman

Gelişmekte olan ülkelerde özkaynak finansmanı yeterli olmadığı takdirde yabancı kaynak finansmanına başvurulmaktadır. Türkiye yabancı kaynak finansman temini itibari ile Avrupa’da önemli ülkeler arasındadır. Yenilenebilir enerji projelerinin gerçekleştirilmesi için yabancı finansman kaynaklarından en önemlisi proje finansmanıdır. Proje finansmanı, yapılan fizibilite çalışmaları ile belirli bir özkaynak oranıyla yabancı kurum veya kuruluşlardan borç finansmanı sağlanmasıdır. Yatırımcılar minimum özkaynak oranıyla proje gelirlerinden yüksek kar etmeyi planlarken, finansman sağlayan banka, leasing şirketleri de yatırımcılardan maksimum özkaynak temin ederek projeden gelecek gelirlerin borç ödeme kabiliyetini (Borç Servis Karşılama Oranı) arttırmak ve borç hizmetinin karşılanabilmesini istemektedir (Dinamo Consulting, 2020: 2).



Şekil 3.6 Proje finansman modeli (Yıldırım, 2016: 737)

Şekil 3.6’da proje finansmanının 2 temel kaynağı vardır. İlki özsermaye, ikincisi ise borç finansmanıdır. Proje finansmanı projeye borç verenin, projeyi geliştiren veya destekleyen ana şirkete ya rücu ya da sadece sınırlı rücu sahip olduğu finansman yöntemidir (Ecofys Netherlands BV., 2011: 234). Bu da yatırımı üstlenen proje şirketinden beklenen proje finans kredisinin yaratacağı nakit ile geri ödenmesine bağlı olarak ideal bir proje finansmanında kredinin geri ödenmemesi ihtimaline karşı proje sermayedarlarına rücu etme yolunun kapatılması ya da sınırlandırılması demektir. Bu yüzden borç veren bankalar veya kurumlar, proje şirketinin kredi geri ödeyebilme gücünü ölçme konusunda kreditorlere önemli derecede ön araştırma yapılmasını talep ederler. Proje finansmanının başlıca faydalarından biri borcun, geliştirici veya ana sponsor şirketin hesabında değil, projeye sahip veya projeden sorumlu şirketin hesabında olmasıdır (Ecofys Netherlands BV., 2011: 234).



Şekil 3.7 Yenilenebilir enerji proje finansman modeli (E.R. Yescombe YLC Consulting Ltd. 2014, 15, yazar tarafından derlenmiştir)

Proje finansmanının başlıca özellikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Mali açıdan sorumlu partnerler tarafından, projenin tamamlanması amacıyla, tüm fonların erişilebilir hale getirilmesi için anlaşma yapması,
- Projenin tamamlanması ve akabinde işletilmesi sırasında tüm işletme giderleri ve borç hizmet gerekliliklerinin yeterli şekilde nakdi olarak karşılanması için mali açıdan sorumlu tarafların anlaşma yapması,
- Mali açıdan sorumlu taraflarca, projede herhangi bir kesinti meydana gelmesi durumunda, projenin aktif duruma getirilmesi için gerekli fonların sağlanması için sigorta geri ödemesi, avans yolu veya gerekli diğer yollar ile fonların sağlanacağını garanti eden güvence verilmesi (Finnerty, 2007: 2).

İlk borç finansmanı sağlanırken işletmelerin geçmişe dair gelir giderleri bulunmamaktadır. Buna istinaden projenin borç finansmanı sağlanabilmesi için, kredibilitesine, projede beklenen karlılığına ve üçüncü taraflarca çeşitli sözleşmelerin düzenlenmesiyle sağlanan kredi desteğine bağlıdır. Sonuç olarak borç verenler projenin ekonomik açıdan uygulanabilirliğine proje hizmetinin gerçekleşeceğine dair güvence talep eder ve bunun

gerçekleşmesi için fon sağlayıcılarının teknik ve ekonomik olarak projenin gerçekleşeceğine ikna edilmesi gerekmektedir (Finnerty, 2007: 6).

Proje finansmanında teknik gereklilikler, yatırımın fizibilitesi, altyapı uygunluğu ve teknoloji seçimini kapsarken; ekonomik gereklilikler projenin maliyet etkinliği, geri ödeme kapasitesi ve finansal sürdürülebilirliğini içerir.

Teknik Fizibilite; kredi veren kurum veya kuruluşlar her zaman öngörülen derecedeki ticari projelerin uygunluğundan emin olmak ister. Yenilenebilir enerji santrallerinin veya boru hattı projelerinin proje tasarımında ne kadarlık üretim elde edileceği ve ne kadarlık nakit akışı ortaya koyacağı teknik fizibilite yoluyla belirlenmektedir. Kredi sağlayıcıları, özellikle teknolojik açıdan gerçeğe aykırı, olağandışı çevre koşullara sahip veya çok büyük kapasiteli projeler için bağımsız mühendislik danışmanlarında görüşlerini almaktadırlar (Finnerty, 2007: 6).

Ekonomik Fizibilite; projelerin doğru bir şekilde yürütülmesi, nakit akışı elde edilmesi kredi sağlayıcıları için yüksek derecede önem arz etmektedir. Fon sağlayıcıları, projenin amacına uygun hizmet edeceğinden, yeterli nakit üreteceğinden ve hissedarlarına kabul edilebilir düzeyde bir getiri oranı ödeyeceğinden emin olmalıdır. Bunlara istinaden proje tüm işletme giderlerini ve aldığı borç finansmanını karşılamaya yetecek kadar fon üretmeli ve projeye yatırılan özkaynağında geri dönüşünü sağlayacak şekilde üretim yapabilmelidir. Proje ekonomisi çeşitli maliyet artışlarından ve ekonomik gelişmelerden zarar etmemesi açısından projeyi karlı tutabilmek için işletme başlangıcında, herhangi bir gecikmedeki faiz oranı artışında, üretim seviyelerindeki dalgalanmalarda ekonomik açıdan güçlü olmalıdır.

Ham Madde Bulunurluğu ve Ehliyetli Yönetim; gerekliliklerden bir diğeri ise ham madde bulunurluğu ve ehliyetli yönetimdir. Doğal kaynaklar, hammaddeler ve proje gerçekleşme aşamasında gerekli tüm ekipman-teçhizat, üretim faktörlerini etkileyen diğer ihtiyaçlar proje ömrü boyunca projenin aktif bir şekilde çalışabilmesi için gerekli miktarda temin edilmelidir. Borç veren kurumları tatmin etmek amacıyla, proje borç hizmetinin karşılanabilmesi için sağlanan ham madde ile üretimin gerçekleştirilmesi ve satışı yapılarak gelir elde edilmesi gerekmektedir. Bu hammadde tedariğinin uzun

vadeli sözleşmeler kapsamında projeye dahil edilmesi ve tedarikçilerle yapılan sözleşmelerin, proje borç hizmetinden daha kısa sürede olmamaları gerekmektedir (Finnerty, 2007: 6-7).

3.8 Proje Finansmanının Uygunluğu

Proje finansmanın bir proje için fon toplanması sırasında uygun bir yöntem olup olmadığını belirlerken en az 5 faktör dikkate alınmalıdır;

- Hem projeden beklenen karlılığı hem de üçüncü taraflarca sağlanacak kredi desteği ışığında, borç sağlayıcıların kredi gereksinimleri,
- Proje vergi avantajlarının taraflar arasında tahsis edilmesinin vergi sonuçlarına etkisi,
- Projenin, sponsorların borç hizmetlerini düzenleyen anlaşmalarda yer alan sözleşmeler üzerindeki etkisi,
- Projenin yerine getirmesi gereken yasal ve düzenleyici gereklilikler,
- Proje yükümlülüklerinin ve sözleşme anlaşmalarının muhasebeleştirilmesi (Finnerty, 2007: 8).

3.9 Proje Finansmanın Avantajları ve Dezavantajları

Proje finansmanının genel olarak avantajları ve dezavantajları şunlardır (Voropaeva ve Yurieva, 2019: 5-6);

Avantajları;

- Proje tabanlı yaklaşım,
- Toplamda risk yönetimi,
- Proje uygulama sırasında yüksek düzeyde kontrol,
- Giderlerin azaltılması, varlık ve borç yükümlülüğü yapısının iyileştirilmesi ve vergi riskini hafifletme,
- Projeyi işin ayrı bir parçası olarak ele almak,
- Borç veren kurumlar ve diğer katılımcılar arasında riski paylaşımı,
- Proje öncesi ve sonrası proje yönetiminin kaynakları azaltılmadan yapılması,
- Projenin, proje uygulamasının dışındaki riskleri içermemesi,
- Oluşabilecek zarar ve olumsuz etkilerin sadece proje şirketine yatırılan sermaye miktarı ile sınırlı olması.

Dezavantajları;

- Yüksek kredi faiz oranları,
- Değerli zamanın harcanması ve işlem maliyetlerine katlanması,
- Borç veren kurumlar tarafından sürekli denetim,
- Fikir ayrılıkları, çıkar farklılıkları, karmaşık sözleşmeler, yüksek riski temsil eden çok sayıda katılımcı olması,
- Oluşturulan organizasyon yapısının bağımsız olması ve yüksek nitelikli uzman katılımı ile karmaşık uzman kontrol aşamalar,
- Yönetim kararları alınmasında bağımsızlık seviyesinin düşük olması,
- Derinlemesine proje fizibilite ihtiyacı,
- Tüm proje aşamalarında sıkı kontrol,
- Proje şirketinin sermayedarlarına rücu hakkı tanınmaması.

Türkiye’de yenilenebilir enerji projeleri için kullanılan proje finansmanının %20-%30’luk kısmını özkaynak, %70-%80 oranını yabancı kaynak finansmanı oluşturmaktadır. Projenin kendisi borç karşılığı teminattır, burada dikkat edilmesi gereken konu proje gelirlerinin, proje borç ödemelerini karşılaması ve pay sahiplerinede belirli temettü dağıtması beklenmektedir (Yıldırım, 2016: 737).

3.10 Yenilenebilir Enerji Projelerini Finanse Eden Küresel ve Bölgesel Kuruluşlar

Küresel kuruluşlar, uluslararası ölçekte faaliyet gösteren ve çeşitli küresel sorunları çözmeye yönelik çalışan kuruluşlardır. Küresel kuruluşların bazı örnekleri arasında Dünya Bankası, Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası, Uluslararası Finans Kurumu ve Çok Taraflı Yatırım Garanti Ajansı yer almaktadır. Bu kuruluşlar ekonomik kalkınmanın desteklenmesinde, mali yardım sağlanmasında ve küresel ekonomide istikrarın sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Bölgesel Kuruluşlar;

- Avrupa Kalkınma Fonu (European Development Fund EDF)
- Avrupa Yatırım Bankası (European Investment Bank EIB)
- Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (European Reconstruction and Development Bank EBRD)

- Amerikalılar Arası Kalkınma Bankası (Inter-American Development Bank IDB)
- Asya Kalkınma Bankası (Asian Development Bank ADB)
- İslam Kalkınma Bankası (Islamic Development Bank IDB)
- Alman Kalkınma Bankası (Kreditanstalt für Wiederaufbau)
- Fransız Kalkınma Bankası (Agence Française de Développement AFD)
- Avrupa Konseyi Kalkınma Bankası (The Council of Europe Development Bank CEB)
- Japon Uluslararası İş birliği Bankası (Japan Bank for International Cooperation (JBIC))

İhracat İthalat Kredi Ajansları

- Yukarıdaki kuruluşlar dışında Türkiye’de yatırım için finansman sağlayan bazı kuruluşlar ise;
- Türkiye Sınai ve Kalkınma Bankası A.Ş.
- Türkiye Kalkınma Bankası
- Türk Eximbank A.Ş.
- Ecobank
- Karadeniz Ticaret ve Kalkınma Bankası (Yıldırım 2016, 737-746).

Bu kurumlardan en önemlileri;

Dünya Bankası, WB; 2. Dünya Savaşı sonrasında 1945 yılında kurulan Dünya Bankası, üye ülkelerin 189 üye ülkeye ve dış mali yardıma ihtiyacı olan kişilere kredi sağlamasını kolaylaştıran küresel bir kurumdur. Yoksulluğu azaltmaya, paylaşılan refahı artırmaya ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeye odaklanan Dünya Bankası, beş bağlı kuruluşu aracılığıyla faaliyet göstermektedir: Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası (IBRD), Uluslararası Finans Kurumu (IFC), Çok Taraflı Yatırım Garantisi. Ajansı (MIGA), Uluslararası Kalkınma Birliği (IDA) ve Uluslararası Yatırım Anlaşmazlıklarının Çözümü Merkezi (ICSID). Dünya Bankası, bu kuruluşlar aracılığıyla, gelişmekte olan ülkelerdeki altyapı, eğitim, sağlık ve özel sektör alanlarındaki çeşitli projelere mali ve teknik destek sunmakta, bu girişimleri desteklemek için mali hibeler ve düşük faizli uzun vadeli finansman fırsatları sağlamaktadır (Dünya Bankası, 2020).

Uluslararası Para Fonu (IMF), küresel parasal iş birliğini teşvik eder, finansal istikrarı sağlar, uluslararası ticareti kolaylaştırır, yüksek istihdam ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi destekler ve dünya genelinde yoksulluğun azaltılmasına katkıda bulunur. IMF'nin temel amacı, ülkelerin birbirleriyle ticaret yapmalarını sağlayan döviz kuru ve uluslararası ödemeler sisteminin istikrarını sağlamaktır. Bu hedefe ulaşmak için IMF, küresel ve üye ülkelerin ekonomilerini izler, ödemeler dengesi sorunları yaşayan ülkelere kredi sağlar ve üye ülkelere pratik destek sunar. (Dünya Bankası, 2020).

Birleşmiş Milletler (BM), küresel barış, güvenlik ve kalkınmayı desteklemek amacıyla kurulmuş uluslararası bir örgüttür. Ekonomi alanında, üye ülkeler arasında sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek, yoksulluğu azaltmak ve ekonomik iş birliğini geliştirmek için politikalar ve programlar geliştirir. BM, ekonomik büyümeyi küresel ölçekte destekleyen, kalkınma hedefleri belirleyen ve uluslararası iş birliğini kolaylaştıran önemli bir platformdur. (Dünya Bankası, 2020).

Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası, IBRD; 1944 tarihli Bretton Woods anlaşmasının bir parçası olarak Uluslararası Para Fonu (IMF) ile birlikte kurulan Uluslararası Yeniden Yapılanma ve Kalkınma Bankası (IBRD), Dünya Bankası'nın ana mali kolu olarak hizmet vermektedir. Dünya Bankası, çeşitli programları ve girişimleri aracılığıyla, ihtiyaç sahibi gelişmekte olan ülkelere mali yardım sağlamaktadır (Dünya Bankası, 2020).

Uluslararası Finans Kurumu, IFC; Dünya Bankası alt iştiraki olarak 1956 yılında kurulmuştur. Gelişmekte olan ülkelerde özel sektörlerin gelişimi için kredi sağlayan en büyük özel sektör küresel kalkınma bankasıdır. Türkiye bu kuruma kurulduğu ilk yıl katılım sağlamıştır ve toplam sermaye içindeki payı %0,6'dır (International Finance Corporation, 2020).

Çok Taraflı Yatırım Garanti Ajansı, MIGA; 1985 yılında kurulan ve Dünya Bankası alt iştiraki olan Çok Taraflı Yatırım Garanti Ajansı, yatırımları, ticari olmayan risklere (döviz transfer zorluğu, kamulaştırma, millileştirme, savaş-terörizm ve sivil rahatsızlık, sözleşmenin ihlali vb.) karşı korumayı garanti eder ve yatırımcıların finansal olanaklarını

ve koşullarını iyileştirerek finansman kaynaklarına erişmelerine yardımcı olmaktadır (Multilateral Investment Guarantee Agency, 2020).

Avrupa Kalkınma Fonu EDF; Avrupa Birliği, Afrika Ülkeleri, Karayipler ve Pasifik Ülkeleri ile birlikte işbirliği yaparak bölgelerdeki kalkınmanın sürdürülebilir olması için bütçe desteği, finansman ve AB üye ülkeleri tarafından gönüllü olarak hibe programları yönetmektedir (European Development Fund, 2020).

Avrupa Yatırım Bankası EIB; 1958 yılında Roma Anlaşmasıyla kurulmuştur. Avrupa Birliği üyelerinin çıkarları doğrultusunda, birliğin yapısal fonlarından ve finansman araçlarından yararlanarak bölgesel olarak yatırımların finanse edilmesini amaçlamaktadır. Ekonomik düzenin gelişimine ve pazarın dengede tutulmasına da katkı sağlamaktadır (European Investment Bank, 2020).

Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası EBRD; 1991 yılında uluslararası finans kurumu olarak kurulmuştur. Ülkelerin gelişmesini, sürdürülebilir kalkınmayı ve büyümeyi teşvik edici finansman sağlamaktadır. Finansal yatırım projelerine önem vererek, know how danışmanlığı, ticaret finansmanı ve kredi sendikasyonlarının teşvik edilmesinde rol almaktadır. Operasyonlarını toplamda 38 ülke ekonomisinde tarımsal projeler, altyapı projeleri, ulaşım projeleri, gibi alanlarda devam ettirmektedir. Yeşil ekonomiye geçiş planında dünyada iklim finansmanında birinci sırada bulunmaktadır. EBRD, sıfırdan yapılan yatırımlarda %35 oranında proje finansmanı sağlamaktadır. Yeşil projelere üstün derecede önem veren EBRD, Savunma sanayi projelerini, bütün sektör projelerini ve uluslararası hukuk kurallarına aykırı olacak projeleri desteklememektedir (European Bank for Reconstruction and Development, 2020).

Asya Kalkınma Bankası ADB; 1966 yılında kurulmuş bölgesel gelişimi destekleyen ve kalkındıran bankadır. 67 üyesi bulunan Asya Kalkınma Bankasına Türkiye, 1991 yılında bölge dışı üye olarak katılım sağlamış, bankadaki oy gücü oranı %0,57'dir. Asya Pasifik bölgesinde gelişmekte olan ülkelerin ekonomik ve sosyal kalkınması için finansman sağlamaktadır. Özel ve kamu yatırımlarını destekler, bölgede ortaya çıkabilecek acil durumlarda kaynak sağlanması ve kaynakların doğru bir şekilde yerine ulaştırılmasının koordinasyonunu sağlamaktadır (Asian Development Bank, 2020).

Alman Kalkınma Bankası (Kreditanstalt für Wiederaufbau); Almanya'nın kamuya ait kalkınma bankasıdır. 1948 yılında Almanya'nın savaş sonrası yeniden inşasını desteklemek amacıyla kurulmuştur. KfW, Almanya'nın kalkınma yardımlarında önemli bir aktördür. Özellikle KfW Entwicklungsbank (KfW Kalkınma Bankası kolu) aracılığıyla dünya genelinde sosyal ve çevresel kalkınmayı hedefleyen projelere finansman sağlar.

3.11 Yenilenebilir Enerji Projelerinin Finansman Modelleri

3.11.1 Sendikasyon kredisi

Sendikasyon kredileri, yenilenebilir enerji projeleri için en büyük finansman kaynağıdır: 2023'te enerji sektörüne yaklaşık 600 milyar USD fon sağlanmıştır.

Sendikasyon kredileri, belirli bir amacı gerçekleştirmek için birden fazla, fon sahibi olan ve kredi veren kuruluşların belirli prosedürler altında içlerinden birinin liderliği ile biraraya gelerek, yüksek hacimli fon talep eden büyük holdinglere, bankalara veya kurum/kuruluşlara sağladıkları kredidir. Sendikasyon kredilerinde fon talep eden kurumun değerlendirilmesinde birden çok etken vardır. Değerlendirmede ekonomik koşullar, borç yapılandırma ihtiyacı, para talep hacmi ve o para birimine ait döviz kuru dalgalanmaları önemli etkenlerden biridir. Riskin dağılmasında en önemli adım ise sabit faiz uygulanması ve sorumlulukların ayrılığı ilkesidir. Krediye katılan fon sağlayıcılarının her birinin sorumluluğu diğer kredi veren kuramlardan farklıdır ve herhangi bir kredi veren kuruluş görevini yerine getirmede diğerleri bu durumdan etkilenmemektedir ve diğerinin taahhüdünü yerine getirmek zorunda değildir (Sakarya ve Sezgin, 2015: 6-7).

3.11.2 Yeşil kredi

Yeşil krediler, Dünya Bankası tarafından geliştirilen, karbon emisyon azaltımı, yenilenebilir enerji kaynak kullanımı ve enerji verimliliği artışı üzerine gerçekleştirilecek yatırımlara sunulan uluslararası kalkınma kuruluşları tarafından kullanıma teşvik edilen kalkınma kredileridir. Yeşil krediler, çevresel, sosyal, ekonomik ve kültürel bozulmayı hafifletmeyi amaçlayan projelerin finansmanına odaklanması nedeniyle diğer kredi türlerinden öne çıkıyor. Bu krediler, özellikle fon

sahibi kredi verenlerin talep ettiği şekilde bu sorunlara yönelik girişimleri hayata geçirmeyi taahhüt eden kurum ve kuruluşlara yöneliktir. Yeşil kredi başvurularının temel amacı enerji verimliliğini, performansını ve maliyet tasarrufunu artırmaktır. Örneğin, Çin Halk Cumhuriyeti Çevre Bakanlığı, Çin Bankacılık Birliği Düzenleme Otoritesi ve Çin Halk Bankası arasındaki iş birliği, bankaların enerjiyi teşvik eden projelere finansman sağlamasına olanak tanıyan bir yeşil kredi politikasının oluşturulmasıyla sonuçlandı. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve birincil enerji tüketiminin azaltılması. Bu kredilere çeşitli küresel ve bölgesel kuruluşlar tarafından sağlanmakta ve Türkiye'deki yerel bankalar veya kalkınma kurumları aracılığıyla erişilmektedir (Güler ve Tufan, 2015: 82-83).

3.11.3 Yeşil tahvil

Yeşil tahvil pazarı, 2023-2024 yıllarında hızla büyümekte ve yaklaşık 1 trilyon USD seviyesinde seyretmektedir. Bu da yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanının merkezinde yer aldığını göstermektedir.

Düşük karbon hedefleyen bir ekonomiye sahip olmak isteyen dünya ülkeleri, bu hedefin gerçekleşmesinde gerekli olan finansal sermayesinde temin edilmesinde değişime gitmektedir. Yeşil tahviller sayesinde elde edilecek gelirler, sürdürülebilir varlıklara yönlendirilerek ve sabit getirili menkul kıymetler olarak finansman piyasasında yerini almayı hedeflemektedir (International Energy Agency, 2020: 3). Yeşil tahvil kavramı, ihraççıların tahvil ihracı yoluyla temin ettikleri tahvillerden gelen nakit akışının, sadece 4 ana ilke altında ve bu ilkelere bağlı kalınmasıyla çevreye yararlı, sürdürülebilir yeşil temiz çevre konulu enerji verimliliğine önem veren projelerde kullanılması üzerine piyasaya sürülen borçlanma aracıdır. Bu 4 ilke nakit akışının kullanımı, proje değerlendirme ve seçim süreci, nakit akış yönetimi ve raporlama olarak sıralanmaktadır (Kandır ve Yakar, 2017: 93).

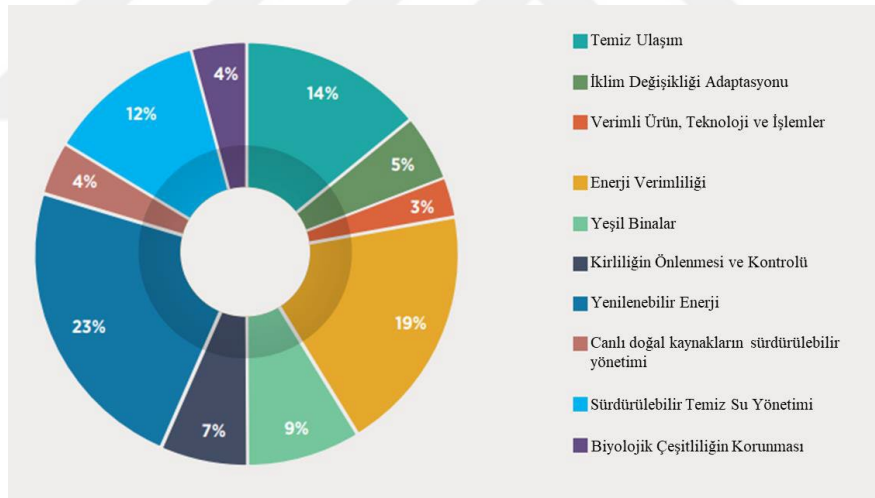
İlkeler aşağıda kısa bir şekilde özetlenmiştir.

Nakit akışının kullanım ilkesi; elde edilecek nakit akışının sürdürülebilir çevreyi düzenleyen, kirliliği azaltıcı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını hedefleyen projeler için kullanılması şart koşulmaktadır (Baysan, 2019: 34).

Proje değerlendirme ve seçim süreci ilkesi; burada hedeflenen projenin çevresel yönden sürdürülebilirliği ve yeşil proje kapsamında değerlendirilip değerlendirilmeyeceği bazı kriterlerce ele alını ve nakit akışının kullanım ilkesi ile paralel olması gerekmektedir (Kandır ve Yakar, 2017: 93-94).

Nakit akış yönetimi ilkesi; yeşil tahvilden elde edilen gelirlerin yeşil yatırımlarda kullanılması üzerine farklı bir alt hesapta toplanması veya bir diğer alt portföye yönlendirilmesi gerekmektedir. Nakit akışının yönetim ilkesinde temel husus, gelirlerin şeffaf olarak izlenmesi ve doğrulanmasına dikkat çekilmiştir (Baysan, 2019: 35).

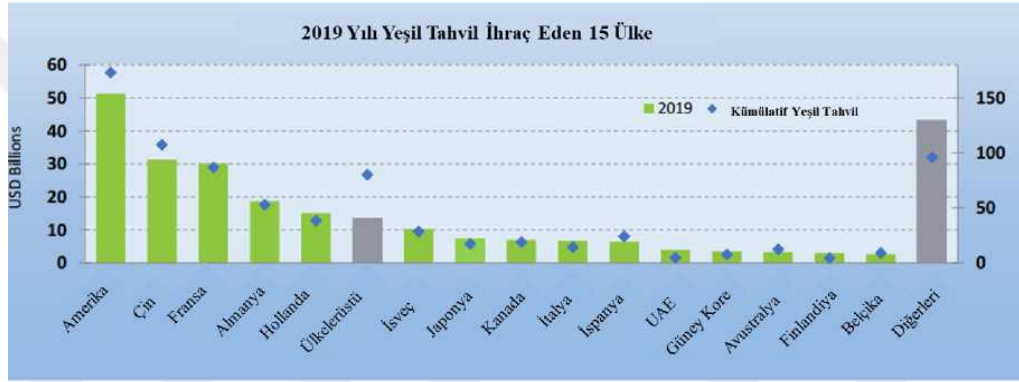
Raporlama ilkesi; yukarıdaki ilkelerin takibi ve elde edilen gelirlerin hangi alanda kullanıldığının raporlanması gerektiği vurgulanmış ve raporların nicelik ve nitelik açıdan incelenerek, projelerin tutarları ve beklentilerinin içermesi gerekmektedir (Kandır ve Yakar, 2017: 93-94).



Şekil 3.8 Yeşil tahvil dağılım kategorisi 2019 (International Energy Agency 2020, 9-10'dan Türkçeleştirilmiştir)

Şekil 3.8'de ihraç edilen 4300'den fazla yeşil tahvilin dağılımı görülmektedir. Yeşil tahvillerin %50'sinden fazlası yenilenebilir enerji kullanımı ve karbon salınımının azaltılmasına yönelik ihraç edilmektedir. Bunun yanında temiz su kullanımı, temiz ulaşım ve kirliliğin önlenmesi içinde yeşil tahviller ihraç edilmektedir (International Energy Agency, 2020: 9-10).

Yeşil tahviller, finansman piyasasında yeni bir model olmasına rağmen ilk yeşil tahvil 2007 yılında 600 Milyon Avro tutarında Avrupa Yatırım Bankası (EIB) tarafından iklim farkındalık bonusu olarak gerçekleştirilmiştir (Vielhaber, 2017: 1). Çok Taraflı Kalkınma Bankaları'nın yönlendirdiği piyasada yeşil tahviller 2007'den bu yana büyüyerek 2017 yılına kadar 155 Milyar Dolar seviyelerine gelmiş, 2019 yılında yıllık ihraçlar bir önceki yıl 2018'e göre %51 artarak 257.7 Milyar Dolar olarak açıklanmıştır. Avrupalı ihraççı kurumlara Kuzey Amerika ve Asya Pasifik bölgesinde ihraççılar katılmış, yenilenebilir enerjide yeşil tahvil talebi yükselerek sürdürülebilir finansman görevi üstlenmektedir (Climate Bonds Initiative, 2020: 1).



Şekil 3.9 2019 yılı yeşil tahvil ihracı - ülkelere göre (Climate Bonds Initiative, 2020: 1)

Şekil 3.9'da görüldüğü gibi 2019 yılında yeşil tahvil ihracına öncülük eden ülkeler öne çıkıyor. Geçen yıl toplam 496 tahvil ihraççısı toplu olarak 1788 yeşil tahvil ihraç ederek, yeşil tahvil ihracında önceki rekor olan 257,7 milyar doları aştı. Hollanda Devlet Hazine Müsteşarlığı, 2019 yılında 5,9 milyar avro değerinde sertifikalı iklim tahvili ihraç ederek eyaletler arasında en çok gelir elde eden kurum olmuştur (Climate Bonds Initiative, 2020: 1).

3.12 Tarife Garantisi (Feed in Tariff)

Tarife garantisi programı, önceden belirlenen fiyatlarla uzun vadeli satın alma anlaşmalarını garanti ederek yenilenebilir enerji üreticilerine istikrarlı bir gelir sağlayan bir hükümet girişimidir. Devlet tarafından oluşturulan bu program, yenilenebilir enerji projelerine yatırımları teşvik etmeyi ve daha sürdürülebilir bir enerji sektörüne geçişi teşvik etmeyi amaçlıyor. Garantili tarife modeli, yenilenebilir enerji kaynaklarının büyümesini desteklemek ve fosil yakıtlara bağımlılığı azaltmak

için temel bir mekanizma olarak dünya çapında yaygın olarak kullanılmaktadır (Wakulat ve Robert, 2018: 1).

1978'de ABD'de ve 1990'da Almanya'da uygulamaya konulan tarife garantileri, yenilenebilir enerjinin teşvik edilmesinde popüler bir teşvik haline geldi. Teknolojideki ilerlemeler ve güneş enerjisi kapasitesindeki önemli büyümeyle birlikte, birçok ülke geçtiğimiz on yılda temiz enerji kaynaklarının benimsenmesini teşvik etmenin bir yolu olarak bu mekanizmayı benimsenmiştir (Çetinkaya, 2016: 122).

Sürdürülebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin satışı alanında, tesis sahiplerine devlet tarafından belirlenen bir fiyat (FIT) sağlanmakta ve piyasa fiyatlarındaki dalgalanmalardan uzun süre korunacak bir satın alma sözleşmesi güvencesi verilmektedir (Çelikkaya, 2017: 60).

Yenilenebilir Enerji Kaynakları 2019 Küresel Durum Raporu'nda (REN21 2019) belirtildiği gibi, 2019 yılına kadar 111 ülke, garantili tarife girişimini benimsemiş olup, ilave 46 ülke, garantili tarife sistemini rekabetçi ihalelerle birleştiren hibrit bir yaklaşımı tercih etmiştir (Barbosa ve diğ., 2018: 1).

Tablo 3.5 ve Tablo 3.6'da tarife garantili finansman modelini uygulayan ülkeler ve fiyatları teknoloji bazında gösterilmektedir.

Tablo 3.5 OECD ülkeleri tarife garantileri 2017 (OECD, 2020)

OECD Ülkeleri Tarife Garantileri US Dolar						
Ülkeler	Güneş PV	Rüzgar	Küçük Hidro	Biyokütle	Atık Enerji	Jeotermal
Avustralya	0,228931	0	0	0	0	0
Avusturya	0	0,100857	0,084517	0,18312	0,064345	0,082939
Belçika	0	0	0	0	0	0
Kanada	0	0	0	0	0	0
Şili	0	0	0	0	0	0
Çek Cumhuriyeti	0	0	0	0	0	0
Danimarka	0,136304	0,062851	0,106014	0,158491	0,112829	0
Estonya	0,060514	0,060514	0,060514	0,036061	0,060514	0,060514
Finlandiya	0	0,094095	0	0,094095	0	0
Fransa	0	0	0,094659	0	0,169034	0
Almanya	0	0,094433	0,089419	0,10497	0,161145	0,261439
Yunanistan	0	0	0	0	0	0
Macaristan	0,115766	0	0,115766	0,115766	0	0,115766
İzlanda	0	0	0	0	0	0
İrlanda	0	0	0	0	0	0

Tablo 3.5 (devamı) OECD ülkeleri tarife garantileri 2017 (OECD, 2020)

OECD Ülkeleri Tarife Garantileri US Dolar						
İsrail	0	0	0	0	0	0
İtalya	0,314403	0,15213	0,140861	0,203404	0,179176	0,111562
Japonya	0,187222	0,196138	0,169392	0,280833	0,13373	0,294206
Kore	0	0	0	0	0	0
Letonya	0	0	0	0	0	0
Litvanya	0	0	0	0	0	0
Lüksemburg	0	0,102885	0,139453	14,593243	0,171287	0
Meksika	0	0	0	0	0	0
Hollanda	0,121141	0,094659	0,123958	0,089588	0,069304	0,061979
Yeni Zelanda	0	0	0	0	0	0
Norveç	0	0	0	0	0	0
Polonya	0	0	0	0	0	0
Portekiz	0,428219	0,083953	0,085644	0,11945	0,869509	0
Slovakya	0	0,049786	0,117873	0,091549	0,090523	0,122504
Slovenya	0,040717	0,10262	0,895372	0,206689	0,130517	0,171817
İspanya	0	0	0	0	0	0
İsveç	0	0	0	0	0	0
İsviçre	0,147254	0,218342	0,067026	0,182798	0,22342	0,318374
Türkiye	0,11296	0,073	0,073	0,133	0,133	0,105
İngiltere	0,003925	0,010296	0,080309	0	0,022651	0
ABD	0,006153	0,006153	0,006153	0,006153	0,006153	0,006153

Tablo 3.6 OECD üyesi olmayan ülkeler tarife garantileri 2017 (OECD, 2020)

OECD Üyesi Olmayan Ülkeler Tarife Garantileri US Dolar						
Ülkeler	Güneş PV	Rüzgar	Küçük Hidro	Biyokütle	Atık Enerji	Jeotermal
Arjantin	0,054339	0,000906	0,000906	0,000906	0	0,000906
Brezilya	0	0	0	0	0	0
Bulgaristan	0,133221	0	0	0,169408	0	0
Çin	0,110967	0,072499	0,033416	0,110967	0,086554	0
Kıbrıs	0,077175	0,077175	0	0,077175	0	0
Hindistan	0,087221	0,082461	0,078545	0,119008	0	0
Endonezya	0,088933	0,088933	0,088933	0,088933	0,088933	0,088933
Malta	0,163399	0	0	0	0	0
Romanya	0	0	0	0	0	0
Rusya	0	0	0	0	0	0
Suudi Arabistan	0	0	0	0	0	0
Güney Afrika	0	0	0	0	0	0

Tarife garantisinin yürürlüğe koyulmadan önce yasa düzenlemecilerinin dikkat etmesi gereken bazı hususlar bulunmaktadır.

Bu hususlar;

Satın alma yükümlülüğü, yenilenebilir enerjiden elde edilen elektriğin şebekeye bağlanması ve elektriğin iletilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte yenilenebilir kaynaktan elde edilen elektriğin satın alınmasının diğer kaynaklardan önce gerçekleşmesi gerekmektedir.

Hangi teknolojilerin hangi yasa tarafından korunacağını belirlenmesi, bu hususta hangi teknoloji hangi yasa ile korunuyor açıkça mevzuatta belirtilmesi gerekmektedir.

İyi bir tarife oranının belirlenmesi ve uzun yıllar garanti edilmesi, tarife oranı hem karlılığı garanti etmeli hem de maliyetleri yansıtacak seviyede olmalıdır. Ayrıca tarife fiyatının uzun süreli olarak garanti altına alınması gerekmektedir (Mabee, Mannion ve Carpenter, 2012).

Tarife garanti yasasının finanse edilmesi, 2 seçenekle finanse edilebilmektedir. İlki maliyet paylaşım mekanizması, ikincisi ise bir fon yoluyla finanse edilmesi. Paylaşım mekanizmasında tarife garantisi, tüm tüketicilerin elektrik faturalarına eşit olarak yansıtılmaktadır.

Her yıl tarife fiyatlarının azaltılması, kilovatsaat başına uygulanan tarife fiyatlarının yıllık olarak düşürülmesi, tesislerin bir önceki yıla göre daha uygun maliyetle inşa edilmesini sağlamaktadır.

Tarife garantisi, yenilenebilir enerji proje yatırımcılarına alım garantisiyle birlikte uzun vadeli güvenlik sunmaktadır. Kapasiteye, teknoloji çeşidine ve proje yatırım maliyetine göre farklılaşan tarife fiyatları, farklı büyüklükteki proje getirileri ile aynı fırsatları sunmaktadır. Proje öncesinde yapılan alım garanti anlaşması ile tarife garantili finansman modeli, parasal yönden yüksek hacimli yatırımların yenilenebilir enerji santrallerin kurulumuna ve işletilmesine yatırım yapma olanağı sunarak güven vermektedir (Mabee, Mannion ve Carpenter, 2012: 481).

3.13 Prim Garantisi (Feed in Premium)

Sabit tarife mekanizmasından farklı olarak, yenilenebilir enerji kaynaklardan elektrik üreten tesis sahiplerine devletin belirlemiş olduğu güncel piyasa fiyatının üzerine prim yani ek ücret ödemesi yapılarak işleyen prim ödeme sistemidir. Fiyatlar piyasa dinamiklerine bağlı oldukları için market pazarına entegrelidir (Xydis ve Vlachakis, 2019: 2). Bu durumda piyasa fiyatının belirlenen asgari fiyatı aşması durumunda devletler tarafından belirlenen prim ödemeleri yapılamamaktadır. Bu durum yatırımcıları risk altında bırakmaktadır. Piyasa fiyatlarının üzerine eklenecek olan prim ödemeleri ülkeden ülkeye değişmekte olup, ülkelerin ekonomik yapıları, para durumu ve kamu bütçeleriyle orantılı olarak finanse edilmektedir (Yurdadoğ ve Tosunoğlu, 2017: 9).

3.14 İhale Yöntemi

Yenilenebilir enerji projeleri için ihale çağrısı veya ihale yöntemi, ulusal hükümet veya hükümetlere bağlı bakanlıklar tarafından yürütülen, proje geliştiricilerinden yenilenebilir enerji projeleri geliştirilmesi için teklif verilmelerini talep ederler. Teklifler genelde belirlenmiş kapasite, üretim, teknoloji tipi veya proje sahası için olabilmektedir. İhale sonucu kazanan taraflar, ihalede belirlenmiş rekabetçi alım fiyatı ile uzun vadeli satın alma sözleşmeleri yaparak yenilenebilir enerji projesinin geliştirilmesi ve devreye alınıp işletilmesinden sorumludur. Bazı ihale prosedürleri ülkelere göre değişebilmekte olup, ihaleyi kazanan proje geliştiricileri projeyi işletmeyip devrededebilir. İhale yöntemi, ayrıca bir tedarik ve ödeme şeklidir (Ecofys Netherlands, 2011: 226-227).

İhale yönteminde, tarife desteği piyasa tarafından belirlenir. Ayrıca ihale içeriğinde bazı kotalar belirlenir, bu kotalardan bazıları yerel teknoloji üretimi, ar-ge, ana ekipman teçhizatın yerel olarak üretilmesi gibi. İhale yöntemi sistemini önemli dezavantajlarından biri projenin gerçekleşme maliyetinin, teklif taslağı hazırlanırken öngörülenden daha yüksek olması ve projenin bankable olamayacağı riskidir. Bu risk projenin gerçekleştirilmemesine neden olabilir. İhale yönteminde riski ve sermaye maliyetlerini etkileyen diğer faktörlerde bulunmaktadır. Bunlar;

Cezalar; makul olmayan tekliflerden kaçınılmak için ihalelerde uygunsuzluk cezaları uygulanabilir.

Fiyat riskinin ortadan kaldırılması veya bölüştürülmesi; en önemli faktörlerden biri olan, ihale kapanışı ve projenin gerçekleştirilmesi arasında geçen zamanda enflasyon, döviz kurları ve piyasa fiyatlarının piyasa düzeltmeleri dahil edilerek finansal riskin önemli bir kısmı bertaraf edilebilir.

İhale kazanımı etkileyen politika ve engellerin kolaylaştırılması; kazanılan ihalelerin gerçekten gerçekleştirilebilmesi için proje geliştiricilerini engelleyen bürokratik ve politik tüm engeller kolaylaştırılmalıdır (Ecofys Netherlands BV., 2011: 226-227).

3.15 Net Ölçüm ve Net Faturalama

Net ölçüm modeli, elektrik tüketen tesislerde yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik elde edilecek şekilde kurdukları yenilenebilir enerji santrallerinde, üretimin bir kısmını kendisi tüketip, tüketiminin dışında arta kalan elektriği ise şebekeye vererek fazla elektrik üretimi için ödeme yapılmasıdır. Net faturalama ise, üretilen elektriğin tamamının şebekeye verilerek, ödeme tahsis edilecek her bir kilovatsaat için destek mekanizmaları (Sabit fiyat garantisi veya prim garantisi) kapsamında satılıp, kendi tüketiminin elektrik tedarikçisi tarafından temin edildiği modeldir (Akdağ ve Gözen, 2019: 144).

3.16 Ar-Ge Hibeleri

Ar-ge hibeleri, araştırma teknolojilerine ve araştırma programlarına yenilenebilir enerji teknolojilerinde fon sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu hibelerin amacı araştırmayı teşvik etmek olup, özel sektörün getiri beklediği ve realitesi olmayan araştırmalara para harcamamasından dolayı ar-ge hibeleri bir teknoloji yeniliğinin keşfedilmesi ve yatırıma dönüştürülmesi aşamasında önemli bir finansman kaynağı sağlamaktadır (Ecofys Netherlands BV., 2011: 229).

3.17 Yenilenebilir Enerji Portföy Standardı veya Kota Sistemi

Yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmek amacıyla uygulanan politikalardan bir diğeridir. Yenilenebilir portföy standardı, diğer ismiyle kota sistemi, sabit fiyat garantisi sunan politikanın aksine, miktara bağlı olarak üretilen enerjinin belirli bir kısmını yenilenebilir enerji kaynaklarından tedarik etmeyi şart koşturur (Abolhosseini ve Heshmati, 2014: 10-12). Bu destek mekanizması ilk olarak 1990'lı yıllardan itibaren Amerika'da bazı eyaletlerde kullanılmaya başlanmış, 2000 yılı itibariyle Amerika'nın tüm eyaletlerinde kullanılmaya devam etmiştir (Çelikkaya, 2017: 67-68).

Kota sistemini uygulayan şirketler üretimlerinin belirli bir miktarını yenilenebilir enerji kaynaklarından ürettikleri takdirde ticari yeşil sertifika alabilmekte, bu sertifikaların satışını gerçekleştirebilmektedirler (Abolhosseini ve Heshmati, 2014:10-12). Bu destek mekanizmasında en önemli dezavantaj, fiyatın piyasa tarafından belirleniyor oluşudur. Bu da yatırımcılarda ileriye dönük alım fiyatlarında soru işareti bırakmaktadır. Avrupa Birliği tarafından desteklenmesine karşı çıkmış olan yenilenebilir enerji portföy standardı destek mekanizması ilk olarak Avrupa Birliği üyesi Hollanda tarafından kullanılmış, çok az da olsa İngiltere, Belçika ve Polonya'da bu modeli denemişlerdir (Çelikkaya, 2017: 67-68).

3.18 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Vergi Teşvikleri

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ve yaygınlaştırılması için birçok devlet farklı politikalar, farklı destek mekanizmaları ve en önemlisi teşvik anlamındaki finansal ve maliyetleri azaltıcı prosedürler izlemektedir. Fosil enerji tüketimindeki miktarın azaltılması ve sonsuz kaynaklardan elde edilecek enerjiyle birlikte piyasada öncü ülke olmak birçok devlet tarafından hedeflenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına sağlanan vergi teşvikleri, teknolojinin tedarikini, santrallerin kurum maliyetlerinin düşürülmesini ve enerji piyasasının gelişiminin hızlanmasını göstermektedir. Bu yüzden kamu bütçesi olan güçlü ekonomiler tarafından uygulanan vergi teşvikleri yenilenebilir enerji sektörünün ilk aşamasında çok önemlidir (Çelikkaya, 2017: 69).

Yenilenebilir enerji kaynakları için sağlanan çeşitli vergi teşvikleri, vergi muafiyeti, vergi istisnası ve vergi indirimi olarak sağlanmaktadır. Vergi teşviklerinden bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- KDV iadesi veya istisnası, kurulması planlanan enerji santrallerinin ekipmanlarına kdv ödenmemesi,
- Gümrük vergisi muafiyeti, ithal edilecek olan en önemli temel ekipmanlara gümrük vergisi alınmaması veya çok cüzi bir orana indirilmesi,
- Gelir vergisi ve kurumlar vergisi, kurulumu gerçekleştirilen yenilenebilir enerji santrallerinin yatırımının geri dönüş süresine kadar gelir vergisi ve kurumlar vergisinin indirimli olarak uygulanması veya yenilenebilir enerjiden elde edilen gelir için belirli bir süre gelir muafiyeti uygulanması,
- Gelir vergisi stopaj desteği (Ulusoy ve Daştan, 2018: 128-129).

4. BULGULAR VE SONUÇ

4.1 Seçilmiş Ülkelerin Yenilenebilir Enerji Finansman Modellerinin Karşılaştırmalı Analizi

4.1.1 Araştırmanın amacı ve önemi

Bu çalışmanın temel amacı, yenilenebilir enerji sektöründe yaygın olarak kullanılan finansman modellerini seçilmiş ülkeler bazında karşılaştırmalı olarak incelemek ve bu modellerin performansını değerlendirerek, enerji sektöründeki paydaşların finansal karar alma süreçlerine katkı sağlamaktır. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular doğrultusunda, Türkiye için uygulanabilir politika önerileri geliştirilmiş ve böylece projelerin sürdürülebilirliği desteklenmiştir.

Karşılaştırmalı analiz yöntemi ile her bir ülkenin uyguladığı finansman modellerinin başarısını önceden belirlenen kriterler ışığında değerlendirmiştir. Ayrıca, ülkelerde en yaygın olarak tercih edilen finansman yöntemleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda, araştırma şu sorulara yanıt aramaktadır:

- Yenilenebilir enerji finansman modelleri, enerji kaynaklarının kullanım oranlarının artmasında nasıl bir etkiye sahiptir?
- Bu finansman modellerinin seçilmiş ülkelerin genel ekonomik performansına etkisi nedir?
- Sabit tarife garantisi finansman modeli, yenilenebilir enerji kullanımını ve ekonomik göstergeleri nasıl etkilemektedir?
- Prim garantisi finansman modelinin yenilenebilir enerji sektörü ve genel ekonomi üzerindeki etkileri nelerdir?
- İhale sistemi finansman modeli yenilenebilir enerji kullanımını ve ekonomik yapıyı nasıl şekillendirmektedir?
- Yeşil Sertifika ve Kota Sistemi finansman modellerinin yenilenebilir enerji kullanımına ve genel ekonomi üzerindeki etkileri nasıldır?
- Net Ölçüm ve Net Faturalama finansman modellerinin yenilenebilir enerji kullanım artışı ve ekonomi üzerindeki etkileri nelerdir?

Bu sorular çerçevesinde yapılan analizler, yenilenebilir enerji finansman yöntemlerinin etkinliğini ortaya koyarak hem literatüre katkı sağlamış hem de politika yapıcılar için yol gösterici nitelik taşımaktadır.

4.1.2 Araştırmanın yöntemi: yenilenebilir enerji kaynakları finansman modelleri: seçilmiş ülke örneklerinin incelenmesi

Bu çalışmada karşılaştırmalı analiz yöntemi ile nitel araştırma yöntemlerinden biri olan yazılı belge analizi ve içerik analizi teknikleri de kullanılmıştır. Ayrıca, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), Avrupa Birliği Komisyonu gibi uluslararası kurumların yayınları, akademik dergilerde yayımlanmış bilimsel makaleler ve uluslararası kabul görmüş denetim kuruluşlarının raporları da veri kaynakları arasında yer almaktadır.

Seçilmiş ülke örneklemeleri; veri toplama sürecinde, ülkelerin Enerji ve Maliye Bakanlıkları ile İstatistik Kurumları tarafından yayımlanan resmi istatistikler ve raporlar temel alınarak hazırlanmıştır.

Seçilen ülkeler çevre kirliliğini önlemede, karbon gazı salınımında ve uyguladıkları finansman modellerinde diğer Avrupa ülkelerinden daha başarılı olmaları sebebiyle seçilmişlerdir.

Araştırmada, yenilenebilir enerji finansman modelleri ile ilgili doğrudan veya dolaylı olarak bilgi sağlayan tüm yazılı kaynaklar kapsamlı ve sistematik bir şekilde incelenmiş; böylece verilerin bütüncül ve çok boyutlu bir perspektiften analiz edilmesi hedeflenmiştir. Bu yaklaşım, araştırma probleminin derinlemesine anlaşılmasına olanak sağlamış ve seçilen ülkelerdeki uygulamaların karşılaştırmalı değerlendirilmesini mümkün kılmıştır.

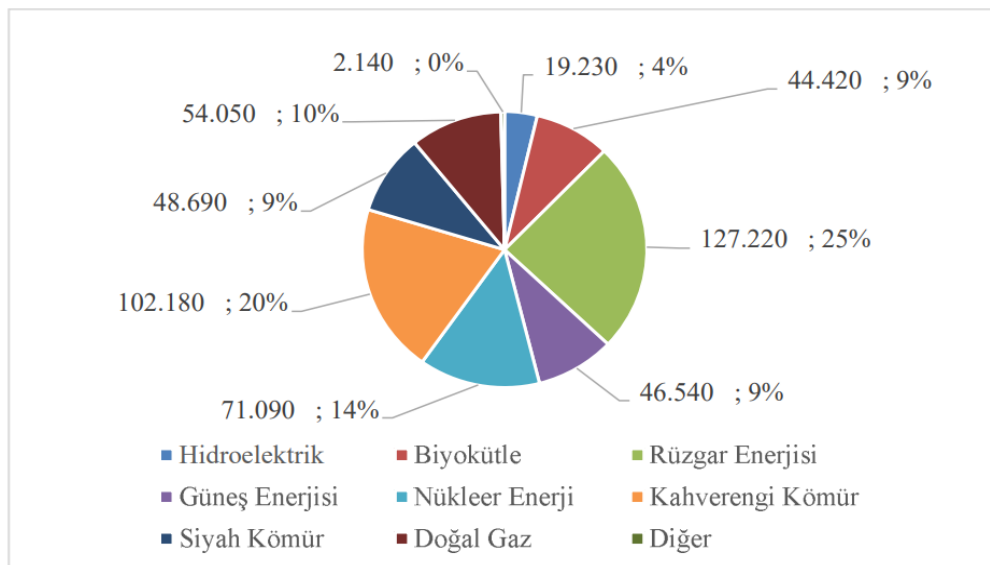
4.2 Almanya Yenilenebilir Enerji Uygulamaları

4.2.1 Almanya yenilenebilir enerji kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlarda hızlı şekilde ve en teknolojik olarak aksiyon alan başta Almanya olmak üzere Kuzey Avrupa ülkeleri ve Avrupa Birliği üyesi ülkeler bu kaynakların kullanımının yaygınlaştırılmasında diğer ülkelere

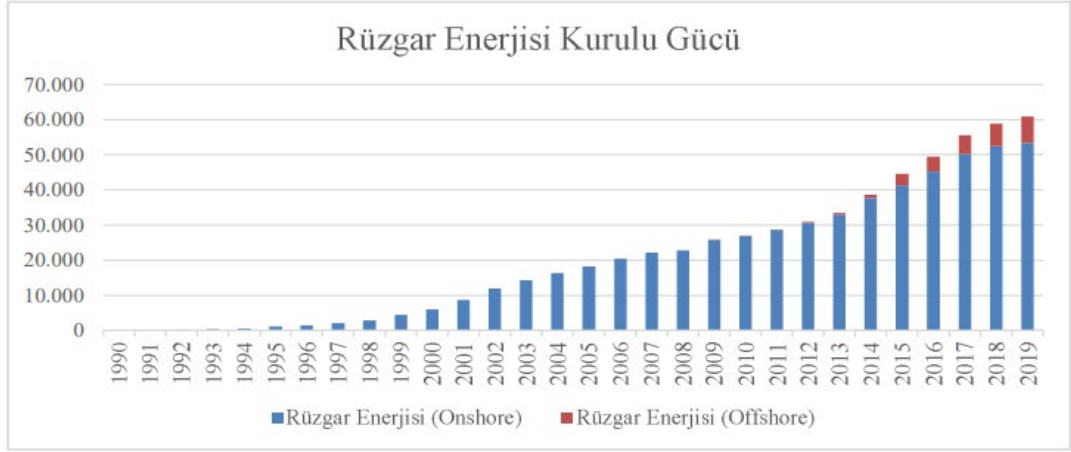
liderlik etmektedir (Bloomberg New Energy Finance, 2020: 1-3). Avrupa Komisyonu yenilenebilir enerji kullanım hedefleri doğrultusunda 2020 yılında enerji kullanımında %20, 2030 yılında %27, 2050 yılında ise %55 oranında kullanım planlamaktadır. Bu hedefler doğrultusunda Avrupa Birliği üyesi 28 ülkeden başta Almanya olmak üzere 12'si 2014 yılı sonu itibariyle 2020 yıl sonu hedeflerinin gerçekleşeceği öngörülmektedir (Uyanık, 2018: 15-71). Almanya Hükümeti 2019 yılında sadece yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan sübvansiyonun faturasını 22.6 Milyar Avro olarak açıklamış ve bu sübvansiyon ile Avrupa ülkeleri arasında yenilenebilir enerji kaynaklarının yatırımlarını en çok sübvansiyon eden devlet olmuştur. Alman politika düzenleyicileri, Almanya'nın yenilenebilir enerji politikaları hedeflerinde toplam enerji tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji tüketimini 2020 yılı itibariyle %18'e ve uzun vadede 2050 yılı itibari ile %60'lık bir pay oranına sahip olacağı tahmin edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilecek enerji üretim hedefleri arasında ise 2025 yılı itibari ile %45, 2050 yılı itibari ile %80 oranında hedef gerçekleştirileceği belirtilmektedir (Bloomberg New Energy Finance, 2020: 1-3).

Aşağıdaki şekil 4.1'de Almanya 2019 yılı kaynak bazlı elektrik üretimi gösterilmiştir (Fraunhofer Institute For Solar Energy Systems ISE, 2020: 1). Almanya 213 GW'lık kurulu gücü ile 2019 yılında yaklaşık 516 TWh elektrik üretimi gerçekleştirmiştir. 2019 yılı itibari ile yenilenebilir enerjinin üretimdeki payı %46,1 olarak kaydedilmiştir (Bloomberg New Energy Finance, 2020).



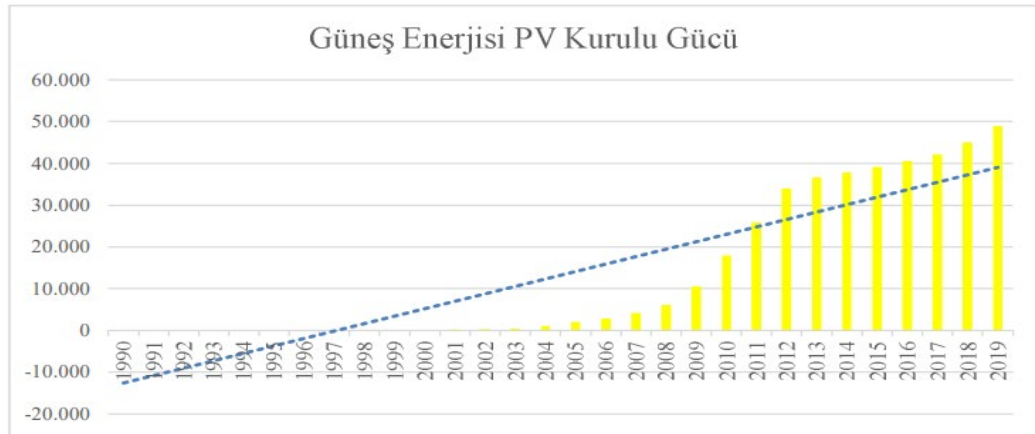
Şekil 4.1 Almanya 2019 net elektrik üretimi, terawatt saat ve yüzdesel (Fraunhofer Institute For Solar Energy Systems ISE, 2020)

Fraunhofer Güneş Enerjisi Araştırma Enstitüsü araştırmacılarına göre, Almanya'nın toplam elektrik üretimindeki yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik üretim oranı 2018 yılında %40 iken 2019 yılında %46'ya yükselmiştir. Bu oran artışındaki en yüksek büyüme oranı 17,3 TWh artışla rüzgar enerjisi kaynaklarından gelen elektrik üretimi ile gerçekleşmiştir. Kömür üretimindeki oran ise bir önceki yıla göre 29,3 TWh azalmıştır (Fraunhofer Institute For Solar Energy Systems ISE, 2020: 1).



Şekil 4.2 Almanya rüzgar enerjisi kurulu gücü 1990'dan bu yana (MW) (Federal Ministry for Economics Affairs and Energy 2020, Yazar Tarafından Türkçeleştirilmiştir)

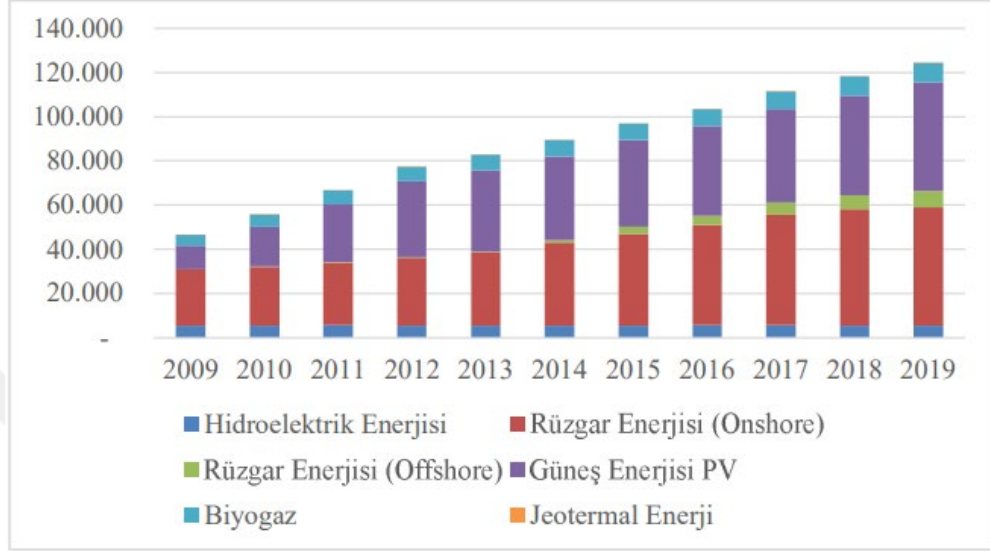
Uygulanan yenilenebilir enerji yasası (EEG) tarife garanti modeliyle ve KfW Açık Rüzgar Enerjisi Programı ile rüzgar enerji santrallerinin kurulumu için 20 yıllık alım garantisi sunulmuştur (Hitaj, Schymura ve Löschel, 2014: 4). Yukarıdaki şekil 4.3'de görüldüğü üzere 1990 yılından bu yana 60 GW'ı aşan bir kapasiteye ulaşmıştır.



Şekil 4.3 Almanya güneş enerjisi kurulu gücü 1990'dan bu yana (Federal Ministry for Economics Affairs and Energy 2020, Yazar Tarafından Türkçeleştirilmiştir)

2019 yılında güneş enerjisi fotovoltaik santrallerindeki üretim bir önceki yıla göre %1,7 artış göstererek 46,5 TWh olarak kayda geçmiştir. 3,3 GW'lık yeni kurumlarla birlikte güneş enerjisi kurulu gücü 2019 yılı itibari ile (yukarıdaki şekil 4.3) 49 GW'a yükselmiştir.

Böylelikle rüzgar ve güneş enerjisi santralleri toplam üretimi 2019 yılında toplam 173 TWh'a ulaşarak, toplam 237 TWh'lık yenilenebilir enerji elektrik üretimi içerisindeki payını %70'in üzerine çıkarmıştır (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, 2020: 1).



Şekil 4.4 Almanya yenilenebilir enerji kurulu gücü, gigawatt, 2019 (Federal Ministry for Economics Affairs and Energy 2020)

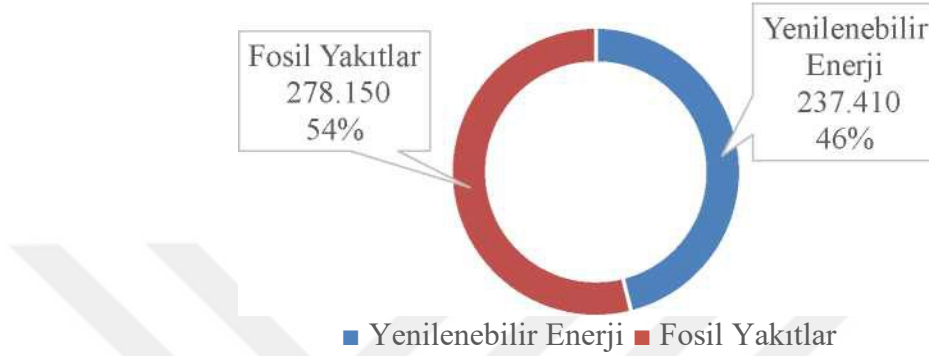
Almanya'nın toplam enerji kurulu gücü 213 GW'dır. Yukarıdaki şekil 12'de toplam kurulu gücün içerisindeki yenilenebilir enerji kurulu gücü 2019 yılı sonu itibari ile 124 GW'a ulaşmıştır (Federal Ministry for Economics Affairs and Energy 2020).

Tablo 4.1'de yenilenebilir enerji kaynaklarının 2014-2019 yılları arasındaki kurulu güç dağılımları rakamsal olarak gösterilmektedir.

Tablo 4.1 Yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücü GW (Federal Ministry for Economics Affairs and Energy 2020)

Yenilenebilir Enerji Kaynakları	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Hidroelektrik Enerjisi	5.580	5.589	5.629	5.627	5.585	5.595
Rüzgar Enerjisi (Onshore)	37.620	41.297	45.283	50.174	52.447	53.333
Rüzgar Enerjisi (Offshore)	994	3.283	4.152	5.406	6.396	7.507
Güneş Enerjisi PV	37.900	39.224	40.679	42.293	45.181	49.016
Biyogaz	7.260	7.467	7.681	7.978	8.589	8.919
Jeotermal Enerji	33	34	38	38	42	48
Total (GW)	89.387	96.894	103.462	111.516	118.240	124.418

Şekil 4.5’de Almanya 2019 yılı elektrik üretiminin %54’ünü birincil enerji kaynaklarından karşılarken, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik oranı %46 olarak belirtilmiştir. Bir önceki yıl 2018’e göre, 207 TWh olan yenilenebilir enerji elektrik üretimi, 2019 yılında yaklaşık %7 artmıştır. Bu istatistiksel rakamlar Alman Hükümeti’nin uygulamış olduğu politikaların ne kadar nasıl sonuç verdiğini göstermektedir (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, 2020: 2).



Şekil 4.5 Almanya 2019 yenilenebilir enerji kaynakları ve fosil kaynakları elektrik üretimi terawattsaat ve yüzdesel (Fraunhofer Institute For Solar Energy Systems, ISE 2020)

Günden güne gelişen ve sürekli yenilenen geniş teknolojiye sahip yenilenebilir enerji piyasasında Almanya’nın varlık finansmanı 2008’den 2017’ye kadarki yapılan yatırımlar ile 9 Milyar Doların üzerindedir. 2011 yılında sadece güneş PV yatırımları sonucundaki varlık finansmanı 5.1 Milyar Dolara ulaşan Almanya, Rüzgâr varlık finansmanında 7.6 Milyar Doları aşarak Avrupa’da güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi sektörlerinde rekor bir varlık finansmanına sahip olmuştur (Bloomberg New Energy Finance, 2020).

4.2.2 Almanya uygulanan yenilenebilir enerji politikaları

4.2.2.1 Yenilenebilir enerji kaynakları yasası (Erneuerbare-energien-gesetz EEG) 2000

Almanya yenilenebilir enerji kaynakları yasası (EEG), 2000 yılında kanunen yürürlüğe girmiş, 2010 yılında bazı revizyonlar ile yenilenebilir enerji kaynakları elektrik üretimini teşvik etmek için başlangıçta bir tarife garantisi (FIT) düzeni sağlayan yasa olarak tanımlanmıştır (Şen, 2017: 68). Alım garantisi (Feed-in Tariff): Yenilenebilir enerji üreticilerine, ürettikleri elektriği belirli bir fiyattan uzun süreli olarak şebekeye satma garantisi verdi. Öncelikli erişim: Yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektrik, şebekeye öncelikli olarak bağlanır. Maliyet paylaşımı: Yenilenebilir enerjinin maliyetleri elektrik kullanıcılarına küçük oranlarda yansıtılır. Bu yasa

sayesinde Almanya, özellikle rüzgâr ve güneş enerjisi alanında Avrupa’nın lider ülkelerinden biri haline gelmiştir. Bu yasa 2000 yılından bu yana Almanya yenilenebilir enerji sektörünü yönlendiren önemli politika araçlarından biridir. 2014 yılında yapılan tarife garantisi revizyonunda, devlet tarafından verilecek sabit fiyat garantilerinin tüm yenilenebilir enerji kaynaklarına uygulanması kararı alınmıştır. 2017 yılında yapılan düzenleme ile 750 kW’tan büyük tüm yenilenebilir enerji projelerinin bu yasa kapsamında destek olunan sabit fiyat garantisinin devlet tarafından değil, rekabetçi açık arttırma usulü ile belirleneceği bildirilmiştir (International Energy Agency, 2020: 91).

Tablo 4.2 Almanya yenilenebilir enerji politikasını oluşturan yasalarından başlıcaları; 2000 yılı sonrası (Arik, 2016: 61-63)

1	2014 yenilenebilir Enerji Kaynakları Yasası Değişikliği -EEG-(2014 (1 Ağustos)
2	2012 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yasası Değişiklik – EEG- (2012)
3	KfW Programı Offshore (açık deniz) Rüzgâr Enerjisi (2011)
4	KfW Programı Offshore (açık deniz) Rüzgâr Enerjisi (2011)
5	Enerji ve İklim Fonu Kanunu (2011)
6	Ulusal Enerji Eylem Planı (NREAP) (2010)
7	2009 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yasası Değişiklik – EEG- (2009)
8	KfW-Programı Enerji Verimliliği Rehabilitasyon yasası (2009)
9	Güneş Enerjisi Geliştirme Merkezi için fonu (2006)
10	KfW-Program Üreten Güneş Enerjisi (2005)
11	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yasası (Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG) (2000)

4.2.2.2 Energiewende enerji dönüşüm programı

Alman Enerji Dönüşümü “Energiewende”, ülkenin enerji üretim ve tüketim sistemini sürdürülebilir, yenilenebilir ve düşük karbonlu bir yapıya dönüştürmeyi amaçlayan kapsamlı bir stratejidir. Bu program, Almanya’nın enerji politikasında önemli bir dönüm noktası olup, çevresel, ekonomik ve sosyal hedefleri bir arada taşır. Bu nedenle Energiewende, Almanya’yı 21.yüzyılın ortalarında düşük karbonlu ve nükleersiz bir enerji sistemine doğru hareket ettirmeyi amaçlamaktadır (International Energy Agency, 2020: 26). Alman enerji dönüşüm politikası 2011 yılında meydana gelen Japonya depremi ve doğal afetleriyle birlikte nükleer reaktör kazaları sonrasında Almanya’da nükleer santraller ve fosil kaynaklı santrallerin yerine yenilenebilir enerji kaynaklı santrallerin

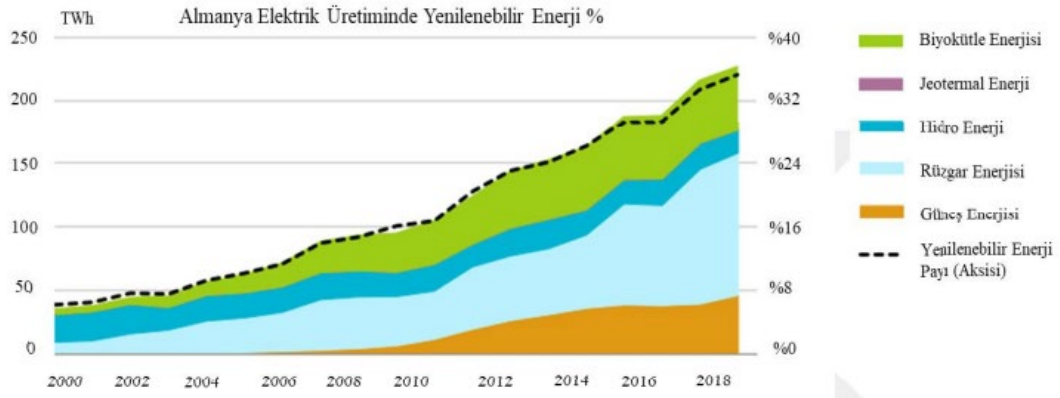
kurulması hedefiyle devreye alınmıştır. Bu politika kapsamında kilometre taşları doğru işlendiği takdirde Almanya Başbakanı Angela Merkel, 2022 yılı itibariyle (Energiewenda programı bitişi) nükleer santrellerin kademeli olarak kapatılıp enerji payındaki tüm faaliyetlerini durduracağını belirtmiştir (Taner, 2011: 1-2). Alman Enerji Dönüşümü Energiewenda stratejisinde 3 temel hedef bulunmaktadır;

- Önce verimlilik ilkesi altında tüm sektörlerde enerji tüketiminin azaltılması
- Yenilenebilir enerjiyi doğrudan ekonomik ve ekolojik olarak her alanda kullanılması
- Elektrikte kalan ihtiyacın yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretiminden tedarik edilmesi (International Energy Agency, 2020: 26).

Tablo 4.3 Energiewenda programı kapsamında almanya iklim ve enerji planı 2050(International Energy Agency, 2020: 46)

Hedef	2020	2030	2040	2050
Emisyon Azalımı	En az %40	En az %55	En az %70	%80-%95
Fosil Kaynak (Birincil Enerji) Tüketimi	-20%			-50%
Fosil Kaynaktan (Birincil Enerji) Elektrik Tüketimi	-10%			-25%
Yenilenebilir Enerji Tüketimi	18%	30%	45%	60%
Yenilenebilir Enerjiden Elektrik Tüketimi	35%	50%	65%	80%

Tablo 4.9’da Energiewenda programı kapsamında belirlenen yenilenebilir enerji kaynak kullanımı ve emisyon azalım hedefleri görülmektedir (International Energy Agency, 2020: 46). Alman Enerji Dönüşümü “Energiewenda” politikasının desteği 2007-2017 yılları arasında etkili olmuş, Almanya’nın toplam enerji üretiminin içerisindeki yenilenebilir enerji payı %7,2’den %13,5’e yükselmiş, daha da önemlisi 2017 yılındaki yenilenebilir enerjinin üretim payı %34’ünü oluşturmuştur (International Energy Agency, 2020: 46).



Şekil 4.6 Almanya elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları % (International Energy Agency, 2020: 85)

Almanya 2007’den bu yana güçlü politikalar ve destek mekanizmaları ile yenilenebilir enerjinin elektrik arzındaki payını hızlı bir şekilde arttırdı.

2020 Almanya Enerji Görünümü Raporuna göre, 2008 yılında toplam elektrik arzındaki %15 olan yenilenebilir enerjinin payını 2018 yılında %35’ini oluşturarak atılan politik adımların ve uygulanan destek mekanizmalarının büyümeyi sürdürdüğü görülmüştür. Rüzgâr enerjisi 2018 yılı üretiminde 112 TWh üretim sağlayarak en büyük yenilenebilir enerji elektrik kaynağı oldu ve rüzgâr enerji kapasitesi sadece dört yılda iki katına çıkarak güneş enerjisi ile birlikte yenilenebilir enerji üretiminin %25’ini oluşturdu. Atılan adımlar ile Almanya, yenilenebilir enerji kaynaklarına, güvenli ve düşük maliyetli bir sistem entegrasyonu içeren teşvik politikaları ile birlikte öncelik vermektedir (International Energy Agency, 2020: 46).

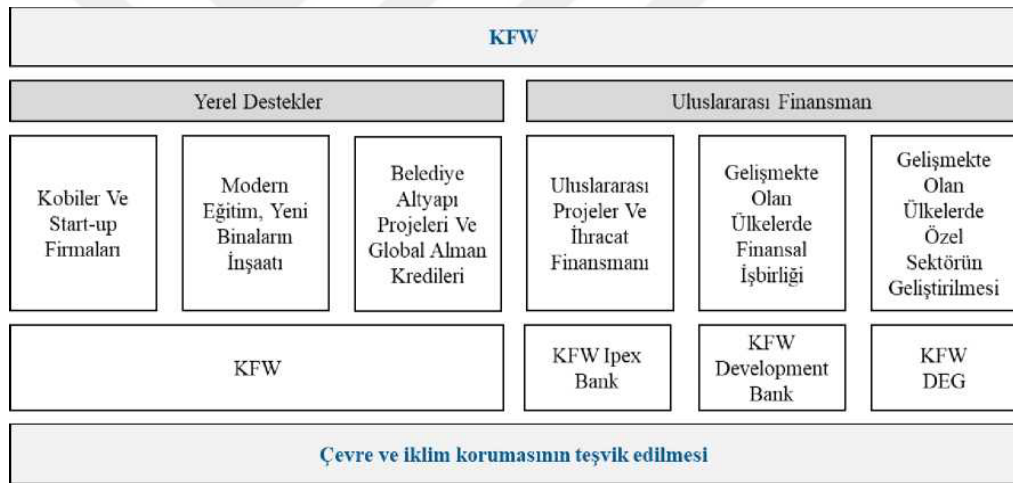
4.2.2.3 KfW yenilenebilir enerji programı

2009 yılında Alman Kalkınma Bankası Almanca: Kreditanstalt für Wiederaufbau, eski adı KfW Bankengruppe, yenilenebilir enerji yatırımlarına olan desteği arttırmak adına KfW programı enerji verimliliği rehabilitasyon yasası ile birlikte yürürlüğe girmiştir. KfW programı standart program ve premium program olarak 2 bölümden oluşmaktadır (Ecofys Netherlands BV., 2011: 250).

Standart Program; güneş enerjisi, biyokütle enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerjisi ve jeotermal enerji yatırımlarından üretilen elektrik ve ısı projelerine destek vermektedir. Standart program maksimum 10 Milyon Avro ile finansman için uygun projelerin %100’üne kadar finanse etmektedir (Ecofys Netherlands BV., 2011: 250).

Premium program; büyük kapasiteli yenilenebilir enerji tesislerinden elde edilecek elektrik ve ısı projelerine kredi ve geri ödeme bonusları sunmaktadır Her iki programın amacı uzun vadeli düşük faizli kredi, 10 yıl boyunca sabit faiz ve 1-3 yıl geri ödemesiz kredi gibi imkanları sunmaktadır (Ecofys Netherlands BV., 2011: 250-252).

Alman Hükümeti'nin en büyük başarılı programlarından biri sayılan kfw yenilenebilir enerji destek programını uygulayan kfw Alman Kalkınma Bankası, II. Dünya Savaşı'ndan sonra Almanya'nın yeniden inşasını finanse etmek amacıyla 1948 yılında kurulmuştur. Alman Hükümeti tarafından başlatılan ve Avrupanın en önemli enerji dönüşüm projelerinden biri olan Alman Enerji Stratejisi "Energiewende" programına entegre edilerek, Alman Hükümetinin desteğiyle programın finanse edilmesi sağlanmıştır. Aşağıdaki şekil 4.7'de kfw'nin yapısı anlatılmıştır (Griffith-Jones, 2016: 12).



Şekil 4.7 KFW yapısı (Griffith-Jones, 2016: 2)

KFW Bankengruppe, kredi verme faaliyetlerini ağırlıklı olarak uluslararası para piyasası ve sermaye piyasalarında göstermektedir. Alman Hükümetinin garantisi ve Fitch, Standard&Poor's ve Moody's gibi derecelendirme kuruluşlarından aldığı AAA veya Aaa notları, tahvillerini en uygun şartlarda ihraç etmesine ve böylelikle uygun şartlarda borç vermesine olanak tanımaktadır (Griffith-Jones, 2016: 2).

4.2.3 Almanya yenilenebilir enerji uygulanan finansman modelleri

Yenilenebilir enerjinin yüksek sermaye maliyetleri ve belirsiz olan elektrik fiyatları dolayı, birincil tip fosil yakıt üretimi ile rekabet edebilmesine yardımcı olmak için bazı finansal teşvikler gerekmektedir. Dünyada birçok devlet birbirleriyle bağlantılı olarak

farklı finansal destek mekanizmaları geliştirmişlerdir (Chenve diğ., 2017: 1). Almanya Hükümeti yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmek ve finansal olarak destek vermek amacıyla bazı mali teşvik ve destek programları uygulamıştır (Ulusoy ve Daştan, 2018: 137). Bahsedilen destek programları, Yenilenebilir Enerji Programı, Açık Deniz Rüzgar Enerjisi Programı, Enerji Verimliliği Programı ve Enerji Verimliliği Finansmanı Girişimi dahil olmak üzere Alman Kalkınma Bankası KFW Bankengruppe tarafından hayata geçirilmektedir. Ayrıca BMUB olarak da bilinen Federal Çevre, Doğa Koruma, İnşaat ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı bu programların uygulanmasında rol oynamaktadır (Ulusoy ve Daştan, 2018: 137).

4.2.3.1 KFW yenilenebilir enerji finansman programı

Teknoloji ayrımı yapılmaksızın yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilecek tüm tesisler için düşük faizli kredi vermeyi amaçlamaktadır. Geri ödemesi bir başlangıç dönemiyle birlikte 5-10 yıllık sabit faizli veya uzun vadeli düşük faizli bir mali destek programıdır. Krediler normal bankalar tarafından yönetilmekte ve dağıtılmaktadır. KFW Bankengruppe, düşük faizli kredi sunmanın maliyetini üstlenmektedir (Renewable Energy Sources Legal, 2020).

KFW Yenilenebilir Enerji Destek Programı, standard program, özel program ve depolama programı olarak 3 senaryoda hayata geçirilmiştir.

Standart Program; güneş PV, biyogaz, hidroenerji, kıyı rüzgâr tesisleri, jeotermal ve kojenrasyon tesisleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretmeyi amaçlayan projelere 10 Milyon Avro ile 25 Milyon Avro'dan fazla olmamak şartıyla %100'üne kadar borç finansmanı sağlamaktadır (Griffith-Jones, 2016: 29).

Özel Program; standart programa dahil olmayan, daha büyü kapasiteli tesisler için kredi imkanı ve geri ödeme bonusları sunmaktadır. Depolama Programı; güneş pv tesisleriyle entegre edilecek akülü sistemler için uygulanmaktadır (KPMG Türkiye, 2016: 30).

Özel fonlama programı; aşağıdaki şekilde maddelenen tesislere vadeli finansman sağlanacak olup, yatırım maliyetlerinin %100'üne 25 Milyon Avro (standard program) ve 10 Milyon Avro (özel program) olarak düşük faizli kredi verilmiştir. 2014 yılında

toplamda KFW özel programı altında 234 Milyon Avro, standard program kapsamında 3,9 Milyar Avro finansman sağlanmıştır. Depolama programı için sağlanan finansman kaynağı ise 2014 yılı itibari ile 134 Milyon Avro olarak belirtilmiştir (KPMG Türkiye, 2016: 30).

- Katı biyokütle yakmak üzere 100 kW'dan büyük biyokütle tesisleri,
- Minimum 100 kW, maksimum 2 MW kapasiteli kojenerasyon tesisleri,
- Isının en az %50 sinin yenilenebilir kaynak veya en az %20'sinin güneş PV tesisleriyle temin edildiği en az 500 kWh satış yapan tesisler,
- 100 kW kapasiteli veya daha büyük ısı pompaları içeren tesisler.

KFW Açık Rüzgâr Enerjisi Programı; KFW Bankengruppe (Alman Kalkınma Bankası), yenilenebilir enerji alanında olumlu anlamda köklü değişikliklere sebep olmuştur. Alman Kalkınma Bankası, KFW yenilenebilir enerji destek programı kapsamında faaliyete koyduğu KFW Açık Rüzgâr Enerjisi Programı ile kıyıdan 12 mil mesafe içerisinde (Alman Kuzey Denizi ile Baltık Denizi'nin Alman Özel Ekonomik Alanı ile sınırlandırılmış) gerçekleştirilen rüzgâr enerjisi projelerine 3 yıla kadar geri ödemesiz proje finansman desteği sağlamaktadır (Bayraktar ve Kaya, 2016: 8). Bu finansman desteği ile sağlanan kredi türleri;

- Proje başına maksimum yerel banka konsorsiyumları tarafından 400 MilyonAvro,
- Yerel banka aracılığıyla KFW'den olmak üzere, proje bazında %70 borç finansmanı ile 700 Milyon Avro doğrudan kredi,
- Ve beklenmedik giderler için 100 Milyon Avro doğrudan kredi (KPMG Türkiye, 2016: 30).

KFW Enerji Verimliliği Programı; Almanya'da enerji verimliliği kapsamında ki projeler yararlanabilmektedir. İki teşvik mevcuttur; proje finansmanı için %50 KFW katkısıyla kredi ve KFW katkısıyla herhangi bir bankadan temin edilen kredidir. İlk 3 yıl geri ödemesiz, kredi tutarı 25 ila 100 Milyon Avro arasındadır (KPMG Türkiye, 2016: 30).

BMUB Çevresel İnovasyon Programı; enerji verimliliği, emisyon azalımı ve çevreyi koruma adı altında azaltılmış faiz ve geri ödenecek olan hibelerin %30'una kadar kredi imkanı sunulmaktadır (Bahn-Walkowiak ve Wilts, 2015: 23).

Piyasa Primi; teknoloji tipine ve tesis kapasitesine göre belirlenen tarife garantisinden teknolojiye ait aylık güncel piyasa değerinin çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır. Piyasa priminin talep edilebilmesi için sistemin uzaktan kontrol edilebilir olması gerekmektedir. Ayrıca Yenilenebilir enerjiden iletilen elektriğin, üretici tarafından tüketilmesi halinde uygulanan tarife garanti fiyatının %40'ı kadar ek ücret ödemeleri şart koşulmuştur (KPMG Türkiye, 2016: 30).

4.2.3.2 Almanya sabit tarife garantisi (Feed in Tariff)

Alman Sabit Tarife Garantisi (German Feed-in Tariff) ilk olarak 1991 yılında Stromeinspeisungsgesetz (StrEG) yasasıyla birlikte tanıtılmış, 2000 yılında bu politikayı değiştirmek ve güncellemek amacıyla mevzuatın parçası olan Yenilenebilir Enerji Yasası (EEG) ile birlikte düzenlenerek yürürlükteki faaliyetini genişletmiştir. Bu finansman modeli Almanya'da yenilenebilir enerjinin teşvik edilmesi için en önemli araçlardan biri olmuştur (Mabee, Mannion ve Carpenter, 2012: 482). Alman Sabit Tarife Garanti Yasası, bazı dizi önlemler alınarak ve belirli tarihlerde revize edilerek, yenilenebilir enerji yatırım maliyetlerinin finansal açıdan iyileşmesiyle birlikte, belirlenen tarife fiyatları doğrusal oranda güncellenmişti (Fulton ve Capalino, 2012: 1). Alman Yenilenebilir Enerji Yasası, 2012 yılında yapılan düzenleme ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik üretiminin arttırılmasını, iklimi ve çevreyi koruyan bir enerji arzının oluşturulmasını ve enerji maliyetlerini azaltarak ülke ekonomisine katkıda bulunulması gerektiğini hedeflemiştir (Chen ve diğ., 2017: 4). Tablo 4.4'de uygulanan garantili tarife fiyatları gösterilmektedir. Bu fiyatların her yıl azalacağı kanunen belirtilmiş yıllık azalma oranları ile teknolojiye bağlı olarak değişmektedir. Bu oran aralığı %1-%6,5 arasında değişmektedir (Mendonça ve Core, 2008: 3).

Tablo 4.4 Almanya yenilenebilir enerji uygulamaları tarife fiyatları (KPMG Türkiye, 2016: 30)

Almanya Uygulanan Tarife Garantisi	
Yenilenebilir Enerji Santralleri	Tarife Garantisi cent/kWh
Hidroelektrik Santralleri	3,5-12,52
Biyokütle Santralleri	5,85-23,73
Çöp Gazı Santralleri	3,80-8,42
Jeotermal Santralleri (yıllık)	25,2
Rüzgar Enerjisi Santralleri	4,95-19,40
Güneş Enerjisi Santralleri	9,23-13,50

Alman Hükümeti uygulamaya başladığı tarife garantisinin faydalarını aşağıdaki gibi açıklamıştır (Mendonça ve Core, 2008: 1).

- Karbon emisyon azalımına odaklanarak, iyi tasarlanmış bir tarife garantisi finansman modeliyle yenilenebilir enerjinin pazar payını arttırarak fosil kaynaklı enerji tüketimini yenilenebilir enerji tüketimiyle değiştirmektedir.
- İş alanı yaratma hedefiyle, yenilenebilir enerji piyasasının büyümesiyle binlerce kişiye istihdam sağlanacağı belirtilmektedir. Yenilenebilir enerji sektöründe çalışan kişilerin %60 'ı uygulanan tarife garantisi sayesinde olduğu görülmüştür.
- Güvenli enerji arzının oluşturulması, yenilenebilir enerji pazarına odaklanarak, fosil yakıt olarak ithal edilen enerji türünü azaltarak enerjide arz güvenliğini sağlamak hedeflenmiştir (Mendonça ve Core, 2008: 1-2).
- Teknolojik yenilik, uygulanan tarife garanti modeliyle ve rüzgâr, güneş ve biyokütle gibi teknolojik kaynaklara yatırım yapılarak yeniliğin arttırılmasına odaklanılmıştır.
- Rekabetçi ortam oluşturulması, yenilenebilir enerji kaynaklarına iyi tasarlanmış bir finansman modeli uygulayarak, geleneksel enerji kaynaklarıyla rekabetçi duruma getirilmesi olarak belirtilmiştir (Mendonça ve Core, 2008: 2).

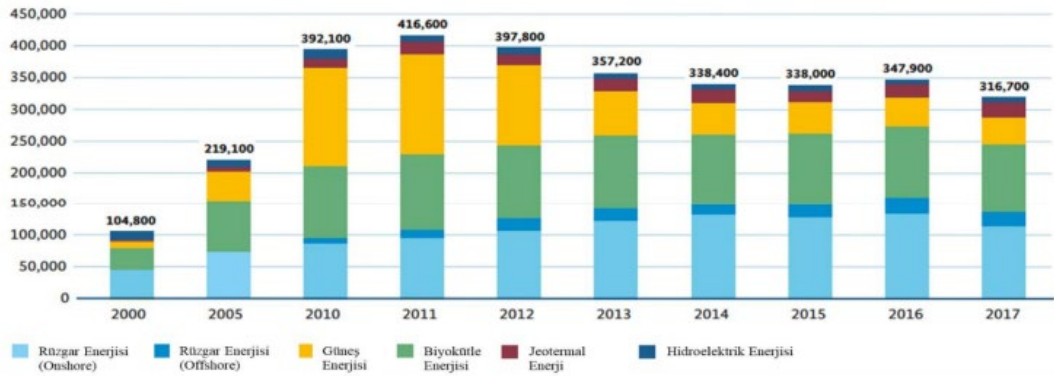
Yenilenebilir enerji kapsadığı ekipman, teçhizat ve teknolojiyle Alman ekonomisinde katma değer yaratarak önemli bir rol oynamaya devam ettiği gözlemlenmiştir. 2000 yılında yayınlanan ve günümüze kadar uygulanan Alman Enerji Yasası (EEG) kapsamındaki politikalar ve finansman modelleri, yenilenebilir enerji yatırımlarını arttırdığı belirtilmiştir (Federal Ministry for Economic Affairs and Energy BMWi, 2018: 31-32).

Tablo 4.5’de Almanya’da 2000 yılında yenilenebilir enerjiye yapılan yatırım toplamı 4.7 Milyar Avro iken 2014 yılına kadar uygulanan tarife fiyatları ve KfW programları sayesinde 27.9 Milyar Avro’ya ulaşarak, Avrupa’da en fazla yatırım gerçekleştiren devlet olmasını sağlamıştır. Aynı tablo 4.5’e göre 2014 yılı itibarıyla yatırımlardaki düşüş yenilenebilir enerji tesis maliyetlerinin bir önceki yıla göre daha düşük maliyetle elde edilmesinden dolayı gerçekleştiği belirtilmektedir. Bunun sonucunda istenilen kapasite genişlemesinin geçmiş yıllara göre daha düşük yatırımla gerçekleştirildiği görülmüştür (Federal Ministry for Economic Affairs and Energy BMWi, 2018: 31-32).

Tablo 4.5 Almanya yenilenebilir enerji yatırımları (Milyar Avro 2000-2018) (Federal Ministry for Economic Affairs and Energy BMWi, 2018: 32)

Yıl	Hidroelektrik	Rüzgâr Onshore	Rüzgâr Offshore	Güneş PV	Güneş Termal	Jeotermal	Biyokütle Elektrik	Biyokütle Isınma	Total
2000	0,5	1,9	0	0,3	0,4	0,1	0,5	0,9	4,7
2005	0,2	2,5	0	4,8	0,6	0,4	1,9	1,5	12
2006	0,2	3,2	0	4	1	0,9	2,3	2,3	13,9
2007	0,3	2,5	0,03	5,3	0,8	0,9	2,3	1,5	13,6
2008	0,3	2,5	0,2	8	1,7	1,2	2	1,8	17,7
2009	0,4	2,8	0,5	13,6	1,5	1,1	2	1,6	23,5
2010	0,3	2,1	0,5	19,6	1	1	2,2	1,2	27,9
2011	0,3	2,9	0,6	15,9	1,1	1	3,1	1,3	26,1
2012	0,2	3,6	2,4	12	1	1,1	0,8	1,5	22,5
2013	0,1	4,5	4,3	3,4	0,9	1,1	0,7	1,5	16,5
2014	0,09	7,1	3,9	1,5	0,8	1,1	0,7	1,4	16,4
2015	0,08	5,4	3,7	1,5	0,8	1	0,2	1,3	13,9
2016	0,06	6,9	3,4	1,6	0,7	1,2	0,3	1,2	15,4
2017	0,03	7,3	3,4	1,7	0,5	1,3	0,3	1,2	15,8
2018	0,02	3,3	4,2	2,6	0,5	1,4	0,4	1,2	13,5

Şekil 4.8’de görüldüğü üzere, Alman Yenilenebilir Enerji Tarife Garantisinin uygulandığı yıllar içerisindeki istihdam rakamları görülmektedir. İstihdam rakamları, santrallerin inşaat süreci ve santrallerin işletim-bakım hizmetlerindeki çalışan sayısını içermektedir. 2017 yılında yenilenebilir enerji tesislerinin işletim ve bakımında 82.000 kişi istihdam edilerek 2000 yılına göre 5 katı istihdam yaratıldığı belirtilmiştir. 2011 yılında güneş enerjisinin yenilenebilir enerji alanında oluşturduğu istihdam %38 olarak görülmüştür (Federal Ministry for Economic Affairs and Energy BMWi, 2018: 35).



Şekil 4.8 Yenilenebilir enerji santrallerinin gelişimindeki istihdam sayısı (2000- 2017) (Federal Ministry for Economic Affairs and Energy BMWi, 2018: 35)

Yenilenebilir enerji tarife garantisi finansman modelinin, sektörde yaratmış olduğu istihdam artışı ve 2011-2013 yılları arasında istihdamın maksimum seviyeye geldiğini göstermektedir. 2000 yılından 2014 yılına kadar ki süreçte yaratılan istihdam rakamları yüzbinlerce insana gelir fırsatı imkanı tanıdı ve işsizlik oranının azalmasına neden olduğu belirtilmiştir. Ayrıca emisyon azalımı ve dışa bağımlılık konusunda uygulanan politika doğrultusunda başarıya ulaşıldığı gösterilmektedir (Futurepolicy.org, 2020: 3-8).

2014 yılında gelindiğinde 1990 yılına göre karbon emisyonunda %27 azalma görülmektedir. 2012 yılında sadece yenilenebilir enerji sayesinde 146 milyon ton karbon emisyonu azaltımı gerçekleşmiştir (Futurepolicy.org, 2020: 3-8).

4.2.3.3 Almanya yeşil tahvil ihracı

Almanya, 2019 yılı itibariyle yeşil tahvil piyasasında kümülatif olarak toplamda 33.6 Milyar Avro’luk yeşil tahvil ihracı ile global sıralamada 4.sıradadır. 2018 yılı yeşil tahvil ihracı 6.6 Milyar Avro olarak açıklanmıştır. Alman yeşil tahvil kategori

dağılımının %96'sı yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve yeşil binalar oluşturmaktadır. Geri kalan %4'lük dağılım ise, temiz ulaşım, temiz su ve temiz endüstri olarak oluşmaktadır (Climate Bonds Initiative, 2019: 1).

Tablo 4.6 Almanya en büyük yeşil tahvil ihraç eden kurumlar 2018 (Climate Bonds Initiative, 2019: 2)

Yeşil Tahvil İhraç Eden En Büyük 5 İhraççı 2018			
İhraççı	Avro	Dolar	Tahvil Sayısı
KFW	1,6 Milyar	1,9 Milyar	3
Berlin Hyp	1 Milyar	1,2 Milyar	2
Deutsche Hypo	0,6 Milyar	0,7 Milyar	3
LBBW	0,5 Milyar	0,6 Milyar	-
Commerzbank	0,5 Milyar	0,6 Milyar	-

Tablo 4.6'da Almanya'daki en büyük tahvil ihraç eden kurumlar bulunmaktadır. KFW yeşil tahvil piyasasında 2014 yılında 1.7 Milyar Dolar hacimli ilk yeşil tahvilini ihraç ederek Almanya'da en büyük yeşil tahvil ihraççısı oldu. Bu yeşil tahvilin vadesi 5 yıl, yıllık kupon getirisi ise %0,375 olarak belirtilmiştir. Yatırımcıların yoğun ilgisiyle birlikte KFW diğer yıllarda da yeşil tahvil ihracına devam etmiştir (Griffith-Jones, 2016: 8). KFW 2014 yılından 2019 yılına kadar toplamda 17.7 Milyar Avro tutarında yeşil tahvil ihraç etmiştir. Ayrıca KFW, tek başına tek bir kategoride 1 Milyar Avro'nun üzerinde tahvil ihraç ederek, en büyük yeşil tahvil ihraççısı olduğunu göstermiştir (Climate Bonds Initiative, 2019: 2).

KFW tarafından ihraç edilen yeşil tahviller, direkt olarak KFW Yenilenebilir Enerji Programı-Standart Program altında yatırımcılara teknoloji türüne göre rüzgâr enerjisi ve güneş fotovoltaik enerjilerinde projelerin finanse edilmesi için kullanılmıştır. Bu tahvil gelirleri aynı şekilde mobilize edilen fonlarla birlikte yeşil programlara aktarılmıştır.

4.3 Danimarka Yenilenebilir Enerji Uygulamaları

4.3.1 Danimarka yenilenebilir enerji kaynakları

Danimarka, yenilenebilir enerji uygulamaları konusunda Avrupa ülkeleri ile karşılaştırıldığında en güçlü enerji arz güvenliğine sahip ülkedir. Ülkenin yenilenebilir enerji sistem entegrasyonu, Danimarka'yı dünyada lider konumda bulunmasını

sağlamaktadır. 2011’den bu yana atılan adımlarda ülke enerji bakanlığının önemle değindiği nokta yenilenebilir enerji kaynaklarını arttırmak ve karbon salınımının minimize etmektir. 2017 yılında yayınlamış olduğu 2020-2030 yenilenebilir enerji hedefinde, düşük karbonlu sektör oluşumu, güvenli enerji politikasının ve enerji sektöründeki paydaşların istikrarının devamlılığının sağlanması olduğunu belirtmiştir (International Energy Agency, 2017: 13).

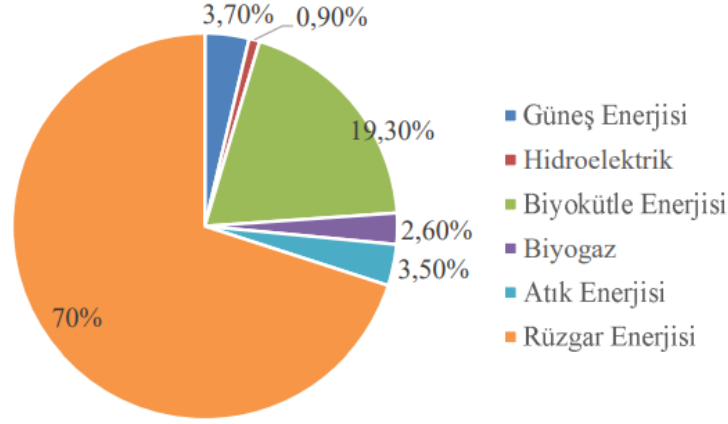
Danimarka enerji politikası, 5 yılda bir siyasi ortamda tartışılarak “enerji anlaşmaları” adı altında düzenlenmektedir. En sonuncusu 2012 yılında parlamento tarafından onaylanmıştır ve 2017 yılında revize edilmiştir. 2020 yılına kadarki dönemde iklim ve enerji alanındaki hedeflerin gerçekleştirilmesi, Avrupa Birliği ülkeleri arasındaki konumunun korunması, odaklanılan en önemli konulardır. Ayrıca 2020 yılına kadarki hedeflerin gerçekleştirilmesi için toplamda 3.5 Milyar Danimarka Kronu (yaklaşık 525 Milyon USD) finansman gerektiği ve finansmanın kamu hizmet yükümlülük vergisiyle finanse edileceği belirtilmiştir (International Energy Agency, 2017: 29).

Tablo 4.7 Danimarka elektrik üretim tüketim miktarları (Energinet, 2018: 7)

Danimarka Elektrik Üretim&Tüketim	2016 GWh	2017 GWh
Elektrik Üretimi	28.930	29.453
Elektrik Tüketimi	33.987	34.015
Elektrik Üretiminin Kırılımı	2016 GWh	2017 GWh
Yenilenebilir Enerji Kaynakları (Rüzgar, Güneş ve Hidro)	13.545	15.584
Biyokütle Enerjisi	4.266	5.459
Yakıt Türü Kaynak	11.119	8.410

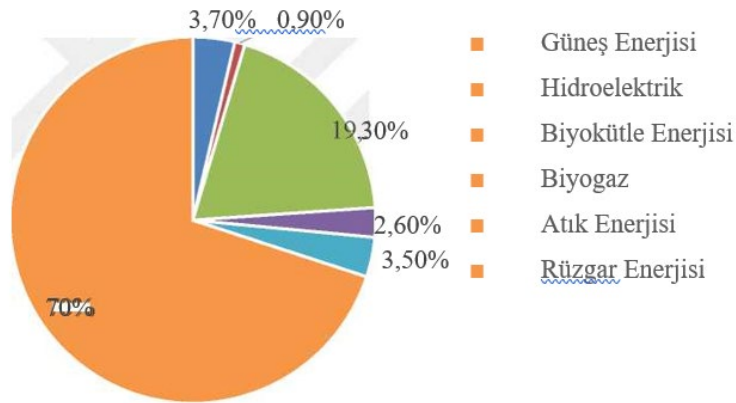
2018 yılı Çevre Raporuna göre, Danimarka 2017 yılında toplamda 29 TWh elektrik üretmiş ve 34 TWh elektrik tüketmiştir (Tablo 4.13). Toplam elektrik üretiminin %71,4’ü ve toplam elektrik tüketiminin %61,9’u yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik ile sağlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından gelen 21TWh’lik elektrik üretiminin %50,2’si rüzgâr enerjisinden, geri kalan üretim ise güneş enerjisi santralleri, hidroelektrik enerji santralleri ve biyokütle enerji santrallerinden elde edilmiştir. Ayrıca 2016 yılındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen üretim 2017 yılında 3.2 TWh artarak, yaklaşık %18 oranında artış göstermiştir. Bu artış sayesinde 2016 yılında 11 TWh’lik elektrik üretimi

sağlayan yakıt bazlı santraller, 2017 yılında 8 TWh elektrik üretimi sağlamış ve bir önceki yıla göre %25 azalmıştır (Energinet, 2018: 7).



Şekil 4.9 Danimarka 2017 yenilenebilir enerji kaynakları ve fosil kaynakları elektrik üretimi terawattsaat ve yüzdesel (Energinet, 2018: 3'den derlenmiştir)

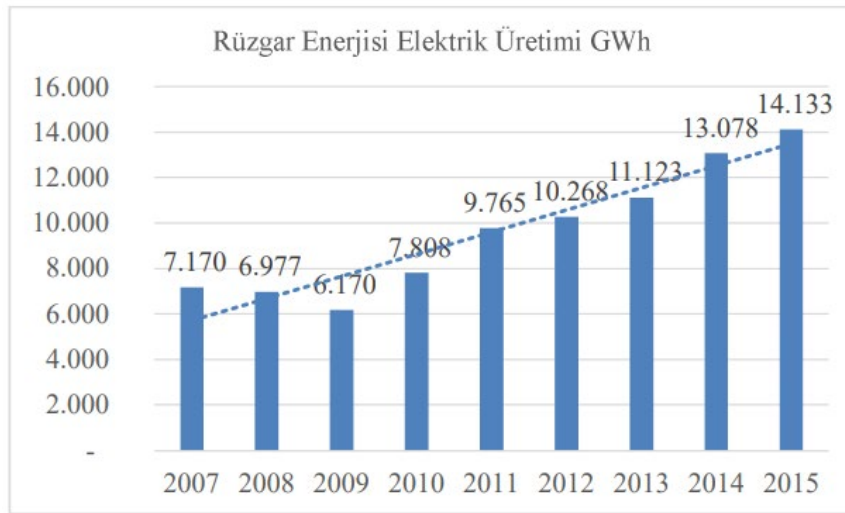
Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik üretimi 2006'dan bu yana %89 artarken, aynı sürede toplam elektrik üretimi ise %34 azalmıştır. 2006'dan bu yana uygulanan politikalar ve atılan adımlar günümüzde Danimarka'nın elektrik üretimindeki yenilenebilir enerji payını %71'e çıkarmıştır. Danimarka, elektrik üretimindeki yenilenebilir enerji payı ile uluslararası enerji ajansı üye ülkeleri arasında 7. Sırada bulunmaktadır (International Energy Agency, 2017: 138). 2017 yılında biyoyakıtlar (biyokütle ve biyogaz) Danimarka'daki elektrik santrali yakıt üretiminin %35'ini oluşturmuş, 2027'ye kadar ya elektrik tüketiminde biyoyakıtların önemli ölçüde arttırılması beklenmektedir. Biyoyakıtların 2017 yılı itibariyle Danimarka'da elektrik üretiminde daha çok kullanılmaya başlandığı belirtilmiştir. Tahminlere göre biyoyakıtlardan elde edilen yakıt tüketiminin payı 2027 yılında %63'e yükselmesi planlanmaktadır (Energinet, 2018: 6).



Şekil 4.10 Danimarka yenilenebilir enerji kaynakları dağılımı (Energinet, 2018: 7)

Yenilenebilir enerji kaynaklarının artmasıyla birlikte 2010-2017 yılları arasında kömür, doğal gaz ve petrol tüketimi ortalama %65 azalmıştır. Aynı dönemde atıktan enerji üretimi sabit kalırken biyokütle ve biyogaz enerjisi kullanımında artış gözlemlenmiştir. Şekil 4.10'da yenilenebilir enerji kaynakları dağılım grafiği verilmiştir. Danimarka enerji politikaları çerçevesinde yenilenebilir enerji kaynakları arasında rüzgar enerjisine ve biyokütle enerjisine destek sağlamıştır (Energinet, 2018: 6-7).

Danimarka'nın nihai enerji tüketiminin %30'u yenilenebilir enerji kaynaklardan karşılanmaktadır. Elektrik arzının ise %50.2'si sadece rüzgar enerji santrallerinden gelmektedir. Danimarka bugün 1.3 GW açık rüzgar enerjisi (offshore) kurulu gücü ile toplamda 5 GW'ın üzerinde rüzgar enerji kapasitesine sahiptir (Danish Energy Agency, 2016: 7). Danimarka bol miktarda rüzgar enerji kaynağına sahiptir. 100 metre yükseklikte ortalama kara rüzgar hızı 6-10 m/s, açık rüzgar deniz hızı ise 9-11 m/s olarak kaydedilmiştir. Ayrıca Danimarka coğrafi konumu nedeniyle sınırlı miktarda güneş enerji kaynağına sahiptir. 2001-2015 yılları arasında yapılan güneş ışınlam ölçümleri 950 kWh/m² ila 1050 kWh/m² arasında kaydedilmiştir (International Energy Agency, 2017: 129-138). Danimarka yıllık rüzgar enerjisi elektrik üretimi aşağıdaki şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11 Danimarka rüzgâr enerjisi elektrik üretimi gigawattsaat (Energinet, 2018: 7'den derlenmiştir)

Yenilenebilir enerjideki potansiyelin, uygun politikalarla işlenmesine yönelik planlanan hedefler karşısında şimdiye kadarki alınan sonuç ve bu sonucun devamında bu büyümenin özellikle 2020-2030-2035-2050 yılları için istikrarlı bir şekilde devam

etmesi Danimarka Enerji Politikaları (Danish Energy Policy) içerisinde kilometretaşları olarak belirtilmiştir. Bu kilometretaşlarında 2020 yılı itibarı ile elektrik arzının tamamen rüzgâr santrallerinden sağlanması, 2030 yılı itibarı ile kömür ve yakıt santrallerinin tamamen kapatılması, 2050 yılında tüm enerji tüketiminin (elektrik, ısıtma ve endüstri) yenilenebilir enerjiden karşılanması hedeflenmiştir (Harms, 2015: 3).

4.3.2 Danimarka yenilenebilir enerji politikaları

Danimarka'nın uzun vadeli planlarında hedefleri açık ve net bir şekilde belirtilmiştir. 2050 yılı itibarı ile tüm enerji arzının (elektrik, ısıtma ve sanayi-ulaşım) sadece yenilenebilir enerjiden karşılanması hedeflenmektedir ve uygulanan politikalarda enerji verimliliğini arttırarak, tüketimin yenilenebilir enerjiden karşılanması akabinde tüm fosil kaynaklı santrallerin, tesislerin kapatılması hükümet tarafından en önem verilen hedefler olmuştur (Denmark Ministry of Climate, Energy and Buildings, 2012: 3).

Danimarka enerji politikası, sektörel planlama, özel sektör iş birliği ve geniş kapsamlı reformlar içeren bir planın enerji sektörünü nasıl değiştirebileceğine dair önemli dersler sunmaktadır. Bu politika, ülkenin yenilenebilir enerji kaynaklarına özellikle rüzgâr enerjisine uzun yıllardır verdiği desteğe dayanmaktadır. Geçtiğimiz 10 yıllık süre içerisinde hem “Danimarka Enerji Stratejisi 2050” hem de “2012 Enerji Anlaşması”, parlamentoda en çok destek gören politikalardan olmuştur (Harms, 2015: 12). Nitekim uygulanacak bu politikalar, AB'nin Yenilenebilir Enerji Direktifi (2009/28/EC)'de belirttiği üzere Danimarka'nın yenilenebilir enerji hedeflerinin arasında 2020 yılında nihai enerji üretiminin %30 olması doğrultusunda belirlenmiştir (IEA Bioenergy, 2018: 1). 2050 Enerji Stratejisi ve 2012 Danimarka Enerji Anlaşmasının uzun vadeli hedeflerinin özeti aşağıdaki gibidir;

- 2020 yılına kadar enerji tüketiminde yenilenebilir enerji payının %35'den fazla olması,
- 2020 yılına kadar rüzgâr enerjisi ile sağlanacak elektrik üretiminin %50 oranına ulaşması,

- 2020 yılında brüt enerji tüketiminin %7,6 azalması (2010'a göre) 2030 yılına kadar elektrik üretiminden kömür ve petrolün tamamen kaldırılması,
- 2035 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik ve ısı sağlanması,
- 2050 yılı itibari ile fosil kaynakların tamamen kaldırılması ve emisyonsuz biryasağa geçilmesi (Harms, 2015: 2).

Danimarka'da yenilenebilir enerji kaynakları tesislerinin geliştirilmesini teşvik eden birçok politika vardır. Uygulanan politikalar içerisinde, yenilenebilir enerji tesislerinin finansmanı, vergi teşvik düzenlemeleri ve bölgesel teşvikler gibi finansman destek modelleride bulunmaktadır (Renewable Energy Sources Legal, 2013:1). Başlıca Danimarka yenilenebilir enerji yasaları ve politikaları;

Tablo 4.8 Danimarka yenilenebilir enerji yasa ve yönetmeliklerden başlıcaları (Renewable Energy Sources Legal, 2013)

1	Net Metering Yönetmeliği BEK 1032/2013 (Bekendtgørelse om nettoafregning for egenproducenter af elektricitet)
2	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektrik Enerjisinin Gelişimini Teşvik Etmek için Hibe Yönetmeliği BEK 692/2012 (Bekendtgørelse om tilskud til at fremme udbredelsen af elproduktionsanlæg med vedvarende energikilder)
3	Bina Yönetmelikleri Yasası (Bygningsreglementet 2010)
4	Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin İnşası, Üretimi, Kurulumu ve İşletim Bakım Hizmeti için Sertifika Yönetmeliği Executive Order No. 651/2008 (Teknisk godkendelsesordning for konstruktion, fremstilling, opstilling, vedligeholdelse og service af vindmøller)
5	Yenilenebilir Enerjiyi Teşvik Kanunu VE-Lov (Lov om fremme af vedvarende energi No. 1392/2008 - Law on the Promotion of Renewable Energy)
6	Enerji Teknolojileri Araştırma ve Geliştirme Destekleyici Yeşil Laboratuvarlar DK Programı Act 555/2007 (Lov om et Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram og om Green Labs Dkprogrammet)
7	Elektrik Tedariği Kanunu (Bekendtgørelse af lov om elforsyning No. 1115/2006 - general provisions on the supply of electricity)

Yenilenebilir Enerji Kaynak Kurulumu Yapan Yükleniciler için Eğitim Programı; güneş enerji sistemlerinin kalite güvence programı ile birlikte güneş enerji santrallerinin ve ısı pompalarının kurulumunu kapsamaktadır (Renewable Energy Sources Legal, 2013: 79).

Rüzgâr Enerji Santralleri için Sertifika Programı; sertifikasyon programının amacı kıyı ve karada Rüzgâr enerji santrallerinin enerji üretimi, güvenliği ve çevresel problemlerin gerekliliklerinin karşılanması ve öngörülen şekilde muhafaza edilmesi amaçlanmaktadır (Renewable Energy Sources Legal, 2013: 81).

Yenilenebilir Enerji Kullanımlı Yeşil Binalar Programı; 2010 bina yönetmeliğince yeni yapılacak veya yenilenecek binaların (2000 litreden fazla sıcak su tüketen) güneş enerjisi kurulumu bu program ile zorunlu hale getirilmiştir. Bu program sayesinde bölgesel ısıtma kullanımının desteklenmesi ve teşvik edilmesi amaçlanmıştır.

Araştırma, Geliştirme ve Arz Programı; üretim teknolojilerinin geliştirilmesini ve entegrasyonunu desteklemeyi amaçlayan projelere finansman sağlamak amacıyla uygulanan programdır (Renewable Energy Sources Legal, 2013: 84).

Yeşil Laboratuvarlar Programı; büyük ölçekli test ve tanıtım laboratuvar tesislerinin inşaatı aşamasında sübvansiyonlar sağlamaktadır. Teknolojilerin test edilebilmesi ve tanıtımlarının yapılabilmesi için yeşil laboratuvarlar kurulmalı ve bununda bu program altında hibe sağlanarak finanse edilmesi amaçlanmıştır. Proje bütçesi 2012 yılı sonuna kadar 210 Milyon Danimarka Kronu (yaklaşık 28 Milyon Avro) olarak belirlenmiştir (Renewable Energy Sources Legal, 2013: 86).

4.3.3 Danimarka enerji anlaşması 2012

Danimarka Enerji Anlaşması, 2012-2020 yılları içerisindeki enerji arz ve talebinin verimli bir şekilde geliştirilmesi üzerine planlanmış yol haritasıdır. Bu anlaşma Danimarka'nın enerji talebine uygun yenilenebilir enerji arz hedeflerini verimli bir şekilde kullanılmasını hedeflemektedir (Danish Energy Agency, 2016: 12). Danimarka Enerji Anlaşması ile odaklanılan konular sırasıyla aşağıda açıklanmıştır.

Enerji Verimliliği; özellikle sanayi ve binaları hedefleyen tüm binaların verimli teknolojilerle donatılmasını teşvik etmek amacıyla girişimler oluşturulması hedeflenmiştir.

Rüzgâr Enerjisi ve Yeni Teknolojiler; en verimli bölgede 1000 Megawatt kurulu güce sahip offshore rüzgâr enerji santrali ve 500 MW onshore rüzgâr enerji santrali kurulması planlanmış ve 2014 yılı itibari ile onshore rüzgâr enerji santrali kurulum hedefi 400 MW'a indirilmiştir.

Biyoenjerinin Fosil Yakıtların Yerine Geçmesi; kombine ısı ve enerji santralleri ile sadece ısı kazan sistemleri ile kömürü saf dışı bırakmak ve biyokütle enerjisine dönmek. Bu kapsamda 2015 yılında toplam enerji tüketiminin beşte birini biyoyakıt ve atık santralleri gerçekleştirmiştir (International Energy Agency, 2017: 30-31).

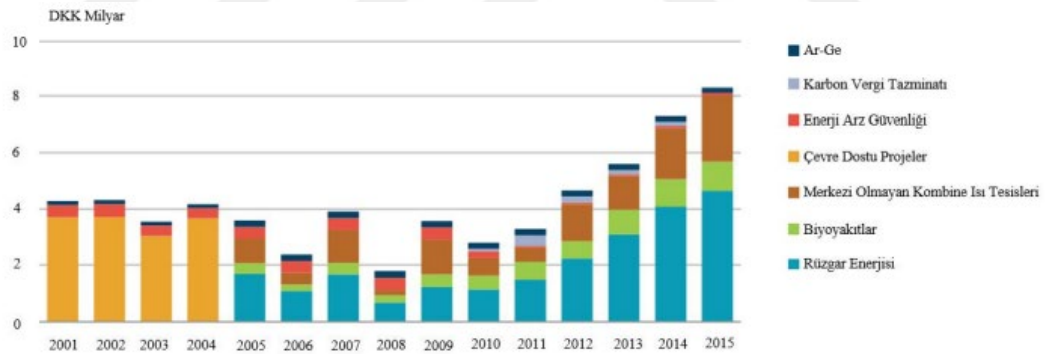
Bu hedeflenen konular dışında 2012 Danimarka Enerji Anlaşması akıllı şebekeler, ulaşımında yenilenebilir enerji gibi birçok farklı konuyuda ele almıştır. 2006 yılından bu yana elektrik, doğal gaz ve petrol alanlarındaki dağıtım şirketleri enerji tasarruf yükümlülük planı altında enerji tasarruf programına tabii tutulmuşlardır. 2016 yılına gelindiğinde 500 şirket bu programın parçası olmuş ve 2012 enerji anlaşmasında 2012-2020 yılları arasında toplamda brüt enerji tüketiminin 33 PJ azalmasını hedeflemiştir (International Energy Agency, 2020: 124).

Bu enerji anlaşması ile birlikte birçok hedef 2020 yılı itibari ile gerçekleşmesi beklenmektedir. Danish Energy Agency istatistiklerine göre özellikle üzerinde durulan yenilenebilir enerji kaynaklarının nihai enerji tüketimindeki payının 2020 yılı itibari ile %40'a ulaşarak, %35'lik hedefin üstünde gerçekleşmesini öngörmektedir (Danish Energy Agency, 2017: 7). Buna istinaden Danimarka Hükümeti 2018 yılında yeni bir enerji anlaşması ve İklim Hava Teklifi yayınladı ve bu yayınlanan iki politika tüm siyasi partiler tarafından desteklendi. 2018 Danimarka Enerji Anlaşmasıyla Danimarka hedeflerini biraz daha arttırdı ve bu politika ile elektrik piyasasına yeni finansman kaynağı olarak Enerji Satın Alma Anlaşmaları (Power Purchase Agreement) modelini getirdi (Danish Energy Agency, 2017: 12-13).

4.3.4 Danimarka yenilenebilir enerji uygulanan finansman modelleri

Danimarka, yenilenebilir enerji kaynaklarının arttırılmasını destekleyen birçok finansal mekanizma modeli uygulamış ve bazılarını uygulamaya devam etmektedir.

Sübvansiyonlar (tarife ve primler), biyokütle ile ilgili vergi muafiyetleri, kredi imkanı ve net ölçüm gibi finansman modellerini ele almıştır (International Energy Agency, 2017: 141). Danimarka sektör paydaşlarına göre yenilenebilir enerjiyi teşvik etmenin ana aracı olarak da 2009 Yenilenebilir Enerji Yasasının geliştirilmesi ve finansman modellerinin uygulanan politikalarla entegreli bir şekilde hareket etmesidir. Bu hedef doğrultusunda 2050’de Danimarka fosil yakıtlardan tamamen bağımsız olmak istemektedir (IEA Bioenergy, 2018: 1-2). Ayrıca Danimarka, yenilenebilir enerji projelerinin geliştirilmesi için Avrupa Birliği Yenilenebilir Enerji Direktifi’nin gerekliliklerinin çoğunu uygulamıştır. Mevcut yenilenebilir enerji kaynaklarının finansmanın çoğu elektrik fiyatına eklenen kamu hizmeti yükümlülüğü vergisi ile finanse edilmektedir. Buradan gelen fon tamamiyle tarife garanti sisteminde uzun vadede sunulmaktadır. Fakat son kullanıcılara fazla yük olan bu vergi modelinin 2017-2021 arasında aşamalı olarak tamamen kaldırılması ve devlet bütçesinden desteklenecek şekilde olması planlanmaktadır. Kamu hizmet yükümlülüğü vergisi ile finansman tutarı şekil 4.12’de, 8 DKK Milyar’ı geçmiştir (International Energy Agency, 2017: 141).



Şekil 4.12 Tarife garantisi finansman modeli destek miktarı (International Energy Agency, 2017: 141)

Yenilenebilir enerji kaynakları elektrik üretimi 2009 Yenilenebilir Enerji Yasası (“VE-Lov-Lov om fremme af vedvarende energi No. 1392/2008 - Law on the Promotion of Renewable Energy”) ve yayınlanan programlar ile finanse edilmektedir. Bu yasa kapsamında rüzgâr enerjisi, biyogaz, biyokütle enerjisi, güneş enerjisi ve 10 MW’ı aşmayan hidroelektrik enerjisi faydalanabilmektedir. Uygulanan finansman destek mekanizmaları; Tarife Primleri, Net Ölçüm, Krediler ve Sübvansiyonlar (Renewable Energy Sources Legal, 2013: 5).

4.3.5 Danimarka prim tarife garantisi

Danimarka’da yenilenebilir enerji kaynaklardan elektrik üretimi prim ödemelerine dayalı prim tarife garanti sistemi ile finanse edilmektedir. Yenilenebilir enerji santralleri işletmecileri elektrik market fiyatının üzerine bonus ödemesi alarak finansman sağlarlar. Piyasa fiyatı ve bonus ödemesinin kullanılan enerji kaynağına ve tesisin kWh başına üretimine göre değişmektedir (International Energy Agency, 2017: 143). Ocak 2014’den bu yana devreye alınan kara rüzgâr enerji santralleri (onshore) için ilk 22.000 saat 33,6 Avro/MWh ve tahmin hata maliyetlerinin karşılanması için 2,4 Avro/MWh tazminat primi ödenir. Maksimum prim 78 Avro/MWh ile sınırlıdır ve bu fiyat sistemi 2018 şubat ayında tamamen durdurulup ihale sistemiyle belirlenecektir. Açık deniz offshore rüzgâr santralleri için, ihale veya açık eksiltme usulü prosedürler izlenerek fiyatlar belirlenmektedir. Son yıllarda yapılan ihaleler ve fiyatları tablo 4.9’da gösterilmiştir. İhalede ön yeterlilik sahibi katılımcıların, isteklerinin belirli sayıda tam yük saate dayanarak hesaplanan belirli bir miktarda maksimum fiyat teklifi verirler, en uygun fiyat ihaleyi kazanır. Etkin ihale prosedürü sayesinde rüzgâr enerji santrallerinin maliyetinde %48 oranında (2010’dan bu yana) düşüş gerçekleşmiştir (International Energy Agency, 2017: 144).

Tablo 4.9 Danimarka açık deniz rüzgâr ihaleleri (International Energy Agency, 2017: 144'den derlenmiştir)

Açık Rüzgar Santrali (Offshore)	İhale Tarihi	Kapasite MW	İşletmeci	Kazanılan İhale Fiyatı Usc/kWh	Kazanılan Sabitlendirilmiş Fiyat	Destek Süresi Tam yük/saat
Horns Rev 2	2005	209	DONG Energy	8,6	9,6	50.000
Rodsand 2	2008	207	E.ON AB	12,3	10,6	50.000
Anholt	2010	400	DONG Energy	18,7	17	50.000
Horns Rev 3	2015	406,7	Vattenfall	11,4	11,7	50.000
Nearshore	2016	350	Vattenfall	8	8	50.000
Kriegers Flak	2016	600	Vattenfall	5,6	5,6	50.000

Kara ve açık deniz rüzgârı için iddialı destek politikasının sonucu olarak Danimarka, tedarik zinciri boyutunda rüzgâr teknolojilerinde markalaşmış küresel bir lider haline gelmiştir. Rüzgâr endüstrisi birliğine göre sektörde 33.000 kişi istihdam sağlanmaktadır (International Energy Agency, 2017: 144).

4.3.6 Danimarka net ölçüm

Kendi ihtiyaçları için üretilen elektriğin tamamını veya bir kısmını kullanan elektrik üreticileri, bu kullandıkları oran kadar kamu hizmeti yükümlülüğü ödemekten tamamen veya kısmen muaf kalırlar. Kamu hizmet yükümlülüğü yenilenebilir enerjiyi desteklemek için alınan bir ücrettir ve dört yılda bir Energinet.dk tarafından belirlenmektedir (Renewable Energy Sources Legal, 2013: 29-31).

4.3.7 Danimarka kredi garantileri

Rüzgâr enerji santral geliştiricileri, rüzgâr enerji santralinin inşasında ypaılan fizibilite çalışmalarına göre kredi kullanabilmektedir. Ulusal elektrik dağıtım şirketi Energinet, rüzgâr santrallerinin inşasından önce, üçüncü partilerden alınan krediler için garanti sağlamaktadır. Bu garanti sadece 25 kW'dan az kapasiteye sahip rüzgâr santralleri ve ihale kapsamında kazanılmış açık deniz offshore rüzgâr enerji santrallerini finanse etmek için sağlanmaktadır. Energinet bu kredi garanti programına 10 Milyon DKK (yaklaşık 1.3 Milyon Avro) garanti finansmanı sağlamıştır (Renewable Energy Sources Legal, 2013: 14-16).

4.3.8 Sübvansiyonlar ve hibeler

Danimarka'da stratejik öneme sahip küçük yenilenebilir enerji elektrik üretim tesislerine veirlmektedir. Ulusal elektrik dağıtım şirketi olan Energinet, 2015 yılı sonuna kadar bu destek kapsamında 25 Milyon DKK (yaklaşık 3,35 Milyon Avro) finansman sağlamıştır (Res-Legal-Europe, National Profile Denmark, 2013: 10-13). 2012 Enerji Anlaşması, fosil yakıtların üretim süreçlerinde yerini yenilenebilir enerjiyle değiştirilmesi için 1.2 Milyar DKK'lık bir bütçe ayrılmıştır. Bu bütçeyle, bölgesel ısıtmaya geçen tesisleri desteklemek ve ısıtma sağlayan fosil yakıtlı santrallerin yenilenebilir enerji santralleriyle değiştirilmesi hedeflenmektedir. Bu hibe doğrultusunda CO2 emisyonlarında yılda 0.5 Mt azalma, fosil yakıtlarda 16 PJ/yıl azalma ve yenilenebilir enerji kaynaklarında %1,1 artış öngörülmüştür (International Energy Agency, 2017: 126).

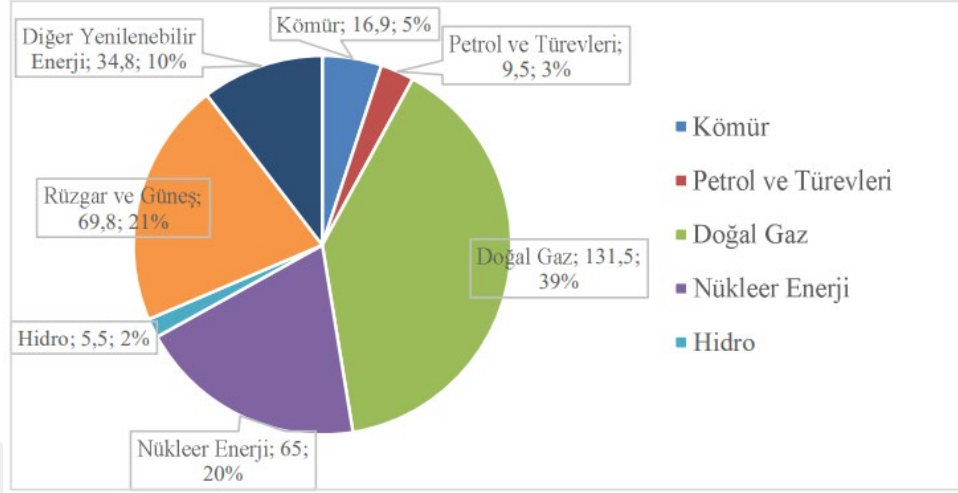
4.4 İngiltere Yenilenebilir Enerji Uygulamaları

4.4.1 İngiltere yenilenebilir enerji kaynakları

İngiltere uluslararası ve ulusal düzeyde düşük karbonlu ekonomiyi hedefleyen çeşitli iklim eylem planları ile küresel alanda öncü lider ülke konumundadır. 1990 yılından 2050 yılına kadar sera gazı emisyonlarında %80 oranında azalım hedefleyen İngiltere, 2016 yılında 2032 yılı için 1990 yılına göre %57'lik emisyon düşüş hedefini içeren 5. Karbon Bütçesini onayladı. Hükümet enerji sektörünü karbondan arındırma yolunda birçok konuya odaklanmaktadır. Yenilenebilir enerjinin ulaşım, binalarda, sanayi ve endüstride kullanılmasına ve hatta yenilenebilir enerjiden ısı elde edilmesini amaçlayan teknolojilere kadar düşük karbonu hedefleyen hızlı adımlar atmaktadır (International Energy Agency, 2019: 3-4). 2010 yılında açıklanan yenilenebilir enerji yol haritasında birincil enerji kaynaklarda bulunan düşük karbonlu teknolojilere karşı yenilenebilir enerji teknolojilerinin rekabet edilmesini sağlayan tüm tedarik zinciri yönetimi, know-how ve teknik detayları içeren maliyet kalemlerini dikkate almak adına sübvansiyon programlarının en iyi şekilde uygulanacağı belirtilmiştir (Department of Energy & Climate Change, 2011: 16-19). Hükümet 2027 yılına kadar arge harcamalarına ortalama yıllık 12 Milyar Pound ayırmış ve toplamda 80 Milyar Pound'luk bütçesiyle (GSYH'nin %2,4'üne tekabül) karbondan bağımsız bir ülke olma yolunda 10 yıllık uzun vadeli planı uygulamaya koyulmuştur (International Energy Agency, 2019: 126).

2011 İklim Değişikliği Komite Raporuna göre 2009 yılında toplam enerji tüketimindeki yenilenebilir enerji tüketim payı %3 olarak belirtilmiş ve bu oranın 2020'de %15'e, 2030'da %60'a çıkarılması hedeflenmiştir (Committee on Climate Change, 2011: 16). Düşük karbonlu enerji tedarigi 2010 yılında toplam enerji arzının %10'unu oluştururken, 2018 yılında toplam enerji arzının %20'si düşük karbonlu yani yenilenebilir enerji kaynaklarından ve nükleer enerjiden elde edilmiştir (Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 2019: 13). 2018 yılı itibari ile toplam 142.7 Mtoe enerji tüketimi gerçekleşmiştir. Toplam enerji tüketiminin içerisinde 63.6 Mtoe Petrol, 42,8 Mtoe Gaz ve 25.8 Mtoe Elektrik tüketimi en fazla enerji tüketim alanları olmuştur. Elektrik tüketimi, toplam enerji tüketiminin %18'ini oluşturmaktadır (Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 2019: 10).

İngiltere’de 2018 yılında toplamda 332.9 TWh elektrik üretimi gerçekleşmiştir (şekil 4.13). Toplam elektrik arzının %33’ü yenilenebilir enerji kaynaklardan elde edilmiştir (Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 2019: 27).



Şekil 4.13 İngiltere 2018 elektrik arzı TWh ve yüzdesel (Department for Business, Energy and Industrial Strategy 2019, 27'den derlenmiştir)

Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik 2017-2018 yılları arasında %11’lik artış göstermiştir. 2017 yılında 98 TWh olan yenilenebilir enerji kaynaklardan elektrik üretimi, 2018 yılında 110 TWh’e yükselmiştir. Bu artıştaki sebeplerden en önemlileri rüzgâr enerjisi ve biyoenerji alanındaki üretim artışlarıdır tablo 4.10. Bir önceli yıla göre rüzgâr enerjisi elektrik üretim artışı 2018 yılında %15 oranında artarak 56,9 TWh’e yükselmiştir. Bu artışın temel sebebide açık deniz rüzgâr üretimindeki %28’lik artıştır (Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 2019: 32).

Tablo 4.10 İngiltere yenilenebilir enerji kaynakları elektrik üretimi (Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 2019: 32'den derlenmiştir)

Yenilenebilir Enerji Kaynakları Elektrik Üretimi (TWh)					
	1990	2000	2010	2017	2018
Rüzgar (Onshore)	-	0,9	7,2	28,7	30,2
Rüzgar (Offshore)	-	-	3,1	20,9	26,7
Güneş PV	-	-	0	11,5	12,9
Hidro	5,2	5,1	3,6	5,9	5,5
Çöp Gazı	0,1	2,2	5,2	4,3	3,9
Diğer Biyoenerji	0,5	1,7	7	27,5	30,8
Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimi	5,8	9,9	26,2	98,8	110

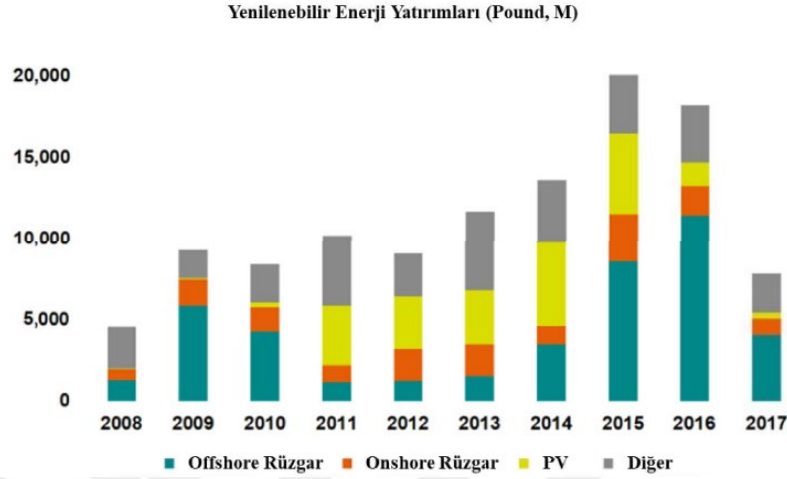
Geçtiğimiz on yıl içerisinde İngiltere, farklı politika programlarıyla desteklediği yenilenebilir enerjide önemli ölçüde büyüme sağlamıştır. Birleşik Krallık, 2019 yılı itibariyle 106 GW kurulu güce sahiptir. Düşük karbonlu enerji üretiminde nükleer enerji kapasitesi 9.3 GW ile aynı kalmış, yenilenebilir enerji kapasitesi 2018 yılında 44.3 GW’a kurulu güce ulaşmıştır (Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 2019: 29). Yenilenebilir enerji kaynakları arasında en dikkat çeken ise bir önceki yıla göre %7,6 ve %17,6 oranında artan onshore ve offshore rüzgâr enerji santrallerinin kapasitesi olmuştur. İngiltere, 9.7 GW kurulu kapasiteyle açık deniz (offshore) rüzgâr enerjisinde dünya pazar lideridir (International Energy Agency, 2019: 55). 15 yıllık uygulanan farklılıklar sözleşmesi (Contracts for Difference) ihaleleri güçlü maliyet azaltımlarına neden olmuştur. 2017 yılındaki açık deniz rüzgâr enerji ihalesiyle 2015’teki açık arttırma neredeyse yarı yarıya azalmıştır (International Energy Agency, 2019: 55).

Tablo 4.11 İngiltere yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücü (10 yıl) (Department for Business, Energy and Industrial Strategy 2020, derlenmiştir)

MW	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Onshore Rüzgâr	3.471	4.080	4.758	6.035	7.586	8.573	9.212	10.832	12.597	13.554	14.183
Offshore Rüzgâr	951	1.341	1.838	2.995	3.696	4.501	5.094	5.293	6.988	8.217	9.792
Dalga Enerjisi	2	4	4	9	8	9	9	13	18	20	22
Güneş PV	27	95	1.000	1.754	2.937	5.528	9.601	11.930	12.782	13.118	13.616
Küçük Hidroelektrik	175	188	202	216	232	253	300	359	396	402	402
Büyük Hidroelektrik	1.464	1.459	1.477	1.477	1.477	1.477	1.477	1.477	1.477	1.477	1.477
Biyoenerji	1.913	2.089	3.103	3.163	4.025	4.579	5.273	5.759	6.042	7.553	7.897
Toplam Kapasite	8.004	9.256	12.382	15.649	19.961	24.920	30.966	35.665	40.300	44.340	47.389
Yıllık Artan Kapasite (MW)	-	1.252	3.125	3.267	4.312	4.959	6.046	4.699	4.636	4.040	3.048
Bir Önceki Yıla Göre Artış Oranı %		13,5%	25,2%	20,9%	21,6%	19,9%	19,5%	13,2%	11,5%	9,1%	6,4%

Tablo 4.11’de İngiltere yenilenebilir enerji kaynaklarının yıllara sayen kurulu gücünü göstermektedir. Tablo 4.11 İngiltere gov.uk istatistiklerinden düzenlenmiştir. 2019 yılı itibari ile yenilenebilir enerji kapasitesi bir önceki yıla göre %6 oranında büyüyerek 47 GW’a ulaşmıştır. 2019 yılı sonu 14 GW Onshore kara rüzgâr enerji kapasitesi en yüksek kapasite payını oluşturmaktadır. Güneş enerjisi toplam yenilenebilir enerji

kaynakları arasında 13 GW'lık kurulu gücüyle %28'lik pay oranını sürdürmektedir. Biyoenerji kurulu gücü ise bir önceki yıla %4 oranında artarak 0,3 GW'lık kurulu gücünde eklenmesiyle 7.8 GW kapasiteye ulaşmıştır (Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 2020).



Şekil 4.14 İngiltere yenilenebilir enerji yatırımları (Energy UK, 2018: 17)

İngiltere Enerji Topluluğu (Energy UK Membership, 100'den fazla tedarikçi, üretici ve paydaş üyeliğine sahip ticari birliği) Energy in UK 2018 raporu'na göre, enerjinin 2019 yılında da düşük karbonlu bir gelecek oluşmasına dair çalışmalarının önemli bir şekilde sürdüğünü belirtmektedir. Şekil 4.14'de son yıllarda yenilenebilir enerjiye yapılan yatırım tutarları görülmektedir. Enerji sektörünün 2018 yılında 86.6 Milyar Pound ekonomik faaliyet yarattığı, aynı dönemde enerji sektöründe 13.1 Milyar Pound yatırım yapıldığı vurgulanmıştır. Raporda belirtilen diğer bir husus ise, Birleşik Krallığın 1990'dan bu yana CO2 emisyonlarında %68 düşüş görüldüğüdür. 19.000'den fazla elektrik şarj istasyonları ile elektrikli araç kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarının artışı sayesinde toplamda enerji sektöründe 138.000 kişiye direkt olarak, 544.000 kişiye de dolaylı olarak istihdam yarattığı belirtilmiştir (Energy UK, 2018).

4.4.2 İngiltere uygulanan yenilenebilir enerji politikaları

İngiltere yenilenebilir enerji politikaları 3 temel başlıkta ele alınmaktadır. Bunlar sırasıyla, yenilenebilir enerji kaynakları için finansal destek, hedefler doğrultusunda öne çıkan engellerin kaldırılması ve gelişmekte olan teknolojilerin gelişiminin sürekliliğidir. Bu doğrultuda yayınlanmış olduğu politikaların çoğu Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı ve buna entegreli AB tarafından her ülke için

yayınlanmış olan Avrupa Birliği Yenilenebilir Enerji Direktifi (2009/28)'nde belirtilmiş ve bu eylem planıyla 2020 hedeflerini belirlemiştir (Gov.UK, 2009: 6). Fakat 2018 Mart ayında Avrupa Komisyonu'nun yapmış olduğu açıklama ile İngiltere için yayınlanan Avrupa Birliği Yenilenebilir Enerji Direktifi (RED 2009/28) programının Brexit sürecinden dolayı İngiltere için geçerliliğini yitirdiğini açıklamıştır (International Energy Agency, 2019: 60).

4.4.2.1 Enerji beyaz bildirisi 2007 (A White Paper, 2007)

2007 yılında yayınlanan Enerji Beyaz Bildirisi, küresel ısınmayla mücadele için karbon emisyonlarının azaltılması, petrol ve doğal gaz üretimindeki azalmanın yerini güvenli, temiz ve uygun maliyetli yenilenebilir enerji kaynaklarıyla sağlanmasını amaçlamaktadır. Ayrıca bu bildiri kapsamında 20 yıl içerisinde 30-35 GW kapasteli yenilenebilir enerji kaynaklı santral kurulması planlanmıştır (The Secretary of State for Trade and Industry, 2007: 7-9).

4.4.2.2 İklim değişikliği yasası 2008 (Climate Change Act 2008)

İklim Değişikliği Yasası, 2050 yılı itibari ile sera gazı emisyonlarının minimize edilmesi amacıyla yürürlüğe girmiştir. Bu yasa ile birlikte İklim Değişikliği Komitesi oluşturulmuş ve sera gazı emisyonlarını sınırlayan veya azaltan projeler için ticaret planları yapılması hedeflenmiştir. İklim Değişikliği Yasası 2050 yılında 1990 yılına göre karbon oranlarının %80 oranında düşürülmesini planlamaktadır (Gov.UK, 2008: 1-2).

4.4.2.3 İngiltere için ulusal yenilenebilir enerji eylem planı

İngiltere Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı İngiltere'nin 2020 yılı hedeflerine ulaşmasını sağlayacak birçok politika içermektedir. Ayrıca yayınlanan bu politikada sadece 2020 değil, 2030 yılı ve daha da ilerisi için hedefler belirlenmiştir (Gov.UK, 2009: 4). Eylem planı yayınlandığında İngiltere enerji üretiminin büyük bir oranı fosil kaynaklardan temin edilmekteydi. Bu doğrultuda Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı'nda 2020 yenilenebilir kaynaklardan enerji temini %15 olarak belirtilmiştir. 2005 yılında %1,5 olan bu oranın 2020 yılında atılan adımlar uygulandığı takdirde %20'yi geçmesi beklenmektedir. Bu hedef için İngiltere tüm finansal kaynaklarını enerji planı doğrultusunda harcamak için hazır olduğunu belirtmiştir (Gov.UK, 2009: 5).

İngiltere, ilk Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planında elektriğin %30'unu, Isınmanın %12'sini ve ulaşımındaki enerjinin %10'unu yenilenebilir enerji kaynaklarından temin etmeyi hedeflemiştir. 2018 yılına baktığımızda ise toplam elektrik arzının %33'ünün, Isınmanın ise %7,7'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edildiği görülmektedir (International Energy Agency, 2019: 60).

4.4.2.4 Düşük karbon dönüşüm planı 2009 (The UK low carbon transition plan)

2009 yılında yayınlanan İngiltere Düşük Karbonlu Geçiş Planı karbon emisyonlarını 2020 yılına kadar %34 oranında azaltmak için gerçekleştirilecek eylemleri içermektedir. 2020 yılı hedefleriyle birlikte öngörülen hedefler aşağıdaki gibidir;

- Yenilenebilir enerji alanında 1.2 Milyondan fazla kişiyi istihdam etmek,
- 7 Milyon evin enerji verimliliği arttırılacak ve 1,5 Milyon evden fazlası yenilenebilir enerji üretecek,
- Elektriğin %40'ı düşük karbonlu kaynaklardan temin edilecek,
- Doğal Gaz İthalatı %50 azalacak,
- 2020 yılına kadar üretilen otomobiller en az %40 daha az karbon yayacak (Gov.UK, 2008).

4.4.2.5 Temiz büyüme stratejisi- karbonsuz gelecek (The clean growth strategy 2017)

İngiltere, 2009 yılında yayınlanan Avrupa Birliği Yenilenebilir Enerji Direktifi'nin askıya alınmasıyla birlikte, yeni politikalar geliştirmektedir. Temiz Büyüme Stratejisi, işletmeler ve tüketiciler için düşük maliyetli enerji arzını hedefleyen, iklimi ve çevreyi koruyan verimliliği arttırıcı bir stratejidir. 2008-2012 yılı emisyon hedefinin gerçekleşmesi itibarıyla 2013-2022 yıllarını kapsayan emisyon azalım hedeflerinin ve temiz büyüme hızının arttırılmasını amaçlamaktadır. Bu strateji ile birlikte İngiltere'de tüketicilere düşük maliyetli enerji ve ülke ekonomisine ve sosyalliğine maksimum fayda sağlaması beklenmektedir (Gov.UK, 2017: 5-11).

Temiz Enerji Stratejisi kapsamında ki temel politikalar ve stratejilerin özeti aşağıdaki gibidir.

- Karbon bütçesinin karşılanması adına küresel yeşil finansman pazarının en üst düzeye çıkarılması,
- Yeşil finansman yönetim standardının İngiliz Standartları Enstitüsü ile birlikte çalışarak geliştirilmesi,
- Yeni temiz teknoloji projelerinin erken aşamalarında fonlanması için 20 Milyon Pound'a kadar finansman sağlanması,
- İşletmelerin enerji verimliliğinin artırılması ve büyük şirketlerin enerji kullanım ve faturalarını azaltman adına bir endüstriyel enerji verimlilik programının oluşturulması,
- Düşük karbon teknolojilerine geçişi teşvik etmek için kamu fonlarından 162 Milyon Pound finansman sağlanması (Gov.UK, 2017: 12-13).

Bu program kapsamında akıllı sistemler, çöp atıklarının verimli kullanılması, ulaşımda elektrikli araçlar gibi daha birçok politika ve strateji bulunmakta olup, İngiltere Hükümeti'nin düşük karbonlu bir yaşam için tüm fon kaynaklarını sınırsız şekilde kullanabileceğide belirtilmiştir (Gov.UK, 2017: 17).

4.4.3 İngiltere yenilenebilir enerji uygulanan finansman modelleri

İngiltere yenilenebilir enerji kaynaklarını finansal açıdan destek sağlayan çeşitli programlar bulunmaktadır. Bu programlar teknolojik gelişmeleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarının daha çok kitle tarafından benimsenmesi amacıyla Hükümet tarafından önemle desteklenmektedir (Energy UK, 2018: 16). Hükümet özellikle İklim Değişikliği Yasası ile birlikte düşük karbon teknolojilere yapılan yatırımları bir dizi teşvik programıyla desteklemiştir. Bu finansman destekleri, Tarife Garantisi, Yenilenebilir Enerji Kota Sistemi, Fark Sözleşmeleri, Karbon Vergi Düzenlemesi başlıcalarıdır.

4.4.3.1 İngiltere tarife garantisi

Tarife Garantisi destek programı özellikle kuruluşlar, işletmeler, topluluklar ve bireyler tarafından küçük kapasiteli ve düşük karbonlu elektrik üreten santrallerin kurulmasını teşvik etmek amacıyla 1 Nisan 2010 tarihinde başlatılmıştır (International Energy Agency, 2019: 61). Tarife garantisi altında desteklenen teknolojiler; 5 MW'a kadar güneş PV, kara rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerjisi ve 2 kW'ın altında

kapasiteye sahip mikro kojenerasyon tesisleridir (International Energy Agency, 2019: 61). Hükümet bu tesislere yıllık 500 Milyon Pound ödeme yapacağını belirtmiştir (Grover, 2013: 4).

İngiliz Tarife Garantisi modeline göre 2 tip ödeme şekli bulunmaktadır. İlki üreticiler tesis teknolojisine ve kapasitesine bağlı olarak devreye alma tarihinden itibaren üretilen her kilowatt saat için tedarikçilerden ödeme almaktadırlar. Diğer ise, tedarikçiler “ihracat tarifesı” adı altında tedarikçi tesis sahibinin şebekeye ihraç ettiği her kWh elektrik için tesis sahibine tükettiğinden fazlasını ödemektedir (Grover, 2013: 10). İngiliz Tarife Garantisi, tanıtıldığı 2010 yılından 2018 yılına kadar toplamda 6 GW kapasiteye ulaşan 800.000’den fazla kurulumu destekledi. Tesislerin %99’u, kapasitenin ise %80’i güneş enerjisi kurumlardı (International Energy Agency, 2019: 61).

Tablo 4.12 Yıllık tarife garanti ücretleri (2010-2013) (Gov.UK, 2009: 117’den derlenmiştir)

Teknoloji	Kapasite	Pound/kWh			Destek Süresi (yıl)
		1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	
Anaerobik Arıtma Tesisleri	<500kW	11,5	11,5	11,5	20
Anaerobik Arıtma Tesisleri	>500kW	9	9	9	20
Hidro	<15 kW	19,9	19,9	19,9	20
Hidro	>15-100 kW	17,8	17,8	17,8	20
Hidro	>100 kW-2 MW	11	11	11	20
Hidro	>2 MW - 5 MW	4,5	4,5	4,5	20
Mikro Kojenerasyon	<2 kW*	10	10	10	10
Güneş PV	<4 kW	36,1	36,1	33	25
Güneş PV	<4 kW	41,3	41,3	37,8	25
Güneş PV	>4-10 kW	36,1	36,1	33	25
Güneş PV	>10-100 kW	31,4	31,4	28,7	25
Güneş PV	>100kW-5MW	29,3	29,3	26,8	25
Rüzgar	<1.5kW	34,5	34,5	32,6	20
Rüzgar	>1.5-15kW	26,7	26,7	25,5	20
Rüzgar	>15-100kW	24,1	24,1	23	20
Rüzgar	>100-500kW	18,8	18,8	18,8	20
Rüzgar	>500kW-1.5MW	9,4	9,4	9,4	20
Rüzgar	>1.5MW-5MW	4,5	4,5	4,5	20
Sertifika Yükümlü Mikro Üreticiler	9	9	9		2027’ye kadar

Yeni kurulacak tesisler için tarife garantisi her yıl düzenli olarak revize edildi. Tarife garantisi teşvik mekanizmasının maliyetlerini kontrol etmek ve son kullanıcılar üzerindeki yükü azaltmak için Hükümet 2011/2012 ve 2015 yıllarında teşvik mekanizmasını revize etti, tarife destek fiyatlarını düşürdü ve Temmuz 2018’de Hükümet tarafından yayınlanan “Consultation on The Feed in Tariffs Scheme” (Tarife Garantisi Şema Danışmanlığı) raporuna göre 31 Mart 2019’dan itibaren tarife garanti sisteminin sona ereceğini, 2019 yılından itibaren küçük ölçekli tesisler için farklı bir finansman mekanizması oluşturulacağını belirtmiştir (International Energy Agency, 2019: 62). OFGEM 10 Haziran 2019’daki duyurusunda Smart Export Guarantee adı altında 1 Ocak 2020’den itibaren küçük ölçekli sanralleri destekleyecek mekanizmayı duyurmuştur (OFGEM, 2020).

4.4.3.2 İngiltere kota sistemi

Kota sistemi daha öncede bahsedildiği üzere, elektrik tedarikçilerinin, kullandıkları elektriğin belirli bir miktarını yenilenebilir enerji kaynaklarından temin etme zorunluluğudur (KPMG Türkiye, 2016: 69). İngiltere’de 2002 yılında tanıtılan bu sistem, elektrik tedarikçilerinin tedarik ettiği her bir Megawat saat elektrik için yenilenebilir enerji yükümlülük sertifikalarına sahip olması gerekmektedir. Bu sertifikalar Bakanlık dışı fakat Hükümet’e bağlı bağımsız bir ulusal düzenleme kurumu olan OFGEM (Gaz ve Elektrik Piyasaları Ofisi) tarafından üreticilere, elektrik ve gaz tedarikçilerine satması için sağlamaktadır (International Energy Agency, 2019: 60). Üretici ile tedarikçi arasındaki sertifika değeri müzakere sonucunda ya da sertifika ticaret borsaları tarafından belirlenir. OFGEM’in yayınlamış olduğu sertifika yükümlülüğünü yerine getirmeyen tedarikçiler, bir alım fonuna sertifika başına ödeme yapmak zorundadır (International Energy Agency, 2019: 61). Özetlemek gerekirse Yenilenebilir Enerji Zorunluluk Sertifikaları, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten operatörlere verilen sertifika olup, operatörlerin lisanslı elektrik tedarikçileriyle sertifika ticareti yapmasına imkan tanıyan ve bu sertifika ticaret sırasında lisanslı tedarikçilerin elektrik alımının belirlenen miktar kadarını yenilenebilir enerji kaynaklarından olması zorunluluğu koşan sertifikadır. Tedarikçiler sertifika maliyetini enerji faturası yoluyla tüketiciye yansıtmaktadır. Kota sistemi 2002’de İngiltere, Galler ve İskoçya’nın ardından 2005 yılında da Kuzey İrlanda’da yürürlüğe girmiştir (OFGEM, 2020).

Tablo 4.13 2018-2019 yılları lisanslı tedarikçilere dağıtılan sertifika oranı (OFGEM, 2019: 12)

	2018-19	2017-18 yıllarına göre değişim	2016-17 yıllarına göre değişim
Toplam Yayınlanan Sertifika Adet	105.948.003,00	5,3%	23%
Sertifikayla İlgili Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Elektrik Üretimi MWh	79.102.225,00	5,20%	21,3%
İngiltere Toplam Elektrik Arzı MWh	275.298.308,00	-3,40%	-6,40%
Elektrik Arzı içerisindeki Sertifika Oranı	28,70%	2,30%	6,60%
Sertifika + Tarife Garantisi + Fark Sözleşmeli Yenilenebilir Enerji Elektrik Üretimi MWh	99.656.265,00	10,60%	-
Elektrik Arzı içerisindeki Sertifika+Tarife Garantisi+Fark Sözleşmeli Oranı	36,20%	4,60%	-

Kota sistemi sertifika programı Ofgem 1 Nisan 2020 raporuna göre, 2018-2019 sonunda programın başlangıcından bu yana toplam 26.525 istasyon akredite edildi. Toplam akredite edilen istasyon kapasitesi 35.2 GW'a ulaşmıştır. 2018-2019 yılı itibari ile toplam 127.6 Milyon sertifika yükümlülüğüne karşı 105.9 Milyon adet yenilenebilir enerji yükümlülük sertifikası verilmiştir. Bu miktar Tablo 19'de görebileceğiniz üzere 2017-2018 yılına göre %5,2, 2016-2017 yılına göre %23 artış göstermiştir. Ayrıca 2017/2018 yılında 100.6 Milyon adet yenilenebilir enerji yükümlülük sertifikası verilmiştir. 2018-2019 yılında yayınlanan 105.9 Milyon adet sertifika 79.1 TWh yenilenebilir enerji elektrik üretimini temsil etmektedir. Sertifika ile üretilen bu elektrik İngiltere toplam arzının %28,70'ini temsil etmektedir. Diğer finansal destek mekanizmalarında üretimini birleştirdiğimizde (yenilenebilir enerji yükümlülük sertifikaları + Tarife Garantisi + Fark Sözleşmeleri) bu tüm finansman mekanizması, toplam elektrik arzının içerisinde 99.6 TWh elektrik üretimi ile %36,20'yi temsil etmektedir Tablo 4.13 (OFGEM, 2019: 11-12). Kota sistemi sertifika programında, 2018-2019 yılı itibari ile yükümlülüklerini yerine getirmeyenlere ceza olarak satın alma fonuna ve gecikmiş ödeme fonuna yapılan toplam ödemeler 846 Milyon Pound'un üzerinde gerçekleşmiş, her biri 55,04 Pound olan sertifika programının 105,9 Milyon adet yayınlanması itibariyle 5.9 Milyar Pound'luk finansman desteği sağlanmış bulunmaktadır (OFGEM, 2019: 11-12). Kota sistemi sertifika programı yerini Fark Sözleşmelerine bırakmakta olup 31 Mart 2017 tarihi itibariyle yeni kapasitelere kapanmıştır. Fakat Akredite olmuş santrallerin 20 yıl içerisinde (2037'ye kadar) sertifika programından yararlanma hakkın bulunmaktadır (International Energy Agency, 2019: 61).

4.4.3.3 İngiltere yenilenebilir enerji fark kontratları

Fark Kontratları 2013 yılında yayınlanan Elektrik Piyasası Reformu ile yürürlüğe girmiş, büyük ölçekli ve düşük karbonlu elektrik üreten projeleri desteklemek için İngiltere yenilenebilir enerji sektörünün ana finansman kaynağıdır (International Energy Agency, 2019: 61). Fark Kontratları, yüksek ön maliyetleri ve uzun ömürlü projelerin, proje sahiplerine satış fiyatlarını doğrudan korumaya alarak yenilenebilir enerjiye yatırım yapılmasını ve elektrik fiyatlarının yükseldiği anda tüketicilerin üzerindeki destek maliyetlerini ödemekten koruyan mekanizmadır (Gov.UK, 2020). Fark sözleşmeleri, düşük karbonlu elektrik üretimini desteklemek amacıyla nükleer enerji ve yenilenebilir enerji elektrik üreticileri ile devlete ait düşük karbon sözleşme şirketleri arasında yapılmakta olan özel bir hukuk sözleşmesidir. Bu sözleşmeler ihale yoluyla kazanılmakta olup, üreticiler uzun vadeli sözleşme ile üretilen elektrik için sabit fiyat garantisi almaktadır. Toptan elektrik fiyatı üreticilerin almış olduğu sabit fiyatın üzerinde olduğu zaman elektrik üreticileri fazla fiyatı geri öderler, eğer toptan elektrik fiyatı üreticilerin almış olduğu fiyatın altında ise üreticiler ekstra ödeme alırlar (International Energy Agency, 2019: 61). Bu sayede fark sözleşmeleriyle, düşük karbonlu elektrik üretimine yatırım yapmak isteyen yatırımcılara güven ve kesinlik kazandırılmaktadır. Bu sebeple alım fiyatının sabitlenmesiyle karşılaşılan riskler ve maliyetler her iki taraf için düşürülmektedir. Fark sözleşmeleri açık arttırma yoluyla ya da Hükümet ile düzenlenen ikili anlaşmalarla yapılmaktadır. Fark sözleşmeleri, yasal bir vergi ile tüketicilere yansıtılan fiyatlarla fonlanmaktadır (Hinson, 2018: 9-13).

Tablo 4.14 Fark sözleşmeleri genel fiyatlar

Tüm fiyatlar “GBP/MWh” olarak verildi	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19
Gelişmiş Dönüştürme Teknolojileri (CHP ile veya olmadan)	155	155	140	140
Anaerobik Çürütme (CHP ile veya olmadan)	150	150	140	140
Özel Biyokütle (CHP ile)	125	125	125	125
Atıktan Enerji Üretimi (CHP ile)	80	80	80	80
Jeotermal enerji (CHP ile veya olmadan)	145	145	140	140
Hidro enerji	100	100	100	100
Çöp Gazı	55	55	55	55
Kanalizasyon Gazı	75	75	75	75
Deniz Kıyısı Rüzgar Enerjisi Tesisi	95	95	90	90

Tablo 4.14 (devamı) Fark sözleşmeleri genel fiyatlar (KPMG Türkiye, 2016: 69)

Tüm fiyatlar “GBP/MWh” olarak verildi	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19
Açık Deniz Rüzgar Enerjisi Tesisi	155	150	140	140
Biyokütle Dönüştürme	105	105	105	105
Dalga Enerjisi	305	305	305	305
Gel-Git Akıntısı Enerjisi	305	305	305	305
Büyük Fotovoltaik Güneş Tesisi	120	115	110	100
İskoç Adalarındaki Kıyı Tesisleri	-	-	115	115

Tablo 4.14’de genel olarak uygulanan fark sözleşmeleri fiyatları gösterilmektedir. İlk düzenlenen Fark Sözleşmeleri açık artırma ihalesinin ilk fazında kara rüzgârı, güneş enerjisi, ikinci fazında ise biyokütle ve açık deniz rüzgâr teknoloji ihaleleri düzenlendi. İkinci olarak düzenlenen açık artırma ihale oturumunda ise sadece açık deniz rüzgâr ve biyokütle enerji ihaleleri düzenlenmiştir. Açık deniz rüzgâr enerji ihalelerinde fiyatlar 64,10 Avro/MWh olarak belirlenmiştir (International Energy Agency, 2019: 61).

İngiltere yenilenebilir enerji kaynaklarına uygulamış olduğu finansman mekanizmaları ile sektörde dünya genelinde en iyi ülkeler arasında yerini almıştır. Ulusal İstatistik Ofisi 2018 istatistik bültenine göre, yenilenebilir enerji sektörü İngiltere’de 2015 yılında 40.4 Milyar Pound, 2018 yılında ise 46.7 Milyar Pound ciro oluşturdu. 2015 yılında sektörde 200.800 direkt istihdam sağlanırken 2018 yılındaki istihdam sayısı 224.800’e yükselmiştir. Düşük karbonlu teknolojilere yatırım 2015-2018 yılları arasında %48 artış göstermiş, enerji verimliliğini temsil eden projelere yapılan yatırımlar ciro içerisinde en çok yatırım alan sektör olmuştur (Office for National Statistics, 2020: 1-19).

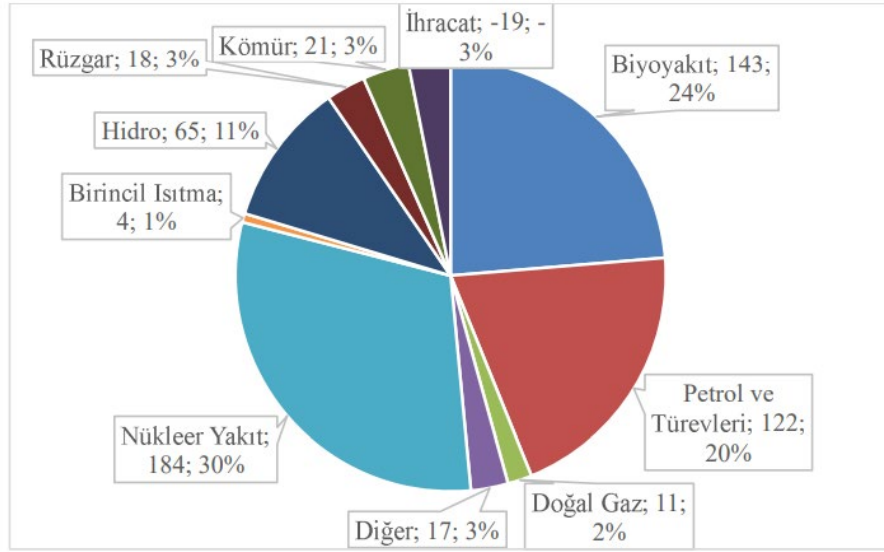
4.5 İsveç Yenilenebilir Enerji Uygulamaları

İsveç’in yenilenebilir enerji uygulamaları, karbon emisyonlarının minimize edilmesi ve sürdürülebilir enerji sisteminin kurulması amacıyla kapsamlı politikalar ve yenilikçi teknolojiler çerçevesinde şekillenmekte, enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik öncelikli hedefler arasında yer almaktadır.

4.5.1 İsveç yenilenebilir enerji kaynakları

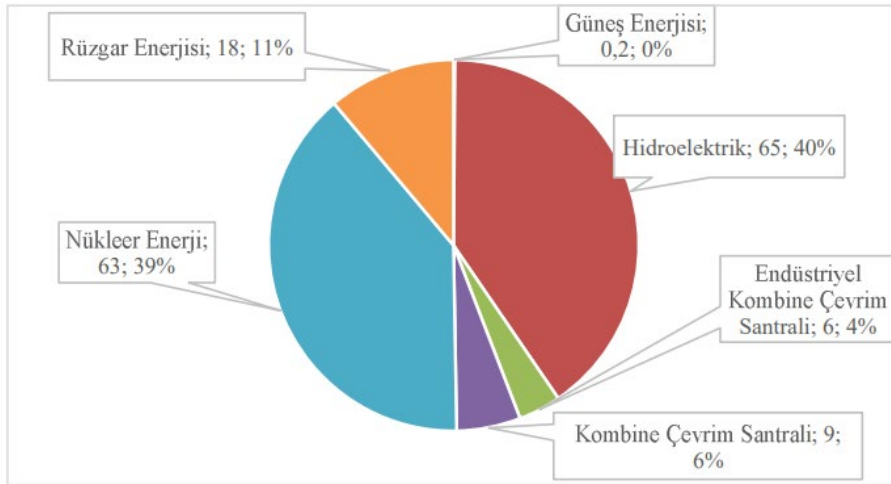
Avrupa Birliği üye ülkeleri arasında İsveç’den sonra en düşük emisyon oranına sahip İsveç, uzun yıllardır enerji verimliliğine odaklanmış ve sürdürülebilir enerji sistemini fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına geçerek kurmayı hedeflemektedir (International Energy Agency, 2019: 11). Elektrik arzının neredeyse tamamını karbonsuz kaynaklardan (yenilenebilir enerji ve nükleer enerji) sağlayan İsveç, son yıllarda başarılı politikalarıyla da rüzgâr enerjisi kapasitesinde hızla büyüme göstermiştir. Özellikle İskandinav ülkeleri, yenilenebilir enerji ve alternatif karbonsuz yakıtlı araçlara geçişte merkezi bir yol üstlenerek 2020 yılında ulaştırmada %10 olan Avrupa Birliği hedefini İsveç, 2016 yılı itibari ile gerçekleştirmiş bulunmaktadır 2040 yılına kadar fosil yakıt kullanımı ortadan kaldırmayı hedefleyen Hükümet, ulaşım sektöründe emisyonları azaltmaya yönelik çeşitli mekanizmalar geliştirerek, verimliliği arttırıcı yeşil araç projelerini gerçekleştiriyor (REN21, 2019: 55). İsveç yerel enerji arzının tamamı, biyoyakıtlar, rüzgâr, enerji, kömür, petrol, doğal gaz ve nükleer enerjiden sağlanmaktadır. Enerji tüketiminin en çok olduğu sektörler ise endüstriyel, ulaşım, hanhalkı ve hizmet sektörleridir (Swedish Energy Agency, 2019: 2).

İsveç Enerji Ajansı’nın açıkladığı 2017 yılı enerji raporuna göre, 2017 yılında İsveç’te toplam 565 TWh enerji üretimi gerçekleşmiştir. Bu arza karşılık enerji talebi ise (iletim kayıplarıyla birlikte) 573 TWh olarak gerçekleşmiştir. Endüstriyel sektör 143 TWh, hanhalkı ve hizmet sektörü 146 TWh, ulaşım sektörü ise 88 TWh enerji tüketmiştir. Aşağıdaki Şekil 4.15’de kaynak bazlı elektrik arz dağılımı gösterilmektedir. Toplam enerji arzı dağılımına bakıldığında, rüzgâr enerjisi 18 TWh’lik enerji üretimi ile %3 pay, hidroelektrik enerjisi 65 TWh enerji üretimi ile %11’lik pay ve biyoyakıtlar 143 TWh enerji üretimi ile %24 pay alarak enerji arzı içerisinde bulunan yenilenebilir enerji kaynakları arasında en yüksek üretim payına sahip kaynaklardır (Swedish Energy Agency, 2019: 1-10).



Şekil 4.15 İsveç kaynak bazlı enerji arz dağılımı TWh ve yüzdesel (Swedish Energy Agency, 2019: 4)

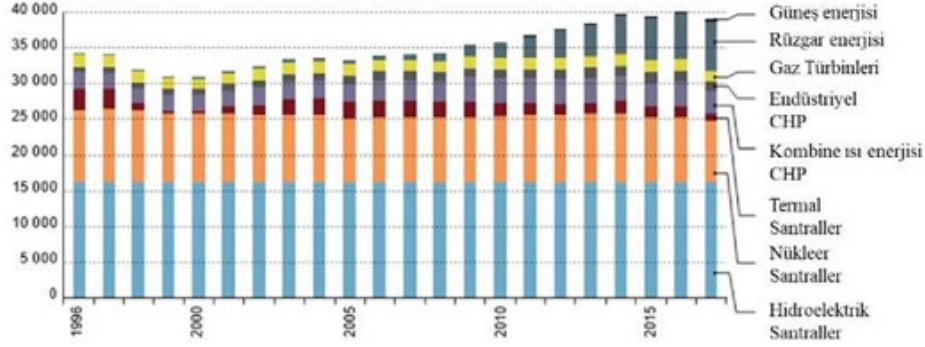
İsveç elektrik arzının %58'inden fazlası yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Aşağıdaki Şekil 4.16'da elektrik arzının yenilenebilir enerji kaynak bazlı dağılımını göstermektedir. Son yıllarda güneş enerjisinde %67'lik bir artış gerçekleşmiştir. 2018 yılı sonu itibari ile toplamda 25.500 adet güneş enerji santralleri kurulmuştur ve güneş enerjisi kurulu gücü 411 MW kapasiteye ulaşmıştır (Swedish Energy Agency, 2019: 7).



Şekil 4.16 İsveç kaynak bazlı enerji arz dağılımı TWh ve yüzdesel (Swedish Energy Agency, 2019: 7'den derlenmiştir)

İsveç'te elektrik ve bölgesel ısıtma, konut ve hizmet sektöründeki enerji kullanımının %80'inden fazlasını oluşturmaktadır. Elektrik, hanehalkı tarafından ısınma için kullanılan en yaygın enerji taşıyıcısıdır. Petrol ve türevleride daha çok tarım, ormancılık, balıkçılık ve inşaat makine sektöründe kullanılmaktadır. İsveç'te elektrik

üretimi büyük çoğunlukla hidroelektrik ve nükleer enerji santrallerinden gelmektedir. 1980'lerden bu yana değişmeyen bu durum son 10 içerisinde rüzgar enerjisinin artmasıyla birlikte değişmeye başlamıştır (Swedish Energy Agency, 2019: 8-12).



Şekil 4.17 İsveç kaynak bazlı kurulu güç dağılımı MW (Swedish Energy Agency, 2019: 12'den derlenmiştir)

İsveç enerji sistemi İskandinav ülkeleriyle birlikte Avrupa'nın entegre parçasıdır. Ülkeler arası enerji arzının dengesi İskandinav ülkeleri ve Avrupa Kıtası'ndaki Almanya, Hollanda ve Polonya'yı besleyecek şekilde dizayn edilmiştir. Yüksek yağışlı yıllarda İsveç ve Norveç hidroelektrik santralleri, Almanya, Hollanda, Danimarka ve Polonya ülkelerindeki enerji arz açığı kapatmaktadır (Byman, 2016: 7). 2017 yılında elektrik üretiminin %40'ı hidroelektrik, %39'u nükleer enerji santralleri ve %11'i rüzgâr enerjisinden oluşmaktadır. Toplamda yaklaşık 40 GW kurulu güce sahip İsveç (yukarıdaki şekil 4.17), 2010 yılı ve sonrasında rüzgâr enerji kurulumlarında yukarı ivme kazanmış ve elektrik arz dağılımının içerisindeki rüzgâr enerjisi elektrik üretim payını arttırmıştır (Byman, 2016: 7).

İsveç'in yenilenebilir enerji politikaları, çevresel sürdürülebilirliği ve enerji arz güvenliğini gözetken bütüncül bir yaklaşımla uzun vadeli stratejik hedefler doğrultusunda şekillenmiştir.

4.5.2 İsveç uygulanan yenilenebilir enerji politikaları

İsveç uzun vadeli enerji politika hedeflerini 2016 Enerji Politikası Çerçeve Anlaşması (Energy Agreement) kapsamında tanımlamıştır. Hem hükümet hemde muhalefeti temsil eden parlamentodaki vekillerin büyük çoğunluğu bu enerji anlaşmasına tam destek vermiştir (International Energy Agency, 2019: 11-12). İsveç ayrıca hem kısa hem uzun vadede tedarikçilerle birlikte diğer ülkelere göre daha uygun fiyatlı güvenilir

bir elektrik arzı sağlamayı amaçlamaktadır (International Atomic Energy Agency, 2014: 1). 2020 emisyon azalım hedefleri arasında 2005 seviyelerine göre %17'lik bir azalma olan İsveç 2020 yılı itibari ile 1990 yılı emisyon rakamlarına göre %40'lık bir azalma hedefi belirlemiştir. Bunlara ek olarak 2020 yılında toplam enerji arzı içerisinde %50 yenilenebilir enerji, %20 daha yüksek enerji verimliliği ve ulaşım sektöründe %10 yenilenebilir enerji hedefleri bulunmaktadır (International Atomic Energy Agency, 2014: 1-2).

4.5.2.1 İsveç 2016 enerji anlaşması

İsveç'in politikası uzun süredir yenilenebilir enerji kaynaklarının arz ve tüketim içerisindeki payını yükseltmektir. İsveç tarihsel olarak verimli enerji tüketimini ve düşük karbonlu enerji arzını teşvik etmek amacıyla CO2 vergisini 1991 yılında Avrupa'da ilk olan vergiler arasında yayınladı ve sürdürülebilir enerji geçişini teşvik etmek amacıyla kademeli olarak başlatmış oldu (International Energy Agency, 2019: 26-27).

Fakat Mart 2015'de hükümet enerji politikasını gözden geçirmek ve elektrik arz hedeflerinin 2025-2030-2040 için tekrar planlamak adına geniş bir anlaşma önerisi sunmak üzere parlamento komite üyelerini biraraya getirdi. Parlamento tarafından onaylanan enerji anlaşması hedefleri ise şöyledir;

- 2045'e kadar İsveç'in atmosfere net emisyon salınımı olmayacak ve tamamen negatif emisyonu ulaşılabilecek,
- 2040 yılına kadar elektrik üretimi %100 yenilenebilir kaynaklardan olacak,
- 2030'a kadar İsveç'in GSYH başına toplam enerji kullanımı 2005 yılına göre %50 daha verimli olacak (Swedish Energy Agency, 2018: 5).

4.5.2.2 İsveç 2017 iklim politika çerçevesi

2017 yılı Haziran ayında parlamento ulusal İklim Politikası Çerçevesini kabul etmiştir. Bu politika 2045 yılına kadar negatif emisyonu içeren 2016 Enerji Anlaşması'ndaki hedefleride içermektedir (International Energy Agency 2019, 27-28). İklim Politika Çerçevesinde alınan kararlar doğrultusunda belirlenen hedefler aşağıdaki gibidir;

- 2020 yılı itibari ile toplam enerji tüketimindeki yenilenebilir enerji payının%50'ye çıkarılması,
- 2020 yılı itibari ile ulaşım sektöründeki yenilenebilir enerji payının en az %10oranında olması,
- 2020 yılı itibari ile enerji tüketiminin 2008'e göre %20 daha verimli olması,
- 2020 yılı itibari ile sera gazı emisyonunun 1990 yılına göre en az %40 azalması,
- 2040 yılı itibari ile emisyon salınımının 1990 yılına göre %0 olması,
- 2030 yılı itibari ile yerel ulaşım (yerel uçuşlar dahil) 2010 yılına göre %70daha az sera gazı emisyonu hedefi olarak belirtilmiştir (Swedish Energy Agency, 2018: 5).

İsveç'in ayrıca 2009 yılında Avrupa Birliği Komisyonu'nun AB ülkeleri için yayınlamış olduğu Avrupa Birliği Enerji Direktifi kapsamında da hedefleri bulunmakta olup, bu hedefler arasında 2020 yılı itibari ile gaz emisyonunu %20 azaltmak ve enerji tüketim miktarını %20 azaltmak, 2030 yılı itibari ile enerji tüketim miktarının %32,5 azalması, enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji kaynak kullanımını %32'ye çıkarılması ve ulaşım sektöründeki enerji tüketiminin %14'ünün yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması hedeflenmiştir (Swedish Energy Agency, 2018).

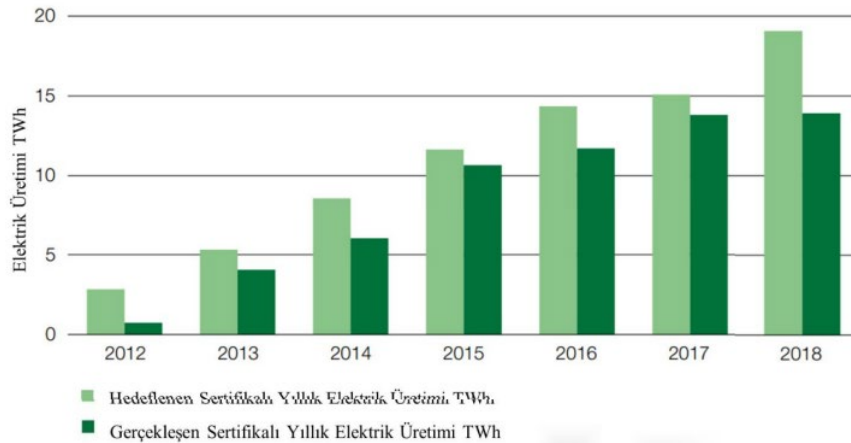
4.5.3 İsveç yenilenebilir enerji uygulanan finansman modelleri

4.5.3.1 İsveç kota sistemi

İsveç 2003 yılında yenilenebilir enerjinin kullanımının artırılması amacıyla kota sistemini yürürlüğe koydu ve kota sistemi altında elektrik tedarikçileri, otomobil üreticileri ve enerjiyi yoğun şekilde kullanan endüstrilerin hükümet tarafından belirlenen kotalara göre yenilenebilir enerji sertifikalarını almalarını şart koşan yasayı ve politikayı sunmuştur. 2006 yılında yapılan değişiklik ile birlikte sertifikaların geçerliliği 2030'a kadar uzatılmış ve 2012 yılından bu yana ise İsveç Norveç arasında imzalanan ortak bir sertifika pazarı oluşturulmuştur (Energypedia, 2020). Elektrik sertifika sistemi yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik üretiminin uygun maliyetli bir şekilde büyümesi için piyasa tabanlı destek sistemidir. İsveç bu

finansman modeli ile 2002 yılından 2020 yılına kadar elektrik sertifika sistemi modeliyle yenilenebilir enerji elektrik üretimini 25 TWh arttırmayı hedeflemiştir (Swedish Energy Agency, 2012: 7).

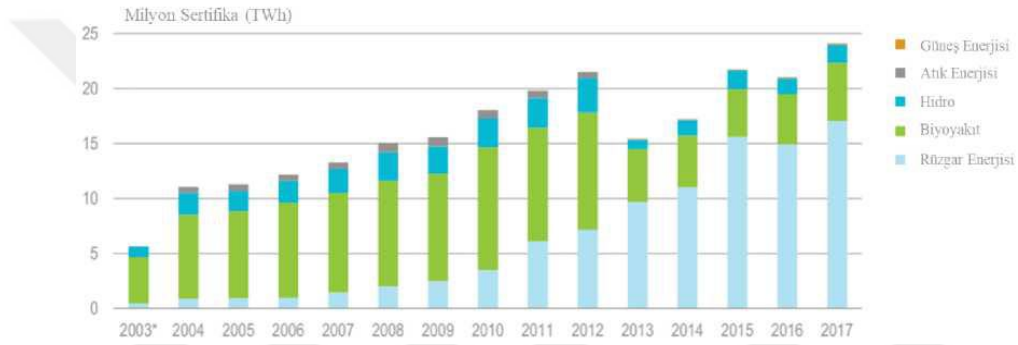
İsveç enerji sertifika sistemi işlevi; üreticiler yenilenebilir enerji kaynaklarından ürettikleri her megawatt saat elektrik için İsveç Hükümeti’nden bir sertifika alırlar, elektrik üreticileri sertifikalarını satmakta serbesttirler ve böylelikle elektrik üretimi için ekstra gelir elde etmektedirler. İsveç ve Norveç ülkelerinde ortak işleyen bu sistemdeki sertifikalar hem İsveççe hem de Norveççe yayınlanır, açık piyasada talep ve arz göre işlem görür. Fiyatlar bu piyasada belirlenir. Sertifikaları alan kişiler/kurumlar, kota yükümlülüğü olan taraflardır. Elektrik satışlarının veya kullanımlarının belirli bir oranını yenilenebilir enerji kaynaklarından temin etmesi gereken bu yükümlü taraflar, kullanımlarının belirli bir oranına karşılık gelen sertifikaları satın almaları gerekir. Eğer alıcı, bir elektrik tedarik şirketiye, sertifika maliyetini kullanıcılarına yansıtır. Bu sistem sayesinde ülkedeki tüm elektrik tüketicileri yenilenebilir enerji elektrik üretiminin genişlemesine katkıda bulunmaktadır. Sertifikalar her yıl yayınlanır ve kota yükümlülüğüne tabii olan herkes elektrik sertifikalarına sahip olmakla yükümlüdür (Swedish Energy Agency, 2012: 12).



Şekil 4.18 Kota sistemine ait sertifikalı elektrik üretimi hedeflenen ve gerçekleşen (Yacoub ve Hugaas, 2018: 13'den derlenmiştir)

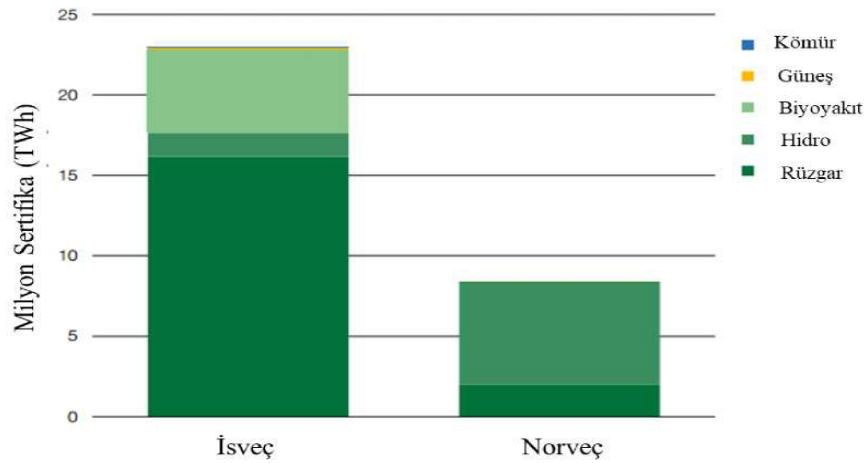
Şekil 4.18’de 2012-2018 yılları sertifikalı elektrik üretimindeki üretilen yıllık elektrik miktarları gösterilmektedir. 2012-2018 yılları arasında İsveç ve Norveç’in birlikte hedeflenen sertifikalı elektrik üretimi 26.8 TWh olarak belirlenmiş, 2020 yılı itibari ile iki ülkenin sertifikalı elektrik üretimi hedefinin 28.4 TWh olarak gerçekleşmesi

beklenmektedir. Sertifika sisteminin ana enerji kaynağı ise rüzgâr enerjisiydi. Norveç’le ortaklaşa planlanan yıllık toplam 28,4 TWh’lik hedefe 2019 yılı itibari ile ulaşılması planlanmaktadır (Yacoub ve Hugaas, 2018: 5). 2003 yılında devreye alınan sertifikalı elektrik üretimi santralleri, 15 yılı doldurdıkları için 2018 yılı itibariyle sertifikalı elektrik üretim sisteminden çıkarıldı. Toplam 30 santral ve 128 GWh’lik yıllık üretim gerçekleştiriyordu (Yacoub ve Hugaas, 2018: 5). İsveç enerji sertifika sistemi, elektrik fiyatlarında rüzgâr enerjisinin yatırımları için önemli hale gelmiştir (Aşağıdaki Şekil 4.19). Özellikle açık deniz rüzgâr enerji kurulumlarının yüksek maliyetleri, enerji sertifika sistemine ek olarak sübvansiyona ihtiyaç duymuştur ve buda tüketiciye ek maliyet olarak yansımıştır (Byman, 2016: 31).



Şekil 4.19 Kaynak bazlı sertifikalı elektrik üretimi, 2003-2017 (International Energy Agency, 2019: 100)

2016 yılında İsveç - Norveç sertifikalı elektrik arzı 16.4 TWh’e ulaşmıştı. Bu arzın 2.9 TWh’i Norveçten, 13.5 TWh ise İsveç’ten gelmekteydi. 2017 yılında yayınlanan sertifika adedi 24.1 Milyondur ve bu yayınlanan sertifikaların %71’i rüzgâr enerjisi, %22’si biyoyakıtlar, %6,7 hidroelektrik ve geri kalanı ise güneş ve atık enerjisiydi (Yukarıdaki şekil 4.19) (International Energy Agency, 2019: 100).



Şekil 4.20 Kaynak bazlı sertifikalı elektrik üretimi, 2018 (Yacoub ve Hugaas, 2018: 14)

2018 yılı itibariyle İsveç'te yenilenebilir enerji elektrik üretimi için 23 Milyon adet sertifika yayınlandı. Bu yayınlanan sertifikaların 16 Milyon adedi rüzgar enerjisi, 5 Milyon adedi biyoyakıtlar, 1,4 Milyon adedi hidroelektrik enerjisi için, 12 Bin adedi güneş enerjisi için yayınlanmıştır (Yacoub ve Hugaas, 2018: 25).

4.5.3.2 İsveç küçük ölçekli yenilenebilir enerji kaynaklarına finansal ek destek

2020 yılı itibari ile 0.5 GW'lık güneş enerjisi kurulu gücü oluşturmayı planlayan İsveç Hükümeti, küçük çaplı projelerin desteklenmesi amacıyla yıllık 915 Milyon İsveç Kronu (yaklaşık 92 Milyon Dolar)'lık paketi yürürlüğe koydu. Ayrıca küçük ölçekli güneş enerji santrallerinin vergi indirimi ile desteklemeyede devam edeceği duyuruldu.

Gübre kaynaklı biyogaz üretimi için ise 2014-2023 yılları arasında toplam 385 Milyon İsveç Kronu (yaklaşık 38 Milyon Dolar) destek paketide bu kapsamda yürürlüğe girmiştir. Bu destek programı ile sera gazı emisyonlarının azalması hedeflenmektedir. Biyogaz tesisler için destek rakamı 0,4 İsveç Kronu/kWh olarak açıklanmıştır. 2015-2016 yılları arasında toplam 51 biyogaz tesisine toplamda 69 Milyon İsveç Kronu (yaklaşık 7 Milyon Dolar) destek yapılmıştır.

İsveç, çeşitli teknolojiler arasındaki rekabeti uyandıran yeşil sertifika mekanizmasıyla birlikte şimdiye kadar biyoenerji ve rüzgâr enerjisi kurulumlarında en uygun maliyetli olarak yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik elde etmiştir (Cruciani, 2016: 25).

4.6 Türkiye Yenilenebilir Enerji Uygulamaları

4.6.1 Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin olup, enerjide dışa bağımlılığı azaltmak ve fiyat artışlarını önlemek için bu kaynakların kullanımını artırmayı hedeflemektedir. Ülkenin enerji politikaları, enerji bağımsızlığını sağlamak ve hem tüketiciler hem de üreticiler için maliyetleri düşürmek amacıyla yenilenebilir enerji kullanımının genişletilmesine öncelik veriyor. Türkiye, 2023 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarının payını toplam enerji kaynaklarının %30'unun üzerine çıkarmayı planlıyor. 2017 yılında hayata geçirilen Milli Enerji ve Madencilik Stratejisi ile yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmek amacıyla proaktif adımlar atan Türkiye,

2023 yılına kadar elektriğinin üçte ikisini yenilenebilir kaynaklardan üretmeyi hedefliyor. Bu strateji istikrarlı ve yerelleştirilmiş bir enerji piyasasının sağlanmasına odaklanıyor. Sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçişi teşvik etmek (Turkey Investment Office, 2020).

Türkiye'nin hedefleri;

- 2024 yılı itibariyle yenilenebilir enerji kaynaklarının arzdeki payını %30'a çıkarmak,
- 2024 yılına kadar jeotermal kurulu gücünü 5 GW'a çıkartmak,
- Hidroelektrik kullanımını en üst düzeye çıkarmak,
- 2027 yılına kadar rüzgâr kurulu gücünün 16 GW mertebelerine taşımak,
- 2027 yılına kadar güneş enerjisi kurulu gücünü 16 GW'a yükseltmek (Turkey Investment Office, 2020: 2-3).

Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimini Kaynaklara Göre Dağılımı 2023 yılında elektrik üretimimizin, %36,3'ü kömürden, %21,4'ü doğal gazdan, %19,6'sı hidrolik enerjiden, %10,4'ü rüzgardan, %5,7'si güneşten, %3,4'ü jeotermal enerjiden ve %3,2'si diğer kaynaklardan elde edilmiştir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023).



Şekil 4.21 Yurtiçi elektrik toplam üretim ve talebi 1996-2018 (KPMG, 2019: 11)

Şekil 4.21'de Türkiye'nin yıllara göre elektrik arz ve talep eğrisi gösterilmiştir. Türkiye elektrik arz artışında kayda değer bir rakama ulaşmış, nüfusla artan elektrik talebini karşılamak için son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik ederek ülke toplam kurulu gücünde de hızlı bir artış görülmektedir (Aşağıdaki Şekil 4.22) (KPMG, 2019: 11).



Şekil 4.22 Türkiye kurulu gücü MW, 1985-2018 (KPMG, 2019: 11)

Türkiye’deki elektrik sektörü, arz güvenliği ilkesine bağlı bir şekilde ekonomik büyümeyle entegreli olarak milli refaha katkıda bulunmayı amaçlayarak büyümüştür. Fakat 1990 yılında başlayan enerji piyasasını liberalleştirme, öncelikle dağıtım sektörüyle başlamış daha sonra elektrik üretim sektöründe liberalleştirilmesiyle çok oyunculu bir modele evrildiği görülmüştür (Aşağıdaki Şekil 4.23) (Türkiye Sınai Kalkınma Bankası, 2019: 18).



Şekil 4.23 Kurulu güce göre dönemler itibariyle paylar (KPMG, 2019: 12)

Türkiye enerji üretimi bakımından %90 dışa bağımlı bir ülkedir. Her gün artan nüfusa oranla enerji talebide aynı oranda artmaktadır. Ancak artan nüfus ile birlikte artan enerji talebi, ülke tarafından her zaman karşılanmıştır. Türkiye özellikle 2011 de başlayan ve 2023’ü hedefleyen politika sürecinde başta dışa bağımlılığı azaltacak adımlar atarak enerjide güvenliği, sürdürülebilir kalkınmayı ve ekonomiye katkı sağlamayı hedeflemektedir. Coğrafi konumu ve 4 mevsimi birarada yaşıyor olmasıyla dünya genelinde aktif olarak kullanılan yenilenebilir kaynaklar (güneş, rüzgâr,

hidrolik, biyokütle) açısından da zengin bir ülkedir (Durmuşoğlu, 2015: 54-56). Aşağıdaki tablo 4.15’de Türkiye 2001 yılından bu zamana güncel yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücünü göstermektedir.

Tablo 4.15 Yıllara göre Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücü
(<https://www.tskb.com.tr/uploads/file/enerji-gorunumu-2023.pdf>)

MW	Hidrolik	Jeotermal	Rüzgâr	Güneş	Biyokütle	Toplam Kapasite
2001	11.673	18	19		10	11.719
2002	12.241	18	19		14	12.291
2003	12.579	15	19		14	12.626
2004	12.645	15	19		14	12.693
2005	12.906	15	20		14	12.955
2006	13.063	23	59		20	13.164
2007	13.395	23	148		21	13.587
2008	13.829	30	364		38	14.260
2009	14.553	77	792		65	15.487
2010	15.831	94	1.320		86	17.331
2011	17.137	114	1.729		104	19.084
2012	19.609	162	2.261		147	22.180
2013	22.289	311	2.760		178	25.537
2014	1,23.643	405	3.630	40	227	27.945
2015	25.868	624	4.503	249	277	31.521
2016	26.681	821	5.751	833	364	34.450
2017	27.273	1.064	6.516	3.421	477	38.751
2018	28.291	1.283	7.005	5.063	739	42.381
2019	28.503	1.515	7.591	5.995	1.163	44.767
2020	30.985	1.613	8.832	6.667	1.485	49.582
2021	31.493	1.676	11.396	7.816	2.035	53.627
2022	31.571	1.691	11.303	9.425	2.309	56.363
2023	31.596	1.691	11.643	11.162	2.439	58.531

Türkiye’nin enerji arzındaki bu taleplerinin karşılanabilmesi için hidroelektrik enerji üretimi önemli rol oynamaktadır. Türkiye’nin hidrolik potansiyeli, yenilenebilir kaynak olmasıyla birlikte 50 yıla kadar uzun ömürlü olan santrallerin bakım ve maliyetlerinin birincil enerji kaynaklarına göre daha uygun olmasıyla ve çevre kirliliği yaratmamasından dolayı tercih edilmektedir (Ürker ve Çobanoğlu, 2012: 66-67).

Türkiye rüzgâr potansiyeli bakımından verimli ülkelerden biridir. 50 metre yükseklikte ortalama 7,0-7,5 m/s üzeri rüzgâr hızlarına sahip bölgeler bulunmaktadır.

Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) tarafından yapılan çalışmalarda ülkede rüzgâr enerjisi potansiyeli 48.000 MW olarak belirlenmiştir. Bu alanın kullanıldığı takdirde Türkiye yüzölçümünün %1,3'üne karşılık gelmektedir. Fakat ülke bu potansiyelin çok uzağında bir kurulu güce sahiptir (tablo 4.15) (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2020). Ayrıca Türkiye güneş potansiyeli açısından bulunduğu konum itibarı ile yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA)'ya göre, Türkiye yıllık toplam 2741 saat güneşlenme süresine sahiptir. Ülkeye gelen ortalama güneş ışınlamı 1527 kWh/m²/yıl olarak tespit edilmiştir (Erkoç, 2019: 5-6). Türkiye güneş enerjisinde 2017 yılında 2.8 GWh'lık üretim gerçekleştirirken, 2018 yılında 7.7 GW'lık üretim ile %170'lik artışla kayda değer bir büyüme sağlamıştır (Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü, 2019: 66).

4.6.2 Türkiye'de uygulanan yenilenebilir enerji politikaları

Yayınlanan tüm enerji politikalarının temel amacı ülke geneli gerekli tüm enerji ihtiyaçlarının sağlanmasıdır. Ülkede yaşayan her vatandaş kesintisiz, yeterli ve kaliteli bir şekilde elektrik hizmeti veya enerji hizmeti almak istemektedir (Durmuşoğlu, 2015: 5455-56). Türkiye enerji politikaları daima şeffaflık, güvenilirlik, yenilikçilik ve öncülük, iş birliği, etkinlik ve uyumluluk ilkelerine göre hazırlanmıştır (Deloitte, 2014: 9).

Türkiye'nin yenilenebilir enerji politika hedeflerini belirlerken dikkat ettiği en önemli hususlar; elektrik üretimini yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmek, enerji üretiminde kaynak çeşitliliğini çoğaltmak, CO² emisyonunu azaltmak, elektrik üretimindeki doğalgaza ait payı azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının sahip olduğu potansiyelleri maksimum düzeyde kullanmak olduğu belirtmiştir (Çıray, 2019: 31-32).

Türkiye enerji politikaları başlıca aşağıdaki stratejilere önem vermektedir;

- Fosil kaynak kullanımına bağlı enerji tüketimini azaltarak enerjide dışabağımlılığı azaltmak,
- 2012-2023 yılları arasında enerji talebinin karşılanabilmesi için 125 GW'lukkurulu güce ulaşmak,
- Yenilenebilir kaynaklı teknolojilerde hedeflenen kapasitelerin gerçekleştirilmesi,
- Elektrik iletim altyapısının geliştirilmesi,
- Elektrik kayıp kaçak rakamlarının %5 oranında azaltılara enerji verimliliğine katkısağılanması,
- Tarım sektöründen faydalanılarak biyoyakıt enerji kaynaklarının arttırılmasını sağlamak (Deloitte, 2014: 22).

Türkiye’de yenilenebilir enerji’ye yönelik 2005’den bu yana önemli adımlar atılmıştır. Aşağıdaki tablo 4.16’da Türkiye’de yenilenebilir enerji politikalarını gerçekleştirmede atılan adımları belirleyen düzenlemeler görölmektedir.

Tablo 4.16 Türkiye yenilenebilir enerji politikaları ve yasalarından başlıcaları (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2020)

2005	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, No:5346
2007	Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu, No:5686. Enerji Verimliliği Kanunu, No:5627
2008	Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik.
2009	Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi.
2010	Yenilenebilir Enerjisi Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, No:6094. Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2020)
2011	Yenilenebilir Enerji Destekleme Mekanizması, Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği
2012	Enerji Verimliliği Strateji Belgesi Elektrik Piyasası Rüzgâr ve Güneş Ölçümlerine İlişkin Tebliğ
2013	Elektrik Piyasası Kanunu, No: 6446. Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurtiçinde İmalatı Hakkında Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
2019	Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimi Yönetmeliği (Muafiyet Üst Sınırı ve Destek Mekanizması) 12 Mayıs 2019

5346 sayılı “Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretim amaçlı kullanımına ilişkin kanun” yenilenebilir enerji kullanımına yönelik çıkarılan ilk kanundur. Bu

kanun ile birlikte elektrik arzının içerisindeki yenilenebilir elektrik üretiminin artırılması, tüketiciye güvenilir, ekonomik ve kaliteli enerji arzının gerçekleştirilmesi ve sera gazı emisyonlarının azaltılması hedeflenmiştir (Bayraktar ve Kaya, 2016: 11).

4.6.2.1 Ulusal enerji eylem planı – 2024-2030 hedefi

Enerji Verimliliği 2030 Strateji Belgesi'nde 10 stratejik amaç ve 23 hedef belirlenmiştir. Belirlenen hedeflere ulaşmak için ise Eylem Planında; sanayi ve teknoloji, bina ve hizmetler, enerji, ulaştırma, tarım, ortak konular, start-up ve dijitalleşme olmak üzere toplam 7 tematik başlıkta 61 eylem ve 266 faaliyete yer verilmiştir. II. UEVEP ile 2024-2030 yılları arasında 20,2 milyar ABD Doları enerji verimliliği yatırımı yapılması ve kümülatif olarak 37,1 MTEP birincil enerji tasarrufu sağlanması hedeflenmiştir. Hedeflerin gerçekleştirilmesiyle 2024-2030 yılları arasında Türkiye'nin birincil enerji tüketiminde %16 oranında ve emisyonlarda 100 milyon ton CO₂ azaltım sağlanacağı hesaplanmıştır.

Tablo 4.17 2024-2030 dönemi tasarruf ve yatırımlarının yıllara göre değişimi
(<https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EVCED/tr/EnerjiVerimlili%C4%9Fi>)

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tasarruf [kTEP]	1.197	1.120	1.266	1.403	1.589	1.703	1.884
Yatırım [Milyon Dolar]	2.452	2.656	2.544	2.513	3.086	3.227	3.574

Tabloda yer alan enerji verimliliği yatırım ve program harcama tutarları ile öngörülen enerji tasarruf miktarları, II. UEVEP'nin uygulama dönemi olan 2024-2030 arasını kapsamaktadır. Bununla birlikte, projeksiyon çalışmaları yapılırken Türkiye'nin 2053 net sıfır hedefi dikkate alınmıştır. Eylem Planı dönemi sonunda Tabloda yer alan hedeflere ulaşılması durumunda, 2053 net sıfır hedefi doğrultusunda önemli bir mesafe kat edilmiş olacaktır.

Avrupa Birliği üyeliği aday ülke durumunda olan Türkiye, Ulusal Enerji Eylem Planı ile enerji alanındaki çalışmalarını ayrıca Avrupa ülkeleri arasında hedeflenen doğrultuda gerçekleştirmek istediğini bu plan ile belirtmiştir. 2009/28/EC sayılı Avrupa Birliği Yenilenebilir Enerji Direktifi uyarınca Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti Ulusal Yenilenebilir Enerji Planı'nı bu direktif doğrultusunda hazırlamıştır (Deloitte, 2014: 8). Bu eylem planında temel hedef 2024 yılı itibari ile yenilenebilir enerji

kaynaklarının elektrik üretimi içerisindeki payının %30'a çıkarmak, ulaştırma sektörünün enerji talebinin %10'unu yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamak, sera gazı emisyonlarının azaltılmak, iklim değişikliği olayları gözönüne alınarak yenilenebilir enerji kaynaklarının planlanmasının gerçekleşmesi iklim değişikliğini en az etkileyecek şekilde olmasını sağlamaktır (Demir ve Çolak, 2015: 807). Ayrıca bu hedeflerin gerçekleşmesi için yapılacak projelere finansal destek ve proje izin süreçlerine dair bürokratik engellerin tamamen kaldırılması ek olarak belirtilmiştir. Ulusal Yenilenebilir Enerji Planı altında Türkiye Bakanlıkları tarafından da temin edilen talepler ve bilgiler doğrultusunda aşağıdaki stratejik planlar kılavuzu oluşturulmuştur.

- Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi
- İklim Değişikliği Eylem Planı 2024-2030,
- Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2024-2030 ve,
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Stratejik Planı 2010-2014 (Deloitte, Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı, 2030: 10).

4.6.3 Türkiye yenilenebilir enerjide uygulanan finansman modelleri

Türkiye, artan nüfus ve büyüyen ekonomisiyle enerji alanında yıllık ortalama %5,5 civarında büyüyen ülke konumundadır. Ülkenin enerji ihtiyacı 10 yıl öncesine göre 2 kat artmış bulunmaktadır. 2002 yılı sonrasında başlayan enerji piyasasının özelleştirilmesi ve liberalleşmesi, tüm elektrik paydaşlarının %78'inin özel sektöre devredilmesine ve Türkiye Hükümeti'nin kasasına 28 Milyar Dolarlık bir gelir elde edilmesini sağlamıştır. Bu doğrultuda hem üretim hemde dağıtım anlamında 100 Milyar Dolara ulaşan kamusal ve özel yatırımlar gerçekleşmiştir (Turkey Investment Office, 2020).

4.6.3.1 Türkiye sabit tarife garantisi

Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmek amacıyla 2005 yılında çıkarılan 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretimi Kanunu'nda yenilenebilir kaynaklarının kullanımını arttırmayı amaçlayan tarife garantisi modelini uygulamaya başlamıştır (TEPAV, 2016: 21). 2005 yılında yürürlüğe giren 5346 sayılı kanun kapsamında 5,5 Usc/kWh'lik sabit fiyat garantisi nispeten düşük kaldığı için

2005-2010 yılları arasında yenilenebilir enerji yatırımlarına rağbet gösterilmemiştir (Deloitte, 2014: 11). 2010 yılında 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun kapsamında güncellenen sabit fiyat garantileriyle rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle ve hidrolik enerji santrallerinden şirket kurmadan ve lisans almadan elektrik üretimi elde edilerek, üretilen her bir kilovatsaat elektrik için YEKDEM destek mekanizmasından 10 yıl boyunca yararlanabilmektedir. YEK kanunun yürürlüğe girdiği tarih ve 31 Aralık 2020 tarihinden önce işletmeye ve devreye alınacak santraller YEKDEM programına dahildir (Türkiye Sınai Kalkınma Bankası, 2019: 24). Güncellenen fiyat rakamları aşağıdaki tablo 4.18’de gösterilmektedir.

Tablo 4.18 5346 sayılı kanun ile belirlenen elektrik alım fiyatları (Deloitte, 2014: 53-54)

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWh)	Yerli Teknoloji Primi	Teşvik Üst Limiti
Hidroelektrik üretim tesisi	7,3	2,3	9,6
Rüzgar enerjisine dayalı üretim	7,3	3,7	11
Jeotermal enerjisine dayalı	10,5	2,7	13,2
Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3	5,6	18,9
Güneş enerjisine dayalı üretim	13,3	6,7	20
Güneş enerjisine dayalı üretim	13,3	9,2	22,5

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunu’nun devreye girmesiyle birlikte, 2010 yılında çıkarılan 6049 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile birlikte genel yatırım teşvik rejimi kapsamında yerli ekipmanı kullanılmasında teknoloji bazında primler (tablo 24) ve ithal edilen ekipmanlar bazında ise vergi muafiyetleri uygulanmaktadır (TEPAV, 2016: 22).

4.6.3.2 Türkiye ihale sistemi

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları yakın zamana kadar tarife modeliyle finansman desteği görürken, 9 Ekim 2016 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayınlanan yönetmelikle birlikte, yenilenebilir enerji yatırımlarını desteklemek ve yenilenebilir üretim varlıklarının yerel üretimini teşvik etmek için yeni

bir yatırım modeli geliştirilmiştir (Turkey Investment Office, 2020: 24). Bu yönetmelikle beraber, yenilenebilir enerji kaynaklarının kamu, hazine veya özel mülkiyetteki bölgelerdeki yenilenebilir enerji bölgelerinin tanımlanması yoluyla etkin bir şekilde devreye alınması, akabinde yenilenebilir enerji yatırımlarının hızlı bir şekilde hayata geçirilmesi ve bunlara ek olarak yenilenebilir enerji ekipman üretiminin yerel olarak üretilmesine katkıda bulunulması amaçlanmıştır (Türkiye Sınai Kalkınma Bankası, 2019: 25). Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları Yönetmeliği (YEKA Yönetmeliği) olarak yayınlanan yatırım modeli, belirlenen güç kapasitede ve alandaki proje için belirlenen tavan fiyattan başlayarak en düşük fiyatı veren firmanın yerli ekipman üretim fabrikası (AR-GE Fabrikası) kurma zorunluluğuyla ihaleyi kazanmasını tanımlamaktadır (Turkey Investment Office, 2020: 25). YEKA yönetmeliği kapsamında ETKB tarafından 2017 ve 2019 yıllarında toplamda 3 tane büyük ölçekli açık eksiltme usulü ihale gerçekleştirilmiş, kazananlar ve tarifeler aşağıdaki tablo 4.19’da gösterilmiştir.

Tablo 4.19 YEKA yönetmeliği kapsamında yapılan ihale sonuçları (Türkiye Sınai Kalkınma Bankası, 2019: 14)

Teknoloji	Kapasite (MW)	Yer	Tarih	Tavan Fiyat (USc/kWh)	İhaleyi Kazanan Firma	Kazanılan Teklif Fiyatı (USc(kWh))
Güneş	1000	Güneş, Karaman ili	2017	8	Kalyon-Hanwa Q ortaklığı	6,99
Rüzgar	1000	-	2017	7	Siemens-Türkerler Kalyon ortaklığı	3,48
Rüzgar	1000	Balıkesir-250 MW Çanakkale-250 MW	2019	5,5	Enercon	3,53
					Enerjisa	3,67
		Aydın-250 MW Muğla-250 MW			Enerjisa	4,56
					Enercon	4

Tablo 4.19’da gösterilmekte olan sonuçlanmış ihaleler için ihale kazananlarıyla Türkiye Hükümeti arasında 15 yıllık Satın Alma Sözleşmesi (Power Purchase Agreement) imzalanmış olup, %60 oranında yerli ekipman kullanılması zorunluluğu

şart koşulmuştur (Turkey Investment Office, 2020: 24).

Türkiye büyüyen ekonomisi ve artan enerji talebiyle birlikte enerji dönüşümü kapsamında 2002-2018 yılları arasında doğrudan ve dolaylı olarak toplamda kamu ile özel sektör olmak üzere enerji sektöründe 563 Milyar Dolarlık finansman hacmine ulaşmıştır. Hem enerji yatırımları hemde enerjide ithalat, enerji talebini karşılamak üzere artış göstermiştir. 2002 yılında elektrik üretiminde kamu sektör payı %68 iken 2018 yılında %25'e düşmüş, özel sektör payı %75'e ulaşmıştır. Bu özel sektör artış oranında yatırımcı şirketler, yerel finans kuruluşları, büyük teknoloji şirketleri ve uluslararası finans kuruluşları rol oynamıştır (SHURA, 2019: 9-10). Özellikle uluslararası finans kuruluşları Türkiye'de bazı enerji finansman programları düzenleyerek fonlarının Türkiye enerji piyasasında kullanılmasına destek vermişlerdir. Bu finansman programları TurSEFF, MidSEFF ve TurEEFF olarak sıralanmaktadır (Turseff, 2020).

Türkiye Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı TurSEFF; Türkiye Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı, 2010 yılında yürürlüğe giren program sürdürülebilir enerji ve enerjinin verimliliğini artırıcı yatırımlara fon sağlamak üzere kurulmuş finansman programıdır. TurSEFF, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası EBRD tarafından geliştirilmiş olup Avrupa Birliği tarafından desteklenmektedir. Anlaşmalı yerel finansman sağlayan kurumlar arasında Aklease, Garanti BBVA, QNB Finansbank, Türkiye İş Bankası ve Vakıfbank bulunmaktadır. TurSEFF kapsamında 2010 yılından bu yana 1565 adet projeye 600 Milyon Euro'nun üzerinde finansman sağlanmış olup 526 MW'lık yenilenebilir enerji kapasitesi elde edilmiştir. Bu program kapsamında enerji verimliliği sağlayan projelerde kredibilitesi yüksek ve kredi kriterlerine yeterli müşteriler, kredi onay süreçlerinden olumlu sonuç aldığı takdirde 5 Milyon Avro'ya kadar TurSEFF finansmanı sağlayabilmektedirler (Turseff, 2020).

Türkiye Orta Ölçekli Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı MidSEFF; sürdürülebilir finansman programlarından biri olarak Avrupa Yatırım Bankası (European Investment Bank) ve Avrupa Komisyonu (European Commission) birlikteliğiyle desteklenen MidSEFF, bir önceki finansman programı gibi Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası EBRD tarafından uygulamaya geçirilmiştir. MidSEFF sürdürülebilir finansman programına anlaşmalı olarak Akbank, Türkiye İş Bankası ve

TSKB tarafından destek verilmektedir. MidSEFF programı kapsamında atıktan enerji elde edinimi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji, güneş enerjisi, atık azaltımı ve enerji verimliliği projelerine toplamda 1.1 Milyar Avro’nun üzerinde finansman desteği sağlanmıştır (MidSeff, 2020).

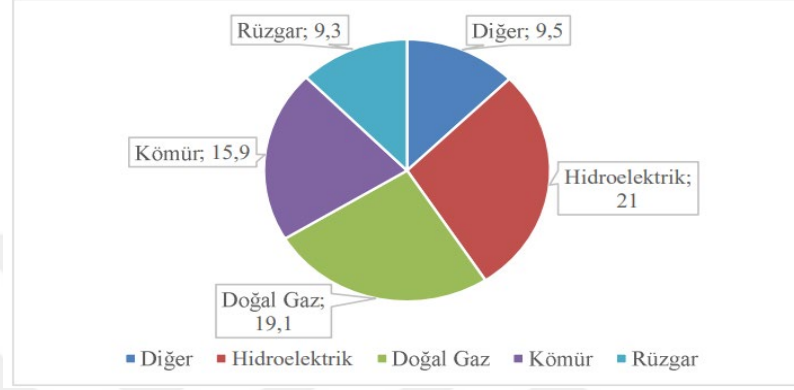
Türkiye Konutlarda Enerji Verimliliği Finansman Programı TuREEFF; 2010 Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası EBRD tarafından geliştirilmiş temiz teknoloji fonu olarak konutlarda uygulanacak olan enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji santralleri kurulumu (örneğin çatı güneş enerjisi) projelerinde finansman desteği sağlamaktadır. EBRD ve İklim Yatırım Fonu CTF’nin sağlamakta olduğu finansman programı toplamda 270 Milyon Dolar destek sağlamış ve konutlarda enerji verimliliği projeler için teknik ve finansal anlamda geniş kapsamlı teşvik edici adımlar atılmaktadır (Tureeff, 2020).

Tablo 4.20 Enerji sektörü sabit sermaye yatırımları (SHURA, 2019: 63)

Yıl	Kamu	Özel Sektör	Toplam	Özel Sektör Payı
2007	2.589,00	3.965,00	6.554,00	60,50%
2008	2.789,00	4.816,00	7.605,00	63,30%
2009	2.399,00	5.189,00	7.587,00	68,40%
2010	2.021,00	5.837,00	7.857,00	74,30%
2011	1.820,00	4.797,00	6.617,00	72,50%
2012	1.991,00	4.245,00	6.236,00	68,10%
2013	1.920,00	4.037,00	5.957,00	67,80%
2014	2.059,00	3.881,00	5.940,00	65,30%
2015	1.564,00	3.037,00	4.602,00	66,00%
2016	1.221,00	2.667,00	3.887,00	68,60%
2017	1.350,00	2.780,00	4.129,00	67,30%
2018	1.307,00	2.401,00	3.709,00	64,70%
2007-2018 Toplam	23.029,00	47.651,00	70.680,00	%67,4

Tablo 4.20’de 2007-2018 yılları arasında enerji alanındaki sabit sermaye yatırımlarının toplam tutarı görülmektedir. Sabit sermaye yatırımları içerisinde özel sektör payının son yıllarda artışta olduğu görülmektedir. 2001 krizi sonrasında Türkiye’de finansmana erişimin kolaylaşmasıyla birlikte enerji alanında yatırımların

finansmanında en önemli kaynaklardan biride borçlanma yani yurtiçi ve yurtdışı finansal kaynaklar olmuştur. 2002-2018 yılları arasında elektrik üretimi için yapılan 110 Milyar Dolarlık enerji yatırımlarının (özelleştirmeler dahil), 75 Milyar Dolarlık kısmı elektrik üretimine aittir. 75 Milyar Dolarlık elektrik üretiminin %53'ü yani 39.7 Milyar Dolar yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik üretimi için yapılmıştır (SHURA, 2019: 67).



Şekil 4.24 Elektrik üretimi yatırımlarının dağılımı milyar USD 2002-2018 (SHURA, 2019: 67)

Şekil 4.24'de 2002-2018 döneminde elektrik üretimi yatırım dağılımları gösterilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi için yapılan toplam yatırım tutarı 39.7 Milyar Dolar olmuştur. Bu yatırımlara uluslararası finansal kuruluşlar ve yerel bankalar toplamda 27 Milyar Dolarlık finansman sağlamışlardır (SHURA, 2019: 67).

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA)'nın 2018 raporuna göre, Türkiye'de yenilenebilir enerji alanında 84.000 kişi istihdam edilmiştir. Türkiye'de en çok istihdam sağlanan alan 50.000 çalışan ile güneş enerjisi sektöründe olurken, 14.200 kişi rüzgâr enerjisi sektöründe, geri kalan 18.000 kişi ise küçük hidroelektrik ve jeotermal enerji sektörlerinde istihdam edilmiştir (International Renewable Energy Agency, 2018: 21).

4.7 Araştırmanın Bulguları ve Sonuçların Karşılaştırılması

Her ülkede yenilenebilir enerjiyi teşvik etmek amacıyla birçok farklı politika izlenmektedir. Avrupa Birliği gibi bazı bölgesel birlikler, üye ülkeler için ortak hedef belirlesede ülkelerin kendileri de yenilenebilir enerji alanında ulaşmak istedikleri hedefleri belirlemekte ve bu alanda kendi politikalarını oluşturmaktadırlar. İncelenen

ülkelerin enerji politikalarıyla ilgili raporlarında, temel hedeflerinin yenilenebilir enerji kaynak kullanımını arttırarak enerji arz güvenliğini arttırmak ve kendi vatandaşlarına uygun fiyatlı elektrik tedarik etmek olduğu görülmüştür. Ayrıca ülkelerin ortak hedefleri arasında sera gazı ve karbon emisyonlarının azaltılmasını amaçlayan politikaların da oluşturulduğu göze çarpmaktadır. Bu amaçla çıkılan yolda yenilenebilir enerji politikaları ve teşviklerinin yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişimi ile paralel olarak ilerleme kaydediyor olması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılabilirliğini arttırmaktadır.

Ülkelerin sahip oldukları yenilenebilir enerji kaynaklarının yüksek olması, ülkedeki yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişimi açısından motive edici unsur olduğu görülmektedir. Bu gözleme dayalı olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına sınırlı sayıda erişimi olan ülkeler, birçok destek ve finansman modeliyle yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişiminde başarılı olmuştur.

Seçilmiş ülkelerin yenilenebilir enerji alanındaki politikaları ve bu politikalar sonucunda belirlemiş oldukları hedeflere hangi finansman yöntemiyle ulaştıkları incelenmiştir. Almanya, Danimarka, İngiltere, İsveç ve Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikaları değerlendirilmiş, bu politikalarda belirlenen hedeflere ulaşmak için hangi finansman yöntemini kullandıkları, karşılaştırma tablosunda özetlenerek belirtilmiştir. Tablo 4.21'de ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu güçleri, toplam enerji kurulu gücü, toplam enerji kurulu gücü içerisindeki yenilenebilir enerji payı ve yenilenebilir enerji payının oluşmasındaki finansman modelleri belirtilmiştir.

Tablo 4.21 Seçilmiş ülkelerin finansman modellerinin karşılaştırılması

		Analiz Tablosu				
		Almanya	Danimarka	İngiltere	İsveç	Türkiye
YE Kaynak Bazında Kurulu Güç Kapasitesi MW	Güneş	49016	782	23975	244	5063
	Rüzgar	60840	5075	13616	6611	7005
	Hidroelektrik	5595	7	1879	16502	28291
	Jeotermal	-	-	-	-	1283
	Biyokütle	8919	0	7897	8367	739
Toplam Kurulu Gücü MW		124.370	5.864	47.367	31.724	42.381
Toplam Kurulu Güç İçerisindeki Payı %	Güneş	23,0%	15,4%	22,6%	0,6%	5,6%
	Rüzgar	28,6%	36,3%	12,8%	16,6%	7,7%
	Hidroelektrik	2,6%	0,1%	1,8%	41,5%	31,2%
	Jeotermal	-	-	-	-	1,4%
	Biyokütle	4,2%	0%	7,5%	21,0%	0,8%
Toplam YE Payı		58,4%	51,7%	44,7%	79,7%	46,7%

Tablo 4.21 (devamı) Seçilmiş ülkelerin finansman modellerinin karşılaştırılması

		Analiz Tablosu				
		Almanya	Danimarka	İngiltere	İsveç	Türkiye
Finansman Modeli	Sabit Tarife Garantisi	•	•	•		•
	Prim Garantisi	•				
	İhale	•		•		•
	Yeşil Sertifika			•	•	
	Net Ölçüm	•	•			•
Finansman Kaynağı		Kamu, Özel Bankalar, Elektrik Tüketicileri, Yeşil Tahvil	Kamu, Özel Bankalar, Elektrik Tüketicileri	Kamu, Özel Bankalar, Elektrik Tüketicileri	Kamu, Elektrik Tüketicileri	Kamu, Özel Bankalar, Elektrik Tüketicileri

• Tercih edilmiştir.

YE: Yenilenebilir Enerji

Almanya toplamda kurulu güç kapasitesi ve kurulu güç içerisindeki güneş ve rüzgar enerjisi payı dikkat çekmektedir. Toplam kurulu güç içerisindeki yenilenebilir enerji payı %58'in üzerindedir. Almanya'da kullanılan finansman modelleri sabit tarife garantisi, prim garantisi, ihale yöntemleri ve net ölçüm olarak görülmektedir. Alman Hükümeti bu finansman modellerinin kaynaklarını hükümet bütçesinden karşılamaya çalışsada, nüfusun yoğunluğu ve bankaların aktifliği finansman kaynağının ağırlıklı olarak bankalardan ve son kullanıcı olan elektrik tüketicilerine vergi yansıtmasıyla gerçekleşmiştir. Özellikle Almanya'nın KFW Bankengruppe aracılığıyla yeşil tahvil ihraç etmesi, çevre iktisadında "kirliten öder" ilkesiyle uyumlu şekilde, enerji dönüşümünün finansmanında toplumsal sorumluluğun finansal sistemle nasıl entegre edilebileceğini göstermektedir. Bu yaklaşımlar, aynı zamanda çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasında denge kurmayı amaçlayan "çevresel Kuznets Eğrisi" teorisiyle de ilişkilendirilebilir. Bu teoriye göre, ekonomik kalkınmanın başlangıç aşamalarında çevre kirliliği artsa da, belirli bir gelir düzeyine ulaşıldığında çevresel önlemlere daha fazla yatırım yapılır ve kirlilik azalır.

Bunlara ek olarak Almanya Hükümeti'nin onayıyla ulusal banka KFW Bankengruppe yeşil tahvil ihraç ederek finansman desteğine katkıda bulunmuştur. Sabit tarife garantisi ve net ölçüm modellerini kullanan Danimarka, kurulu gücü ile yenilenebilir enerji alanında en çok rüzgâr enerjisine ağırlık vermiştir. Toplam enerji kurulu gücü içerisindeki rüzgâr enerjisi payı %36 olarak görülmektedir. İngiltere ise toplam kurulu

gücü ile yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve biyokütle enerjisine ağırlık verdiği görülmektedir. İngiltere toplam kurulu güç içerisindeki güneş enerjisi payı %22,6 olarak göze çarpmaktadır. İngiltere’de yenilenebilir enerji kaynaklarının finansman yöntemi sabit tarife garantisi, yeşil sertifika modeli ve ihale yöntemi olmuştur. Sadece yeşil sertifika finansman modelini kullanan İsveç, toplam kurulu gücü ve toplam kurulu gücü içerisindeki %79’a ulaşan yenilenebilir enerji payı ile enerji talebinin büyük bir çoğunluğunu yenilenebilir enerji kaynaklarından sağladığı görülmektedir. İsveç yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en çok rüzgâr enerjisi, hidrolik enerji ve biyokütle enerjisi dikkat çekmektedir. Bu kaynaklar İsveç yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en çok arz payına sahip kaynaklardır.

Türkiye kurulu güç kapasitesi ile toplamda %46 oranında yenilenebilir enerji payına sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en çok dikkat çeken hidroelektrik santraller olmuştur. Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında sabit tarife garanti modeli, ihale yöntemi ve net ölçüm finansman modellerini tercih ettiği görülmektedir. Türkiye’de finansman modellerinin fon akışı genelde kamu kaynaklarından, son kullanıcı olan elektrik tüketicilerinden ve bankalar tarafından sağlanmıştır.

Sabit tarife garantisi modeli, birçok ülkede yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmiş olsa da zamanla tüketici üzerindeki mali yükü nedeniyle gözden geçirilmektedir. Bu durum, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin daha esnek ve piyasa odaklı finansman modellerine geçişini gerekli kılmakta; aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik ve enerji arz güvenliği açısından yeni stratejiler geliştirilmesini zorunlu hale getirmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Yenilenebilir enerji kaynakları verimli kullanıldığı takdirde, ülkelerin dışa bağımlılığını azaltarak, yerli ve milli kaynakların kullanımına ve enerji arz güvenliğini kontrol etmeye olanak sağlamaktadır. Sürekli yenilenen ve tükenmeyen yenilenebilir enerji kaynakları, ülkelerin önemli gelir kaynağı haline gelerek, gelecek yıllardaki enerji arz problemini ortadan kaldırmaktadır. Bu kaynaklardan enerji tedarik ederken birçok devlet çeşitli finansman modelleri geliştirmiş ve kullanmıştır. Bu finansman modelleri sayesinde yenilenebilir enerji alanındaki yüksek maliyetlerin önüne geçilerek yenilenebilir enerji kullanımının gelişmesinin yolu açılmış ve santrallerin kurulumundaki sermaye ve fon akışının optimize edilmesi sağlanmıştır.

Bu çalışma ile birlikte kullanılan finansman modellerinin hangi alanda uygulandığı ve bunun sonucunda yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde ortaya çıkan olumlu veya olumsuz sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Oluşturulan finansman modelleri karşılaştırma tablosunda, en çok kullanılan finansman modelinin sabit tarife garanti modeli olduğu görülmektedir. Türkiye de bu sabit tarife garanti modelini uygulamış ve yenilenebilir enerji kaynak kullanımı konusunda kayda değer bir artış göstermektedir. Fakat seçilmiş ülkelerde de görülebileceği üzere, yenilenebilir enerji teknolojilerinin kurulum maliyetlerinin düşmesiyle birlikte uzun vadeli sunulan sabit tarife garanti modelinin uygulanmasının, kademeli olarak kaldırılacağı ve ihale yöntemine geçileceği, gelecek yıllarda ise sabit tarife garanti modelinin uygulanmayacağı ve farklı finansman modellerine yönelimin gerçekleşeceğinin sinyali verilmiştir. Almanya’da uygulanan sabit tarife garantisi, prim garantisi, ihale yöntemi ve net ölçüm finansman modellerinin yenilenebilir enerji alanında Almanya’nın payının %58’in üzerine çıkmasına neden olmuştur. Almanya ve İngiltere, ortalama 1100 kWh/m²/yıl güneş radyasyonuna sahip olmalarına rağmen, ortalama 1500 kWh/m²/yıl güneş radyasyonuna sahip Türkiye’den, Almanya’nın 8 kat, İngiltere’nin ise 4 kat daha fazla güneş enerjisi kurulu gücüne sahip olduğu görülmüştür. Almanya, İngiltere, İsveç ve Danimarka bulundukları konum gereği yüksek derecede rüzgâr potansiyeline sahiptir. Bu 4 ülke rüzgâr enerjisi kurulu gücü olarak Avrupa Birliği üye ülkeleri arasında en çok rüzgâr enerjisi kurulu gücüne sahip ülkelerdir. Türkiye’de de rüzgâr enerjisi kullanımına uygun yoğun rüzgâr potansiyeline sahip bölgeler bulunmaktadır. Seçilmiş ülkelerin rüzgâr potansiyelinin kullanımına

baktığımızda, Türkiye'nin rüzgâr potansiyelini kullanmada aynı ivmede olmadığı görülmektedir. Araştırma boyunca, İngiltere ve İsveç'te, yeşil sertifika finansman modelinin kullanılmasının, rüzgâr enerjisi kurulu gücünde olumlu sonuçlar gösterdiği görülmektedir. Danimarka ise rüzgâr enerjisi artışında sabit tarife garanti modeli ve net ölçüm modelini kullanarak kayda değer artış göstermiştir. Biyokütle enerjisinin kullanılmasını arttırmada en önemli parametrelerden biri olan nüfus yoğunluğunun, Türkiye ve Almanya gibi hemen hemen aynı nüfusa sahip ülkelerin, biyokütle enerji kurulu gücünü tabloda incelendiğinde, Almanya'nın biyokütle enerjisi kurulu gücünde Türkiye'nin 10 katı kapasiteye sahip olduğu göze çarpmaktadır. Türkiye'nin konumu gereği yer altı zenginliği jeotermal kaynaklarını değerlendirmede olumlu yol katettiği görülmektedir. 5346 sayılı teşvik kanunu sabit fiyat garantisi finansman modeli ile jeotermal enerji kurulumunda, seçilmiş ülkeler arasında lider konumda olduğu görülmektedir.

Çalışmanın kısıtları ve geliştirilebilirliği açısından bu çalışma, belirli finansman modelleri ve seçilmiş ülkelerle sınırlı olduğu için, Türkiye'deki bölgesel rüzgâr potansiyeli gibi detaylı yerel analizlere yeterince derinlik kazandırmamıştır. Gelecekte, yerel düzeyde rüzgâr ve biyokütle enerjisi potansiyelinin daha ayrıntılı incelenmesi ve finansman modellerinin bölgesel farklılıklarla ilişkilendirilmesi araştırmanın kapsamını genişletebilir. Ayrıca, yeşil sertifika ve sabit tarife modellerinin uzun vadeli sürdürülebilirlik etkilerinin saha verileriyle desteklenmesi önem taşımaktadır. Bu araştırma, Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyelini kullanmadaki gecikmesini ve Almanya'nın biyokütle kapasitesindeki üstünlüğünü karşılaştırmalı olarak ortaya koymasıyla literatüre katkı sağlamaktadır. Ayrıca, Türkiye'nin jeotermal enerji teşvik uygulamalarında lider pozisyonu literatürde nadir işlenen özgün bir bulgudur.

5.2 Öneriler

Türkiye'nin mevcut potansiyelini daha etkili kullanabilmesi için finansman modellerinde çeşitliliği artırması önerilmektedir. Özellikle Almanya'daki gibi yeşil tahvil uygulamaları ve prim garantisi modeli ile yatırımcıların teşvik edilmesi, güneş ve rüzgâr kurulu gücünün artmasına katkı sağlayabilir. Ayrıca, yeşil sertifika gibi piyasa temelli mekanizmaların uygulanması ile özel sektör yatırımlarının artırılması sağlanabilir. Türkiye'nin güçlü olduğu hidroelektrik ve jeotermal alanların yanı sıra,

düşük olduğu biyokütle gibi alanlara da daha fazla yatırım yapılması, enerji çeşitliliği ve arz güvenliği açısından önem arz etmektedir.

Türkiye, 2017 yılından itibaren sabit tarife garantisi modelinden aşamalı olarak ihale yöntemine geçmiştir. Ancak gerçekleştirilen ihalelerde kazanan firmaların projeleri hayata geçirmekte zorlandığı ve üretim sürecine geçemedikleri gözlemlenmektedir. Bu bağlamda, projelerin uygulanabilirliğini artırmak amacıyla firmaların finansal kapasitelerinin güçlendirilmesi, ihale süreçlerinde finansal yeterlilik kriterlerinin daha etkin değerlendirilmesi ve finansman erişiminin kolaylaştırılması önerilmektedir. Ayrıca yenilikçi finansman mekanizmalarının (örneğin yeşil tahviller, proje bazlı finansman, kamu-özel iş birlikleri) daha aktif kullanımı teşvik edilmeli ve yatırım ortamının sürdürülebilirliğini destekleyecek yasal ve kurumsal düzenlemeler hayata geçirilmelidir.

Bu süreç, aynı zamanda yeni istihdam alanlarının yaratılması ve enerji ihracatı potansiyelinin güçlenmesi ile ekonomik kalkınmaya da katkı sağlayacaktır. İngiltere ve İsveç'te başarılı biçimde uygulanan yeşil sertifika finansman modelinin, Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyelinden daha etkin yararlanmasına katkı sunabileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca, sabit tarife garantisi ve prim garantisi gibi finansman modellerinin daha etkili biçimde uygulanabilmesi için, Almanya örneğinde olduğu gibi, Türkiye'deki ulusal bankaların yeşil tahvil ihracı yoluyla kaynak yaratması önemlidir. Bu kaynakların yenilenebilir enerji projelerine yönlendirilmesi, enerji yatırımlarının hızlandırılmasına ve sektörel büyümenin desteklenmesine olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Abolhosseini, Shahrouz, ve Almas Heshmati. (2014). The Main Support Mechanisms to Finance Renewable Energy Development. IZA Discussion Paper Series, 2-20.
- Ağaçbiçer, Gökhan. (2010). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler. (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akbaş, Serengül Yüksel. (2019). Girişimciler ve Yatırımcıları Buluşturan Alternatif Finansman Yöntemi: Kitleli Fonlama. (Yüksek Lisans Tezi). Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ağustos.
- Akdağ, Vedat, ve Mustafa Gözen. (2019). Yenilenebilir Enerji Projelerine Yönelik Güncel Yatırım ve Finansman Modelleri: Seçilmiş Ülke Örnekleri Üzerinden Bir Değerlendirme. İzmir Democracy University Social Sciences Journal, 138-172.
- Akın, Galip. (2016). Yozgat İlinin Jeotermal Kaynakları ve Özellikleri. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, 37: 101-112.
- Albayrak, Berat. (2011). Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Finansmanı: Bir Uygulama. (Doktora Tezi). İstanbul: Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Aracı, Fulya. (2013). Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Termal Enerji Kaynaklarından Yararlanma. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Arık, Ahmet. (2016). Yenilenebilir Enerji Politikalarının Sürdürülebilirliği: AB Ülkeleri ve Türkiye Açısından Bir Değerlendirme. (Yüksek Lisans Tezi). Ordu: Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Asian Development Bank. (2020). About ADB. 23 Mart. Erişildi: Mart 23, 2020. <https://www.adb.org/who-we-are/main>.
- Bahn-Walkowiak, Bettina, ve Henning Wilts. (2015). European Commission-Innovation in Germany -EOI Country Profile. EOI Country Profile. Belçika: Technopolis Group Belçika.
- Barbosa, Luciana, Claudia Nunes, Artur Rodrigues, ve Alberto Sardinha. (2018). Feed-in Tariff Contract Schemes and Regulatory Uncertainty. Elsevier Energy Economics, 517-541.
- Bayraktar, Yüksel, ve Halil İbrahim Kaya. (2016). Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Rüzgar Enerjisi Açısından Bir Karşılaştırma; Çin, Almanya ve Türkiye Örneği. Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 2 (4): 1-18.
- Baysan, Yasin. (2019). Yeşil Tahviller ve İklim Finansmanı. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü.
- Bloomberg New Energy Finance. (2020). Germany Country Profile. 27 Mart. Erişildi: Mart 27, 2020. <https://www.bnef.com/core/country-profiles/DEU/commentary>.

- Byman, Karin. (2016). Electricity Production in Sweden. Stockholm: Royal Swedish Academy of Engineering Sciences.
- Chen, Yiran, Hei Thung Chen, Shihang Feng, Yu Ho Lau, Wai Hong Tse, Lierde Van, ve Maggy P. Robin. (2017). Feed-in Tariff For Renewable Energy in Germany and Hong Kong. University of Hong Kong Outstanding Academic Papers by Students 1-14.
- Climate Bonds Initiative. (2020). 2019 Green Bond Market Summary. Summary, Climate Bonds Initiative .
- Climate Bonds Initiative. (2019). Germany Green Finance State of the Market 2019. Update, Climate Bonds Initiative.
- Committee on Climate Change. (2011). The Renewable Energy Review. Review, İngiltere.
- Cruciani, Michel. (2016). The Energy Transition in Sweden. Paris: Ifri Center for Energy.
- Çelikkaya, Ali. (2017). Yenilenebilir Enerjinin Teşvikine Yönelik Uluslararası Kamu Politikaları Üzerine Bir İnceleme. Maliye Dergisi, 172: 52-84.
- Çetinkaya, Nurettin. (2016). Improving Flexible Feed-in Tariff Modelling For Renewable Energy Pricing. International Journal of Electrical Energy, 4 (2): 122-126.
- Çıray, Betül. (2019). Türkiye'nin Enerji Politikası ve Yenilenebilir Enerji Üretimine Sağlanan Teşvikler. (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Danish Energy Agency. (2017). Denmark's Energy and Climate Outlook 2017. Outlook, Copenhagen: Danish Energy Agency.
- Danish Energy Agency. (2016). The Danish Energy Model Innovative, Efficient and Sustainable. Danish Energy Agency.
- Deloitte. (2014). Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı. Deloitte.
- Demir, Zafer, ve Nesrin Çolak. (2015). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretimindeki Yeri ve Devlet Teşvikleri. International Sustainable Buildings Symposium. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Denmark Ministry of Climate, Energy and Buildings. (2012). Accelerating Green Energy Towards 2020. The Danish Energy Agreement of March 2012. Denmark Ministry of Climate, Energy and Buildings.
- Department for Business, Energy and Industrial Strategy. (2020). Renewables Energy Statistics. <https://www.gov.uk/government/collections/renewables-statistics>.
- Department for Business, Energy and Industrial Strategy. (2019). UK Energy in Brief 2019. Brief, İngiltere: UK National Statistics.
- Department of Energy & Climate Change. (2011). UK Renewable Energy Roadmap.

- Dinamo Consulting. (2020). Proje Finansmanı ve Finansal Fizibilite. İstanbul, 20 Mart. Erişildi: Mart 20, 2020.
- Dinçer, Furkan, İpek Atik, Şaban Yılmaz, ve Ali Çıngı. (2017). Hidrolik Enerjisinden Yararlanmada Ülkemiz ve Gelişmiş Ülkelerin Mevcut Durumlarının Analizi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 8 (3): 555-561.
- Durmuşoğlu, Sercan. (2015). Türkiye'nin Enerji Politikaları ve Komşu Ülkeler İle Uluslararası İlişkilerine Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aralık.
- Dursun, Sibel. (2016). Biyokütle-Rüzgar-Güneş Hibrit Güç Üretim Sistemi Kullanılarak Kırıkkale Üniversitesi Kayalı Yerleşkesinin Tekno Ekonomik Açından Değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Kırklareli: Kırklareli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mart.
- E.R. Yescombe YLC Consulting Ltd. (2014). Principles of Project Finance. 2. USA: Elsevier Inc.
- Ecofys Netherlands BV. (2011). Financing Renewable Energy in The European Energy Market. Final Rapor, Hollanda: European Comission, DG Energy.
- Energinet. (2018). Denmark Enviromental Report 2018 Enviromental Report for Danish Electricity and CHP for 2017 Status Year. Energinet.dk.
- Energy UK. (2018). Energy in The UK 2018.
- Energypedia. (2020). Renewable Energy Quota and Certificate Schmemes Sweden. https://energypedia.info/wiki/Renewable_Energy_Quota_and_Certificate_Schemes.
- Enerji Atlası. (2020). Ülkelere Göre Dünya Petrol Rezervi. <https://www.enerjiatlası.com/rezerv/dunya-petrol-rezervi.html>.
- Enerji Atlası. (2020). Ülkelere Göre Jeotermal Enerji. <https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-jeotermal-enerji.html>.
- Enerji Portalı. (2020). Hidroelektrik Enerjisi Nedir. <https://www.enerjiportalı.com/hidroelektrik-enerjisi-hes-nedir-nasil-elektrik-uretir>.
- Erdoğan, Nurettin. (2020). Türkiye'de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ile Yenilenebilir Enerji Üretimi Arasındaki Etkileşim ve Finansal Yansımaları. (Yüksek Lisans Tezi). Sivas: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ocak.
- Erik, Nazan Yalçın, ve Merve Şerife Koşaroğlu. (2016). Tarihsel Süreç Boyunca Değişen Petrol Fiyatları; Şeyl Gazı Etkisi ve Bazı Öngörüler. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 17 (2): 119-139.
- Erkoç, Rıdvan. (2019). Güneş Enerji Santrallerinin Modellenmesi, Ekonomik Analizi ve Değerlendirme: Almanya ve Türkiye Uygulamaları. (Yüksek Lisans Tezi). Ordu: Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- European Bank for Reconstruction and Development. What We Do. <https://www.ebrd.com/what-we-do.html>.
- European Development Fund. (2020). Hakkında: EDF. https://ec.europa.eu/info/strategy/eu-budget/documents/european-development-fund_en.
- European Investment Bank. (2020). About Us: EIB. <https://www.eib.org/en/about/index.htm>.
- Federal Ministry for Economic Affairs and Energy BMWi. (2018). Renewable Energy Sources in Figures. National and International Development 2016. Berlin: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi).
- Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. (2020). Times Series for The Development of Renewable Energy Sources in Germany. https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html.
- Finnerty, John D. (2007). Asset-Based Financial Engineering. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.
- Fraunhofer Institute For Solar Energy Systems ISE. (2020). Public Net Electricity Generation in Germany 2019. News. Almanya: Fraunhofer Institute for SolarEnergy Systems ISE Press and Public Relations
- Fulton, Mark, ve Reid Capalino. (2012). The German Feed-in Tariff: Recent Policy Changes. Technical, New York: Deutsche Bank Group DB Climate Change Advisors.
- Futurepolicy.org. (2020). The German Feed-in Tariff. <https://www.futurepolicy.org/climate-stability/renewable-energies/the-german-feed-in-tariff/>.
- Gedik, Özge Torunoğlu. (2015). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Haziran.
- Girgin, Mehmet Harun. (2011). Bir Fotovoltaik Güneş Enerjisi Santralının Fizibilitesi, Karaman Bölgesinde 5 MW'lık Güneş Enerjisi Santrali İçin Enerji Üretim Değerlendirmesi ve Ekonomik Analizi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ocak.
- Gov.UK. (2008). Climate Change Act 2008. Chapter 27.
- Gov.UK. (2020). Contracts for Difference. <https://www.gov.uk/government/publications/contracts-for-difference/contract-for-difference>.
- Gov.UK. (2009). National Renewable Energy Action Plan for UK. Article 4 of the Renewable Energy Directive 2009/28/EC.
- Gov.UK. (2017). The Clean Growth Strategy. Leading the Way to a Low Carbon Future. Government UK.

- Gov.UK. (2008). The UK Low Carbon Transition Plan. National Strategy for Climate and Energy. Gov. UK.
- Griffith-Jones, Stephany. (2016). National Development Banks and Sustainable Infrastructure; the case of KfW. Boston University Global Economic Governance Initiative, 1-33.
- Grover, David. (2013). The British Tariff for small renewable energy systems: Can it be made fairer. Policy Paper. Centre for Climate Change Economics and Policy Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, Ekim.
- Güler, Ozan, ve Ekrem Tufan. (2015). Yeşil Bankacılık ve Yeşil Krediler: Antalya'daki 45 Yıldızlı Otel İşletmelerinin Bakış Açıları Üzerine Bir Araştırma. Turizm Araştırmaları Dergisi, 26 (1): 80-96.
- Harms, Natalie. (2015). Kingdom of Denmark Transformational Change: Danish 100% Renewable Energy Policy. Case Study. International Partnership on Mitigation and MRV.
- Hinson, Suzanna. (2018). Tidal Lagoons. House of Commons Library, 1-25.
- Hitaj, Claudia, Michael Schymura, ve Andreas Löschel. (2014). The Impact of a Feed in Tariff on Wind Power Development in Germany. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH Centre for European Economic Research, 1-32.
- IEA Bioenergy. (2018). Country Reports: Denmark 2018 Update. Country Reports, IEA Bioenergy.
- International Atomic Energy Agency. (2014). Country Nuclear Power Profiles 2018 Edition. Sweden. IAEA.
- International Energy Agency. (2017). Denmark 2017 Review. Review Report, International Energy Agency.
- International Energy Agency. (2024). www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-renewable-electricity-generation-by-source-2014-2025
- International Energy Agency. (2020). Germany 2020 Energy Policy Review. International Energy Agency.
- International Energy Agency. (2020). Renewable Energy Finance Green Bonds. Green Bonds Review, Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
- International Energy Agency. (2019). Sweden 2019 Review. Energy Policies of IEA Countries. IEA.
- International Energy Agency. (2019). United Kingdom 2019 Review. Review, IEA.
- International Energy Agency. (2019). United Kingdom 2019 Review Executive Summary. Summary, IEA.
- International Finance Corporation. (2020). About IFC. https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/corp_ext_content/ifc_external_corporate_site/home.

- International Renewable Energy Agency. (2018). Renewable Energy and Jobs 2018. Annual Review, IRENA.
- Kandır, Serkan Yılmaz, ve Soner Yakar. (2017). Yenilenebilir Enerji Yatırımları İçin Yeni Bir Finansal Araç: Yeşil Tahviller. Maliye Dergisi, (172): 85-110.
- KPMG. (2019). Sektörel Bakış - Enerji. KPMG.
- KPMG Türkiye. (2016). Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Vergi ve Teşvikler. Genel Görünüm, KPMG Türkiye
- Külekçi, Candan Özlem. (2009). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 1.
- Mabee, Warren E., Justine Mannion, ve Tom Carpenter. (2012). Comparing the Feed in Tariff Incentives for Renewable Electricity in Ontario and Germany. Elsevier Energy Policy 480-489.
- Mendonça, Miguel, ve James Core. (2008). Success Story: Feed-in Tariffs Support Renewable Energy in Germany. Makale. World Future Council and Climate and Energy Network.
- MidSeff. (2020). Midseff.org Hakkımızda. <https://www.midseff.com/sayfa/facility>.
- Multilateral Investment Guarantee Agency. (2020). About: Miga. <https://www.miga.org>.
- OECD. (2020). Renewable Energy Feed in Tariffs. https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=RE_FIT.
- Office for National Statistics. (2020). Statistical Bulletin. Low Carbon and Renewable Energy economy, UK: 2018. Government UK-National Statistics, 16 Ocak.
- OFGEM. (2020). About RO. <https://www.ofgem.gov.uk/environmental-programmes/ro/about-ro>.
- OFGEM. (2020). About the Smart Export Guarantee (SEG). <https://www.ofgem.gov.uk/environmental-programmes/smart-export-guarantee-seg/about-smart-export-guarantee-seg>.
- OFGEM. (2019). Renewables Obligation Annual Report 2018-2019. Annual Report, OFGEM.
- Önder, Kasım. (2019). Enerji Kaynağı Olarak Doğal Gaz Kullanımı ve Doğal Gaz Kullanımına Yönelik Depolama Sistemlerinin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özdemir, Salih. (2019). Alternatif ve Nükleer Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Fransa Örneği. Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi, 302-313.
- REN21. (2019). Renewables 2019 Global Status. Global, REN21.

- Renewable Energy Sources Legal. (2020). Loan-KFW Renewable Energy Programme Standard. <http://www.res-legal.eu/search-by-country/germany/single/s/res-e/t/promotion/aid/loan-kfw-renewable-energy-programme-standard/>.
- Renewable Energy Sources Legal. (2013). Renewable Energy Policy Database and Support - RES LEGAL Europe National Profile: Denmark. Berlin.
- Sakarya, Şakir ve Hasan Sezgin. (2015). Sendikasyon Kredisi Kullanımının Bankaların Hisse Senedi Getirilerine Etkisi: Olay Çalışması Yöntemiyle BİST'de Bir Uygulama. Bankacılar Birliği Dergisi, 26 (92): 6-7.
- SHURA. (2019). Türkiye'de Enerji Dönüşümünün Finansmanı. SHURA.
- Soylu, Bilge Nihan. (2019). Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Konya İlinin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli. (Yüksek Lisans Tezi). Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Swedish Energy Agency. (2012). The Electricity Certificate System. Stockholm: Swedish Energy Agency.
- Swedish Energy Agency. (2018). Energy in Sweden 2018. An Overview, Stockholm: Swedish Energy Agency.
- Swedish Energy Agency. (2019). Energy in Sweden 2019. An Overview, Swedish Energy Agency.
- Şen, Semih. (2017). Yenilenebilir Enerji Üretiminde Maliye Politikası Aracı Olarak Teşviller: Seçilmiş Bazı Avrupa Ülkelerinin Deneyimleri ve Türkiye. Journal of Life Economics, 4 (1): 59-76.
- Şenol, Halil, Emre Aşkın Elibol, Ünsal Açikel ve Merve Şenol. (2017). Türkiye'de Biyogaz Üretimi için Başlıca Biyokütle Kaynakları. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6 (2): 81-92.
- Şenol, Ümit. (2017). Rüzgâr Enerjisi ve Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Tahmini. (Yüksek Lisans Tezi). Yozgat: Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 2017.
- Tagliapietra, S. (2022). Geopolitics of the Energy Transition. Springer.
- T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2019). Elektrik Piyasası Sektör Raporu 2018. Ankara: EPDK Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020). Mevzuat. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Mevzuat>.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). 2019-2023 Stratejik Plan. Ankara: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020). enerji.gov.tr. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik>.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020). Rüzgâr. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar>.

- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020). Türkiye Kömür Enerjisi Bilgileri. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur>.
- Taner, Ahmet Cangüzel. (2011). Almanya Enerji Devrimi ve Enerji Dönüşümü- Energiewende Politikaları, Fosil Yakıtı ve Nükleer Enerji Tabanlı Ekonomi Sistemi Portföyünden Yenilenebilir Enerji Kaynakları Temelli Ekonomi Sistemi Portföyüne Transformasyon. Makale. Fizik Mühendisleri Odası.
- TEPAV. (2016). Enerji Politikaları ve Yatırımlar Üzerindeki Etkisi. TEPAV.
- The Secretary of State for Trade and Industry. (2007). Meeting the Energy Challenge. A White Paper on Energy May 2007. Norwich: The Sectionery Office TSO, May.
- Tureeff. (2020). Tureeff.org Hakkımızda. <https://www.tureeff.org/hakkimizda>.
- Turkey Investment Office. (2020). Energy Overview. <https://www.invest.gov.tr/en/Sectors/Pages/energy.aspx>.
- Turkey Investment Office. (2020). Guide to Investing in Turkish Renewable Energy Sector. <https://www.invest.gov.tr/en/library/publications/lists/investpublications/guide-to-investing-in-turkish-renewables-energy-sector.pdf>.
- Turseff. (2020). Turseff.org. <https://www.turseff.org/sayfa/geffs>.
- Turseff. (2020). Turseff.org Hakkımızda. <https://www.turseff.org/page/facility>.
- Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü. (2019). 2019-2023 Stratejik Plan. TEİAŞ.
- Türkiye Petrolleri A.O. (2019). 2018 Yılı Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu. Türkiye Petrolleri Strateji Geliştirme ve Daire Başkanlığı.
- Türkiye Sermaye Piyasası Kurulu. (2020). Girişimci Sermayesi Yatırım Ortaklıkları: Tanıtım Rehberi. <https://www.spk.gov.tr/Sayfa/AltSayfa/206>.
- Türkiye Sınai Kalkınma Bankası. (2019). Enerji Sektör Görünümü 2019. TSKB.
- Türkiye Sınai Kalkınma Bankası. (2019). Sector Overview Energy. TSKB.
- Ulusoy, Ahmet ve Ceyda Bayraktar Daştan. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel Teşviklerin Değerlendirmesi. Hak-İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 7 (17): 124-160.
- Urmamen, Esra. (2019). Türkiye'de ve Dünyada Enerji Verimliliği. (Yüksek Lisans Tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Uyanık, Sırrı. (2018). Uluslararası Yankılarıyla Enerji Politikalarında Bir Sürdürülebilirlik Deneyimi: Almanya ve Yenilenebilir Enerji. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 17 (68): 1570-1584.
- Ürker, Okan, ve Nesrin Çobanoğlu. (2012). Türkiye'de Hidroelektrik Santrallerin Durumu (HESLER) ve Çevre Politikaları Bağlamında Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 3 (2): 65-88.

- Ürün, Emre, ve Esra Soyu. (2016). Türkiye'nin Enerji Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üzerine Bir Değerlendirme. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 31-45.
- Vielhaber, Robert. (2017). European Investment Bank Celebrates Green Bonds 10th Anniversary. Munich: UniCredit Research.
- Voropaeva, Lyudmila N., ve Tatiana V. Yurieva. (2019). Project Finance: Principles and Efficiency. 8th Scientific Conference on Project Management in the Baltic States. Latvia: PM World Journal. 1-15.
- Wakulat, ve J. Robert. (2018). Feed in Tariff. Encyclopedia. Salem Press Encyclopedia.
- Wind Energy International. (2020). Global Statistic 2018. <https://library.wwindea.org/global-statistics-2018-preliminary/>.
- World Bank. (2020). Who We Are, What We Do. <https://www.worldbank.org/>.
- Xydis, George, ve Nick Vlachakis. (2019). Feed-in Premium Renewable Energy Support Scheme: A Scenario Approach. MDPI Journal, 8 (106): 1-13.
- Yacoub, Liza Liwiz, ve Frida Hugaas. (2018). The Swedish-Norwegian Electricity Certificate Market Annual Report 2018. NVE, Swedish Energy Agency.
- Yağız, Azada. (2016). Türkiye'de Doğal Gaz Piyasası ve Doğal Gaz Fiyatları Üzerinde Petrol Fiyatları Etkisinin İncelenmesine Yönelik Bir Araştırma. (Yüksek Lisans Tezi). Antalya: Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yeşilkuş, Mehmet Salih. (2019). Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Net İthalatçı ve Net İhracatçı Ülkeler Üzerine Ampirik Bir Analiz. (Yüksek Lisans Tezi). Zonguldak: Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yıldırım, Hasan Hüseyin. (2016). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Projelerinin Finansman Yöntemleri. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19 (36-1): 725-746.
- Yılmaz, Eren Alper, ve Hatice Can Öziç. (2018). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Gelecek Hedefleri. Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 8 (3): 525-535.
- Yılmaz, Olcay. (2015). Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye. (Yüksek Lisans Tezi). Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yurdadoğ, Volkan, ve Şebnem Tosunoğlu. (2017). Renewable Energy Support Policies in Turkey. Eurasian Academy of Sciences Eurasian Business & Economic Journal, 9: 1-21.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyad, Ad

ONAT, Mehmet

Web sayfası

(Research Gate, Academia, vs.)

Eğitim Bilgileri

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Dicle Üniversitesi	
Lisans	Anadolu Üniversitesi	2011
Lise	Namık Kemal Lisesi	2002

İş Deneyimi

Dönem (Yıl)	Şirket, Kurum Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu	Görev Muhasebe Yetkilisi
2012 -.....		

Yabancı Dil: İngilizce

Yayınlar

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Özel İlgiler

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ BENZERLİK BİLDİRİMİ FORMU

Öğrencinin Adı, Soyadı	Mehmet ONAT
Öğrenci No	23828019
Ana Bilim Dalı	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
Program Türü	Proje ☐ Yüksek Lisans * ☐ Doktora ☐
Tez Danışmanı (Ünvanı, Adı, Soyadı)	Doç Dr. Fatih KOÇYİĞİT
(Varsa) II. Tez Danışmanı (Ünvanı, Adı, Soyadı)	
Tez Başlığı	İŞLETMELERİN YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINDA FİNANSMAN MODELLERİNİN KÂRLILIK ÜZERİNDEKİ ANALİZİ
RAPOR BİLGİLERİ	
Raporlama Aşaması	Tez Savunma Sınavı Sonrası
Sayfa Sayısı	131
Raporlama Tarihi	
Benzerlik Oranı (%)	%21

Yukarıda bilgileri verilen tez çalışmamın toplam 131 sayfalık kısmına ilişkin, 12/06/2025 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin isimli intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %21 olarak tespit edilmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

- ☐Başlangıç Bölümleri (Kabul ve Onay sayfası, Teşekkür sayfası, Özet/Abstract) hariç
☐Kaynaklar hariç
☐Alıntılar hariç/dâhil
☒Diğer (Herşey dahil)

Tezimin benzerlik oranı, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İntihal Raporu Uygulama Esaslarında belirtilen üst sınır benzerlik oranını aşmamaktadır. Tez benzerlik oranı üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu bildirir, gereğini arz ederim.

Öğrencinin Adı, Soyadı: Mehmet ONAT

Tarih: 04.07.2025

İmza:

Danışman Adı, Soyadı: Doç.Dr. Fatih KOÇYİĞİT

İmza:

Tarih: 04.07.2025

Ana Bilim Dalı Başkanı Adı, Soyadı: Doç.Dr. Fatih KOÇYİĞİT

İmza:

Tarih:04.07.2025