

T.C.
GALATASARAY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI

FİNANSAL GELİŞMİŞLİĞİN YENİLENEBİLİR ENERJİ
TEŞVİKİNE ETKİSİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YUSUF AKGÜNDÜZ

Tez Danışmanı: DOÇ. DR. Z. SEVGİ İNECİ

EYLÜL, 2024

T.C.
GALATASARAY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI

FİNANSAL GELİŞMİŞLİĞİN YENİLENEBİLİR ENERJİ
TEŞVİKİNE ETKİSİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YUSUF AKGÜNDÜZ

Tez Danışmanı: DOÇ. DR. Z. SEVGİ İNECİ

EYLÜL, 2024

ÖNSÖZ

Bu tezi tamamlamamda yönlendirmeleri, hatırlatmaları ile bana destek olan tez danışmanım Doç. Dr. Sevgi İnceci'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ABSTRACT	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
GİRİŞ	1
1. KAVRAMSAL AÇIDAN ENERJİ, ÖNEMİ VE UNSURLARI	4
1.1. Enerji'nin Tanımı	4
1.2. Enerji Kaynak Türleri	5
1.2.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları	6
1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	11
1.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Amacı ve Önemi	20
1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelme	21
2. FİNANSAL GELİŞME VE YENİLENEBİLİR ENERJİ İLİŞKİSİ	25
2.1. Finansal Gelişme Kavramı	25
2.2. Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi İlişkisi	28
2.3. Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Finansal Gelişme	32
2.4. Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Finansal Gelişme İlişkisini İnceleyen Çalışmalar	33
3. SEÇİLMİŞ ÜLKELERDE YENİLENEBİLİR ENERJİYE YÖNELİK TEŞVİK POLİTİKALARI	39
3.1. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)	39
3.2. Almanya	42
3.3. Çin Halk Cumhuriyeti	44
3.4. Hindistan	47
3.5. Fransa	51
3.6. Birleşik Krallık	54
3.7. İtalya	57
3.8. İspanya	59
3.9. İsveç	62
3.10. Japonya	64

3.11. Kanada.....	67
3.12. Norveç	69
3.13. Danimarka	70
3.14. Avustralya.....	72
3.15. Brezilya.....	73
3.16. Türkiye	75
SONUÇ	78
KAYNAKÇA.....	81
ÖZGEÇMİŞ	95
TEZ ONAY SAYFASI	Error! Bookmark not defined.



KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
CfD	Contracts for Difference
GEPA	Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
GW	Gigawatt
GWh	Gigawatt Saat
IEA	International Energy Agency
IEEFA	Institute for Energy Economics and Financial Analysis
IHA	International Hydropower Association
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRENA	International Renewable Energy Agency
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt Saat
MNRE	Ministry of New and Renewable Energy
MW	Megawatt
MWh	Megawatt Saat
NFFO	Non-Fossil Fuel Obligation
NSM	National Solar Mission
PROINFA	Alternative Electricity Sources Incentive Programme
PV	Fotovoltaik – Photovoltaic

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1. Fosil Yakıt Rezervleri Ve Gelecekleri.....	7
Şekil 2. Dünya Geneline Güneş Enerjisi Kurulu Gücü (2011-2021 GW)	12
Şekil 3. Dünya Geneline Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü (2012-2022 GW).....	14
Şekil 4. Dünya Geneline Biyokütle Enerjisi Kurulu Gücü (2012-2022 GW).....	15
Şekil 5. Dünya Geneline Jeotermal Enerjisi Kurulu Gücü (2012-2022 GW).....	16
Şekil 6. Dünya Geneline Hidroelektrik Enerjisi Kurulu Gücü (2012-2022 GW)....	18
Şekil 7. Dünya Geneline Deniz Enerjisi Kurulu Gücü (2012-2022 MW)	20
Şekil 8. Kişi Başına Enerji Tüketimi ve Kişi Başı GSYİH.....	20

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1. Enerji Kaynakları.....	6
Tablo 2. Finansal Gelişmenin Yenilenebilir Enerji Yatırımları Üzerindeki Etkisi....	27



ABSTRACT

In recent years, growing concerns about the impact of climate change on our planet have intensified. To address this issue, countries have shifted their focus toward renewable energy sources such as wind, solar, and hydropower. Governments around the world have started offering tax credits, subsidies, and other financial incentives to encourage businesses and individuals to invest in renewable energy. However, many countries have designed different incentive mechanisms to promote the adoption of renewable energy. In this context, the diverse incentive strategies employed by countries play a significant role in determining the success of renewable energy promotion. On the other hand, financial development involves the growth and diversification of a country's financial institutions, markets, and instruments. It ensures the efficient allocation of financial resources, better risk management, and improved access to financing. These factors are critical for promoting renewable energy investments, as they facilitate easier access to capital, lower borrowing costs, and provide greater certainty for investors. Studies have shown that countries with well-developed financial systems tend to have higher adoption rates of renewable energy. The purpose of this study is to examine the effects of financial development on renewable energy incentives. In this regard, the aim is to investigate which incentive mechanisms are applied for renewable energy in selected countries with varying degrees of financial development. In the study, the incentive mechanisms created by 16 countries during their transition to renewable energy were addressed, and it was observed that many countries have employed similar incentive mechanisms. Additionally, it was emphasized that these incentives have increased renewable energy investments and accelerated the transition to renewable energy.

Keywords: Energy, energy types, financial development, incentives for renewable energy.

ÖZET

Son yıllarda iklim değişikliğinin gezegenimiz üzerindeki etkisine dair artan endişe gittikçe büyümektedir. Ülkeler bu sorunla mücadele etmek adına odaklarını rüzgâr, güneş ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına kaydırmaktadır. Dünyanın dört bir yanındaki hükümetler vergi kredileri, sübvansiyonlar ve diğer mali avantajlar sunarak işletmeleri ve bireyleri yenilenebilir enerjiye yatırım yapmaya teşvik etmeye başlamıştır. Ancak yenilenebilir enerjinin benimsenmesini teşvik etmede birçok ülke farklı teşvik mekanizmaları kurgulamıştır. Bu bağlamda, ülkelerde uygulanan farklı teşvik stratejileri yenilenebilir enerji teşviklerinin başarısının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Diğer taraftan finansal gelişme, bir ülkedeki finansal kurumların, piyasaların ve araçların büyümesini ve çeşitlenmesi içerir. Finansal kaynakların verimli bir şekilde tahsis edilmesini, daha iyi risk yönetimini ve finansmana erişimin artmasını sağlar. Bu faktörler, sermayeye daha kolay erişimi kolaylaştırması, borçlanma maliyetlerini düşürmesi ve yatırımcılara daha fazla kesinlik sağlaması nedeniyle yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvik edilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Araştırmalar, iyi gelişmiş finansal sistemlere sahip ülkelerin yenilenebilir enerjiyi benimseme oranının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, finansal gelişmişliğin yenilenebilir enerji teşviklerine ilişkin etkilerinin incelenmesidir. Bu doğrultuda bu çalışmada, finansal gelişmişlikleri belli ölçüde farklılaşan seçilmiş ülkelerde yenilenebilir enerjiye yönelik hangi teşvik mekanizmalarının uygulandığı araştırılmıştır. Çalışmada 16 ülkenin yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinde oluşturdukları teşvik mekanizmalarına değinilmiş ve birçok ülkenin benzer teşvik mekanizmalarına başvurduğu görülmüştür. Diğer taraftan ilgili teşviklerin yenilenebilir enerji yatırımlarını arttırdığı ve yenilenebilir enerjiye geçişi hızlandırdığı vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, enerji türleri, finansal gelişme, yenilenebilir enerjiye yönelik teşvikler.

ABSTRACT

Ces dernières années, les préoccupations croissantes concernant l'impact du changement climatique sur notre planète se sont intensifiées. Pour faire face à ce problème, les pays ont réorienté leur attention vers des sources d'énergie renouvelable telles que l'éolien, le solaire et l'hydroélectricité. Les gouvernements du monde entier ont commencé à offrir des crédits d'impôt, des subventions et d'autres incitations financières pour encourager les entreprises et les particuliers à investir dans les énergies renouvelables. Cependant, de nombreux pays ont mis en place des mécanismes d'incitation différents pour promouvoir l'adoption des énergies renouvelables. Dans ce contexte, les diverses stratégies d'incitation adoptées par les pays jouent un rôle déterminant dans le succès des politiques de promotion des énergies renouvelables. Par ailleurs, le développement financier comprend la croissance et la diversification des institutions financières, des marchés et des instruments d'un pays. Il assure une allocation efficace des ressources financières, une meilleure gestion des risques et un accès accru au financement. Ces facteurs sont essentiels pour promouvoir les investissements dans les énergies renouvelables, car ils facilitent l'accès au capital, réduisent les coûts d'emprunt et offrent une plus grande certitude aux investisseurs. Les études montrent que les pays dotés de systèmes financiers bien développés présentent des taux d'adoption des énergies renouvelables plus élevés. L'objectif de cette étude est d'examiner les effets du développement financier sur les incitations aux énergies renouvelables. À cet égard, cette étude vise à analyser quels mécanismes d'incitation sont appliqués en faveur des énergies renouvelables dans des pays sélectionnés, présentant différents niveaux de développement financier. Dans l'étude, les mécanismes d'incitation créés par 16 pays lors de leur transition vers les énergies renouvelables ont été abordés, et il a été observé que de nombreux pays ont utilisé des mécanismes d'incitation similaires. De plus, il a été souligné que ces incitations ont augmenté les investissements dans les énergies renouvelables et accéléré la transition vers ces énergies.

Mots-clés : Énergie, types d'énergie, développement financier, incitations aux énergies renouvelables.

GİRİŞ

Günümüzde sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ve çevresel sorunların çözülmesi adına yenilenebilir enerji kaynaklarının teşviki büyük önem taşımaktadır. Etkili bir şekilde işleyen finansal sistemler, bu teşviklerin başarılı bir şekilde hayata geçirilmesinde kritik rol oynamaktadır. Levine (1997) ve King ile Levine (1993) tarafından yapılan çalışmalar, finansal gelişmişliğin ekonomik büyümeyi ve yatırımları olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, Demirgüç-Kunt ve Maksimovic (1998) finansal sistemlerin etkinliğinin artırılmasının, yenilenebilir enerji projelerine olan yatırımların artmasına katkı sağlayabileceğini belirtmiştir. Levine (2005) ve Rajan ile Zingales (1998) de finansal gelişmişlik ile ekonomik performans arasındaki güçlü ilişkiye dikkat çekmişlerdir. Bu bağlamda, finansal gelişmişliğin yenilenebilir enerji teşvikine olan etkisinin araştırılması hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından büyük bir öneme sahiptir.

Finansal piyasalar, finansal kaynakları israftan verimli kullanıma yönlendirdikleri için güçlü ekonomik büyümeyi teşvik etmede önemli bir role sahiptir. Finansal piyasalar portföy çeşitlendirmesini kolaylaştırarak likiditeyi artırır ve dolayısıyla riskleri azaltır ve bu da büyümeyi teşvik eder. Finansal gelişmişliğin artması, kurumların nakit akışlarının verimliliği ve sürdürülebilirliğine katkı sağlama ve finansal aracılığın etkinliğini artırma potansiyeline sahiptir (Durusu-Çiftci vd., 2017).

Finansal gelişme, belirli bir ülke içindeki finansal piyasaların büyümesini ve genişlemesini, bununla birlikte finansal araçların çeşitliliğinin ve erişilebilirliğinin artması anlamına gelir. Finansal gelişmişliğin yarattığı ortam ekonomik aktörlerin yatırım yapmak için daha geniş ve daha çeşitli finansal araçları kullanabilmesine olanak tanır. Her bir araç, ilgili ekonomik aktörün tercihlerine ve optimizasyonuna göre rağbet görür. Sonuç olarak, finansal sistemin gelişmesi, tasarrufların yatırıma dönüşmesini teşvik etmekte ve kaynakların daha verimli sektörlere etkin bir şekilde tahsis edilmesini kolaylaştırmaktadır.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği çağımızın en önemli sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir. Bu sorunlar Tebaldi vd.'nin 2021 yılındaki çalışmalarında da belirttiği gibi hassas ekolojik dengeyi bozmaktadır. Küresel ısınmaya yol açan başat

faktörlerden en önemlilerinden biri fosil yakıtların enerji üretimi için kullanılması ve bunun sonucunda atmosfere önemli miktarda karbondioksit emisyonu olarak görülmektedir. Karbon emisyonlarının artması, atmosferin ısı tutma kapasitesinin artmasına bu da sıcaklıkların artmasına ve sonuçta küresel ısınmaya yol açmaktadır. Bu sorunun çözülmesi ya da etkisinin azaltılmasına dair önemli adımlardan birinin enerji üretimi için fosil yakıtlar yerine yenilenebilir kaynaklar kullanımı olduğu belirtilmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle mücadelede yenilenebilir ve alternatif enerji kaynaklarının benimsenmesi giderek daha zorunlu hale gelmektedir. Güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtlar yerine kullanılması ile atmosfere daha az karbondioksit salınması mümkündür (Mukhtarov vd., 2022).

Ekonomik kalkınma ile birlikte yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması, ülkelerin üretken, yerleşik ve sürdürülebilir bir enerji sektörüne sahip olmalarını sağlarken aynı zamanda yabancı enerji kaynaklarına (doğal gaz, petrol ve kömür) bağımlılıklarını da azaltmaktadır (Levine, 1997; King & Levine, 1993; Demirgüç-Kunt & Maksimovic, 1998; Levine, 2005; Rajan & Zingales, 1998).

Alternatif enerji kaynakları konvansiyonel yakıtlara göre daha pahalı olmuşlardır. Bu durum yatırımcıların alternatif enerji kaynaklarına yönelmesinin önündeki engellerden biridir. Bu nedenle ülkelerin şebekeye dahil edilen yenilenebilir enerji yüzdesini artırmak için bazı adımlar atması gerekmiştir. Kurulan teşvik mekanizmaları vergi indirimlerinden, sübvansiyonlara, yerli parça desteğinden hibelere kadar birçok araç birçok ülke tarafından geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Örneğin; yenilenebilir enerji yatırımlarında vergi oranının fosil yakıtlara göre düşürülmesi, yenilenebilir enerji yatırımları için önemli bir maliyet avantajına yol açabilmiştir (Mukhtarov vd., 2022).

Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji yatırımları arasındaki ilişki yaygın olarak kabul edilmektedir. Yabancı yatırımcılar bir ülkenin genel ekonomik performansına, ülkedeki finansal araç ve risklere büyük önem vermektedir. Ülke içerisinde güçlü finansal piyasaların kurulması yabancı yatırımların ülkeye toplanmasını ve yenilenebilir enerji sektöründeki yatırımcıların gerekli fonlara erişimini kolaylaştırmaktadır (Armeanu vd., 2017).

Bu çalışma, finansal gelişme ile yenilenebilir enerji teşviki arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Bu genel amaç doğrultusunda bu çalışmanın cevaplamaya çalıştığı

soru, incelenen ÷lkelerde yenilenebilir enerjiye yönelik hangi politikaların uygulandığıdır.

Çalışmanın amacına yönelik olarak, birinci bölümünde enerji kavramı ve türleri ile yenilenebilir enerji kavramından bahsedilmektedir. İkinci bölümde finansal gelişmeyi oluşturan unsurlar tanımlanmaktadır. Finansal sistemin tanımı ve işlevleri üzerinde durulurken, finansal gelişme kavram olarak incelenmektedir. Ayrıca finansal gelişme ve ekonomik büyümeye yönelik yaklaşımlar ortaya konmaktadır. Üçüncü bölümde ise, seçilmiş bazı ÷lkelerin kişi başı gayri safi milli hasılları belirtilerek yenilenebilir enerji politikaları ve yenilenebilir enerji teşvikleri incelenmiştir.



1. KAVRAMSAL AÇIDAN ENERJİ, ÖNEMİ VE UNSURLARI

Çalışmanın ilk bölümünde enerji kavramı üzerinde durulmuş ve enerjinin genel bir tanımı yapılmıştır. Yenilenebilir enerjinin tanımı, enerji kaynakları ve türleri, enerjinin tanımı ve ülkeler için öneminden bahsedilmiştir. Hidroelektrik, güneş, rüzgar, jeotermal, biyokütle ve dalga gibi alternatif enerji kaynakları detaylı bir şekilde anlatılmakta ve bu kaynakların dünya çapındaki ülkelerdeki mevcut kapasitelerinden bahsedilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının amacı ve önemi, yenilenebilir enerjiye geçişin nedenleri ve bu geçişin sonuçları tartışılmıştır. Daha sonra yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmeye yönelik mekanizmalar ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

1.1. Enerji'nin Tanımı

Yunanca “Energia” kelimesinden türetilen enerji kelimesi “en” ve “ergon” kelimelerinden oluşmaktadır (Harper, 2023). Kelime anlamı “bir şeyi başarma gücü” olan enerjinin tanımı, fiziksel, kimyasal, biyolojik, matematiksel ve ekonomik bileşenleri içermektedir (McGraw-Hill, 2003).

Enerji bilgisayarlar, arabalar, telefonlar gibi hemen hemen tüm elektronik cihazların çalışması için gereklidir. Enerji; kinetik, potansiyel, ısı, nükleer enerji, güneş enerjisi ve diğer türleri olarak sınıflandırılabilir ve bu türler birbirine dönüştürülebilir (Energy Information Administration, 2023).

Enerji, hareket ve aktivite için gerekli olan temel güçtür. Her türlü yaratım ve üretim sürecinde belirli bir miktar enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. İnsanlar, binlerce yıldır önemli bir enerji kaynağı olmuşlardır. İnsan zekasının gelişmesi ve teknolojinin öneminin artmasıyla birlikte enerji, sadece fiziksel eşyaların yaratılmasında değil, aynı zamanda fikir ve kavramların oluşturulmasında da büyük bir rol oynamıştır. Sanayi devrimi ile birlikte, insan gücünün yanında çeşitli enerji kaynakları kullanılarak çalışan makineler de devreye girmiştir. Sanayi üretiminin artmasıyla birlikte enerji ihtiyacı da sürekli olarak artmıştır. Enerji ihtiyacı, farklı doğal kaynaklardan karşılanmış ve yeni enerji kaynakları arayışı sürekli devam etmiştir. (Doğanay ve Coşkun, 2020).

1.2. Enerji Kaynak Türleri

Enerji kaynakları günümüz dünyası için vazgeçilmez olsalar da sınırlı ve yetersizdirler. Aynı zamanda farklı enerji kaynaklarının farklı enerji kapasitesi bulunmaktadır. Enerji kaynaklarına sahip ülkeler ve kendi enerji ihtiyaçlarını karşılamak isteyen devletler, piyasalarda bir araya gelerek enerjiye ilişkin hem siyasi hem de ekonomik politikalara yön vermektedir (Fronzel ve Schmidt, 2008).

Enerji kaynakları, farklı kaynaklardan ve yöntemlerden elde edilerek genellikle çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. Enerji kaynakları, dönüştürülme potansiyellerine ve kullanım amaçlarına göre kategorize edilmektedir. Enerji kaynakları, dönüştürülebilme yeteneklerine göre birincil ve ikincil enerji kaynakları olarak ayrılmıştır. Birincil enerji kaynakları, doğada doğal olarak bulunan ve doğrudan kullanılan enerji kaynaklarıdır. Bu enerji kaynakları arasında rüzgâr, jeotermal, akıntı, biyokütle, petrol, doğal gaz ve kömür bulunur. İkincil enerji kaynakları, birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesi veya değiştirilmesiyle elde edilen enerji türleridir. Bu kaynaklar arasında elektrik, benzin, motorin, hava gazı ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) bulunur (Koç ve Şenel, 2013).

Enerji kaynakları, kullanım şekillerine göre yenilenebilir ve yenilenemez olarak sınıflandırılmaktadır. Yenilenebilir enerji, doğası gereği sınırsız, otomatik olarak kendini yenileyen ve tükenmeyen enerji kaynaklarını ifade etmektedir. Bu kaynaklar arasında güneş, rüzgar, jeotermal, hidroelektrik, biyokütle, hidrojen ve okyanus ile deniz bazlı enerji kaynakları bulunur. Bu enerji kaynaklarının potansiyelinin tamamı henüz kullanılmamaktadır. Rüzgar, güneş ve jeotermal gibi kaynakların mevcut potansiyelinin yalnızca küçük bir kısmı, hidrolik enerjinin ise yarısı kullanılmaktadır. Güneş enerjisinin potansiyelinin sonsuz olduğu kabul edilirken, diğer çevre dostu enerji kaynaklarının potansiyeli sınırlı olarak kabul edilmektedir (Erdoğan, 2016). Çeşitli enerji kaynakları ve bunların farklılıkları Tablo 1’de listelenmiştir.

Tablo 1. Enerji Kaynakları

Enerji Kaynakları	
Kullanışlarına Göre Enerji Kaynakları	
A) Yenilenemez	B) Yenilenebilir
a) Fosil Kaynaklı - Kömür - Petrol - Doğal Gaz	- Hidrolik - Güneş - Biyokütle - Rüzgâr - Jeotermal - Dalga, Gel-Git - Hidrojen
b) Çekirdek Kaynaklı - Uranyum - Toryum	
Dönüştürülebilirliklerine Göre Enerji Kaynakları	
A) Birincil (Primer)	B) İkincil (Sekonder)
- Doğal Gaz - Ham Petrol - Kömür - Güneş Enerjisi - Rüzgâr Enerjisi - Hidroelektrik Enerji - Jeotermal Enerji - Biyokütle - Nükleer Enerji - Dalga ve Gelgit Enerjisi	- Elektrik - Benzin - Mazot - Motorin - İkincil Kömür - Kok - Petrokok - Hava Gazı - Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG)

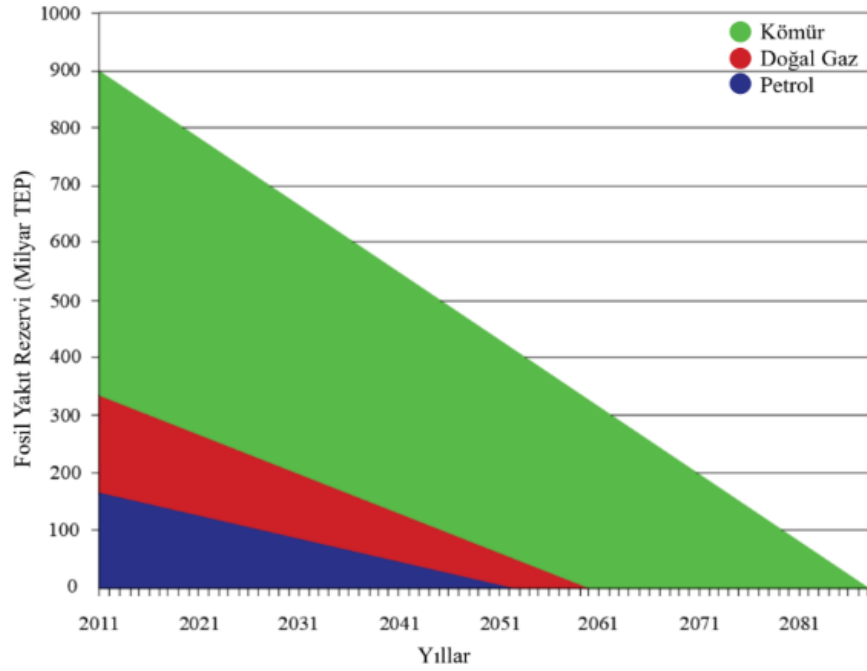
Kaynak: Erdoğan, 2016.

Tablo 1’de enerji kaynakları kendi içerisinde organize edilmiş ve sınıflandırılmıştır. Yenilenemeyen enerji kaynakları, doğası gereği sınırlı, kullanıldıkça rezervi azalan, yenilenme süresi diğer enerji kaynaklarına göre daha uzun olan sınırlı kaynaklardır. Yenilenemeyen enerji kaynakları arasında petrol, doğal gaz, kömür ve nükleer enerji kaynakları yer almaktadır.

1.2.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen enerji kaynakları, doğada sık sık yenilenmeyen veya yenilenemeyen ve sağlanması için uzun süreli doğal süreçler gereken enerji kaynaklarıdır. Fosil yakıtlar, kömür, doğal gaz, petrol, linyit, katran ve asfalt gibi kaynaklar yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır. Bu enerji kaynakları, gezegende milyonlarca yıl boyunca biriken bitki ve hayvan kalıntılarından oluşur. Bu enerji kaynaklarının artan ve sürekli tüketim sebebiyle yakın gelecekte tükenmesi beklenmektedir. Ancak, bu kaynakların tekrar oluşması için çok uzun jeolojik zaman dilimleri gereklidir (İnan vd., 2018).

Fosil yakıtlar, son birkaç on yılda yoğun bir şekilde tüketilmektedir. Bunun temel nedeni, fosil yakıtların kolay ulaşılabilir ve uygun maliyetli olması ile birlikte günümüz sanayi toplumunda önemli bir rol oynamasıdır. Fosil yakıtlar, enerji elde etmek kullanıldıklarında rezervleri azalmakta ve bu yakıtların zamanla tükenme riski ile karşı karşıya kalmaları beklenmektedir. Özetle tüketim yoğunluğunun artması sonucu, mevcut fosil enerji kaynaklarının rezervleri hızla azalmaktadır (Yakıncı ve Kök, 2017). Şekil 1, dünya çapındaki fosil yakıt rezervlerini ve öngörülen değişimlerini göstermektedir.



Şekil 1. Fosil Yakıt Rezervleri ve Gelecekleri

Kaynak: Görgülü, 2022.

Şekil 1'e göre, kömürün 2080'li yıllarda, doğalgazın 2060'lı yıllarda ve petrolün 2050'li yıllarda tükenmesi beklenmektedir. Fosil yakıtlar, yenilenemeyen enerji kaynakları olup, eski hayvan ve bitki kalıntılarından oluşmaktadır. Ancak, çürümüş bitki ve hayvan kalıntılarından oluşan fosil yakıtların oluşum hızı son derece düşüktür. Bu nedenle, önümüzdeki yüzyılda fosil yakıt rezervlerinde önemli bir artış beklenmemektedir ve bu kaynakların yenilenmesi mümkün görünmemektedir (Görgülü, 2022).

1.2.1.1. Kömür

Kömür, tipik olarak uygun bir bataklık ortamında biriken bitki maddesi veya parçalarından oluşur; bu maddeler daha sonra jeolojik süreçlerle yer altına gömülür. Bu maddeler, zamanla artan sıcaklık ve basınçla fiziksel ve kimyasal değişimlere uğrayarak kömür oluşumuna neden olur. %55-90 arasında karbondan oluşan kömürün oluşması için bir karbon döngüsü gereklidir. Karbonizasyon işlemi sırasında karbonun hacmi artarken, hidrojen ve oksijenin hacmi azalır (Kaplan, 2021).

İlk kez 9. yüzyılda İngiltere’de evlerin ısıtılmasında, 19. yüzyılda ise demir cevherinin eritilmesinde kullanılan kömür, Sanayi Devrimi’nin önemli etkenlerinden biriydi. Kömür ayrıca 20. yüzyılın ortalarına kadar batılı ülkelerin ve özellikle ABD’nin sanayileşme sürecinde merkezi bir role sahiptir (Akbulut, 2008). Bunun temel sebebi, kömürün modern sanayinin temel girdilerinden biri olarak kullanılmış olmasıdır. Kömür hâlâ dünyadaki en önemli enerji kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir. Dünya elektrik üretiminin yaklaşık %40’ının kömürden elde edildiği tahmin edilmektedir. Bunun nedeni kömürün enerji üretiminde diğer elektrik enerjisi kaynaklarına göre daha ucuz ve rekabetçi olmasıdır (İnan vd., 2018).

1.2.1.2. Petrol

Petrol, doğal haliyle yer altından çıkarılan, sıvı ve koyu renkli hidrokarbonlardan oluşan, yanıcı bir yağdır. Petrol, yenilenemeyen enerji kaynaklarından biridir ve genellikle alternatif enerji kaynaklarının bulunmadığı bölgelerde kullanılmaktadır (Elmas, 2019).

Petrolün, dünya birincil enerji pazarındaki uzun geçmişinden dolayı, enerji kaynakları piyasası açısından büyük önem taşımaya devam etmesi beklenmektedir. Ülkelerin enerji kaynaklarını çeşitlendirme ve enerji kaynaklarının çeşitliliğini artırma çabalarına rağmen, petrol kaynaklarının küresel enerji pazarındaki konumunun önümüzdeki yıllarda da önemli olmaya devam edeceği öngörülmektedir (Durmuşoğlu, 2015).

Petrol gezegendeki en önemli enerji kaynaklarından biridir. Tipik olarak petrolün büyük çoğunluğu ulaşım için kullanılmaktadır. Ayrıca petrol birçok günlük kullanımda ürünün üretiminde hayati öneme sahiptir. Yeraltı rezervlerinden çıkarılan işlenmemiş petrolün çıkarıldıktan sonra çeşitli işlemlerden geçmesi gerekmektedir. Bu

sebeple devasa rafineriler kurulmuştur. Bu aktivitenin en önemli amacı ulaşım yakıtlarının verimliliğini en üst düzeye çıkarmaktır (Görgülü, 2022).

Dünya çapında petrol rezervleri öncelikle Orta Doğu, Rusya Federasyonu ve Kanada'nın batı bölgesinde bulunmaktadır. Ancak 150 ülkede petrol bulunmaması nedeniyle birçok ülke diğer ülkelerin kaynaklarına bağımlı durumdadır. Suudi Arabistan, Irak, Birleşik Arap Emirlikleri (BAE), Kuveyt ve İran gibi Orta Doğu ülkeleri ile Hazar bölgesindeki petrol yatakları dünyanın en önemli petrol alanlarıdır. Orta Doğu petrol rezervleri dünya çapında bilinen tüm petrol sahalarının %60'ından fazlasını oluşturmaktadır (Öztürk ve Işık, 2017).

1.2.1.3. Doğal Gaz

Doğal gaz, yer altında bulunan fosil kökenli bir enerji kaynağı olarak, petrol ve kömür ile benzer özellikler taşımaktadır. Doğal gaz, birincil enerji kaynaklarından biri olarak kabul edilir; renksiz, hijyenik ve çevre dostu bir enerji kaynağıdır. Ayrıca, doğal gazın doğrudan kullanılabilir olması, tek kullanımlık olmaması, depolama, rezerv ve taşıma giderlerinin nispeten düşük olması gibi avantajları bulunmaktadır. Yanma hızı açısından diğer enerji kaynaklarına kıyasla daha üstündür. (Akgül ve Yıldız, 2013).

Doğal gaz, petrol ve kömürden sonra en çok tercih edilen enerji kaynağıdır. Doğal gaz, gelişen ve gelişmekte olan ülkelere, özellikle ekonomik büyüme bağlamında, en önemli enerji kaynaklarından biridir. Ülkelerin hızlı sanayileşmesi ve enerjide arz güvenliğini sağlamalarındaki etkisi doğal gaza olan talebin büyük oranda artmasına neden olmaktadır.

Doğal gaz, uluslararası sınırların ötesine borular aracılığıyla taşınmaktadır. Ülkeler arası doğal gaz taşımacılığı yüksek yatırımlar gerektirmekte ve jeopolitik süreçlerden etkilenmektedir. Son dönemlerde, "Sıvılaştırılmış doğal gaz" (LNG) sektörde önemli bir yer edinmiştir. LNG petrol ve gaz endüstrisi tarafından deniz bazlı bir taşıma biçimi kullanarak taşınabilecek sıvı doğal gazı tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Görgülü, 2022).

Borularla taşınan doğal gaza alternatif olan sıvılaştırılmış doğal gaz, tedarik seçeneklerinin çeşitliliğinin artmasında önemli rol oynamıştır. Sıvılaştırılmış doğal gazın bir diğer faydası da esnek olması ve LNG ikmalinde bulundurulmuş özel LNG tankerlerinde depolanabilmesi veya yeniden gazlaştırılıp kullanılabilmesidir. Doğal

gaza ilave olarak taşıma, depolama ve kullanımdaki esneklik nedeniyle sıvılaştırılmış doğal gazın kullanım yüzdesi artmaktadır (Aydın, 2022).

1.2.1.4. Nükleer Enerji

Nükleer enerji, radyoaktif olan atom çekirdeklerinin parçalanması sonucu ortaya çıkan nükleer reaksiyonlardan elde edilmektedir. Bu reaksiyonlar ısı üretmekte ve ortaya çıkan bu ısı enerjisi de elektrik enerjisine çevrilip kullanılmaktadır (Singh vd., 2021).

Nükleer santraller 1950’li yıllarda devreye alınmaya başlanmıştır. 1973 ve 1979 yıllarında yaşanan ekonomik ve politik sorunlarla birlikte petrol fiyatlarında yaşanan artış, ülkeleri dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla alternatif enerji kaynakları arayışına yöneltmiştir. Bu süre zarfında birçok ülke nükleer enerji yatırımlarını hızlandırmıştır (Bekar, 2020).

Nükleer enerji emisyon bakış açısıyla çevreci olsa da olası kaza ve riskler düşünüldüğünde diğer kaynaklara kıyasla daha tehlikeli de olabilmektedir. Reaktör binalarında nükleer kaza riski ve reaksiyon sonrasında tehlikeli radyoaktif kalıntıların taşınması ve depolanması sonucu oluşabilecek uzun vadeli çevresel hasar, gezegen için kirli ve tehlikeli bir ortam oluşturmaktadır. Nükleer enerji operasyonlarından kaynaklanan bu atık ürünler, tehlikeli derecede güçlü toksik ve kanserojen kimyasallar içerir (Yılmaz, 2015).

Önemli nükleer felaketlerden biri 1986 yılında Ukrayna’da yaşanan Çernobil Nükleer Santrali kazasıdır. Nükleer santralin patlaması çok sayıda insanın ölümüne, doğa ve bitki örtüsünün kalıcı olarak yok olmasına yol açmıştır. Patlama sonucunda radyasyonun etkileri ve zararları uzun süredir geniş bir alanda belgelenmiştir (Harunoğulları, 2019). Yaygın olarak ilk nükleer santral kazası olarak bilinen Windscale Pile Nükleer Santrali Olayı, 1957 yılında İngiltere’de meydana gelmiştir. Bunu takiben 1979 yılında ABD’de yaşanan Three Mile Island nükleer felaketi, 1961 yılında ABD’de yaşanan reaktör arızası, 30 Eylül 1999’daki Tokaimura olayı ve 11 Mart 2011’de Japonya’nın Fukushima Nükleer Santrali’nde meydana gelen kaza, nükleer santral felaketlerine örnektir. Özellikle Çernobil ve Fukushima olaylarından sonra birim güç başına kullanılan nükleer enerji miktarı azalmış, Japonya ve Almanya gibi ülkelerdeki nükleer reaktörler kapatılmaya başlanmıştır. Ancak genel olarak

nükleer enerji kaynakları dünyada hâlâ popülerdir. Yeni nükleer santraller inşa edilmektedir. (Erdoğan, 2016).

1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Dünya da nüfusun artması, imalat sanayilerinin gelişmesi, küreselleşmenin artması ve teknolojinin gelişmesi fosil yakıtların tükenme riskleri ile birleşince ülkeler alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları doğal, uzun ömürlü ve kolayca yenilenebilir niteliktedir. Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji, hidroelektrik enerji, hidrojen enerjisi ve okyanus bazlı enerji kaynaklarının tamamı yenilenebilir olarak kabul edilmektedir (Altun ve İşleyen, 2018).

Yenilenebilir enerji kaynakları ile geleneksel üretim yöntemleri arasındaki en büyük farklardan biri çevre dostu olmaları ve sonsuz kaynak kaynağına sahip olmalarıdır. Fosil yakıtların doğaya verdiği zararlar zamanla yeni enerji üretim yöntemlerinin geliştirilmesini hızlandırmıştır. Hava kirliliğine yol açması ve dolayısı ile insan sağlığına da negatif etkileri olan fosil yakıtlar küresel politik birçok anlaşmazlığa da sebep oluşturmuşlardır (Kavcıoğlu, 2019).

1.2.2.1. Güneş Enerjisi

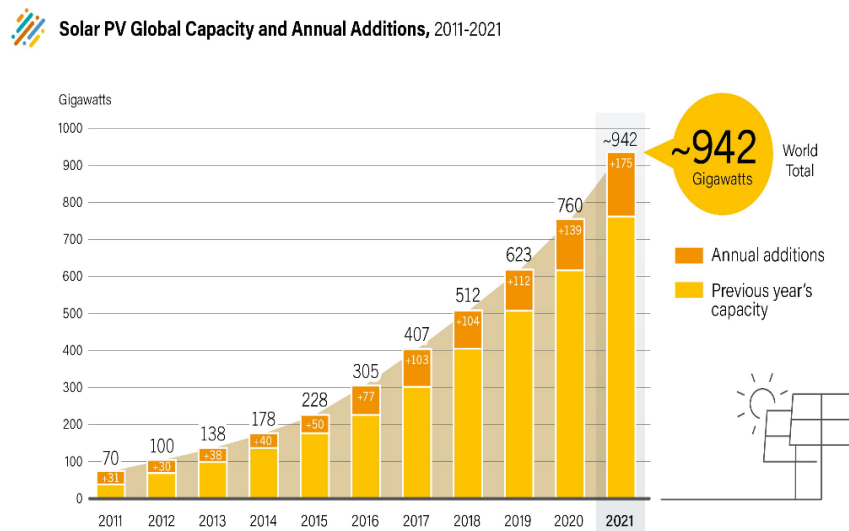
Güneş, dünyanın en önemli enerji kaynaklarından biri olup, dünyanın ve atmosferin fiziksel şeklini etkileyen bir kaynaktır. Hem çevre açısından temiz bir enerji kaynağı olması hem de fosil yakıtlara alternatif olması nedeniyle en önemli enerji kaynaklarından biridir. Güneş enerjisinin kullanımı daha pratik, potansiyel, temiz, yenilenebilir olması ve çevreye daha az zarar vermesi nedeniyle diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha hızlı popülerlik kazanması muhtemeldir. Ancak güneş panellerinin kurulumunun daha pahalı olması ve diğer enerji kaynaklarına göre daha az verimli olması güneş enerjisinin yaygın kullanımını engellemektedir (Taktak ve Ilı, 2018).

Güneş enerjisinin tarihsel gelişimine bakıldığında, Sokrates zamanından (M.Ö. 470-369) bu yana güneş enerjisi evlerin ısıtılmasında kullanılmaktadır. Ancak tarihte güneşle ilgili ilk büyük sempozyum 1954 yılında Yeni Delhi’de düzenlenmiştir. Daha sonra bazı araştırmalar yapılmasına rağmen 1973 yılına kadar pek bir ilerleme kaydedilememiştir. Bunun temel nedeni, enerji kaynağı olarak petrolün fiyatının yüksek olmamasıdır. Ekim 1973’te yaşanan petrol krizinin ardından ülkeler yeni enerji

kaynaklarına yönelmeye başlamıştır. 1975 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde 200 ev yalnızca %100 güneş enerjisiyle ısıtılmaya çalışılmış ve bu sistemlere 5 yılda yaklaşık 1 milyar dolar harcanmıştır (Yiğit ve Atmaca, 2018).

Güneş enerjisi en önemli yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Bunun en büyük nedeni ise tüm fosil ve yenilenebilir enerji türlerinin kaynağının dolaylı olarak güneş olmasıdır. Her saat 100 milyar megawatt (MW) güç Güneş'ten gelen ışın dalgaları yoluyla Dünya'ya ulaşıyor. Dünya'ya ulaşan enerji ve ısı, elektromanyetizma ve yerçekimi gibi kuvvetler tarafından yakalanıp kullanılmaktadır (Kaya, 2018).

Güneşten elektrik enerjisi elde etmek için kullanılan iki farklı sistem vardır: fotovoltaiik sistemler ve yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemleri. Fotovoltaiik (PV) sistemler, güneş ışığından gelen fotonları ve voltajı (elektrik birimleri) kullanarak çalışır. Güneş paneli mekanizması sayesinde elektrik üretilir. Fotovoltaiik sistemlerde elektrik enerjisi güneş pilleri aracılığıyla doğrudan güneş ışığından elektriğe dönüştürülür (Atik, 2015). Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemleri, güneş ışınlarını yüksek enerji yoğunluğu ve ısı elde edecek şekilde bir noktaya yoğunlaştırmak için aynalar kullanan bir sistemlerdir. Bu sistemler genellikle çöl gibi verimsiz alanlara kurulur. Bunun en önemli nedenleri yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemlerinin geniş alanlara kurulması gerekliliği ve çöl gibi arazilerin büyük miktarda güneş ısısı almasıdır (Parlamış, 2022). Şekil 2, küresel güneş enerjisi kapasitesinin yıllar içindeki artışını göstermektedir.



Şekil 2. Dünya Geneline Güneş Enerjisi Kurulu Gücü (2011-2021 GW)

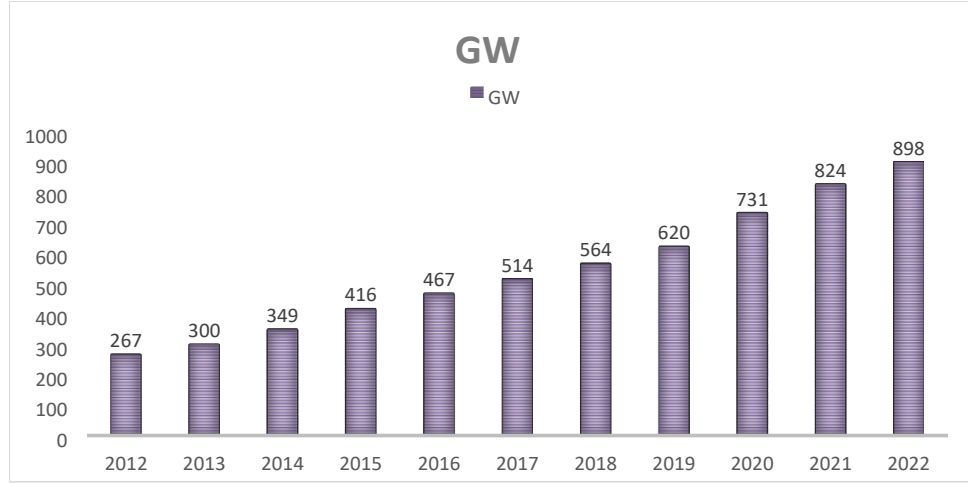
Kaynak: IRENA, 2023.

Şekil 2'ye göre, küresel kurulu güneş enerjisi kapasitesi 2012 yılında 104 gigawatt (GW)'tır ve 2022 yılına kadar on kat artarak 1.053 GW'a ulaşmıştır. En büyük güneş enerjisi kurulu kapasitesine sahip ülke ise 393 GW kurulu güçle Çin'dir. Dünyanın en büyük güneş enerjisi kurulu kapasitesine sahip ülkesi olan Çin'in kurulu gücü, 113 GW kurulu güce sahip ikinci sıradaki ABD'nin üç katıdır. İkinci en yüksek kurulu güce sahip olan ABD'nin kurulu güneş enerjisi kapasitesi 113 GW seviyesindedir. ABD'yi, Japonya (78,8 GW), Almanya (66,5 GW), Hindistan (63,1 GW), Avustralya (26,7 GW), İtalya (25 GW), Güney Kore (20,9 GW), İspanya (20,5 GW), Vietnam (18,4 GW) takip etmektedir (IRENA, 2023).

1.2.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Yenilenebilir enerji türleri arasında en hızlı büyüyen enerji türü olarak bilinmektedir (Kaya, 2018). Rüzgar enerjisi, hava kütlelerinin farklı termal alanlarla etkileşimi sonucu oluşur ve rüzgar türbinleri aracılığıyla elektriğe dönüştürülür. Rüzgar enerjisi çevre dostu bir enerji kaynağıdır. Rüzgar türbinlerinin boyutlarının büyük olması, kurulum için geniş alanlar gerektirmesi, yatırım ve kurulum maliyetlerinin yüksek olması gibi faktörler rüzgar enerjisinin dezavantajlarıdır (Elibüyük vd., 2016).

Rüzgar enerjisi ilk olarak M.Ö. 200 yıllarında İran-Afgan sınırında dikey ve yatay eksenler gibi daha basit rüzgar cihazlarıyla kullanıldığı düşünülmektedir. Ancak M.S. 1300-1875 yılları arasında Avrupa ve Akdeniz'de bu yönde gerçek adımlar görülmüştür. 1850 ile 1970 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri'nde su pompalamak için 6 milyondan fazla rüzgara bağlı küçük makine kullanılmıştır. Elektrik üretmek için kullanılan ilk büyük rüzgar türbini 1888'de Cleveland, Ohio'da kurulmuştur. Rüzgar enerjisi tarihindeki en önemli dönüm noktalarından biri, 1973 petrol krizinin ardından ABD'nin rüzgar enerjisi araştırma ve geliştirme çalışmalarına dahil olmasıdır. ABD hükümetinin sağladığı teşvikler sayesinde 1981-1990 yılları arasında 16.000'den fazla büyük rüzgar türbini kurulmuştur. 1990'dan sonra rüzgar enerjisi piyasası faaliyetinin çoğu Avrupa'ya yönelmiştir. Rüzgar enerjisi son yıllarda dünyanın çeşitli bölgelerinde yaygın olarak kullanılan bir enerji kaynağı haline gelmiştir (Kaldellis ve Zafirakis, 2011). Şekil 3, küresel rüzgar enerjisi kapasitesinin yıllar içindeki artışını göstermektedir.



Şekil 3. Dünya Geneline Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü (2012-2022 GW)

Kaynak: IRENA, 2023.

Şekil 3'e göre küresel rüzgar enerjisi kurulu kapasitesi 2012-2022 arasında her geçen yıl artış göstermektedir. 2012 yılında küresel rüzgar kurulu gücü 267 GW iken bu sayı 2022 yılında 898 GW'a ulaşmıştır. Dünya çapında 100'den fazla ülke rüzgar enerjisini elektrik kaynağı olarak kullanmaktadır. Rüzgar enerjisi kurulu kapasitesinin en yüksek olduğu ülke güneş enerjisi kurulu gücünde olduğu gibi Çin Halk Cumhuriyeti'dir. Çin'in kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesi 365,9 GW olup, onu ABD (140,8 GW), Almanya (66,3 GW), Hindistan (41,9 GW), İspanya (29,3 GW), Birleşik Krallık (28,5 GW), Brezilya (24,1 GW), 21,1 GW ile Fransa, 15,2 GW ile Kanada, 14,5 GW ile İsveç takip etmektedir (IRENA, 2023).

1.2.2.3. Biyokütle Enerjisi

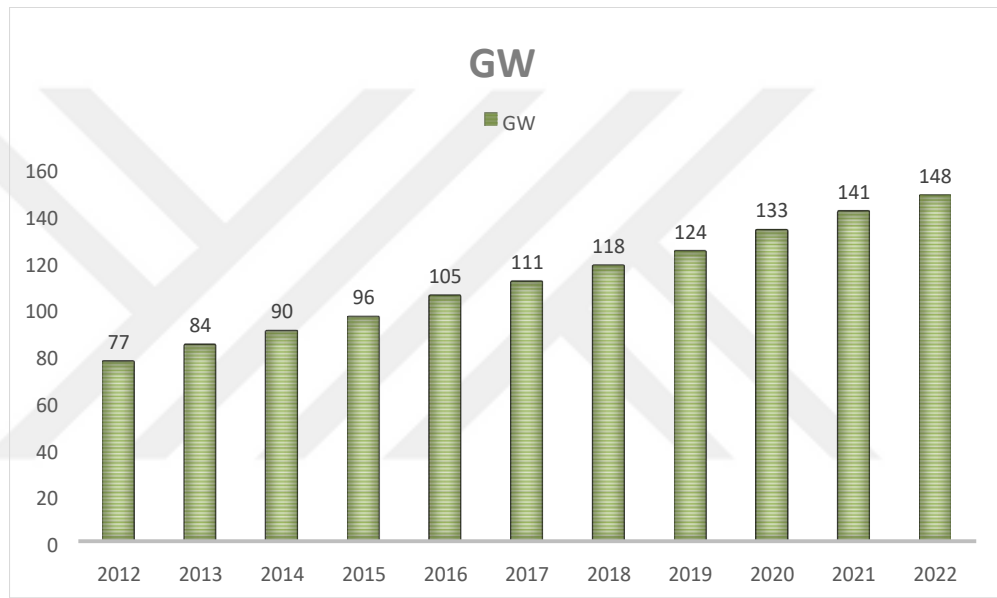
Biyokütle, organizmaların fotosentez sonucu ürettiği enerjiyi kimyasal enerji şeklinde yapılarında depolamasıyla oluşan biyolojik enerjidir. Fotosentez sırasında üretilen oksijenden metan gibi yanıcı gazlar elde edilir. Bu gazların bir motorda yakılması veya kinetik enerji sağlanmasıyla elektrik enerjisi elde edilir (Erdoğan ve Yönetken, 2018).

Biyokütle, 100 yıldan daha kısa bir sürede yenilenebilmektedir ve bitkilerden, hayvan kalıntılarından, atık gıda ve orman ürünlerinden, karada ve suda bulunan belediye atıklarından oluşabilmektedir. Biyokütle enerjisi, biyokütle kaynaklarının yakılması veya dönüştürülmesi yoluyla üretilir (Bayraktar ve Kaya, 2016).

Biyokütle, enerji için nasıl kullanıldığına bağlı olarak iki geniş kategoriye ayrılır: geleneksel biyokütle ve modern biyokütle. Geleneksel biyokütle, gelişmekte

olan ülkelerde evlerin günlük ısınma ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır. Geleneksel biyokütle, yeterince verimli olmayan hayvanlardan ve tarımsal artıklardan üretilmekte ve doğrudan yanma yoluyla kullanılmaktadır. Modern biyokütle enerjisi, ısı ve elektriğin verimli şekilde toplanması için gelişmiş kimyasal dönüşüm teknolojileri yoluyla üretilir. Elektrik ve yakıt için kullanılan modern biyokütle enerji kaynakları arasında biyoetanol, biyodizel, çöp gazı, sentetik yağlar ve biyogaz gibi biyoyakıtlar bulunmaktadır (Bayraç ve Özarslan, 2018).

Şekil 4 küresel biyokütle enerjisi kurulu kapasitesinin yıllar içindeki artışını göstermektedir.



Şekil 4. Dünya Geneline Biyokütle Enerjisi Kurulu Gücü (2012-2022 GW)

Kaynak: IRENA, 2023.

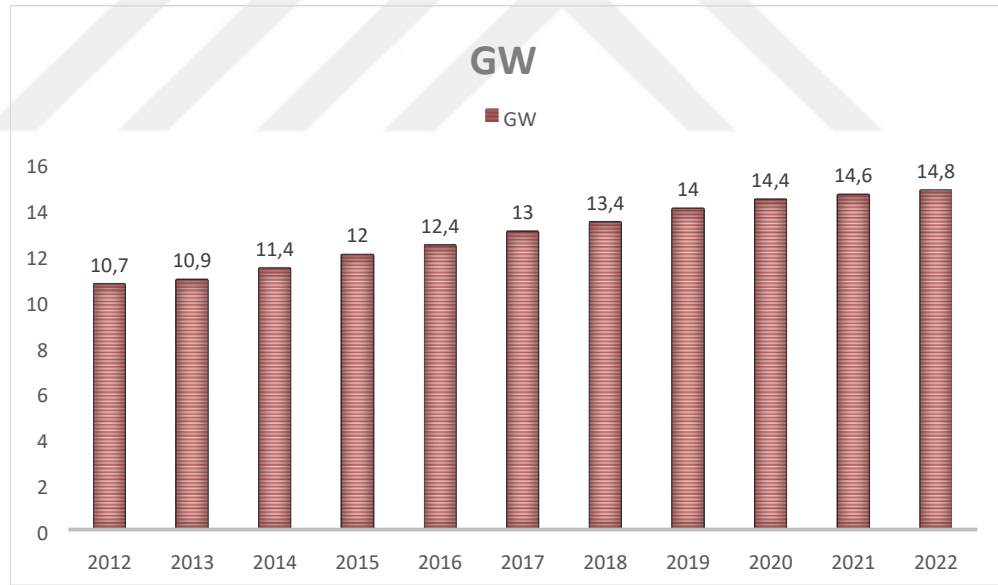
Şekil 4, 2012'den 2022'ye kadar küresel biyokütle enerjisindeki değişiklikleri göstermektedir. Biyokütle enerjisi kurulu gücü 2012 yılında 77 GW olup, her geçen yıl artarak 2022 yılında 148 GW'a ulaşmıştır. Çin, kurulu rüzgar ve güneş kapasitesinde ilk sırada yer alırken, kurulu biyokütle kapasitesinde de 34 GW ile ilk sırada yer almaktadır. Onu 17,2 GW ile Brezilya, 11,2 GW ile ABD, 10,6 GW ile Hindistan, 9,8 GW ile Almanya, 7,2 GW ile Birleşik Krallık, 5,4 GW ile Japonya, 4,4 GW ile İsveç, 4,4 GW ile Tayland, 3,4 GW ile İtalya, takip etmektedir (IRENA, 2023).

1.2.2.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer altındaki sıcak ve kuru kayalarda biriken ısıнын neden olduğu, sıcak su, buhar ve kuru buharda bulunan ısı enerjisinden elde edilmektedir. Bu enerji türü öncelikli olarak su ve toprağın ısıtılmasında kullanılsa da tıbbi amaçlarla ve turistik alanlarda da kullanılmaktadır. Jeotermal enerji ayrıca elektrik üretiminde, ısıtma ve soğutmada kullanılan bir enerji türüdür (Kozak, 2020).

Jeotermal kaynaklar bir tür yeniden enjeksiyon enerjisi olarak kabul edilir. Jeotermal kaynaklar, yeraltı rezervuarlarının sürekli temini ile yenilenir ve ısıtma için kullanılan sıvının yeniden yaratılmasıyla yenilenmektedir. Jeotermal enerji nispeten ucuz olmasına rağmen diğer enerji türleri için gerekli olan büyük yatırımlardan yoksundur ancak kaynağın tespitindeki sondaj maliyetleri yüksek olabilmektedir (Kozak, 2016).

Şekil 5'te yıllar itibarıyla kurulu jeotermal enerji miktarındaki artış belgelenmektedir.



Kaynak: IRENA, s. 42.

Şekil 5. Dünya Geneline Jeotermal Enerjisi Kurulu Gücü (2012-2022 GW)

Kaynak: IRENA, 2023.

Şekil 5, 2012 ile 2022 yılları arasında dünya çapında kurulu jeotermal enerji miktarındaki artışı göstermektedir. 2012 yılında 10,8 GW kurulu kapasitede, 2022 yılında %38,4 artışla 14,9 GW'ye çıkmıştır. Dünyada en fazla jeotermal kapasiteye sahip ülke 2,6 GW kurulu güce sahip ABD'dir. Endonezya'nın 2,3 GW, Filipinler'in

1,9 GW, Türkiye'nin 1,6 GW, Yeni Zelanda'nın 1,2 GW, Meksika'nın 1,03 GW kurulu gücü bulunmaktadır. (IRENA, 2023).

1.2.2.5. Hidroelektrik Enerji

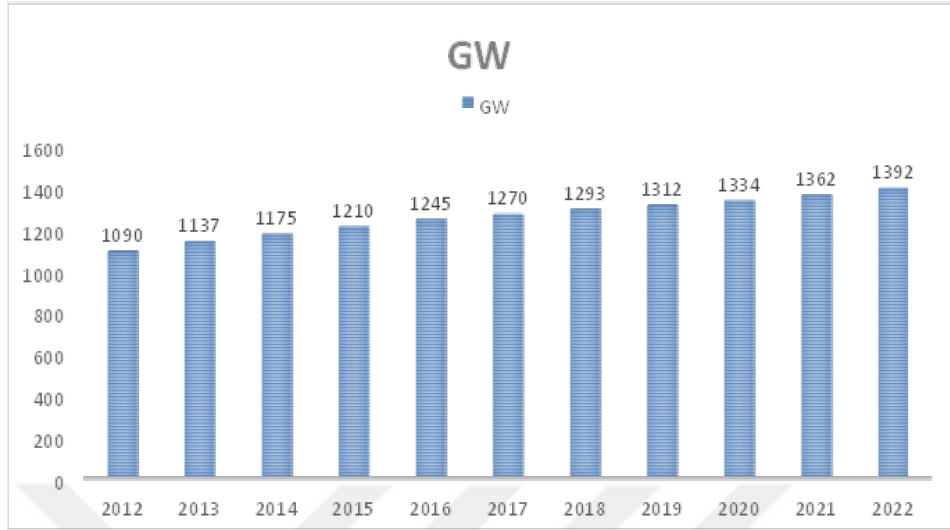
Hidroelektrik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesinden elde edilen bir enerji şeklidir. Suyun yüksekten aşağıya doğru düşmesiyle oluşan kinetik enerji, türbinlerin hareket etmesini sağlar ve elektrik enerjisi üretir.

Elektrik üretimine adanmış çok katlı hidroelektrik santrallerin aynı zamanda taşkın önleme, sulama, su ürünleri yetiştiriciliği, turizm ve ulaşım gibi birçok işlevi vardır (Tür ve Bozkurt, 2015). Hidroelektrik santral kurulabilmesi için bölgedeki yıllık su hacminin değişme hızının dikkate alınması gerekmektedir. Santralin inşaatının yapılacağı yere ulaşmak her ne kadar kolay olsa da kurulumu yapılmadan önce çevreye gelebilecek tehlikelerin iyice analiz edilmesi ve gerekli önlemler alınması gerekmektedir (Dinçer vd., 2017).

Gerektiğinde hızlı bir şekilde devreye alınabildiği gibi, acil durumlarda hızlı bir şekilde kapatılması da mümkündür. Bu da enerjide arz güvenliği için önem teşkil etmektedir. Bölge sakinlerinin ekonomik ve sosyal gelişimi, bu santrallerin çevresinde su temini ve sanitasyon, tarım ve balıkçılık yoluyla garanti altına alınmaktadır. Hidroelektrik santrallerin birçok avantajı ve dezavantajı vardır. Hidroelektrik santraller sayesinde yağışların düzensiz olduğu bölgelerde taşkınların önüne geçilebilmektedir (Karaaslan ve Gezen, 2017).

Hidroelektrik santraller genellikle çevreye en az zarar veren enerji üretim yöntemlerinden biri olarak kabul edilmektedir. İşletmesi sırasında zararlı hiçbir yan ürün üretmez ve fosil yakıtlar gibi doğal çevreye büyük miktarda karbondioksit salmaz. Ancak hidroelektrik santrallerin olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Hidroelektrik santrallerin yapım aşamasında bulundukları bölgeye önemli çevresel etkileri olabilmektedir. Hidroelektrik santrallerin kurulum süreleri genellikle uzundur. Hidroelektrik santrallerin başlangıç maliyetleri yüksektir. Hidroelektrik santrallerin ürettiği enerjinin hacmi yağış miktarına bağlıdır. (Ürker ve Çobanoğlu, 2012). Santraller, doğal afetlerde su baskını riski oluşturmakta ve yerleşim alanlarında ciddi hasara yol açma potansiyeline sahiptir (Bayraç vd., 2018).

Şekil 6’te yıllar itibarıyla kurulu hidroelektrik enerjisi miktarındaki artış belgelenmektedir.



Şekil 6. Dünya Geneline Hidroelektrik Enerjisi Kurulu Gücü (2012-2022 GW)

Kaynak: IRENA, 2023.

Şekil 6’da görüldüğü gibi kurulu güçte 2012 yılından 2022 yılına kadar 302 GW’lık artış olduğu görülmektedir. Çin, 413,5 GW ile dünyada en fazla hidroelektrik kurulu güce sahip ülke konumundadır. Çin’i sırasıyla 109,8 GW ile Brezilya, 103,1 GW ile ABD, 83,5 GW ile Kanada, 52,7 GW ile Hindistan, 52,3 GW ile Rusya, 50 GW ile Japonya, 34,1 GW ile Norveç, 31,5 GW ile Türkiye takip etmektedir. (IRENA, 2023).

1.2.2.6. Hidrojen Enerji

En temel element olan hidrojen, atmosferde yaygın olarak önemli miktarlarda bulunmaktadır. Duyularımızla algılayamayız ve fark edilebilir bir tat veya kokuya sahip değildir. Küçük kütlesine rağmen hidrojen, dikkat çekici enerji yoğunluğuna sahiptir ve bu da onu bilinen tüm enerji kaynakları arasında en hafifi yapmaktadır (Tutar ve Eren, 2011). Hidrojen, yıldızlar ve güneşin yakıtı olarak nitelendirilen kimyasal elementtir. Aynı zamanda evrenin enerji deposu olduğu da varsayılmaktadır. Hidrojenin enerji olarak kullanılabilmesi için ayrıştırılması gerekmektedir. Günümüzde hidrojen ayırma işlemi maliyetlidir. Ayrıca hidrojen enerjisi elde edilirken zararlı gaz veya kimyasalların emisyonu söz konusu değildir (Johnston vd., 2005).

Hidrojen ısıya, elektriğe ve harekete dönüştürülebilir, taşınması güvenli ve iletim sırasında enerji kaybı düşük olan yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Bilim insanları hidrojenin önümüzdeki yıllar boyunca Dünya'nın önemli enerji kaynaklarından biri olacağı öngörülmektedir. Güvenli bir şekilde hidrojen ayrıştırma, tutma, depolama ve yakma teknolojileri geliştikçe hidrojenin daha popüler hale gelmesi beklenmektedir (Tutar ve Eren, 2011).

Hidrojenin birçok özelliği onu birçok uygulama için ideal kılmaktadır. Hidrojen enerjisinden yararlanmanın bir yöntemi yakıt hücresi teknolojisidir. Hidrojeni hiçbir kirlilik yaratmadan doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren hücreler sessiz ve sorunsuz çalışabilmektedir. Yakıt pilleri teknolojisi elektrik üretiminde, binaların ısıtılması amacıyla, ulaşım sektöründe ve tarımda kullanılmaktadır. Hidrojenden yararlanmanın bir başka yöntemi, benzinli motora benzer bir teknoloji olan hidrojenin doğrudan yakılmasıdır. Bu teknoloji otomotiv endüstrisinde kullanılmaktadır (Özdemir ve Mutlubaş, 2019).

Hidrojen, enerji kaynağı olarak petrol ve doğalgaza, kömüre göre daha verimlidir. Gaz, sıvı veya metal hidrit formunda tutulabilen hidrojen, boru hatları veya tankerler aracılığıyla uzun mesafelere taşınabilir. Hidrojeni sıvı halde depolamak son derece zordur. Hidrojen, hava ile birleştirildiğinde düşük konsantrasyonlarda kolaylıkla yanabilir. Hidrojen enerjisinin faydalarının yanı sıra olumsuz yönleri de vardır (Bayraç vd., 2018).

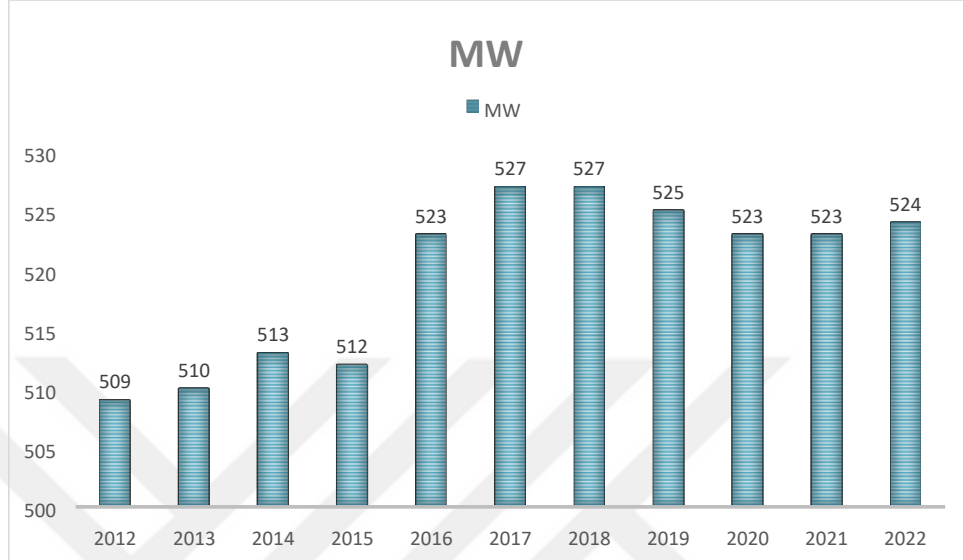
1.2.2.7. Okyanus ve Deniz Kökenli Enerji

Dalga enerjisi, okyanuslarda ve denizlerde dalgaların hareketlerinden elde edilen bir enerji türüdür. Okyanus ve denizle ilişkilendirilen dalga enerjisi, doğayı olumsuz etkilemeyen bir enerji türüdür. Dalgaların enerjisi doğrudan dalganın yüzeyinden veya teknolojik işlemlerle su yüzeyinin altındaki basınç farkından kaynaklanmaktadır. İklim olayları nedeniyle okyanus yüzeyinde 40-50 metrelik büyük dalgalar oluşur. Rüzgar hızının artması nedeniyle dalga hızı artar ve daha büyük dalgalar oluşur. Büyük dalgalar daha fazla enerji potansiyeli taşımaktadır (Kaplukan, 2014).

Çevre dostu enerji türü, diğer enerji türleri arasında en az popüler olanıdır. Dalga enerjisini toplamak için tasarlanan yapıların dalgaların, fırtınaların ve tuzlu suyun etkilerine dayanacak kapasitede olması gerekmektedir. Bu yapıların kurulumu ve

düzenli bakımı maliyetli olduğundan dalga enerjisinden yaygın olarak yararlanılamamaktadır (Bayraç vd., 2018).

Şekil 7, zaman içinde dünya çapında kurulu dalga enerjisi miktarındaki artışı göstermektedir.



Şekil 7. Dünya Geneline Deniz Enerjisi Kurulu Gücü (2012-2022 MW)

Kaynak: IRENA, 2023.

Şekil 7’de görüleceği üzere 2012-2022 yılları arasında deniz enerjisi kurulu gücünde ciddi bir ilerleme olduğu söylenemez. Dalga enerjisi kurulu gücünün en fazla olduğu ülke Güney Kore olup, 255 MW kurulu güce sahiptir. Fransa’nın 211 MW, İngiltere’nin 22,4 MW ve Kanada’nın 20 MW kapasitesi vardır (IRENA, 2023).

1.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Amacı ve Önemi

Dünya nüfusu arttıkça artan enerji taleplerini karşılamak için enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi son derece önemli bir konu haline gelmiştir. Ülkelerin ekonomik büyümesi artan enerji talebiyle bağlantılı olup, bu durum ülkeleri alternatif, temiz ve en önemlisi yerli enerji kaynaklarına yatırım yapmaya yöneltmektedir. Günümüz dünyasında yenilenebilir enerjinin araştırılması ve geliştirilmesi son derece önemlidir. Yenilenebilir enerji, arz güvenliğinin sağlanması noktasında önemli bir rol oynamakta ve dışa bağımlılığı azaltmaktadır. Yenilenebilir enerjiye geçiş hem dışa bağımlılığı azaltırken hem de ülke gelir kaynaklarının yeni enerji yatırımlarına kullanılmasını sağlayarak ülke ekonomisine katkı sağlayabilir. Yerli ve yenilenebilir

enerjideki artışlar, ülkelerde teknoloji ve istihdamın gelişimi açısından da önemlidir (Kademli, 2021).

Öte yandan petrol fiyatları, jeopolitik riskler ve iklim değişikliğinin olumsuz etkileri, hükümetleri yenilenebilir kaynakların daha fazla kullanılmasını destekleyen yeni politikalar uygulamaya yöneltmiştir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler, azalan fosil yakıt rezervleri ve artan karbon emisyonları nedeniyle yenilenebilir enerjiye yönelmektedir. Dünya genelinde enerjinin üretimi, geliştirilmesi ve tüketimine dair süreçler sürekli değişmektedir. Bu değişimin nedenleri ülkelerde yenilenebilir teknolojilerin büyümesi ve uygulanmasıyla ilgilidir. Enerji analistleri ve politika yapıcılar, yenilenebilir enerji üretimine uygun yatırımlar yapılması halinde, hali hazırda fosil yakıtlara bağımlı olan çoğu ekonominin uzun vadede artık yenilenebilir enerjiye kaynaklarını kullanacağı öngörmektedir (Razmjoo vd., 2021).

1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelme

Yenilenebilir enerjiye geçiş nedenleri; enerji arzının sürekliliğini sağlamak, çevresel nedenler, sosyal ve ekonomik nedenler olarak ayrılabilir.

Enerji arzının sürekliliği: Günümüzde enerji insan hayatının tüm alanlarında kullanılmakta olup, enerjisiz bir toplum düşünmez mümkün değildir. Günümüz dünyasında enerji kaynakları enerji üretiminin girdilerini oluşturduğundan oldukça önemlidir. Her ülkenin enerji politikasının belirlenmesi sırasında, çeşitli faktörlerin kapsamlı olarak dikkate alınması gerekmektedir. Enerji talebinin sürekli ve istenen kalitede sağlanabilmesi enerji arz güvenliğini sağlamaktadır. Pek çok ülkenin ekonomik büyümesi ve ilerlemesi, enerji arz güvenliği gibi hayati bir kavramdan derinden etkilenmektedir. Bu önem, enerji kaynakları etrafında yoğunlaşan çatışma ve savaşların ortaya çıkmasıyla daha da vurgulanmaktadır. Teknoloji ilerledikçe enerji, üretim sürecinin hayati bir bileşeni olma noktasında daha merkezi bir pozisyon almıştır. Sonuç olarak, istikrarlı, güvenilir ve uygun fiyatlı yenilenebilir enerji tedarikinin sağlanmasının önemi giderek daha fazla önem kazanmıştır (Sarıtunalı, 2021).

Enerji arz güvenliğinin sağlanması için yenilenebilir kaynak kullanımının payının artması, dışa bağımlılığın azaltılması, sürdürülebilirliğin sağlanması ve sınırlı kaynakların tükenmesinin önlenmesi açısından önemli bir konudur. Yenilenebilir

enerjiye geçiş ile enerji kaynak çeşitliliğinin arttırılması, enerji arz güvenliğinin sağlanmasında etkili çözüm olarak görölmektedir.

Enerji arzının sürekliliğ i için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının faydaları ş unlardır (Torunoğ lu Gedik, 2015):

- Yenilenebilir enerji kaynakları yerel olarak bulunabilir ve kullanılabilir. Bu, ithal yakıtlara bağı mlılığ ı azaltmakta ve enerji arz güvenliğini artırmaktadır.
- Yenilenebilir enerji kaynakları enerji ihtiyacının karşı lanmasında alternatif oluşturur. Dolayısıyla enerji kullanan sektörleri olumlu etkilemektedir.

Ç evresel nedenler: Küresel ısınma, iklim değ işikliğ i, evre kirliliğ i gibi sorunlar uzun süredir ön planda kalmayı sürdürüyor. Ç evre sorunlarının ağı rlaş masına sebep olan faktörlerden biri de küresel karbondioksit emisyonlarıdır. Özellikle Sanayi Devrimi'yle birlikte fosil yakıt kullanımının artmasıyla birlikte CO2 emisyonları da önemli ölçüde artmıştır (Canbay, 2019). Fosil yakıtlara dayalı enerji kullanımının artması, ozon tabakasının incelmesine, asit yağ murlarına, küresel ısınma ve iklim değ işikliğ inin neden olduğ u sel ve kuraklıklara, bitki ve hayvanların habitatlarında değ işikliklere ve geri dönüş ü olmayan evre kirliliğ ine katkıda bulunmuştur. Bu nedenle yenilenebilir enerji kullanımı, evre açısından geri dönüş ü olmayan vahim sonuçlara yol açabilecek fosil kaynakların kullanımına göre her açıdan daha faydalıdır. Jeotermal, biyokütle, hidroelektrik, rüzgâr ve özellikle güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları doğ aya ve çevreye çok az zarar vermektedir. Bu nedenle ö lkelerin yenilenebilir enerji kullanımına yönelik teş vikleri arttırması son derece önemlidir (Doğ an, 2013).

Sosyal ve ekonomik nedenler: Son yıllarda enerji politikasında yaşanan değ işiklikler evre dostu teknolojilerin kullanımının artmasına neden olmuş ve yenilenebilir kaynakların kullanımının önemi artmıştır. Bu değ işimler yeş il ekonomi kavramı şeklinde karş ımıza çıkmaktadır. Bu yaklaş ım iklim değ işikliğ i ve dünya çapında yaşanan krizlerle mücadele etmeyi amaçlamaktadır. Örneğ in Avrupa Birliğ i (AB), iklim değ işikliğ i ve evre sorunlarını ele alan, yeş il ekonomi temelinde bir strateji geliştirmiştir. Avrupa Komisyonu'nun 2010 yılında oluşturduğ u "Avrupa 2020" stratejisinde üç ana hedef belirlenmiştir. Hedef, 2020 yılına kadar sera gazı emisyonlarını 1990 yılına kıyasla %20 azaltmak, yenilenebilir enerjiye erişimi %20 artırmak ve enerji verimliliğ ini %20 artırmaktır. AB'nin bu hedeflere ulaşt ığı 2020

verilerine bakıldığında görülmektedir. Bu ve benzeri stratejiler yeşil ekonomi ve sürdürülebilir kalkınma açısından önemlidir (Gevher, 2023).

Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında en önemli unsurun çevrenin korunması olduğuna genel olarak kabul görmektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji, ekonomi ile çevre arasında bir bağ oluşturarak istihdam olanakları sağlamaktadır. Sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için dünya çapındaki ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi gerekmektedir (Kaypak, 2011).

Sürdürülebilir ekonomik kalkınma perspektifinden bakıldığında, yenilenebilir enerjiye geçiş, diğer önemli konuların yanı sıra yoksulluğun ortadan kaldırılması, sağlıkta, eğitimde eşitliğin sağlanması noktasında yarattığı yeni istihdam alanları ile katkı sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji kullanan enerji santrallerinin kurulumu, üretimi, bakımı ve onarımı insan gücüne ihtiyaç duymaktadır. Bu sayede yerel işgücü istihdam edilebilmekte ve bölgedeki işsizlik oranı azaltılabilmektedir. Günümüzde pek çok insanın hâlâ elektriğe ve modern enerji kaynaklarına erişimden yoksun olduğu göz önüne alındığında, yerli, uygun fiyatlı ve sürdürülebilir enerji bu bölgelerin gelişimi için büyük önem taşımaktadır (Yıldırım, 2018).

Yenilenebilir enerji ekonomik ve sosyal açıdan az gelişmiş bölgelerde de kullanılabilmektedir. Örneğin, enerji girdili tarımın merkezde olduğu güneş/rüzgar enerjisi potansiyeli yüksek olan tarım alanlarında kalkınma seviyelerinin artmasına ve daha önce az gelişmiş olan alanların gelişmesine yol açabilmektedir. Bu şekilde yenilenebilir enerji, bölgesel gelişmişlik farklılıklarının ortadan kaldırılmasına ve sosyoekonomik dengesizliklerin azaltılmasına yardımcı olabilmektedir (Torunoğlu Gedik, 2015).

Özetle, yenilenebilir enerji kaynakları dünyanın enerji ihtiyacının karşılanmasında önemli bir role sahip olmaya başlamıştır. Bu kaynaklar uzun ömürlü ve çevre dostu enerji sağlar. Çalışmanın ilk bölümünde dünya çapındaki alternatif enerji kaynaklarının yani güneş, rüzgâr, hidroelektrik, jeotermal, biyokütle, dalga ve hidrojen kaynakları genel hatlarıyla açıklanmış ve dünya genelindeki ortalama güç seviyeleri gösterilmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesinin amacı, değeri ve nedenleri araştırılmıştır. Alternatif enerjinin sürdürülebilirlik, enerji arz güvenliğinin sağlanması ve çevresel faktörler üzerinde önemli etkisi olduğu açıklanmıştır. Yenilenebilir enerji, modern toplumun enerji gereksinimlerini karşılarken doğal kaynakların korunmasına da yardımcı olur. Bu durum enerji

sektöründe yenilenebilir kaynaklara geçişi kolaylaştırmak ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmak için alternatif enerjiye yönelmeyi zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle yatırım maliyetinin yüksek olmasına rağmen teşvik mekanizmaları devreye sokulmuş, yenilenebilir enerji kaynaklarının konvansiyonel kaynaklara göre üstünlüğü kabul edilmiş ve yatırım toplamıştır.



2. FİNANSAL GELİŞME VE YENİLENEBİLİR ENERJİ İLİŞKİSİ

2.1. Finansal Gelişme Kavramı

Para ve sermaye piyasalarının gelişmesiyle temsil edilen finansal gelişme, yatırımların artırılması ve ekonomik büyümenin sağlanması, finansal açıdan daha sağlam bir ekonomik altyapının kurulması açısından önemlidir. Gelişmiş bir finansal sistemin varlığı, ekonomideki birikmiş tasarrufları etkili bir şekilde yatırıma dönüştürmekte ve böylece ulusal büyümeyi teşvik etmektedir. Finansal gelişmeyi tanımlarken finansal yapılardaki hem kısa vadeli hem de uzun vadeli değişikliklere bakmak gerekmektedir.

Mali yapıyı şekillendiren mali araç ve kurumların ortaya çıkışı ve göreceli büyüklükleri bir ülkenin mali yapısını ortaya koymada önemlidir (Goldsmith, 1969; Ergeç, 2004). Bu bağlamda finansal gelişme, finansal yapıyı oluşturan araç ve araçların sayı ve türlerindeki artışı ifade etmektedir. Finansal sistemin ölçeğinde ve yapısında meydana gelen değişikliklerle kendini göstermesi finansal derinleşme kavramıyla da ifade edilmektedir. Finansal derinleşme, yani toplam finansal varlıkların milli gelir içindeki payının artması, ekonominin parasallaşma düzeyinin artmasına ve dolayısıyla finansal aracılık hizmetlerinin gelişmesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Afşar, 2006). Bu bağlamda finansal derinleşme aynı zamanda finansal sistemin genişleme derecesini ve finansal araçların çeşitlenme derecesini de yansıtmaktadır.

Finansal gelişme çok boyutlu bir süreçtir ve reel ekonominin özelleştirilmesi özellikle gelişmekte olan ülkelerde finansal gelişmeyi mümkün kılmaktadır. Gertler ve Ross çalışmalarında finansal gelişmişliği şu şekilde özetlemektedir: Finansal aracılığın gelişmesi ve buna bağlı olarak doğrudan kredi piyasalarının gelişmesi, dünya sermaye piyasalarına erişimin artması, kredi ve mevduat faiz oranları arasındaki farkın azalması ve dolayısıyla risk-serbest faiz artışıdır (Gertler ve Rose, 1994).

Gelişmiş bir finansal sistem, girişimcilerin ve yatırımcıların çok çeşitli finansal araçları kullanmalarına olanak tanımaktadır. Bu, yatırımın risk seviyesini düşürür ve ulusal büyüme için gereken yatırımın miktarını artırır. Finansal gelişmenin olmadığı ulusal piyasalarda verimli iş süreçlerinin tasarlanması, teknolojilerin gelişmesi için gerekli yatırım ortamının oluşması zordur. Bu da düşük verime dolayısı ile da yatırım getirilerinin düşük olmasına yol açabilmektedir (Levine, 2005).

Solow-Swan büyüme modeli, ekonomik büyümenin temel kaynaklarını sermaye birikimi, emek artışı ve teknolojik ilerleme olarak tanımlar. Bu modelde, sermaye birikimi, verimli iş süreçlerinin ve yeni teknolojilerin benimsenmesini teşvik eder, bu da ekonomik büyüme oranını artırır (Solow ve Swan 1956).

Ulusal piyasalarda verimsiz teknoloji, düşük yatırım getirisi riskini taşımaktadır. Çünkü değişen teknolojilere hızlı bir şekilde adapte olamamak verimliliğin düşük olmasına neden olmakta ve yatırımın geri dönüşünü olumsuz etkilemektedir (Smith, 2005; Jones ve Brown, 2010).

Bu durum, aşağıdaki denklemle açıklanabilir:

$$R = (I - C)/C$$

Burada R , yatırım getirisi oranını; I , yatırımın getirilerini; C ise yatırımın maliyetlerini ifade eder. Verimsiz teknoloji, C değerini artırarak R oranını düşürmektedir. Ayrıca, değişen teknolojilere hızlı bir şekilde adapte olamamak verimliliği düşürür ve dolayısıyla yatırımın getirisi I azalır, bu da yatırım getirisi oranını R olumsuz etkiler (Smith, 2005; Jones ve Brown, 2010).

Aynı zamanda finansal gelişme, sermaye verimliliğini artırarak yatırımları olumlu yönde etkilemektedir. Etkin bir finansal sistem, fonların marjinal sermaye getirisi en yüksek olan projelere tahsis edilmesini sağlayarak etkin kaynak dağılımını sağlayacaktır. Sermayenin etkin tahsisi, sermaye verimliliği yoluyla büyümeyi olumlu yönde etkilemektedir (Levine, 2005; Aslan ve Küçükaksoy, 2006).

Bu durumu aşağıdaki denklemle ifade edebiliriz:

$$MPK = \Delta Y / \Delta K$$

Burada MPK (Marginal Product of Capital), sermayenin marjinal ürününü; ΔY , çıktıdaki değişimi; ΔK ise sermayedeki değişimi ifade eder. Etkin bir finansal sistem, MPK değeri en yüksek olan projelere fon tahsis ederek toplam çıktıdaki artışı maksimize eder.

Bu da toplam ekonomik büyüme oranını şu şekilde etkiler:

$$G = \alpha(MPK \cdot K)$$

Burada G , ekonomik büyüme oranını; α , sermaye verimliliği katsayısını ve K , toplam sermaye stokunu ifade eder. Sermayenin etkin tahsisi, MPK ve α değerlerinin yüksek olması durumunda ekonomik büyüme oranını G artırır (Levine, 2005).

Finansal sistemdeki finansal araçların sayısının artması, daha fazla finansal ürün ve hizmetin ortaya çıkmasına neden olmuş, bu durum tasarruf mevduatı, kredilendirme ve yatırım süreçlerine olumlu etki etmiştir. Bir ülkeye yatırımın artırılması ve dolayısıyla ekonomik büyümenin desteklenmesi için finansal gelişmenin ve finansal piyasaların gelişmesinin sağlanması büyük önem taşımaktadır.

Öte yandan, finansal gelişme ülkede bir dizi değişikliği teşvik etmektedir. Örneğin; finansal risklerin ve borçlanma maliyetlerinin azalması, borç verenler ve alanlar arasında şeffaflığın artması, sınır ötesi finansal sermaye ve yatırım akışlarına daha fazla erişim ve enerji tasarrufu sağlayan teknoloji ürünlerine erişim bunlardan bazılarıdır. Bütün bunlar tüketimin artmasına, enerji talebinin artmasına ve işletmelerin yatırımlarının artmasına neden olmaktadır (Sadorsky, 2011). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde artan enerji talebinin karşılanması ve bu enerji talebinin yerli ve yenilenebilir kaynaklardan karşılanması için ek finansmana ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumda finansal piyasaların kaynak ihtiyacının karşılanması sürecine katılımı önem kazanmaktadır. Finansal piyasalar tasarrufların yatırıma dönüştürülmesinde aracılık rolü üstlendiği için tasarruf sahiplerinin yatırım seçeneklerini artırmaktadır. Bu sayede sermaye yurt içinde aktif olarak kullanılarak, artan enerji talebinin karşılanmasında oluşan finansman açığının kapatılmasında alternatif yaratmaktadır.

Tablo 2 finansal gelişmenin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisini üç farklı kanal üzerinden özetlemektedir; doğrudan etki, ticari etki ve servet etkisi.

Tablo 2. Finansal Gelişmenin Yenilenebilir Enerji Yatırımları Üzerindeki Etkisi

Kanallar	Etkinin Yansıması
Doğrudan Finansal Etki	gelişmedeki olumlu gelişmeler, tüketicileri dayanıklı tüketim malları satın almak için kolay ve ucuz borçlanmaya teşvik etmiştir. Bu durum yenilenebilir enerji talebinin yanı sıra genel enerji talebini artırır ve sektöre yatırımı teşvik eder.

Ticari Etki	Finansal gelişmedeki olumlu gelişmeler işletmelerin finansal sermayeyi daha kolay ve daha düşük maliyetle elde etmelerine yardımcı olmaktadır. Ayrıca hisse senedi piyasalarının gelişmesi, ek finansman kaynakları sağlayarak işletmeler üzerinde olumlu bir etki yaratabilir. Tüm bu gelişmeler işletmelerin mevcut iş potansiyelini arttırmakta ve enerji talebini arttırmaktadır. Yenilenebilir enerji, artan enerji talebini karşılarken aynı zamanda yeni bir sektör yaratarak talebi de artırmış ve sektöre yapılan yatırımların artmasına yardımcı olmuştur.
Servet Etkisi	Artan borsa işlemleri, yarattığı zenginlik etkisi nedeniyle tüketici ve iş dünyasının piyasaya olan güvenini etkiler. Artan güven ortamı, ekonomik iyileşmeye ve enerji talebinin artmasına yol açarak, doğrudan ve operasyonel etkilere benzer şekilde yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasına neden olur.

Kaynak: Nart ve Karabıyık, 2018.

2.2. Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi İlişkisi

Ülkeler, enerji tüketiminin ekonomik büyümenin itici gücü olarak oynadığı kritik rolü giderek daha fazla kabul etmektedir. Ekonomik büyüme için çabalayan uluslar, enerji ihtiyaçlarını sürdürülebilir bir şekilde karşılamak amacıyla sürekli yeni enerji kaynakları aramaktadırlar. Literatürde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yönü ve doğası konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar, iki değişken arasındaki nedenselliğin farklı türlerini ele almakta ve enerji politikalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir.

Örneğin, Chen vd. (2007), enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedenselliği dört farklı hipotezle sınıflandırmış ve çeşitli ülkeler için ampirik testler gerçekleştirmiştir. Apergis ve Payne (2009), enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini panel veri analizleri kullanarak incelemiş ve bu ilişkinin ülkeler arasında farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Sarı, Ewing ve Soytas (2008) ise Türkiye için yapılan çalışmalarda, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin yönünün belirlenmesinde farklı sonuçlar elde etmişlerdir. Stern (2000) ise enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki önemini vurgulamış ve

enerji arzında yaşanabilecek kısıtlamaların büyümeye olumsuz etkilerinin olabileceğini belirtmiştir.

Enerji tüketimi (elektrik tüketimi) ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişki dört türe ayrılabilir ve bunların her birinin enerji politikası açısından önemli sonuçları vardır (Chen vd. 2007; Apergis, Payne 2009).

1-Nedensellik İlişkisi Yok Hipotezi: Enerji tüketimi ile GSYİH arasında nedensellik ilişkisinin bulunmadığı hipotezine “nötr hipotez” adı verilmektedir. Bu hipotez, enerji tüketiminin GSYİH ile hiçbir ilgisinin olmadığını, yani ne muhafazakâr politikaların ne de enerji tüketimine yönelik genişletici politikaların ekonomik büyüme üzerinde herhangi bir etkisinin olmayacağını savunmaktadır. Dolayısıyla enerji tüketimi ile reel GSYİH arasında nedensellik ilişkisinin bulunmaması tarafsızlık hipotezini desteklemektedir (Sarı, Ewing ve Soytaş, 2008).

Bu hipotezi matematiksel olarak şu şekilde ifade edebiliriz:

$$H_0: EC \leftrightarrow GDP$$

Burada H_0 , sıfır hipotezini; EC , enerji tüketimini ve GDP , gayri safi yurt içi hasılayı (GSYİH) ifade eder. $EC \leftrightarrow GDP$ ifadesi, enerji tüketimi ile GSYİH arasında iki yönlü nedensellik ilişkisinin bulunmadığını belirtir.

H_0 hipotezi doğrulandığında, enerji tüketimi (EC) ile ekonomik büyüme (GDP) arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığını, yani enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını gösterir. Bu durumda, enerji tüketimine yönelik muhafazakâr veya genişletici politikaların ekonomik büyüme üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkar.

Dolayısıyla, enerji tüketimi ile reel GSYİH arasında nedensellik ilişkisinin bulunmaması, tarafsızlık hipotezini destekler ve şu şekilde ifade edilebilir:

$$EC \perp GDP$$

Burada $\perp$ sembolü, bağımsızlığı ve nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade eder (Sarı, Ewing ve Soytaş, 2008).

2-Tasarruf Hipotezi: Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisine “tasarruf hipotezi” de denir. Bu, enerji tüketiminde tasarrufa yönelik politikaların, enerjiye daha az bağımlı olan ekonomilerde olduğu gibi, ekonomik büyüme üzerinde çok az veya hiç olumsuz etki yaratmadan

uygulanabileceğini göstermektedir. Reel GSYİH'deki bir artış enerji tüketiminde bir artışa yol açıyorsa tasarruf hipotezi desteklenir (Shiu ve Lam, 2004).

Bu hipotezi matematiksel olarak şu şekilde ifade edebiliriz:

$$H_1: GDP \rightarrow EC$$

Burada H_1 , alternatif hipotezi; GDP , gayri safi yurt içi hasılayı (GSYİH) ve EC , enerji tüketimini ifade eder. $GDP \rightarrow EC$ ifadesi, ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu belirtir.

Eğer reel GSYİH'deki (GDP) bir artış enerji tüketiminde (EC) bir artışa yol açıyorsa, tasarruf hipotezi desteklenir. Bu durumda, enerji tasarruflarını destekleyici politikaların, ekonomik büyüme üzerinde çok az veya hiç olumsuz etki yaratmadan uygulanabileceği sonucuna varılabilir.

3-Büyüme Hipotezi: Enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisine “büyüme hipotezi” adı verilmektedir. Bu, enerji kullanımını sınırlamanın ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabileceği, enerjinin tüketiminin arttırılmasının ise ekonomik büyümeyi artırabileceği anlamına gelir. Büyüme hipotezi, enerji tüketiminin üretim sürecinde emek ve sermayeye ek olarak doğrudan ve dolaylı olarak ekonomik büyümede önemli bir rol oynadığını savunmaktadır. Enerjinin ekonomik büyüme için sınırlayıcı bir faktör olduğu ve enerji arzının sağlanamamasının etkisinin ekonomik büyüme üzerinde olumsuz olacağı savunulmaktadır (Stern, 2000).

Bu hipotezi matematiksel olarak şu şekilde ifade edebiliriz:

$$H_2: EC \rightarrow GDP$$

Burada H_2 , büyüme hipotezini; EC , enerji tüketimini ve GDP , gayri safi yurt içi hasılayı (GSYİH) ifade eder. $EC \rightarrow GDP$ ifadesi, enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu belirtir.

Eğer enerji tüketimindeki (EC) bir artış ekonomik büyümeye (GDP) yol açıyorsa, büyüme hipotezi desteklenir. Bu durumda, enerji kullanımını sınırlamanın ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabileceği, enerjinin kullanımının arttırılmasının ise ekonomik büyümeyi artırabileceği sonucuna varılabilir.

4-Geri Bildirim Hipotezi: Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki iki yönlü nedensellik ilişkisine “geri bildirim hipotezi” adı verilmektedir. Bu, enerji tüketiminin ve ekonomik büyümenin ortaklaşa belirlendiği ve aynı anda etkilendiği anlamına gelir (Oh ve Lee, 2004).

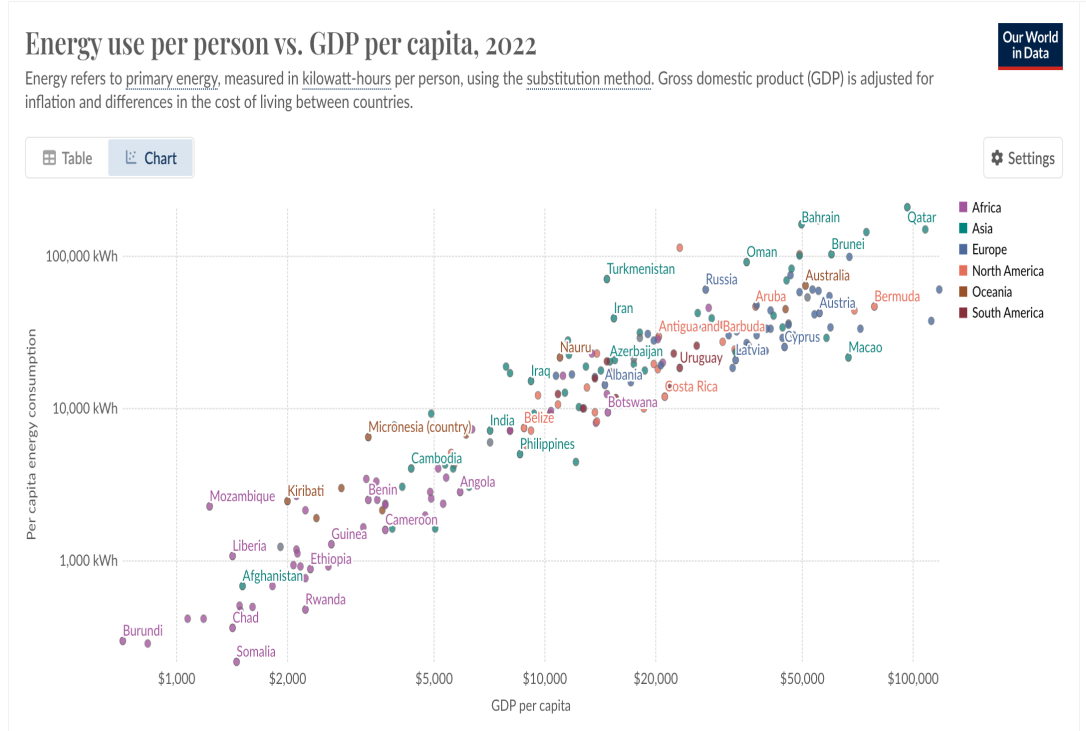
Bu hipotezi matematiksel olarak şu şekilde ifade edebiliriz:

$$H_3: EC \leftrightarrow GDP$$

Burada H_3 , geri bildirim hipotezini; EC , enerji tüketimini ve GDP , gayri safi yurt içi hasılayı (GSYİH) ifade eder. $EC \leftrightarrow GDP$ ifadesi, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki iki yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu belirtir.

Bu durumda, enerji tüketimi (EC) ve ekonomik büyüme (GDP) birbirini karşılıklı olarak etkiler ve bu iki değişken ortaklaşa belirlenir. Enerji tüketimi ekonomik büyümeyi artırırken, ekonomik büyüme de enerji tüketimini artırır.

Şekil 8, kişi başı enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır



Şekil 8. Kişi Başına Enerji Tüketimi ve Kişi Başı GSYİH

Kaynak: EIA, 2023.

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki büyüme hipotezinde de gösterilmiş olup, enerji tüketiminin ekonomik faaliyetlerin temel bir itici gücü olduğu belirtilmiştir. Payne (2010), enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiye dikkat çekerek, büyümeyi hedefleyen ülkelerin özellikle yenilenebilir kaynaklardan enerji tüketimini önceliklendirmeleri gerektiğini önermektedir.

2.3. Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Finansal Gelişme

Yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişme ilişkisi, yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini ve bu süreçte finansal gelişimin rolünü inceleyen bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Ülkelerin ekonomik büyüme hedeflerine ulaşabilmeleri için kritik bir öneme sahip olan enerji, ülkelerin büyüme serüvenleri açısından rekabet edebilirliğin temel taşlarından biridir (Anton & Nucu, 2020). Çeşitli ülkelerin enerji kullanımına daha geniş bir perspektiften bakıldığında, hizmet sektörünün devamlılığının, sanayi üretimi yoluyla yerli ürünlerin tedarikinin ve yurt dışına ürün ihracatının sağlanmasında enerji önemli bir rol oynamaktadır. Bu süreçler aynı zamanda ülke ekonomisinin büyümesinin en önemli unsurlarıdır (Assi vd., 2021). Büyüme, beraberinde enerji tüketiminde artışa neden olmaktadır (Payne, 2010). Kısacası ekonomi büyüdükçe enerji kullanımı artacak ve ülkeler, kendi enerji arz güvenliklerini sağlamak amacıyla yeni ve çeşitli enerji kaynakları aramaya devam edecektir. İlgili kaynaklardan enerji elde etmek için kurulacak santraller için yatırım yapılması gerekmektedir ve bu yatırımlar, gelişmiş finansal sistemlerde daha kolay gerçekleştirilebilmektedir (Sadorsky, 2011). Finansal gelişmişlik düzeyi ne kadar yüksek olursa, ülkelerin, kurumların, işletmelerin ve bireysel yatırımcıların kaynağa erişim potansiyeli de o kadar artar. Bu durumda yeni santral yatırımları kolaylaşmaktadır (Apergis & Payne, 2009).

Ülkeler enerji kullanımı açısından birçok alternatife sahiptir. Fosil ve yerli kaynakların mevcut enerji üretiminde kullanılmasının yanı sıra yurt dışından da enerji ithal edilebilmekte veya yenilenebilir enerjiye yatırım yapılabilir (Chen vd., 2007). Geçmişte yenilenebilir enerjinin kurulum maliyetinin fosil yakıt kullanma maliyetinden daha yüksek olduğu bilinmektedir. Gelişmiş ekonomilerde yerleşik güçlü finansal sistemler sayesinde yenilenebilir santral yatırımları, daha yüksek maliyetlerine rağmen fonlanabilmektedir (Anton & Nucu, 2020).

Teorik olarak, finansal gelişmişlik, yenilenebilir enerji yatırımlarına uygun finansman sağlanmasını kolaylaştırır ve yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik

edebilir. Diğer taraftan, uzun vadede yenilenebilir enerji tüketiminin ithal enerji kullanımına bağımlılığı azalttığı ve kaynakları ülke içinde tutarak ulusal ekonomiyi iyileştirdiği, dolayısıyla finansal gelişmeyi desteklediği ileri sürülebilir (Wang vd., 2021; Assi vd., 2021).

Birçok çalışmada başka bulgular da mevcut olmasına rağmen Anton ve Nucu (2020), Wang vd. (2021), Assi vd. (2021)'nin çalışmalarında görüldüğü gibi finansal gelişmişlik ile yenilenebilir enerjiyi birbirleriyle ilişkilendirmek mümkündür. Mali kaynakların geliştirilmesi, yenilenebilir enerjiye doğrudan yabancı yatırımların artmasını kolaylaştıracak, fon transferlerinin etkin ve hızlı olmasını sağlayacak ve bu amaçla yenilenebilir enerji için gerekli altyapı ve kaynaklar tahsis edilecektir. Farklı bir bakış açısıyla, tüketilen yenilenebilir enerji miktarının arttırılması, uzun vadede ülkelerin yabancı enerji kaynaklarına olan bağımlılığını azaltacak ve tasarrufların dışsallaştırılması yerine içselleştirilmesini sağlayacaktır.

2.4. Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Finansal Gelişme İlişkisini İnceleyen

Çalışmalar

Yenilenebilir enerji ve finansal gelişmeyi konu alan çalışmalar nispeten yenidir. Henüz ilk aşamalarında olan bu konunun ilk çalışması olarak Brunnschweiler (2010) sayılabilir. Panel veri yöntemini kullanan Brunnschweiler, 1980 ile 2006 yılları arasında OECD üyesi olmayan 119 ülkede yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasında finans sektörünün rolünü incelemiştir. Bu çalışmanın bulguları, mali açıdan az gelişmiş ülkelerde enerji üreticilerine etkili bir şekilde kredi aktarılamadığını ortaya koymaktadır. Bu çalışma gelişmiş finansal aracılığın, özellikle de ticari bankacılığın, finansman kaynaklarına erişimde yarattığı kolaylık ile yenilenebilir enerji yatırımlarını arttırdığını dolayısı ile yenilenebilir enerji üretim miktarında artışı sebep olduğunu ortaya koymuştur.

Wu ve Broadstock (2015), hem finansal gelişmenin hem de kurumsal kalitenin yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu vurgulamak için 1990-2010 yılları arasında 22 gelişmekte olan ekonomiden elde edilen verileri incelemiştir. Benzer şekilde Best (2017), finansal sermayenin her bir enerji kullanımı üzerindeki etkisini analiz etmek için 1998 ile 2013 yılları arasında 137 kadar ülkeden elde edilen verileri kullanmış ve yüksek gelirli ülkeler için finansal sermayenin modern yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi teşvik ettiğini ve banka kredileri ve

yurt içi özel borçlanma senetlerinin yenilenebilir enerji kullanımı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu tespit etmiştir.

Burakov ve Freidin (2017), Rusya’da 1990’dan 2014’e kadar finansal gelişme, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji kullanımı arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiştir. Sonuçlar, finansal gelişme ile yenilenebilir enerji kullanımı arasında nedensellik ilişkisi olmadığını göstermektedir. Bunu Rusya’nın yüksek fosil yakıt tüketimine bağlamışlardır.

Yazdi ve Shakouri (2017), İran için 1979 ile 2014 yılları arasında, İran’da ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, enerji tüketimi, finansal gelişme ve ticari açıklık arasındaki ilişkiyi araştırmak için otoregresif dağıtılmış gecikme (ARDL) yöntemini ve Granger nedenselliğini kullanmıştır. Analizleri, yenilenebilir enerji tüketiminin hem kısa vadeli hem de uzun vadeli etkilerinin olduğunu ve ikincisinin ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etki göstermediğini ortaya çıkarmıştır.

Kutan vd. (2018), 1990-2012 dönemi için dört yükselen piyasa ülkesi (Brezilya, Çin, Hindistan ve Güney Afrika) örneğinde doğrudan yabancı yatırım akışlarının ve borsa gelişiminin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Panel ekonometrik yöntemlerin sonuçları (Fisher-Johansen’in panel eşbütünleşmesi, tamamen değiştirilmiş OLS yöntemi ve panel nedensellik), teknolojiye ve borsaya yapılan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji tüketimini teşvik etmede önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir.

Charfeddine ve Kahia (2019), araştırmalarında, 1980 ile 2015 yılları arasında Orta Doğu ve Kuzey Afrika (MENA) bölgesindeki 24 ülkede CO2 emisyonları ve ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini değerlendirmek için yenilenebilir enerji ve finansal gelişmişliği birleştiren bir PVAR modeli kullanmışlardır. Sonuçlar hem yenilenebilir enerji tüketiminin hem de finansal gelişmenin az miktarda karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme üzerinde etkisi olduğunu ve katkıda bulunduğunu göstermektedir. Bu bulgular, MENA ülkelerinde hem finansal gelişmenin hem de yenilenebilir enerjinin, çevresel iyileştirme ve ekonomik büyümeye yeteri kadar katkı sağlayamadığı belirtmektedir.

Anton vd. (2020), 1990-2015 döneminde Avrupa Birliği’ndeki 28 ülkede finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Sabit etkiler paneli modeline göre, finansal gelişmenin bir örneği olarak finans sektörü tarafından sağlanan yurt içi kredilerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde önemli bir

olumlu etkisi olduğu sonucu çıkmıştır. Avrupa ülkelerinde işlevsel bir bankacılık sistemi, maliyetleri düşürerek daha acil likidite sağlanmasına yardımcı olabilmektedir. Bulgular, bu likiditenin enerji sektöründe kaynakların sermayeleştirilmesini ve teknolojik yeniliklerin gelişimini artıracaklarını göstermektedir. Ayrıca tahvil piyasası ve borsanın gelişmesinin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde olumlu ve anlamlı bir etki yarattığını öne sürülmüştür. Finansal gelişme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

Assi vd. (2021), hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmek amacıyla beş önemli faktörün yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini araştırmak için bir araştırma yürütmüştür. Bu faktörler olarak, finansal gelişme, çevre kirliliği, inovasyon, ekonomik özgürlük ve üç ASEAN üyesi ülkenin 1998'den 2018'e kadar kişi başına düşen ortalama GSYİH'si dikkatle incelenmiştir. Panel ARDL analizi ve Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi aracılığıyla araştırmacılar beş hipotezi test etmiştir. Bulgular, finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde çok az veya hiç önemli etkisi olmadığını göstermiştir. Ayrıca çevre kirliliği, ekonomik özgürlük ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında negatif bir korelasyon gözlenmiştir. Tersine, inovasyon, reel GSYİH ve yenilenebilir enerji kullanımı pozitif bir ilişki bulunmuştur. Bu sonuçlara dayanarak ASEAN+3 grubunun hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla yenilenebilir enerji projelerine yönelik stratejik planlar geliştirmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Kırıkkaleli ve Adebayo (2021), finansal gelişmenin ve yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki kalıcı ve doğrudan etkilerini incelemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Araştırma 1985'ten 2017'ye kadar sürmüş ve dünya çapındaki teknolojik yenilikleri ve ekonomik büyümeyi hesaba katmıştır. İlgili ilişkiyi araştırmak için araştırmacılar CO2 emisyonlarını, GSYİH, yenilenebilir enerji tüketimi, teknolojik yenilik ve finansal gelişme gibi değişkenleri kapsamlı bir modele entegre etmişlerdir. Verileri analiz etmek için, tamamen değiştirilmiş OLS (FMOLS), dinamik OLS (DOLS), kanonik eşbütünleşik regresyon (CCR), Bayer ve Hanck eşbütünleşme ve frekans alanı nedensellik testleri dahil olmak üzere çeşitli istatistiksel teknikler kullanmışlardır. Kırıkkaleli ve Adebayo ampirik bulgularına dayanarak bu değişkenler arasında uzun vadeli bir ilişkinin olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca araştırmaları, küresel finansal gelişmenin ve yenilenebilir enerji tüketiminin zaman içinde çevresel sürdürülebilirlik üzerinde

önemli bir olumlu etkiye sahip olduğunu, ekonomik büyümenin ise küresel ölçekte karbon emisyonlarının artmasına katkıda bulunduğu vurgulamıştır.

Lahiani vd. (2021), 1975'ten 2019'a kadar Amerika Birleşik Devletleri'nde yenilenebilir enerji kullanımı üzerinde finansal gelişmenin etkisini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bunu başarmak için, çeşitli faktörleri içeren doğrusal olmayan otoregresif dağıtılmış gecikmeler (NARDL) modelini kullanmışlardır. Ek olarak, petrol fiyatları ve uluslararası ticari açıklık derecesi gibi ölçümleri de dikkate almışlardır. Bulgular, genel finansal durum ve borsadaki hem olumlu hem de olumsuz dalgalanmaların yenilenebilir enerji kullanımını doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur. Bu, Amerika Birleşik Devletleri'nde yenilenebilir enerji tüketimini desteklemek için finansal piyasaların etkin bir şekilde kullanımının önemini vurgulamaktadır. Bu sonuçlara dayanarak araştırmacılar, bir kamu finansman mekanizmasının uygulanmasının ve yeşil finansmanın finans piyasası yoluyla yönlendirilmesinin yenilenebilir enerji kullanımı üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceğini öne sürmüştür.

Wang vd. (2021), Çin'de ekonomik büyüme ve finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini araştırmak için ARDL-PMG modelini kullanmıştır. 1997'den 2017'ye kadar olan verileri analiz eden araştırmacılar hem uzun vadeli hem de kısa vadeli etkileri incelemiştir. Bulgular, ekonomik büyümenin hem Çin'in tamamında hem de Batı Çin'de yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu, finansal gelişmenin ise olumsuz bir etkisi olduğunu gösterdi. Ancak kısa vadeli perspektiften bakıldığında ekonomik büyümenin olumsuz, finansal gelişmenin ise yenilenebilir enerji tüketimini olumlu yönde etkilediği ortaya çıkmıştır.

Dimnwobi vd. (2022), Nijerya'daki finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkilerini ARDL modeli ve 1981-1989 yıllık veriler aracılığıyla incelemiştir. Dikkate aldıkları diğer değişkenler FGE ve YET değişkenlerine ek olarak, GSYİH büyüme oranları, DYY ve tüketici fiyat endeksi olmuştur. Çalışmada, Nijerya'da çevre dostu enerji tüketimine geçiş için finansal gelişmenin çok önemli olduğunu ve finans sektörünün gelişmesinin ülkede çevre dostu enerji kullanımına geçişi teşvik ettiğini belirtilmiştir. Tüketici fiyatlarının Nijerya'da yenilenebilir enerji kullanımı üzerinde önemli bir olumsuz etkiye sahip olduğu ve kişi başına düşen

GSYİH ve yabancı yatırım gibi diğer değişkenlerin Nijerya'da yenilenebilir enerjinin kullanılma derecesinin belirlenmesinde önemli olmadığı sonucuna varılmıştır.

Vo vd. (2022) araştırmalarında, Trans-Pasifik Ortaklığı için Kapsamlı ve Aşamalı Anlaşması'na (CPTPP) dahil olan 11 ülke üzerinde 1970-2020 yılları arasında ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi ve finansal gelişme arasındaki karşılıklı ilişkiyi araştırmak için Çevresel Kuznets Eğrisi teorisini kullanmışlardır. Bulguları, alternatif enerji kullanımının CPTPP ülkelerinde CO2 emisyonlarını azalttığını göstermektedir. Bu keşif, ulusal enerji portföyündeki yenilenebilir enerji yüzdesinin artırılmasının, CO2 emisyonlarını azaltarak olumlu bir çevresel etkiye sahip olduğu fikrini desteklemektedir. Ayrıca fosil yakıtların tüketimi CO2 emisyonlarının artmasına neden olmaktadır. Bu keşif, fosil yakıtların enerji amaçlı kullanımının azaltılmasının çevre kalitesinin iyileştirilmesi açısından çok önemli olduğunu göstermektedir. Yenilenebilir enerji, diğer enerji kaynaklarının yerine kullanılabilecek istisnai bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir; bu, CPTPP ülkelerinde ekonomik büyüme ve kalkınmayı desteklemek için yeterli enerjinin tedarikini garanti edecektir. Ayrıca nedensellik analizi, CPTPP ülkelerinde yenilenebilir enerji kullanımı, finansal gelişme ve ekonomik büyüme arasında karşılıklı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bulgulara dayanarak yenilenebilir enerji kullanımı, finansal gelişme ve ekonomik büyümenin birleşik etkilerinin dikkate alınmasının gerekliliğini vurgulamışlardır.

Bu araştırmalardan da görüleceği üzere finansal gelişme ve yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisi ülkeler, bölgeler arasında ciddi farklılıklar göstermektedir. Bunun nedeni olarak ülkeler arasındaki finansal gelişmişlik farklılıkları, izledikleri yenilenebilir enerji stratejileri ve sahip oldukları enerji kaynakları gibi bazı nedenler gösterilebilmektedir. Ayrıca araştırmalarda kullanılan ekonometrik yöntemlerin çeşitliliği, kullanılan farklı örneklem ve değişkenler de sonuçlara etki etmektedir.

Brunnschweiler (2010), Wu ve Broadstock (2015), Kutan vd. (2018), Anton vd. (2020), Lashiani vd. (2021) ve Dimnwobi vd. (2022), finansal gelişme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında pozitif bir ilişki bulmuşlardır. Bu sonuçların aksine Yazdi ve Shakouri (2017) ve Wang vd. (2021) finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimiyle negatif ilişkili olduğunu bulmuştur.

Burakov ve Freidin (2017) ve Assi vd. (2021) enerji tüketimi ile finansal gelişme arasında bir bağlantı bulmada başarısız olurken, Kırıkkaleli ve Adebayo

(2021) ve Vo vd. (2022), enerji tüketimi ile finansal gelişme arasında karşılıklı bir ilişki olduğunu belgelemiştir. Charfeddine ve Kahia (2019) ise, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik gelişmede çok az rol oynadığı sonucuna varmıştır.



3. SEÇİLMİŞ ÜLKELERDE YENİLENEBİLİR ENERJİYE YÖNELİK TEŞVİK POLİTİKALARI

3.1. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Meksika arasında yer alan ve federal anayasal bir cumhuriyet olarak yönetilen bir ülkedir. Toprakları, kıtanın orta kesiminde yer alan 48 bitişik eyaleti kapsamaktadır. Ek olarak, Kuzey Amerika'nın kuzeybatı ucunda yer alan Alaska ve Meksika'da bulunan ada devletleri vardır. Hawaii, Pasifik Okyanusu'nun ortasında yer almaktadır. 9,8 milyon kilometrekarelik yüzölçümüyle dünyanın yüzölçümü bakımından dördüncü, toplam yüzölçümü bakımından ise üçüncü büyük ülkesi olan Amerika Birleşik Devletleri, 336 milyondan fazla nüfusuyla da dünyanın en kalabalık üçüncü ülkesidir (Gopnik, 2022). 2022 yılı itibarıyla kişi başına düşen GSYİH 77 bin doların üzerindedir (Dünya Bankası, 2022a). 1800'lü yılların sonlarından günümüze kadar kömür, petrol ve doğal gaz ABD'nin birincil enerji kaynakları olurken, 1990'lı yıllardan itibaren ise hidro ve biyoyakıtlar en yaygın kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları olmuştur. 1990'lı yıllardan bu yana Amerika Birleşik Devletleri güneş, rüzgar, biyoyakıt, jeotermal enerji gibi yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjiyi artırmıştır. 2000'li yılında Amerika Birleşik Devletleri ciddi düzeylerde yenilenebilir enerji yatırımları yapmıştır. Enerji Bilgi İdaresi'nin (EIA) 2022 raporlarına göre, yenilenebilir enerji kaynakları ülkede üretilen toplam elektriğin yaklaşık %20'sini oluşturmuştur. Bu dikkate değer ilerleme, ABD'nin karbon emisyonlarını %50-52 oranında azaltma yönündeki iddialı hedefleriyle uyumlu ilerlemiştir. ABD nihai olarak 2050 yılına kadar karbon-sıfır elektriğe ulaşmayı hedeflemektedir (The White House, 2021).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesini teşvik etmek için Amerika Birleşik Devletleri hükümeti iki federal vergi teşviki uygulamaya koymuştur. Üretim vergisi kredisi olarak bilinen ilk vergi kredisi 1992 yılında oluşturulmuş ve daha sonra 1994 yılında değiştirilmiştir. Bu teşvik kurumlar vergisi kredisi şeklini almış ve rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, çöp gazı ve küçük ölçekli depolama gibi çeşitli yenilenebilir teknolojileri kapsamıştır. Yeni yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıma sunulmasını takip eden on yıllık zaman dilimi içinde üretilen elektriğin kilovatsaati başına 2,1 sentlik bir vergi kredisi zorunlu kılınmıştır. Üretime ilişkin vergi kredisi kaldırılarak, 2020 Aralık sonu itibarıyla toplam vergi kredisine %60 oranında bir yıl

daha ilave edilmiş, ancak 31 Aralık 2021 tarihinden sonra inşa edilen tesisler için kredi kullanımı sonlandırılmıştır. İkincisi, nitelikli ekipmana yatırım için vergi kredisidir. Buna güneş ışıınımı yoluyla sıcak su üretimi, güneş enerjisiyle çalışan panellerin kurulumu dahildir. 2005 yılında yürürlüğe giren yatırıma yönelik vergi kredisi, kapasitesi 100 kW'ın altında olan güneş ve rüzgar enerjisinde %30, jeotermal, mikro türbinler ve kombine ısı ve enerji üretiminde %10 indirim yapılmasını sağlamıştır (Metcalf, 2016). Yatırıma yönelik vergi kredisi 2021'de yüzde 26'dan yüzde 10'a düşerken, 2024'te ise sadece yüzde 2'ye düşmesi beklenmektedir.

ABD'deki en popüler teşvik yenilenebilir portföy standardıdır. 1997 yılında uygulamaya konulan yenilenebilir enerji kaynakları standardı bazı eyaletlerde uygulanırken, bazı eyaletlerde mevcut yenilenebilir enerji kaynaklarının sınırlı sayıda olması, elektriğin federal düzeyde genişletilmesine karşı çıkılması nedeniyle yenilenebilir enerji standardının kullanımına gerek duyulmamaktadır. Bazı eyaletler, enerji portföylerinin belirli bir kısmının güneş enerjisinden elde edilmesini zorunlu kılmak gibi, belirli kaynakların büyümesini teşvik etmek için kapsamlı yaklaşımlar uygulamıştır. Yine ABD'deki bazı eyaletler, güneş enerjisi üretimini teşvik etmenin bir yolu olarak tarife garantilerini benimsemiştir (Polonsky, 2019). Ayrıca seçilmiş eyaletlerde, elektrik vergilerinden elde edilen gelirin bir yüzdesi kamu finansmanına tahsis edilmiş ve bu daha sonra yenilenebilir enerji girişimlerini finanse etmek için kullanılmıştır (Doe & Smith, 2023).

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki belirli eyaletlerde, konut ve ticari müşterilere kendi yenilenebilir enerji kaynaklarından ürettikleri fazla elektriği, genellikle perakende fiyatları üzerinden şebekeye geri satma olanağı tanıyan, net ölçüm yasaları olarak bilinen düzenlemeler vardır. Net ölçüm yasalarının uygulanması hem konut hem de ticari ortamlarda yenilenebilir enerji kullanımının genişletilmesini kolaylaştırmada önemli bir rol oynadıkları için çatı üstü güneş enerjisi projelerinin yaygınlaşmasında etkili olmuştur. Zorunlu net ölçüm yasalarının uygulanması 2017 yılında birçok eyalette gerçekleşmiştir (IEA, 2019a).

Amerika Birleşik Devletleri'nde hidroelektrik, yenilenebilir elektriğin en eski biçimi olarak kullanılmaktadır. Yaklaşık 103.000 MW'lık kurulu hidroelektrik kapasitesiyle, bu alanda henüz kullanılmamış bir potansiyel ve genişleme için geniş bir alan bulunmaktadır. Şu anda elektrik üretmeyen mevcut barajların, 2050 yılına

kadar şebekeye ilave 4,8 GW güvenilir yenilenebilir enerji katkısı sağlayabileceğini belirtilmektedir (U.S. Department of Energy, 2016).

1990 yılında rüzgar enerjisi Amerika Birleşik Devletleri'ndeki elektrik üretiminin yalnızca %2'sini oluştururken, 2022 yılı itibarıyla rüzgar enerjisi büyük bir artış göstererek elektrik üretiminin %10'undan fazlasına katkıda bulunabilmiştir. 2020 ve 2021'de özellikle Batı ve Orta bölgelerde büyük rüzgar türbinlerinin kurulumu, ABD rüzgar enerjisi üretimini %30 gibi etkileyici bir oranda artırdı. Gelecekte, söz konusu yeni rüzgar türbini kurulumlarının üretim vergisi kredilerinin 2021 yılında sona ermesi nedeniyle kurulum oranlarının düşebileceği öngörülmektedir (Conte, 2022). Amerika Birleşik Devletleri, 2030 yılına kadar 30 GW açık deniz rüzgar enerjisi ve 2025 yılına kadar en az 25 GW kara rüzgar enerjisi üretme yönünde iddialı hedefler belirlemiştir (U.S. Department of Energy, 2023).

ABD'nin güneş enerjisi üretim kapasitesi 2008'de yalnızca 0,34 GW iken 2022'de yaklaşık 97 GW'a yükselmiştir. Bu elektrik miktarı ortalama 18 milyon hanenin elektrik tüketimine eşdeğerdir. Bugün Amerika Birleşik Devletleri'ndeki elektriğin %3'ten fazlası fotovoltaik güneş panelleri ve konsantre güneş enerjisi formundaki güneş santrallerinden gelmektedir. Güneş enerjisi üretimindeki büyüme, güneş fotovoltaik panellerinin ortalama maliyetini 2014 yılından bu yana yaklaşık %70 oranında azaltan teşviklerden kaynaklanmıştır (U.S. Department of Energy, 2022). ABD Enerji Bakanlığı, ABD'nin 2035 yılına kadar ülkenin elektrik arzının %40'ını, 2050 yılına kadar ise %45'ini güneş enerjisi yoluyla sağlayabileceğini belirtmektedir (The White House, 2021).

Özetle, Amerika Birleşik Devletleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliğini ve üretimini artırmak amacıyla çeşitli teşvikler tasarlamıştır. Bu teşvikler arasında, federal ve eyalet düzeyinde sağlanan vergi indirimleri, hibe programları, düşük faizli krediler ve yeşil enerji sertifikaları yer almaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji üretim vergi kredisi ve yatırım vergi kredisi gibi federal teşvikler, yenilenebilir enerji projelerinin finansmanını kolaylaştırmış ve yatırımcılar için cazip hale getirmiştir. Ayrıca, eyaletler bazında uygulanan yenilenebilir portföy standartları, enerji sağlayıcılarını belirli bir yüzde oranında yenilenebilir enerji kullanma zorunluluğu getirerek piyasayı teşvik etmiştir. Bu politikalar ve teşvikler, ABD'nin enerji bağımsızlığını artırmak, karbon emisyonlarını azaltmak ve yenilenebilir enerji sektöründe istihdam yaratmak gibi stratejik hedeflerine katkı sağlamışlardır.

3.2. Almanya

Orta Kuzey Avrupa’da yer alan Almanya, geniş bir alana yayılmaktadır. Arazinin topoğrafyası kuzey bölgelerdeki düzlükten güney kesimlerdeki engebeli yapıya geçiş yapmaktadır (Geary, 2022). Yaklaşık 84 milyon nüfusu ve kişi başına 50 bin ABD dolara yakın GSYİH’si (Dünya Bankası, 2022b) ile Almanya gelişmiş bir ekonomiye sahiptir. Son kırk yılda, Almanya’nın enerji politikası önemli bir dönüşüm geçirmiştir. Kömür ve petrole olan yoğun bağımlılıktan daha kapsamlı, çeşitli ve yenilenebilir kaynak yoğun bir enerji portföyüne geçiş hedeflenmiştir. Sürdürülebilir enerji uygulamalarını benimseyen Almanya, yenilenebilir enerjinin büyümesini teşvik etmek, sera gazı emisyonlarını azaltmak ve enerji verimliliğini artırmak için stratejik bir planlar hazırlamıştır. Almanya’da yenilenebilir enerjiye yönelik yolculuk, 1974 yılında federal hükümetin rüzgar türbini teknolojisinin ilerlemesi için araştırma ve geliştirme desteği sağlamasıyla başlamıştır (Runci, 2005), 1980’lerde Federal Araştırma ve Teknoloji Bakanlığı, yenilenebilir enerjinin piyasaya entegrasyonunu teşvik etmek için teşvik programları uygulamıştır. Bu girişimler yenilenebilir enerji yatırımlarında önemli bir artışa yol açmıştır. 1987 ve 1990 yılları arasında, yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektrik için bir alım garantisi yasası da dahil olmak üzere kurumsal değişikliklere yönelik bir dizi öneri formüle edilmiştir. Bu öneriler, ayrıca hükümet tarafından finanse edilen belirli Ar-Ge projeleri tarafından desteklenmiştir (Ragwitz ve Huber, 2005). 1991 yılında, tarife garantisinin yerini Yenilenebilir Enerji Yasası (Erneuerbare Energien-Gesetz) almıştır. Bu yasa, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğe sabit fiyat garantisi sağlamış ve Almanya’da rüzgar ve güneş enerjisi başta olmak üzere yenilenebilir enerji yatırımlarını önemli ölçüde artırmıştır (Runci, 2005). Kanuna göre, garantili tarifeler 20 yıl boyunca tek fiyat üzerinden sabitlenmiştir. Yenilenebilir enerji üretimi payı tavanı kaldırılarak, garanti edilen geri ödemelerin toplam tutarının tüm yüksek gerilim şebeke işletmecileri ve şebekeye bağlı bölgelerdeki tüm elektrik tüketicileri arasında eşit olarak dağıtılmasına karar verilmiştir. Ayrıca 1 Ocak 2002 tarihinden sonra kurulan bazı yenilenebilir enerji santralleri (örneğin rüzgâr santralleri) için fiyat garantisinin yıllık olarak düşürülmesine karar verilmiştir (Ragwitz ve Huber, 2005).

2010’larda Almanya, nükleer enerjiden çıkış ve yenilenebilir enerjiye geçiş politikalarını kapsayan büyük bir enerji dönüşümü programını (Energiewende) benimsedi. Nükleer enerjinin mevcut durumu, Japonya’nın Fukushima’sındaki

nükleer felakete yanıt olarak enerji sisteminin dönüşümünü hızlandırmak amacıyla 2011 yılında Alman Federal Meclisi tarafından alınan kararı güçlendirilmektedir (Appunn, 2021).

Almanya'nın Enerji Dönüşümü (Energiewende) projesi ülke içinde önemli bir ekonomi ve çevre politikası olarak durmuştur. Birincil hedefi, Almanya'nın enerji kaynaklarını fosil yakıtlardan ve nükleer enerjiden yenilenebilir enerjiye kaydırmaktır. Bu girişimin genel hedefleri, sera gazı emisyonlarının azaltılmasını ve nihai enerji üretimi ve tüketiminde yenilenebilir enerjinin teşvik edilmesini içermektedir (Hansen vd., 2019). Almanya, güneş ve rüzgâr santrallerinin sayısını arttırarak, 2030 yılına kadar elektrik ihtiyacının büyük çoğunluğunu yenilenebilir kaynaklardan sağlamayı karşılamayı hedeflemektedir (Clean Energy Wire, 2023).

Nisan 2022'de Alman hükümeti, onlarca yıldır yapılan en önemli değişiklikler olarak kabul edilen önemli enerji politikası değişiklikleri yapmıştır. Bu yeni yasa paketi, ülke genelinde yeşil elektriğin benimsenmesini hızlandırmayı amaçlamıştır. Almanya, bu politika kapsamında, 2030 yılına kadar elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin oranını ikiye katlama ve 2035 yılına kadar tamamen yeşil enerjiye dönmüş olma planı da dahil olmak üzere iddialı hedefler belirlemiştir. Ayrıca, yenilenebilir enerjinin çeşitli türleri için özel hedefler belirlenmiştir. 2050 yılına kadar karbon nötr olma hedefi konulmuştur. Almanya'nın yenilenebilir enerji üretimini genişletme çabası özellikle Ukrayna'daki çatışma ve ülkenin Rusya'nın gaz, petrol ve kömür ithalatına bağımlılığının yeniden değerlendirilmesi nedeniyle ivme kazanmıştır (Appunn ve Wettengel, 2022).

Almanya rüzgâr enerjisi kapasitesi açısından Avrupa'nın lider rüzgâr enerjisi pazarıdır. Karadaki rüzgâr türbinlerinin kurulumuna yönelik yeniden güçlendirme politikaları sayesinde rüzgâr enerjisi, 2021 yılına kadar toplam elektrik üretiminin yaklaşık yaklaşık dörtte birinden fazlasını oluşturmuştur. Açık deniz rüzgârı kaynaklı elektrik üretimi de 2021 itibarıyla toplam elektrik üretiminin %5'ini oluşturmaktadır (GTAI, 2022). Almanya, kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesini 2021 ile 2030 yılları arasında iki katına çıkarmayı hedeflemektedir (Wehrmann, 2022).

Almanya en az saat güneş ışığına sahip olmasına rağmen hala gezegendeki en önemli güneş enerjisi üreticilerinden biridir. Ülkenin kurulu güneş enerjisi kapasitesi 2021 yılında yaklaşık yaklaşık 60 GW olup, güneş enerjisi üretimi açısından dünyada dördüncü sırada yer almaktadır. 2008 yılında güneş enerjisi üretimine yönelik

teşviklerin azalmasına rağmen, petrol fiyatlarındaki artış ve güneş enerjisi panellerinin kurulum maliyetlerinin düşmesi nedeniyle ülkede güneş enerjisi üretiminde artış yaşanmaya devam etmektedir (Park ve Eissel, 2010).

Özetle, Almanya, yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmek ve enerji politikasında sürdürülebilir bir dönüşüm gerçekleştirmek amacıyla son kırk yılda önemli adımlar atmıştır. 1970'lerde başlayan ve 1980'lerde ivme kazanan bu süreç, yenilenebilir enerji teknolojilerinin araştırma ve geliştirilmesine yönelik federal desteklerle başlamıştır. 1991 yılında yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Yasası (EEG), yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektriğe sabit fiyat garantisi getirerek rüzgâr ve güneş enerjisi yatırımlarını teşvik etmiştir. 2010'larda ise Fukushima nükleer felaketinin etkisiyle nükleer enerjiden çıkış kararı alınmış ve kapsamlı bir enerji dönüşümü programı olan Energiewende benimsenmiştir. Almanya'nın enerji politikaları, sera gazı emisyonlarını azaltma ve enerji verimliliğini artırma hedefleri doğrultusunda sürekli olarak güncellenmiş ve yenilenebilir enerji kapasitesinin artırılması sağlanmıştır.

3.3. Çin Halk Cumhuriyeti

Asya'nın doğu bölgesinde yer alan Çin, resmi olarak Çin Halk Cumhuriyeti olarak bilinir. Çin, geniş düzlüklere ve bol su kaynaklarına sahiptir. 2022 yılı itibarıyla Çin'in nüfusu 1.4 milyarın üzerinde bir rakama ulaşmış durumdadır ve bu da yüksek miktarda enerjiye ihtiyacı olmasına sebep olmaktadır. Küresel nüfusun yaklaşık beşte birini barındırmasına rağmen Çin'in küresel ekonomiye katılımı 20. yüzyılın ikinci yarısına kadar nispeten sınırlı kalmıştır (Wilbur, 2022). Ancak 1970'lerin sonlarından itibaren Çin ekonomik odağını uluslararası sahneye kaydırmış ve küresel ticarete öne çıkan bir oyuncu olmayı başarmıştır. Üstelik Çin'in 2022 yılında kişi başına düşen GSYH'si 12-13 bin dolar seviyesindedir (Dünya Bankası, 2022c). Özellikle, Çin'in son otuz yıldaki dikkat çekici ekonomik büyümesi, karbon emisyon yoğunluğu da dahil olmak üzere çevre kirliliği göstergelerinde ciddi artışlara yol açmıştır. Çin, 2030 yılına kadar mevcut karbon emisyon yoğunluğunu 2005 yılında kaydedilen seviyelere kıyasla %60-65 oranında azaltma hedefini belirlemiştir. Ayrıca Eylül 2020'deki Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nda Çin, 2060 yılına kadar karbon nötr konusundaki kararlılığını ilan etmiştir (Zheng vd., 2021).

Uluslararası enerji kuruluşları, Çin'in kömüre bağımlı olmasına rağmen ülkenin önümüzdeki beş yıl içinde yenilenebilir enerji kapasitesi artışı açısından hâlâ lider ülke

olacağını tahmin etmektedir. Çin'in dünya çapında üretilen yenilenebilir enerji miktarına katılımı 2020 yılında yüzde 45 artmıştır. Yenilenebilir enerji üretimindeki artış, alternatif enerji kaynaklarına verilen desteğin çekilmesine bağlanabilir. 2020 yılında girişimciler, destekler tamamen sona ermeden projeleri tamamlamak için acele etmiş ve bunun sonucunda yenilenebilir enerji üretiminde yüzde 50'ye yakın kayda değer bir artış sağlanmıştır. Çin hükümeti, yenilenebilir enerji üretimine yönelik mali teşvikleri önemli bir katkıda bulunan bir faktör olarak görmediği için ortadan kaldırma kararı almıştır. Bunun yerine, öncelikle devlete ait işletmeler aracılığıyla güneş ve rüzgâr enerjisi üretimine önemli miktarda fon tahsis edilmiştir (IEA, 2021a).

Çin, enerjisinin yüzde 60'ından fazlasını kömürden üretmekte ve kömür yakıtlı termik santral inşa etmeyi planlamaktadır. Ayrıca Çin, küresel ölçekte en fazla petrol tüketilen ikinci ülke konumundadır. Buna karşılık, diğer ülkelerle karşılaştırıldığında güneş enerjisi kapasitesini her yıl artırmaya devam etmektedir. Çin elektrikli otomobil pilleri piyasasında küresel kapasitenin %70'ine sahiptir. Çin, 2060 yılı için enerji sektörü için kapsamlı bir plan hazırlamıştır. Planın ana hatlarında, 2026 yılına kadar yenilenebilir kaynaklardan, özellikle de rüzgar ve güneş enerjisinden üretilen elektriğin oranını artırmak bulunmaktadır. Bu planlama sonucunda yenilenebilir kaynak kullanımında %95'lik dikkate değer bir artış elde etmeyi hedeflenmektedir. Hidrojen ve karbon yakalama gibi ileri teknolojilerin uygulanması yoluyla 2060 yılına kadar karbon emisyonlarının ciddi oranda azaltılması da ülkenin gündemindedir (IEA, 2021a).

Çin'in yenilenebilir enerjiye yönelik teşvik stratejisi birçok adımdan oluşur. Başlangıçta, 1950'li ve 1960'lı yıllarda devlet, elektrik talebini karşılamak amacıyla kırsal alanlardaki küçük ölçekli hidroelektrik santrallerini desteklemek için fon ayırmıştır. 70'li yıllarda kırsal alanlara elektrik sağlamak amacıyla odun ve kömürün yanı sıra biyogazın da yaygınlaştırılması için fon ayrılmıştır. 1980'li yıllarda para ve hibe miktarını arttırılmış, kırsal kesimin elektrik talebini karşılamak için sağlanan sübvansiyonlara devam edilmiştir. 1990'lı yıllarda çevrenin korunmasına ve sürdürülebilir kalkınmaya verilen önem artmış, hükümet rüzgâr, güneş ve biyokütle enerjisine verdiği desteği de genişletmiştir. Vergi indirimi, vergi muafiyeti, ayrıcalıklı fiyatlama ve kredi garantileri gibi diğer destek türleri de teşvik programlarının bir parçası olmuştur (Wallace, 2004).

2005 yılında Çin, ülke içinde yenilenebilir enerjiyi teşvik etmeyi amaçlayan ilk önemli yasayı işaret eden Yenilenebilir Enerji Yasası'nı kabul etmiştir. Yasa, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesini teşvik etmek amacıyla çeşitli finansal mekanizmalar ve düzenlemeler getirmiştir. Bu kapsamda, yenilenebilir enerji projeleri için sabit fiyat garantileri (Feed-in Tariff) ve sübvansiyonlar sağlanmıştır. Ayrıca bu yasa, elektrik üreticilerinin yenilenebilir enerji üreticilerinden enerji satın almasını zorunlu kılıyor ve yenilenebilir enerjinin büyümesini desteklemek için tercihli vergi oranları ve indirimli krediler gibi çeşitli mali teşvikler sağlamıştır. Ayrıca bu mevzuatla ulusal kaynaklar alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesine fon sağlayacak şekilde tahsis edilmiştir.

Yenilenebilir enerji sektörünü daha da desteklemek için Çin, 2006 yılında bir garantili tarife sistemi başlatmıştır. Bu sistem daha sonra 2009 ile 2011 yılları arasında genişletilmiştir. Bu tarife garantili sistemin rüzgâr türbini ve güneş paneli bileşenlerinin yerli üretimini teşvik etmede başarılı olmuş ve üretim maliyetlerinin azalmasına ve başta rüzgar ve güneş enerjisi olmak üzere yenilenebilir enerji üretiminin artmasına neden olmuştur (Sahin, 2024).

Ayrıca, 2015 yılında başlayan ve devam eden enerji piyasası reformları, elektrik fiyatlandırmasının serbestleştirilmesini, elektrik maliyetlerinin düşürülmesini ve yenilenebilir enerji kaynakları yoluyla endüstriyel malların üretimini ve ekonomik büyümeyi teşvik etmiştir. Yenilenebilir enerji, enerji tasarrufu ve karbon emisyonlarının azaltılması konulu yeşil projeleri desteklemenin öneminin bilincinde olan Çin Halk Bankası, kredilere yönelik yeni düzenlemeler uygulayarak bankaların bu girişimler için düşük maliyetli finansman sağlamasına olanak sağlamıştır (Xue, 2021).

Çin, 2020 yılında yıllık rüzgâr enerjisi kurulum rekorunu kırmış olmasına ve bir önceki yılda tüm dünyanın toplamından daha fazla yeni enerji santrali kurulumuyla kırılmış olmasına rağmen (Global Wind Energy Council, 2021), yenilenebilir enerji sübvansiyonlarını ve desteklerini limitlemiştir. Alternatif enerjiye yönelik teşvik planının sona ermesinin nedeni olarak, güneş ve rüzgâr projelerinin maliyetlerinin sübvansiyon olmadan ekonomik olarak uygun hale gelmesi olarak nitelendirilmiştir. Büyük miktarlarda yenilenebilir enerjiyi barındıracak şekilde tüm elektrik sisteminin yeniden düzenlenmesinin gerekliliği vurgulanmaya başlanmıştır.

Güneş enerjisi üretiminde önde gelen ülke olan Çin, küresel güneş enerjisi kapasitesinin %33'ünden fazlasına sahiptir. Kapasitelerine yapılan son eklemelerle, toplam güneş enerjisi kapasitesini etkileyici bir şekilde 340 GW'a çıkarmıştır (Xin, 2022). Ayrıca Çin, yenilenebilir enerji bütçesini ciddi oranda arttırmış ve bu da dünyanın en büyük güneş enerjisi üretim girişiminin kurulmasıyla sonuçlanmıştır (Power Technology, 2022). Üstelik Çin, güneş enerjisi için tarife garantisini kaldırma kararı almış ve bunun yerine rekabetçi bir ihale sisteminin uygulanmasını tercih etmiştir (China Energy Portal, 2022).

2000'li yıllarda Çin, dünyanın en kapsamlı hidroelektrik santralini inşa etmiş ve kurulu hidroelektrik enerji kapasitesini 2010 yılına kadar yaklaşık sekiz kat arttırmıştır (Liu, 2019). 2020 yılında dünyanın toplam hidroelektrik enerji kapasitesinin üçte ikisini inşa etmiş olan Çin, dünyanın en büyük hidroelektrik enerji üreticisi konumundadır. 2021 yılı itibarıyla Çin'in hidroelektrik enerji kurulu kapasitesi 380 GW gibi yüksek bir rakama ulaşmıştır (IHA, 2021).

Özetle Çin, 2000li yıllarda yenilenebilir enerji kapasitesini hızla artırarak bu alanda dünya lideri konumuna gelmiştir. 2005 yılında kabul edilen Yenilenebilir Enerji Yasası, yenilenebilir enerji üretimini teşvik etmek amacıyla çeşitli mali teşvikler ve düzenlemeler getirmiştir. Feed-in Tariff sistemi, özellikle rüzgar ve güneş enerjisi yatırımlarını destekleyerek bu alanlardaki yerli üretimi teşvik etmiştir. 2010'larda başlayan ve devam eden enerji piyasası reformları, elektrik fiyatlandırmasının serbestleştirilmesini ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyümeye katkısını artırmayı hedeflemiştir.

3.4. Hindistan

Asya'nın güney bölgesinde yer alan Hindistan, güneydoğuda Bengal Körfezi, güneybatıda ise Umman Denizi ile çevrilidir. Hindistan, bol nehirleri, ovaları ve dağlarıyla karakterize edilen, çeşitli su, kara ve hava manzaralarına sahiptir. 2022 yılı itibarıyla 1.4 milyara yakın nüfusuyla Hindistan, dünyanın en büyük ve en çeşitli ekonomilerine sahip ülkelerinden biri konumundadır. Ancak ekonomik potansiyeline rağmen Hindistan, yüksek nüfusu nedeniyle yaygın yoksulluk sorunuyla karşı karşıyadır (Calkins, 2022). Gelir ve kişi başına düşen GSYİH açısından Hindistan, dünyadaki en fakir ülkeler arasında yer alır. Dünya Bankası (2022d), 2022'de kişi başına ortalama GSYİH'nın 2.366 ABD doları olduğunu bildirmiştir. Yenilenebilir enerji hikayesi düşünüldüğünde Hindistan özellikle güneş olmak üzere, rüzgar,

jeotermal, biyokütle ve hidroelektrik dahil olmak üzere alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasında önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Hindistan'daki özel sektör, hükümetin mali, kurumsal desteği sayesinde yenilenebilir enerjiyi benimsemiştir. Enerji Ekonomisi ve Finansal Analiz Enstitüsü'ne (IEEFA) göre Hindistan'da yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar önemli ölçüde bir büyüme kaydetmiştir. Mayıs 2022 itibarıyla yenilenebilir enerji, Hindistan'daki toplam kurulu gücün %25'ini oluşturmakta ve ülkenin elektrik üretiminin %13'üne katkıda bulunmaktadır (Shah, 2022).

Hindistan'da alternatif enerjiye yönelik atılımın başlangıcı, 1981 yılında Bilim ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde Ek Enerji Kaynakları Komisyonu'nun kurulmasıyla gerçekleşmiştir. Daha sonra, 1987 yılında yenilenebilir enerji çalışmalarını ilerletmek için Hindistan Yenilenebilir Enerji Geliştirme Ajansı kurulmuştur (Bhattacharya ve Jana, 2009). Ayrıca Ulusal Güneş Enerjisi Enstitüsü, Ulusal Rüzgar Enerjisi Enstitüsü ve Ulusal Biyo-Enerji Enstitüsü gibi devlet kurumları yenilenebilir enerjinin desteklenmesine aktif olarak katılmışlardır (Shyam ve Kanakasabapathy, 2017).

Hindistan, ülkenin rüzgar potansiyelinden yararlanmak amacıyla 1985-1990 döneminde özel sektörü rüzgar enerjisinin geliştirilmesine katılmaya davet eden piyasa odaklı bir strateji izlemiştir. Strateji, üretilen elektriğin devlet tarafından zorunlu olarak satın alınmasını içermiştir. 1991 yılına gelindiğinde hükümetin serbestleştirme politikaları rüzgâr enerjisi sektöründe özel yatırımı teşvik etmiş, Hindistan elektrik piyasası daha sonra yerli ve yabancı şirketlere açılmıştır. Bu politikalar vergi oranlarını düşürmüş ve yerli üretimi arttırmıştır (IEA, 2020).

Hindistan, yenilenebilir enerjiyle ilgili 2003 Ulusal Elektrik Yasası kabul etmiştir. Bu yasa, geleneksel enerji kaynaklarına alternatif bir enerji piyasasının yaratılmasının arkasındaki itici güç olmuştur. Bu piyasa binlerce küçük şirketten, sivil toplum kuruluşundan oluşmaktadır. Bir diğer önemli itici güç ise eyalet hükümetinin hassas güneş enerjisi politikasıdır (Bhushan, 2014). 2005 yılında "Ulusal Elektrik Politikası" başlatılmış olup, bu politika yenilenebilir enerjiye dayalı projelerle ilgili sermaye maliyetlerinin azaltılmasını amaçlamıştır. 2006 yılında yenilenebilir enerji satın alma zorunluluğu getirildi, bu zorunluluk enerji alımlarının belli bir yüzdesinin yenilenebilir kaynaklardan olmasını gerektirmiştir. 2007 yılında oluşturulan İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı, enerji kullanımında güneş enerjisinin yüzdesini

artırmayı amaçlamaktadır. Stratejide yerli güneş teknolojilerinin yaratılması ve güneş panellerinin yerli üretime geçirilmesi hedeflenmiştir. 2011 yılında uygulamaya konulan Yenilenebilir Enerji Sertifikası (REC) mekanizması, yenilenebilir enerji üreticilerine sertifikalar vererek piyasa temelli bir teşvik sistemi oluşturmuştur. Bu sertifikalar, yenilenebilir enerji zorunluluklarını yerine getirmek isteyen dağıtım şirketleri tarafından satın alınarak üreticilere kaynak yaratmışlardır. 2014 yılında elektrik kanununda yapılan değişiklikle yenilenebilir enerji kaynaklarının miktarının artırılması amaçlandı. Ayrıca 2014 yılında uygulamaya konulan Entegre Güç Geliştirme Planı ile bilgi teknolojileri, ölçümler ve güneş panellerinin temini gibi alanlar teşvik edilerek gelişmiş bölgelerde enerji iletimi için ağ sisteminin güçlendirilmesi amaçlamıştır (Shyam ve Kanakasabapathy, 2017). 2015 Paris İklim Anlaşması uyarınca Hindistan, elektriğinin %50'sini yenilenebilir kaynaklardan elde etmeyi ve 2030 yılına kadar bu kapasitesini 450 GW'ye çıkarmayı hedeflemektedir (Shah, 2022).

Yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşmak için Hindistan, yenilenebilir enerji satın alma taahhüdü (Feed-in Tariff), devlet enerji santralleriyle ilişkili iletim sistemi ücretlerinden feragat edilmesi ve enerjinin diğer eyaletlere satılmasına izin verilmesi gibi çeşitli politikaları benimsemiştir. Alternatif enerji alanında ülkede yenilenebilir portföy standardı, yenilenebilir enerji sertifikaları ve garantili tarifeler yaygın teşvik yöntemleri arasında yer almıştır. Bununla birlikte, rekabetçi ihale mekanizması son yıllarda diğer teşvik türlerini geride bırakarak ön plana çıkmıştır. Ayrıca, MNRE tarafından kurulan Hindistan Yenilenebilir Enerji Ajansı, düşük faizli krediler, garantiler ve gelecekteki gelirlerin menkulleştirilmesi gibi çeşitli teşviklerle yenilenebilir enerji projelerine mali destek sağlamıştır (Sarangi, 2018).

Hindistan'daki geniş güneş enerjisi kaynağının son yıllarda ülkenin enerji sektörü üzerinde dikkate değer bir etkisi olmuştur. Güneş enerjisiyle çalışan merkezi olmayan ve dağıtılmış uygulamaların uygulanması sayesinde Hint köylerindeki binlerce kişi yemek pişirme, aydınlatma ve diğer ihtiyaçlar için çevre dostu enerjiye erişebilmiştir. Güneş enerjisi, Ulusal Güneş Misyonu'nun (NSM) bir parçası olarak 2010 yılında tanıtılan Hindistan'ın İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı'nın temel bir bileşeni haline gelmiştir. Bu misyonun temel amacı, güneş enerjisi teknolojisinin ülke genelinde yaygın olarak benimsenmesine yönelik olumlu politikalar oluşturarak Hindistan'ı güneş enerjisinde küresel bir lider olarak konumlandırmaktır. NSM'nin ana hatlarıyla belirttiği gibi plan, 100 GW'lık şebekeye bağlı güneş enerjisi santralleri

kurmak ve 2005 ile 2030 yılları arasında sera gazı emisyonlarını %33-35 oranında azaltmaktır (MNRE, 2022). Aralık 2014'te Yeni ve Yenilenebilir Enerji Bakanlığı (MNRE), bu girişimleri daha da desteklemek için "Eylem Planı: Güneş Parklarının ve Ultra Mega Güneş Enerjisinin Geliştirilmesi"ni başlatmıştır. Güneş enerjisi parkı modelinin başarılı bir şekilde uygulanması, ihalelerin en düşük teklifi verenlere verildiği ters ihale prosedürünün kullanılmasına ve bu tekliflerin piyasa fiyatlarının üzerinde olmasına bağlanabilir. Bu yaklaşımın altyapı, depolama ve iletimle ilişkili maliyetleri azaltmada etkili olduğu kanıtlanmıştır (Mishra, 2022).

Hindistan, rüzgar enerjisi girişimlerini teşvik etmek amacıyla 2009 yılında hızlı bir amortisman sistemi uygulamaya koydu. Bu yaklaşım, 2012 yılına kadar rüzgar enerjisine yönelik ana teşvik stratejisi olarak hizmet vermeye devam etmiştir. 2014 yılında sistem, güneş enerjili projeleri kapsayacak şekilde değiştirilmiştir. 2014 versiyonunun büyük bir kısmı bugün hala yürürlüktedir. Ek olarak Hindistan, rüzgar enerjisi için sadece projeleri finanse etmek yerine üretimi artırmaya öncelik veren üretim bazlı bir teşvik mekanizması kullanmaktadır. Ancak yenilenebilir enerjinin artan popülaritesi nedeniyle termal enerji tarifelerinde daha küçük bir düşüşe yol açacak daha modern bir yaklaşım lehine bu mekanizma terk edilmiştir. Bundan sonra, hükümet tarafından projelerin mali açıdan yaşanabilir hale getirilmesi için tek seferlik hibe sağlayan bir açık finansman mekanizması oluşturulmuştur. Rüzgar enerjisi sektörü, 2016 yılında rekor miktarda üretime imza atmış ve ilave 5,5 GW'ye yakın rüzgar kapasitesi kurulmuştur. Ancak bu artış son beş yılda ortalama 1,6 GW'ye gerilemiştir. Bu düşüşün nedeninin ise izlenen politikaların etkisiz olması olduğu düşünülmektedir. Rüzgâr enerjisinin geliştirilmesinde ters açık artırmaların başarısını taklit etmek için, garanti fiyatı 2017'de kaldırılmıştı (Shah, 2022).

Hindistan'ın son yıllarda güneş ve rüzgâr enerjisi kullanımının artmasına rağmen, elektrik üretiminin büyük kısmı hâlâ hidroelektrik enerjiden sağlanmaktadır. Hindistan, kurulu hidroelektrik enerji miktarı bakımından dünya çapında beşinci sırada yer almaktadır (IRENA, 2023). Hindistan'ın hidroelektrik enerji büyümesi öncelikle artan enerji talebinden ve ülkenin hidroelektrik potansiyelinden kaynaklanmaktadır. Ancak Hindistan'ın özellikle hidroelektrik santrallerin yüksek başlangıç maliyetlerini finanse etme konusunda sorunları olmuştur. Hindistan'ın pompaj depolamalı hidroelektrik potansiyelinin 96 GW olmasına rağmen bu potansiyelin yalnızca 3,3 GW'ı kullanılmaktadır. Hindistan, kurulu hidroelektrik

miktarını artırmak amacıyla 2021 yılı itibarıyla pompaj depolamalı enerji santralleri için yeni bir tarife başlatmıştır (Ram, 2021).

Özetle, Hindistan, enerji güvenliğini artırmak ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek amacıyla yenilenebilir enerjiye geçişte önemli adımlar atmıştır. 1981 yılında Ek Enerji Kaynakları Komisyonu'nun kurulmasıyla başlayan bu süreç, 2003 Ulusal Elektrik Yasası ve 2005 Ulusal Elektrik Politikası gibi düzenlemelerle güçlenmiştir. Ulusal Güneş Enerjisi Misyonu (2010) ve Ulusal Rüzgâr Enerjisi Misyonu (2015) gibi programlar, güneş ve rüzgar enerjisi yatırımlarını teşvik etmiştir. Yenilenebilir Enerji Sertifikası (REC) mekanizması ve Feed-in Tariff (FiT) gibi finansal teşvikler, özel sektörün yenilenebilir enerjiye yatırım yapmasını kolaylaştırmıştır.

3.5. Fransa

Fransa'nın toprakları Avrupa'nın kuzeybatı kesiminde yer alır, çok sayıda düz araziye ve nehre sahiptir. Ayrıca ülkede Alpler ve Pireneler gibi çok sayıda dağlık bölge bulunmaktadır. 2022 yılında nüfusu 68 milyona yakın olan Fransa'da kişi başına düşen GSYİH 2022 yılında 40 bin doların üzerindedir (Dünya Bankası, 2022e). Fransa'da elektrik üretimi beş ana kaynaktan elde edilmektedir: kömür, doğal gaz, petrol ve diğer hidrokarbonlar, nükleer enerji ve alternatif kaynaklar. Alternatif enerji kaynakların elektrik enerjisi üretimindeki payı diğer ülkelerde olduğu gibi hızlı bir şekilde büyümektedir. Fransa, Mayıs 2018, Aralık 2018 ve Haziran 2019'da kabul edilen dört kural ve dört düzenlemeyi içeren "Tüm Avrupalılar için Temiz Enerji" girişimini takip etmekle görevlendirilmiştir. Fransa'nın yenilenebilir enerjiye yönelik enerji politikasının temeli, resmi bir politika olan Çok Yıllı Enerji Programı'dır. Bu, yeşil enerjiye geçiş ve büyümeye ilişkin 2015-992 sayılı Kanuna dayanmaktadır. Çok Yıllı Enerji Programı, 2019-2023 ve 2024-2028 olmak üzere iki beş yıllık dönemden oluşmakta ve 2035 yılına kadar yenilenebilir kaynaklardan toplam enerjinin yarısının üretilmesi amaçlanmaktadır. Elektrik piyasasına ilişkin 2019 raporunda Fransa'nın, nükleer enerji üretimini yarı yarıya azaltmayı, yani yaklaşık 14 nükleer reaktörü hizmet dışı bırakmayı ve nükleer enerjinin yerini alternatif kaynaklar ile doldurmayı planladığı belirtilmiştir. Aynı raporda, 2019-2030 döneminde güneş enerjisi kurulu gücünde 24 GW'nin üzerinde bir artış yaşanacağı, rüzgar enerjisinde 2026 yılına kadar 30 GW artış planlandığı, yenilenebilir enerjiye ayrılan bütçenin ise 2026 yılına kadar sürekli artacağı açıklanmıştır (IEA, 2021b).

Fransa'daki yenilenebilir enerji yatırımları, sübvansiyonlar, garantili tarifeler, sözleşme yöntemleri ve vergi avantajlarının bir kombinasyonu yoluyla teşvik edilmektedir. 2015 yılında Yeşil Büyüme için Enerji Geçişi Yasası'nın yürürlüğe girmesi, yenilenebilir enerjiye yönelik mevcut destek sistemlerinde önemli değişiklikler yapılmasını gerektirmiştir. Sonuç olarak, mevcut kanunun yürürlüğe girmesinden önce ana destek şekli olan, önceden garanti edilen tarifenin yerine bir geçiş tarifesine geçmiştir. Bu mevzuat aynı zamanda Fransız elektrik piyasasına daha fazla esneklik getirerek yenilenebilir enerji üreticilerinin elektriğini ulusal elektrik şirketi dışındaki tedarikçilere satmalarına olanak tanımıştır. Fransa, yenilenebilir enerji üretimini daha da teşvik etmek amacıyla küçük ölçekli tesisler için tarife garantisi ve daha büyük ölçekli tesisler için primler sunmuştur. Ayrıca yenilenebilir enerji projelerinin gelişimini teşvik etmek amacıyla sermaye desteği, vergi indirimi, sıfır faizli kredi gibi çeşitli teşvikler sağlanmıştır. Ulaştırma sektörü de, özellikle yenilenebilir enerji kaynakların kullanımı için kota sisteminin uygulanması yoluyla teşvik programlarından yararlanmaktadır. Fransa, yenilenebilir enerji santrallerinin kurulmasını, geliştirilmesini ve kullanımını desteklemek için bir dizi tanıtım girişimini hayata geçirmiştir. Bunlara eğitim programları, sertifika programları ve araştırma ve geliştirme programları dahildir. Ayrıca ülke, offshore rüzgar enerjisi, karasal rüzgar enerjisi, çatı üstü güneş enerjisi ve biyokütle enerjisi için büyük ölçekli ihaleler düzenlenmektedir. Ayrıca yapılardaki küçük güneş enerjisi tesislerinden yenilenebilir elektrik üretimini finanse etmek amacıyla 2021 yılında 5,7 milyar avroluk bir yardım planı onaylanmış, doğal gaz kojenerasyon yatırımlarına verilen destek sonlandırılmıştır (IEA, 2021b).

Fransa'nın yenilenebilir enerjiye ilgisi, 1970'lerdeki petrol krizlerinin ardından enerji güvenliği endişeleri ile başlamıştır. Ancak, bu dönemde ülkenin enerji politikası büyük ölçüde nükleer enerjiye odaklanmıştır (IEA, 2016). Bu dönemde Fransa, nükleer enerji kapasitesini hızla artırırken yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik ilk araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) projelerine de başlamıştır. Yenilenebilir enerjiye yönelik ilk teşvikler daha çok araştırma ve pilot projelerle sınırlı kalmıştır (IEA, 2021b).

1990'larda Fransa, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik daha sistematik bir yaklaşım benimsemeye başlamıştır. Bu dönemde yenilenebilir enerji projelerine yönelik çeşitli mali teşvikler ve sübvansiyonlar sağlanmıştır (Res-legal, 2019). 1999 Ulusal Enerji Programı, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payını

artırmayı hedefleyen ilk kapsamlı planlardan biri olmuştur. Bu plan, rüzgar, güneş ve biyokütle enerji projeleri için finansal teşvikler sağlamıştır (IEA, 2021b).

Fransa'da yenilenebilir enerji kaynaklarındaki artışın, nükleer gücün yarı yarıya azaltılmasının yanı sıra, 2019 Enerji ve İklim Kanunu doğrultusunda 2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedefine ulaşılmasında olumlu bir etkisi olduğu değerlendirilmektedir. Fransa'nın yenilenebilir enerjiye ilişkin bir diğer hedefi ise 2030 yılına kadar toplam enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payını %33, elektrik üretim oranını ise %40 artırmaktır (IEA, 2021b).

2000'lerde Fransa, Avrupa Birliği'nin yenilenebilir enerji hedefleri doğrultusunda kendi enerji politikasını yeniden şekillendirmiştir. Bu dönemde çeşitli finansal teşvikler ve düzenleyici önlemler devreye alınmıştır (Fröding ve Gasne, 2022). 2003 Enerji Kanunu, yenilenebilir enerji projelerine yönelik daha geniş çaplı teşvikler ve destekler getirmiştir. Özellikle rüzgar ve güneş enerjisi projeleri için sabit fiyat garantileri (Feed-in Tariff) uygulamaya konulmuştur (IEA, 2021b). 2009 Grenelle Çevre Yasası, Fransa'nın sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda yenilenebilir enerjiye yönelik teşvikleri artırmıştır. Yenilenebilir enerji projeleri için vergi indirimleri, sübvansiyonlar ve yatırım destekleri sağlanmıştır (Res-legal, 2019).

2010 Ulusal Yenilenebilir Enerji Planı, 2020 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimindeki payını %23'e çıkarmayı hedeflemiştir. Plan kapsamında rüzgar, güneş, biyokütle ve hidroelektrik projelerine yönelik çeşitli mali teşvikler sağlanmıştır (IEA, 2021b). 2015 Enerji Dönüşümü Yasası (Transition Énergétique), Fransa'nın enerji politikasında önemli bir dönüm noktasıdır. Yasa, 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimindeki payını %32'ye çıkarmayı ve 2050 yılına kadar karbon nötr olmayı hedeflemiştir. Yasa kapsamında yenilenebilir enerji projelerine yönelik sabit fiyat garantileri, sübvansiyonlar ve vergi teşvikleri sağlanmıştır (Fröding ve Gasne, 2022). Fransa, 2017 yılında yenilenebilir enerjiye geçiş sürecini hızlandırmak amacıyla yeni bir iklim planı kabul etmiştir. Bu plan, yenilenebilir enerji projelerine yönelik finansal destekleri artırmış ve enerji verimliliğini teşvik eden yeni önlemler getirmiştir (IEA, 2021b).

Fransa karbondan arındırma gündeminde ilk ve lider ülkelerden biri olmuştur. Aynı zamanda karbon nötr olma yolunda iddialı hedefleri, karbon bütçesi içeren bir enerji ve iklim planlama çerçevesini ve karbona yönelik kapsamlı bir vergiyi benimseyen ilk ülke olmuştur. Fransa, 2015 Enerji Dönüşüm Yasası ile emisyonları

2050 yılına kadar %50 azaltmayı ve emisyonları 2030 yılına kadar 1990 seviyesinin %40 altına düşürmeyi de taahhüt etmiştir. Bu hedefler aynı zamanda 2019 Enerji ve İklim Kanunu'nun da bir parçası olmuştur. Taahhüt, yenilenebilir kaynakların geliştirilmesini ve Fransa'da hidrokarbon kaynaklarının kullanımının 2040 yılına kadar yasaklanmasını içeriyordu. İlk olarak 2015 yılında yayınlanan Ulusal Düşük Karbon Stratejisi, 2018 yılında güncellendi ve 2020 yılının Nisan ayında yayınlandı. Bu strateji, 2050 yılına kadar emisyonlarını azaltma hedefi ile tutarlı olan net sıfır yaklaşımını tanımlamaktadır (Res-legal, 2019).

Fransa, 2020 yılında yenilenebilir enerji kapasitesini daha da artırmayı hedefleyen yeni bir strateji benimsemiştir. Bu strateji, 2030 yılına kadar toplam enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payını %40'a çıkarmayı amaçlamaktadır. Strateji kapsamında güneş, rüzgar ve diğer yenilenebilir enerji projelerine yönelik mali teşvikler artırılmıştır (IEA, 2021b). 2021 İklim ve Dayanıklılık Yasası, yenilenebilir enerjiye geçiş sürecini daha da hızlandırmayı ve iklim değişikliği ile mücadeleyi hedeflemektedir. Yasa, yenilenebilir enerji projelerine yönelik yeni finansal teşvikler, sübvansiyonlar ve vergi indirimleri sağlamaktadır (Fröding ve Gasne, 2022).

Fransa, yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinde çeşitli finansal teşvikler ve politikalar uygulayarak önemli ilerlemeler kaydetmiştir. 1990'larda başlayan bu süreç, 2000'lerde hız kazanmış ve 2010'larda büyük ölçekli teşvik programları ile desteklenmiştir. Enerji Dönüşümü Yasası (2015) ve İklim ve Dayanıklılık Yasası (2021) gibi önemli düzenlemeler, Fransa'nın yenilenebilir enerji kapasitesini artırmada kritik rol oynamıştır. Bu süreç, Fransa'nın enerji güvenliğini artırmayı, karbon emisyonlarını azaltmayı ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeyi amaçlamaktadır (IEA, 2021b).

3.6. Birleşik Krallık

Avrupa'nın kuzeybatı kıyısındaki bir adada yer alan Birleşik Krallık, İrlanda Adası'nın kuzey bölgesiyle birlikte İngiltere, Galler ve İskoçya'yı da içeren Büyük Britanya Adası'nın tamamını kapsar. Ülke çok sayıda ova ve platoya sahiptir ve bu da onu geniş kıyı şeridi sayesinde rüzgar endüstrisi için en uygun konum haline getirmektedir (Frere, 2022). 2022 yılı itibarıyla ülkenin nüfusu 68 milyona yakın olup, aynı yıl kişi başına düşen GSYİH ortalaması 45 bin doların üzerindedir (Dünya Bankası, 2022f). İngiltere'de kömür gibi yerli enerji kaynaklarına bağımlılık 18. yüzyılda başlamış, doğal gaz 1960'larda, petrol ise 1970'lerde popüler olmuştur

(Brennand, 2004). Ancak bu yerel kaynakların tükenme potansiyeli ve dünya çapında artan çevresel kaygılar, Birleşik Krallık'ı yenilenebilir enerjiye yöneltmiştir.

Non-fossil fuel obligation (NFFO), 1989 Elektrik Kanunu ile ülkenin 12 farklı bölgesinde uygulamaya konulmuştur; bu kanun, o bölgelerdeki elektrik şirketlerinin belirli bir sürede, belirli miktarda alternatif enerji kaynağı kullanarak enerji üretmesini gerektirmiştir. NFFO protokolü, yenilenebilir enerji teknolojilerinin ilerlemesini teşvik etmek için hükümete mali destek sunan çığır açıcı bir girişim olmuştur. Yenilenebilir enerjiyi teşvik etmenin ilk aşamalarında, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretmeye ilişkin yatırım maliyetleri fosil yakıtlı kaynaklarından daha fazla olmuştur. Bu eşitsizliği gidermek için hükümet, NFFO'ya yenilenebilir enerji üretimiyle ilgili ek maliyetleri hesaba katan bir hüküm eklemiştir. 1989 kanunu, yenilenemeyen elektriğin maliyetine eklenen fosil yakıt vergisi yoluyla ekstra maliyetler ile yenilenebilir kaynaklar yatırımlarını teşvik etmiştir. Başlangıçta NFFO hem yenilenebilir enerji hem de nükleer enerji santrallerine mali yardım sağlamayı amaçlamıştır. Ancak Avrupa Komisyonu, nükleer enerjiye yönelik uygulamanın 1998 sonlandırılmasına karar vermiştir. NFFO kapsamında olan yenilenebilir kaynaklar arasında rüzgar enerjisi, küçük ölçekli hidroelektrik santraller, biyokütle enerjisi yer almaktadır (Brennand, 2004).

Birleşik Krallık'ta elektrik sektörü Mart 1990'da özelleştirilmiştir. Bunun nedeni ise üretimde rekabetin faydalı olacağı ve açık erişimin maliyetleri azaltacağı stratejisi olmuştur. Hükümet tarafından Mayıs 1999'da yayınlanan "Daha İyi Bir Yaşam Kalitesi - Birleşik Krallık için Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi" belgesinin, yenilenebilir enerjiye yönelik hükümet yardımının üzerinde ciddi bir etkisi olmuştur. Birleşik Krallık'ın 2000 yılında Kyoto Protokolü tartışmalarına katılması, Kalkınma Komisyonu'nun kurulmasıyla sonuçlanmış ve bu komisyon, 2001 yılında İklim Değişikliği Vergisi'ni uygulamaya koymuştur (Richardson ve Chanwai, 2003).

2002 yılında NFFO'nun yerini Yenilenebilir Enerji Yükümlülüğü (Renewables Obligation) almıştır. Elektrik tedarik eden şirketlerin yenilenebilir enerji taahhüdü, satın alınan her MWh elektrik için yenilenebilir enerji sertifikası sağlamayı içermiş ve enerji tedarikçilerini belirli bir oranda yenilenebilir enerji üretmeye zorlayan bir politika olarak öne çıkmıştır. Yenilenebilir enerji taahhüdü, Birleşik Krallık'taki büyük ölçekli yenilenebilir enerji projelerinin geliştirilmesinde katkı sağlamıştır. Bu teşvik büyük projelerde daha etkili olurken, küçük projelerde maliyetlere daha sınırlı

etki etmiştir. 2017 yılında tüm yeni yenilenebilir tesislerde yenilenebilir enerji yükümlülüğü uygulamasından vazgeçilmiştir (Elliott, 2009).

2010 yılında hükümet, yenilenebilir ve düşük karbonlu elektrik üretiminin benimsenmesini teşvik etmeyi amaçlayan bir tarife garantisini (Feed-in Tariff) yürürlüğe koymuştur. Garantili tarifeden beklenen getiri, 2020 yılına kadar toplam 6 TWh üretim hacmiyle yılda %5-8 büyüme civarında belirlenmiştir. Yeni uygulamalara garantili tarife uygulama prosedürü, birkaç kesintiyle 2019 itibarıyla sonlandırılmıştır. Küçük ölçekli projeler garantili tarifelerle ödüllendirilirken, daha büyük ölçekli yenilenebilir enerji projeleri yenilenebilir enerji katkılarıyla ödüllendirilmiştir. Hükümet, 2017 yılında yenilenebilir enerji yükümlülüğünün ve 2019 yılında ise tarife garantisinin sonuçlandırılması ile birlikte, küçük ölçekli yenilenebilir enerji üreticileri gönderdikleri elektriğin karşılığını almalarını sağlamak amacıyla hali hazırda yürürlükte olan “Akıllı İhracat Garantisi”ni başlatmıştır (IEA, 2019b). Ek olarak, 2008’deki iklim değişikliği yasası, sera gazı emisyonlarının 2050 yılına kadar %80 oranında azaltılmasını gerektirmektedir (Elliott, 2009).

2014 yılında Fark Sözleşmeleri (CfD), Birleşik Krallık’ta düşük karbonlu elektrik üretiminin desteklenmesinde önemli bir dayanak görevi görmüş ve yenilenebilir enerji üreticilerine piyasa fiyatının üzerinde sabit fiyat garantisi sunarak uzun vadeli gelir istikrarı sağlamıştır. Bu sözleşmeler, önemli kurulum maliyetleri olan ve uzun ömürlü olanlar santral yatırımlarını toptan enerji fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı koruyarak yenilenebilir enerji projelerine yatırımların teşvik edilmesinde hayati bir rol oynamıştır. Ayrıca, destek maliyetlerinin yükünün tüketicilere aktarılmasını önleyerek yenilenebilir enerji kullanıcılarının mali açıdan yük altında kalmamasını sağlamıştır. CfD sistemi, yenilenebilir enerji savunucuları ile devlet tarafından işletilen bir kuruluş olan Düşük Karbon Sözleşmeleri Kurumu arasındaki özel bir anlaşma aracılığıyla faaliyet göstermektedir (Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2022). Birleşik Krallık, 2022 itibarıyla, açık deniz rüzgârı, güneş, kara rüzgârı gibi çeşitli çevre dostu enerji kaynaklarını kapsayan CfD aracılığıyla 11 GW elektrik kapasitesi tahsis etmiştir. CfD, 13 milyar doları offshore rüzgâr dahil olmak üzere 2022 yılına kadar kurulan yaklaşık 16 milyar dolarlık yeni yenilenebilir enerji kapasitesinde kullanılmıştır (Greaves vd.,2002).

Günümüzde Birleşik Krallık, enerji üretmek için dört temel yenilenebilir enerji kaynağına yönelmiştir: rüzgar, güneş, hidro ve biyoyakıtlar. Birleşik Krallık tarihinde

ilk kez elektriğin çoğunluğunun yenilenebilir kaynaklardan elde edildiği 2020 yılında önemli bir dönüm noktasına ulaşılmıştır. Bu dönemde, rüzgâr, güneş, biyoenerji ve hidroelektrik gibi yenilenebilir kaynak bazlı üretimin toplam elektrik üretimindeki payı yüzde 40'ların üzerinde gerçekleşmiştir. Yalnızca son beş yılda üretilen yenilenebilir enerji miktarı, önceki elli yılda üretilenlere eşdeğerdir; bu da Birleşik Krallık'ın yenilenebilir enerji alanında kaydettiği kayda değer ilerlemeyi ortaya koymaktadır. Geçtiğimiz on yıl boyunca, Birleşik Krallık'ın elektrik enerjisi kaynak dağılımında yenilenebilir enerjinin payı %30'luk önemli bir artış gösterirken, fosil yakıtların kullanımında buna karşılık gelen %40'lık bir azalma yaşanmıştır (National Grid ESO, 2022).

Özetle, 1989'da başlatılan Non-fossil Fuel Obligation (NFFO), elektrik şirketlerinin belirli miktarda yenilenebilir enerji kullanmasını zorunlu kılmıştır (Brennand, 2004). 2002'de bu sistemin yerini alan Yenilenebilir Enerji Yükümlülüğü (RO), elektrik tedarikçilerini yenilenebilir enerji sertifikaları sağlamaya zorlayarak büyük ölçekli projelerin gelişimini desteklemiştir. 2010'da uygulanan Feed-in Tariff sistemi, küçük ölçekli üreticilere sabit fiyat garantisi sunmuş ve yenilenebilir enerji projelerini teşvik etmiştir. 2014'te başlatılan Contracts for Difference mekanizması ise, büyük ölçekli yenilenebilir enerji projelerine uzun vadeli gelir istikrarı sağlayarak yatırımları artırmıştır.

3.7. İtalya

İtalya toprakları güney Avrupa'nın ortasında yer alır ve üçte ikisinden fazlası dağlıktır (Marino, 2022). 2022 yılında nüfusu 58 milyonun üzerinde olan İtalya'da kişi başına düşen ortalama GSYH 2022 yılında 35 bin doların üzerindedir (Dünya Bankası, 2022g). Yenilenebilir enerjiye geçiş, enerji ihtiyacının beşte dördünden fazlasını ithal eden İtalya için hayati önem taşımaktadır. İtalya'nın coğrafi yapısı birden fazla yenilenebilir enerji kaynağının geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Ülkede üretilen yenilenebilir elektriğin çoğunluğu dağlık kuzeydeki hidroelektrik enerjiden, güney bölgelerdeki güneş enerjisi santrallerinden elde edilir. İtalya, 2030 Ulusal Enerji ve İklim Planında yenilenebilir enerjiye, emisyonların azaltılmasına ve enerji verimliliğine kaynak ayırmayı planlamıştır. Stratejiye göre, 2030 yılına kadar elektriğin yüzde 55'inin, ulaşımın yüzde 22'sinin ve ısınmanın yüzde 33'ünün yenilenebilir kaynaklardan sağlanmasını hedeflemektedir. Bu strateji kapsamında yenilenebilir enerjinin toplam tüketim içindeki payının %30 olması beklenmektedir.

Ayrıca, 2005 yılına kıyasla CO₂ emisyonlarında %33'lük bir azalma beklenmektedir (IEA, 2021).

İtalya, 1999 yılında yürürlüğe giren "Bersani Decree" ile elektrik piyasasını serbestleştirmiş ve yenilenebilir enerji üreticilerine çeşitli teşvikler sunmuştur (GSE, 2019). 2005 yılında başlatılan "Conto Energia" teşvik programı, özellikle fotovoltaik (PV) sektöründe büyük bir büyümeye yol açmış ve İtalya'yı Avrupa'nın önde gelen güneş enerjisi üreticilerinden biri haline getirmiştir (IEA, 2016). 2010 yılında ise "Green Certificates" sistemi devreye alınmış, bu sistem yenilenebilir enerji üreticileri için ek bir gelir kaynağı oluşturmuştur (GSE, 2019).

İtalya'da yenilenebilir enerjiyi teşvik etmeye yönelik mevcut politikalardan biri rekabetçi ihale yoluyla; bu politika, farklı yenilenebilir kaynaklar arasında ayırım yapmamaktadır. Teşvikler, enerji hizmetlerinin yöneticisi ile yenilenebilir enerji destek programlarını yöneten ve programın kendisi için ödeme yapan kuruluş arasındaki sözleşmeye dayanmaktadır (Martorana ve Tedeschi, 2022). Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen diğer elektrik türleri de mülk satın alımlarında indirimli vergi oranları ve katma değer vergisi yoluyla teşvik edilmektedir. Güneş ve rüzgâr enerjisi santrallerinin katma değer vergisi %10 daha düşüktür (%20'ye kıyasla). Ayrıca binalarda yenilenebilir enerjiyi teşvik etmek amacıyla şehirler tarafından emlak vergisi indirimleri uygulanmıştır. Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimini teşvik etmeye yönelik bir diğer mekanizma ise, üretilen enerji için minimum fiyat sağlayan ve "ritiro dedicato" adı verilen tarife garantisidir. 2007 yılından sonra faaliyete geçen ve kuruluş gücü 1 MW'ı (rüzgâr santralleri için 200 kW) aşmayan tesisler, talep edilmesi halinde tarife garantisi almaya hak kazanmaktadır. Bu tarife 15 yıl süreyle sağlanmaktadır (Martorana ve Tedeschi, 2022).

İtalya'da yenilenebilir enerji üretimini teşvik etmek için çeşitli destek biçimleri mevcuttur. Söz konusu teşviklerin yanı sıra bu sektördeki firmalara yardımcı olacak hibeler de sağlanmaktadır. Hükümet, 2021 yılında yenilenebilir enerji üreticilerini desteklemek için 1,7 milyar avroluk önemli bir taahhütte bulunmuştur. Özellikle kapasitesi 20 kW'ı aşan güneş enerjisi sistemleri bu hibeden yararlanabilmişlerdir. Küçük ve orta ölçekli işletmeler, güneş enerjisi sistemlerinin kurulumunu finanse etmek için tahsis edilen 267 milyon avroluk fondan yararlanabilmişlerdir. Ayrıca İtalyan hükümeti, Kovid-19 salgınının başlangıcından bu yana yenilenebilir enerji girişimlerine yaklaşık 48,20 milyar avro gibi önemli bir meblağ ayırmıştır. Hükümet,

ulaştırma sektöründeki sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik çabaların bir parçası olarak, 2021 yılında elektrikli araç alımına 6.000 avroluk sübvansiyon açıklamıştır (European Commission, 2023).

İtalya'da güneş enerjisi, toplam elektrik üretiminin %9'unu oluşturarak önemli bir paya sahiptir ve son on yılda güneş enerjisi sistemlerinin sayısı altı kat artmıştır. Hidroelektrik santraller, özellikle kuzeyde yoğunlaşmış olup, ülkenin yenilenebilir enerjisinin %40'ından fazlasını sağlamaktadır. 2021 yılında hidroelektrik tesisler, toplam elektrik üretiminin %16'sını oluşturmuştur. Rüzgar enerjisi ise 2021 yılında toplam elektrik üretiminin %7'sini karşılamıştır (Statista, 2022). İtalya, 2030 yılına kadar elektriğinin %45'ini yenilenebilir kaynaklardan üretmeyi hedeflemektedir (Reuters, 2023).

Özetle, İtalya, yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinde çeşitli teşvikler ve destek mekanizmaları uygulayarak önemli adımlar atmıştır. 1999 yılında başlayan ve 2005'te Conto Energia ile güçlenen bu süreç, Green Certificates ve rekabetçi ihaleler gibi mekanizmalarla devam etmiştir. 2021'de sağlanan büyük mali destekler ve hibelerle yenilenebilir enerji kapasitesini artırmayı başaran İtalya, 2030 hedeflerine doğru ilerlemektedir. Yenilenebilir enerji üretiminde güneş, hidroelektrik ve rüzgâr enerjisi gibi kaynaklar önemli bir yer tutmakta, bu sayede ülke hem enerji bağımsızlığını artırmakta hem de çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmaktadır.

3.8. İspanya

İspanya, Avrupa'nın güneybatısında yer alır ve kıtanın en büyük ülkelerinden biridir. Tagus, Ebro ve Douro nehirleri Avrupa'nın en uzun nehirleri olarak kabul edilir. Hepsi ülkenin hidroelektrik enerjisine katkıda bulunur (Carr, 2022). 2022 yılı itibarıyla İspanya'nın nüfusu 47 milyonun üzerinde, kişi başına düşen GSYİH ise 29 bin doların üzerindedir (Dünya Bankası, 2022h). İspanya'daki birincil enerji kaynakları arasında petrol, doğal gaz, rüzgâr, güneş, nükleer ve hidroelektrik kaynaklar bulunmaktadır. İspanya, önemli kömür rezervlerine sahip olmasına rağmen 2006 yılında yenilenebilir enerji politikalarını uygulamaya başladı. 2010-2020 yılları arasında ülkede fosil yakıt tüketiminde gözle görülür bir düşüş yaşanırken, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı da artmıştır. 2010 yılında İspanya'nın elektriğinin yaklaşık üçte biri yenilenebilir kaynaklardan üretilmişken ve bu oran 2021 yılına kadar neredeyse %50'ye yükselmiştir (IEA, 2022a). İspanya şu anda yenilenebilir enerji kapasitesi açısından Avrupa ülkeleri arasında başat bir pozisyonda

yer almaktadır. Çeşitli yenilenebilir enerji kaynakları arasında rüzgâr enerjisi, İspanya'nın yenilenebilir enerji üretiminde en önemli rolü oynar; bunu hidroelektrik, güneş enerjisi ve biyokütle takip eder (IEA, 2022a).

Kovid-19 salgını inkar edilemez bir şekilde yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasını teşvik etmek için önlemlerin arttırılması yönünde bir talebi arttırmıştır. İspanya, garantili tarifeler gibi teşvikler sunan mevzuatı uygulamaya koymuştur. Yürürlüğe giren bu kanunlar aynı zamanda elektrik kanunu, iklim değişikliği ve enerji geçişi kanunu, ulusal enerji ve iklim planı ve ulusal toparlanma ve dayanıklılık planı da dahil olmak üzere yenilenebilir enerji sektörünü doğrudan etkileyen düzenlemeleri ve girişimleri de kapsamaktadır. Bu yasa ve girişimlerle birlikte İspanya, sistem harcamalarından gelir elde etmeyi ve kömür, doğal gaz ve petrol arama yasakları yoluyla karbon emisyonlarını azaltmayı planlamaktadır. Ayrıca, enerji verimli binaların, akıllı arabaların ve şarj istasyonlarının kullanımı yoluyla karbon emisyonlarının azaltılmasını da teşvik etmeyi planlamıştır (Shi vd.,2022).

Enerji verimliliğinin artırılması ve dışa bağımlılığın azaltılması amacıyla 1980 yılında Enerji Tasarrufu Kanunu çıkarılmıştır. Sonrasında, 1990-2000 Ulusal Enerji Planı, alternatif kaynaklardan enerji üretimi ve kojenerasyonun teşvik edilmesine yönelik girişimleri başlatmıştır. 54/1997 Sayılı Elektrik Kanunu, yenilenebilir enerji için İspanyol enerji sektörünü serbest piyasa haline getirmeyi amaçlamıştır. 2013 yılına kadar yürürlükte olan mevzuat, yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretimi için teşvik programını başlatmış, aynı zamanda yenilenebilir enerji üreticilerinin üretimlerinin şebekeye bağlanmasını da garanti altına almıştır. 2000'li yılların başında İspanya, "Especial Régimen" olarak bilinen bir teşvik sistemi geliştirmiştir. Bu sistem, yenilenebilir enerji üreticilerine sabit bir prim veya tarife garantisi sunarak finansal istikrar sağlamıştır. 436/2004 ve 661/2007 sayılı Kraliyet Kararnamesi, yenilenebilir enerji üreticilerinin fazla elektrik enerjisini referans tarifenin yıllık ortalamasına veya yüzdesine eşit bir fiyattan bir dağıtım şirketine satmasını zorunlu kılmaktadır. Elektriğin piyasada bir prim karşılığında satılması veya belirli bir fiyat öngören resmi bir anlaşma yoluyla satılması arasında seçim yapma olanağı sağlamaktadır (Alvarez ve Perez, 2012). 1/2012 sayılı Kraliyet Kararnamesi, ön tahsis prosedürlerinin durdurulmasını ve yenilenebilir kaynaklardan yeni enerji santralleri kurulmasına yönelik mali teşviklerin kaldırılmasının yanı sıra, yeni maliyetlerin eklenmesini önlemek amacıyla bu tesislerin inşasına yönelik teşviklerin kaldırılmasını içermektedir

(Montoya vd., 2014). 2013 yılında tarife borcu nedeniyle yenilenebilir enerjiye dayalı program sonlandırılmış, 2014 yılı itibarıyla yenilenebilir enerjinin fiyatlandırılmasına yönelik yeni bir sistem devreye girmiştir. Bu sistem ile getirilen yeni teşvik sistemi, sabit prim yerine piyasa fiyatına ek olarak belirlenen bir prim sistemi getirmiştir. Bu sistem, yenilenebilir enerji üreticilerine uzun vadeli gelir garantisi sağlamış ve sektördeki belirsizliği azaltmıştır. 2014 yılında yürürlüğe giren yeni fiyatlandırma sistemiyle birlikte teşvik tutarlarının altı yılda bir güncellenmesiyle yenilenebilir enerji yatırımcılarının getiri düzeylerinin artırılması beklenmiştir (Ciaretta vd., 2020).

İspanya’da yenilenebilir enerjinin teşviki vergi teşviklerinin uygulanmasıyla daha da artırılmıştır. 2011’den itibaren bireyler, evlerinde elektrik, su, gaz gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını veya diğer alternatif enerji türlerini kullanırken gelir vergilerinde %20 indirim alma hakkına sahip olmuştur. Bu girişim, konut kullanımı için gerekli sıcak suyun üretilmesi için uygun bir seçenek olarak güneş enerjisini özel olarak içeren 5/2011 sayılı Kraliyet Kararnamesi ile genişletilmiştir. Ulusal düzeyde hükümet aynı zamanda doğrudan finansman yoluyla da sübvansiyonlar sağlamaktadır. Bu fonlar, enerji tasarrufu ve verimliliği stratejisinin belirlediği şekil ve miktarda yerel yönetimler aracılığıyla dağıtılmaktadır. Güneş enerjisini teşvik etmek için yerel düzeyde sübvansiyonlar ve vergi indirimleri de uygulanmıştır. Yerel yetkililer, kurumlar maliyetin %50’sini aşmadığı sürece, özellikle kamu binalarında, yerel bütçelerinden güneş enerjisi yatırımı yapan kurumları teşvik edebilmektedir (Romero vd., 2013).

Rüzgar enerjisi İspanya’da 2000’li yılların başlarında önemli olmaya başlamış ve 12 yıldan biraz daha uzun bir süre içinde rüzgar enerjisiyle üretilen toplam enerji miktarı önemli ölçüde artmıştır. 2012 yılı sonu itibarıyla rüzgâr enerjisi toplam ulusal elektrik talebinin yaklaşık %18’ini karşılamıştır (Montoya vd., 2014). Rüzgâr enerjisinin toplam elektrik üretimindeki payının 2030 yılına kadar ikiye katlanması hedeflenmektedir(IEA, 2022a). İspanya’nın hidroelektrik sistemi kapsamlıdır ve hidroelektrik üretiminin uzun bir geçmişine dayanmaktadır; ülkenin coğrafyası ve çok sayıda baraj buna katkıda bulunmaktadır. 2021 yılı itibarıyla kurulu hidroelektrik enerji kapasitesi 20,4 GW, yıllık elektrik üretimi ise 29,6 TWh olarak gerçekleşmiştir (Fernandez, 2023).

İspanya’nın iklimi, güneşlenme süresinin uzun olması nedeniyle güneş enerjisi için idealdir. İspanya, 2006 yılında 97 MW ile dünyanın en yüksek enerji santrali

kurulum kapasitesine sahip dördüncü ülkesi iken, 661/2007 Kraliyet Kararnamesi'nin ardından 2007 yılında güneş enerjisinde ikinci en yüksek kapasiteye sahip ülke olmuştur. Bu, garantili tarifelere yönelik 25 yıllık bir taahhütün bir sonucu olmuştur (Montoya vd., 2014).

Özetle, 1980 yılında çıkarılan Enerji Tasarrufu Kanunu ile başlayan süreç, 1990-2000 Ulusal Enerji Planı ve 54/1997 Sayılı Elektrik Kanunu ile devam etmiştir. "Especial Régimen" olarak bilinen sistem, yenilenebilir enerji üreticilerine sabit prim veya tarife garantisi sunarak finansal istikrar sağlamıştır. 2014 yılında uygulamaya konulan yeni fiyatlandırma sistemi, piyasa fiyatına ek olarak belirlenen primler ile uzun vadeli gelir garantisi sağlamış ve sektördeki belirsizliği azaltmıştır. 2011'den itibaren bireyler, yenilenebilir enerji kullanarak gelir vergilerinde %20 indirim alma hakkına sahip olmuştur. Rüzgar, hidroelektrik ve güneş enerjisi gibi kaynaklar, İspanya'nın enerji portföyünde önemli yer tutarken, ülke, yenilenebilir enerji kapasitesi açısından Avrupa'da önde gelen ülkelerden biri olmuştur.

3.9. İsveç

İsveç İskandinav yarımadasının doğu kesiminde yer almaktadır (Weibull, 2022). 2022 yılında İsveç'in kişi başına düşen GSYİH'sı 60 bin doların, nüfusu ise 10 milyonun üzerindedir (Dünya Bankası, 2022i). Petrol ve doğal gaz konusunda dış kaynaklara bağımlı olan İsveç, enerjisini nükleer enerjiden ve alternatif kaynaklardan sağlamaktadır. İsveç'in hidro ve biyokütle kaynakları bol olduğundan, öncelikle bu kaynaklar bazlı bir üretim portföyü gelişmiştir. Rüzgar enerjisinin son yıllarda artan popülaritesine rağmen İsveç'te üretilen elektriğin yaklaşık %45'i hidroelektrikten, %17'si rüzgar enerjisinden ve %8'i biyoyakıtlardan elde edilmektedir (Swedish Energy Agency, 2022).

Geleneksel olarak hidroelektrik, İsveç'teki en büyük enerji üreticilerinden biri olmuştur ve 2020'de ülkede üretilen toplam enerji miktarının yaklaşık %45'i hidroelektrikten gelmiştir. İsveç'te 800'ün üzerinde büyük hidroelektrik santral ve 1200'e yakın küçük hidroelektrik santral bulunmaktadır. İsveç'te su kaynakları bol olmasına rağmen, yasal olarak korunan büyük nehirlerin sayısının az olması nedeniyle hidroelektrik enerji kurulumunu artırma kapasitesi sınırlıdır. Ayrıca hidroelektrik endüstrisi çok eski olmasına ve İsveç'teki barajların çoğunun tasarım ömürlerini tamamlamasına rağmen önemli bir bölümü hala faaliyettedir. Barajlarla ilgili güvenlik endişeleri nedeniyle birçok hidroelektrik santral işletmecisi, mevcut barajların

yenilenmesi ve geliştirilmesine kendini adanmıştır. Sonuç olarak, yeni büyük ölçekli hidroelektrik projelerinin olmamasına rağmen, iyileştirme, yenileme, yenileme sonrasında hidroelektrik üretim İsveç'te hala en yaygın yenilenebilir türü olmayı sürdürecektir (Mordor Intelligence, 2022).

Diğer ulusların aksine İsveç'te alternatif enerji kaynaklarına yatırımlar karbondioksit politikalarına bağlı değildir. Bu ayrım, İsveç'in her ikisi de karbonsuz olan nükleer ve hidroelektrik enerjiye olan bağımlılığına bağlanabilmektedir. 1970'lerdeki petrol krizine yanıt olarak İsveç, petrole olan bağımlılığını azaltmak için nükleer enerjiye yatırımını stratejik olarak artırmıştır. Ancak, 1980 yılında nükleer enerji üretimini durdurmak için yapılan referandumla önemli bir dönüm noktası yaşanmış ve sonuçta 2010 yılına kadar tüm nükleer santrallerin kapatılması kararı alınmıştır. Bu süreç Bu süreç yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimini hızlandıran önemli bir etken olmuştur (Wang, 2006).

İsveç'in mevcut enerji politikasının temeli, 1991 yılında Parlamento tarafından onaylanan bir dizi politikadan oluşmaktadır. Bu, elektrik üretimi ve tüketimi için daha temiz ve daha çevre dostu teknolojilerin benimsenmesine odaklanarak enerji sisteminin dönüşümüyle sonuçlanmıştır. Bu politikayı desteklemek amacıyla enerji vergilendirmede değişiklikler yapılmış, biyoyakıt ve rüzgar enerjisine yönelik yatırım teşvikleri getirilmiştir. Ayrıca 1997 yılında küçük ölçekli hidroelektrik santraller de teşvik programına dahil edilmiştir. 2002 yılında Enerji Kanunu'nun kabul edilmesinin ardından 2003 yılında yenilenebilir enerji lisanslarının uygulanmasına başlanmıştır. Bu yeni yaklaşımın amacı, yenilenebilir elektrik üretimini teşvik etmektir. Bu çabanın bir parçası olarak, enerji tedarikçilerinin satın aldığı elektriğin belirli bir yüzdesinin yenilenebilir enerji sertifikaları aracılığıyla yenilenebilir kaynaklardan geldiğine dair kanıt sunmaları gerekmiştir (Wang, 2006).

Yenilenebilir enerji üretiminin doğrulanması, enerji tedarikçileri tarafından yasal olarak bağlayıcı belgelerin değişimi yoluyla sağlanmıştır (European Commission, 2020). Yenilenebilir enerji üretimlerini artırmaya yönelik ortak bir hedefin peşinde olan İsveç ve Norveç, 2012 yılında ortak elektrik sertifikası pazarına katılmak üzere bir anlaşma imzalamışlardır.

Yukarıda sıralanan mali desteklerin dışında İsveç'te yenilenebilir enerji, öncelikle yatırım sübvansiyonları, Ar-Ge sübvansiyonları, emisyon vergilerinin azaltılmasını içeren vergi politikaları ve yenilenebilir enerjiye yönelik vergi indirimi

gibi yollarda teşvik edilmektedir. İsveç Enerji Ajansı, 2040 yılına kadar %100 yenilenebilir enerji hedefine ulaşmak için yenilenebilir kaynak bileşenindeki güneş enerjisi miktarını artırmaya yönelik yöntemler bulmaktan sorumlu olarak belirlenmiştir. Ayrıca, İsveç Çevre Koruma Ajansı ve İsveç Enerji Ajansı da bu projelerin geliştirilmesinden sorumlu olmuştur (IEA, 2021).

Özetle, 1991'de Parlamento tarafından onaylanan politikalarla, enerji sisteminin temiz ve çevre dostu teknolojilere dönüşümü hızlanmış; yenilenebilir enerji yatırımlarına teşvikler getirilmiştir. 2002 yılında Enerji Kanunu kabul edilip 2003'te yenilenebilir enerji lisansları uygulanmaya başlanmıştır. İsveç ve Norveç, 2012'de ortak elektrik sertifikası pazarına katılmışlardır. İsveç'te yenilenebilir enerji, yatırım ve Ar-Ge sübvansiyonları, emisyon vergilerinin azaltılması ve vergi indirimleri gibi teşviklerle desteklenmektedir. İsveç Enerji Ajansı, 2040 yılına kadar %100 yenilenebilir enerji hedefine ulaşmak için güneş enerjisi gibi kaynaklara yönelik çalışmalar yürütmektedir.

3.10. Japonya

Japonya, Doğu Asya'da bulunan bir ülkedir ve aynı zamanda bölgenin en büyük adasıdır. Sıradağlar ülke topraklarının beşte dördünü kaplamakta ve bu dağlar yüksek akarsularla birbirinden ayrılmaktadır. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Japonya kayda değer bir ekonomik büyüme yaşayarak küresel ilgiyi üzerine çekmiş ve bir dönem GSMH açısından ABD'nin ardından dünyanın en büyük ikinci ekonomisi haline gelmiştir. 2022 yılı itibarıyla Japonya'nın nüfusu 126 milyona yakın bir sayıya ulaşmış, kişi başına düşen GSYİH'si 34 bin dolara yakın gerçekleşmiştir (Dünya Bankası, 2022i). Ülkedeki büyüme, ülkenin fosil kaynaklarının kısıtlılığına rağmen sanayi ticaretine verdiği önemle ilişkilendirilebilmektedir. Japonya, tarihi boyunca enerji kaynaklarında üç önemli değişim yaşamıştır. 1960'lı yıllarda karbon emisyonlarının azaltılması hedeflerine ulaşmak için kömürden petrole geçiş yaşanmıştır. Bunu, 1970'lerdeki petrol krizleri ile birlikte petrolden nükleer enerjiye geçiş izlemiştir. Bu enerji dönüşümünün son aşaması, 2011'deki Fukushima nükleer felaketinden sonra gerçekleşmiş ülkenin elektrik üretiminin yaklaşık %30'unu oluşturan 54 nükleer santralin tamamı geçici olarak kapatılmıştır. 2022 yılı itibarıyla bu tesislerden yalnızca 10 tanesi yeniden faaliyete geçirilmiştir (Takeuchi vd., 2022).

2011 yılında Fukushima nükleer santralının deprem ve tsunami nedeniyle tahrip olmasının ardından Japonya, alternatif enerji kaynaklarına öncelik verme kararı

almıştır. Bu felaket, ülkeyi nükleer enerjiye olan yoğun bağımlılığını yeniden değerlendirmeye sevk etmiştir. 2014 yılında 4. Stratejik Enerji Planı'nın uygulamaya konulması, felakete yanıt olarak ilk önemli politika değişikliğini oluşturmuştur. Bu planın temel amacı nükleer enerjiye bağımlılığı azaltmak ve yenilenebilir enerji seçeneklerinin benimsenmesini teşvik etmektir (Guadarrama vd., 2021). Japonya, hidroelektrik, rüzgar, güneş ve biyokütle enerjisi dahil olmak üzere çok çeşitli enerji kaynaklarına sahiptir. Ancak ülke, yüksek nüfus yoğunluğu ve dağlık arazi yapısı nedeniyle bazı zorluklarla karşı karşıyadır. Bu faktörler, yenilenebilir enerji projelerinin geliştirilmesi için mevcut araziye sınırlandırmakta ve çoğu zaman daha pratik ve verimli projelerin yoğun nüfuslu alanlardan uzağa yerleştirilmesini gerektirmektedir (IEA, 2021c).

Yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik teşvikler ve Japonya'nın nükleer santrallerinin çoğunu elden çıkarma kararı, yenilenebilir enerjinin gelişmesinde önemli bir artışa yol açmıştır. Japonya'nın yenilenebilir enerji yasa ve yönetmeliklerinin uygulanmasından Ekonomi, Ticaret ve Sanayi Bakanlığı sorumludur. 2015 yılı itibarıyla 2030 yılına kadar hidroelektrikte %10, güneş enerjisinde %15, rüzgar enerjisinde %6, biyokütlede %5 ve jeotermal enerjide %1 hedefi konulmuştur. 2022 yılında yenilenebilir enerjinin toplam enerji içindeki payı enerji tüketiminin %36-38 olduğu tahmin edilmiştir (Matsudaira ve Mori, 2022).

Japonya'da yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmenin ilk yöntemi, yenilenebilir portföy için bir standardın getirilmesidir. 2003 yılında uygulamaya konulan yenilenebilir portföy standardı, enerji yatırımlarının yenilenebilir projelere yönelmesini sağlamıştır. Bu standart 2012 yılı itibarıyla sona ermiştir (Guadarrama vd., 2021). Japonya'da, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmek için yenilenebilir enerji sertifikasyonu kullanılmaktadır. Ülke üç farklı enerji sertifikasyonu türü oluşturmuştur: "Fosil Olmayan Sertifikalar", "Yeşil Elektrik Sertifikaları" ve "J-Kredileri" (yenilenebilir enerji üretimiyle ilgilidir). 2009 yılında Doğal Kaynaklar ve Enerji Ajansı, Fosil Olmayan Sertifikaların kapsamını nükleer enerji de dahil olmak üzere CO2 yaymayan tüm elektrik türlerini kapsayacak şekilde genişletmiştir. Bu sertifikalar başlangıçta tarife garantileri yoluyla üretilen yenilenebilir elektrik üretimini teşvik etmişlerdir. Fosil Olmayan Sertifikalar uygulanmadan önce alternatif enerjiye yönelik teşvik için Yeşil Elektrik Sertifikaları ve J-Kredileri kullanılmıştır. Japonya'da Fosil Olmayan Sertifikalar elektrik sertifikasyonunun yaygın şekli haline gelmiş, Fosil Olmayan Sertifikalara alternatif

olarak Yeşil Elektrik Sertifikaları ve J-Kredileri geliştirilmiştir (Ishida, 2022). Yenilenebilir yatırımları teşvik etmenin bir başka yöntemi olan garantili tarife, Japonya’da 2009’da uygulamaya sunulmuştur. Garantili tarifenin kapsamı ilk olarak 2009 yılında genişletilmiştir, bunu daha sonra 2012’deki ikinci genişleme izlemiştir. Japonya’da yenilenebilir küçük kapasitede kaynaklar da kapsama eklenmiştir (Guadarrama vd., 2021). Tarife koruması dışında prim koruma sistemi de 2022 yılı itibarıyla aktif hale gelmiştir. Güneş, jeotermal, hidroelektrik ve biyokütle projelerinin prim garantisine dönüştürülmesi amaçlanmıştır. Prim sistemiyle elektrik üreticileri, satın alma fiyatına ek olarak 20 yıllık elektrik alım taahhüdü karşılığında prim de alacaktır. Teşviklerin dışında, karbon emisyonlarını ciddi oranda azaltmayı planlayan Japonya, karbon emisyonlarını 2030 yılına kadar yarı yarıya azaltmayı hedefleyen Paris anlaşmasını da onaylamıştır (Matsudaira ve Mori, 2022).

Ülkenin enerji potansiyeline rağmen Japon yatırımcıların tercihi enerjiyle ilgili yabancı projeleri vardı. Bunun temel nedeni projelerin yüksek maliyetleri ve bunları geliştirmenin karmaşıklığıdır. Bu durum uygulanan tarife sisteminin yatırımcılar açısından cazip olmamasından kaynaklanmaktadır. Yatırımları teşvik etmek amacıyla, tarife garantisinin yanı sıra hükümet, güneş enerjili çatılar için bir ihale yöntemi başlattı ve pil depolama teknolojisinin ve üretilen enerjiyi depolayacak güneş enerjili panellerin geliştirilmesine mali yardım sağlamayı amaçladı. Ek olarak, offshore rüzgar enerjisinden elektrik üretimini geleneksel enerjiye göre daha ucuz hale getirmek hükümetin gündeminin bir parçasıdır (Tachev, 2021).

Japonya, uzun kıyı şeridi ve büyük miktarlarda açık deniz rüzgar potansiyeli nedeniyle öncelikle açık deniz rüzgar enerjisi üretimine odaklanmıştır. 2013 yılında gemilere güç sağlamaya yönelik ilk yüzen rüzgar santrali Fukushima’da kullanıma sunulmuştur (Guadarrama vd., 2021). 2018 yılında Japonya, Denizde Yenilenebilir Enerji Üretim Tesislerinin Geliştirilmesi İçin Deniz Alanlarının Kullanımının Teşvik Edilmesine İlişkin Kanun’u çıkarmış, bu kanun offshore rüzgar enerjisinin geliştirilmesi için yeni bir ulusal çerçeve getirmiştir (Guadarrama vd., 2021). Japonya’da 2021 yılı sonunda kurulu kara rüzgar kapasitesi yaklaşık 5 GW olup, 2030 yılına kadar yaklaşık 3,5 GW artması beklenmektedir (Kimura vd., 2022).

Güneş enerjisi, toplam yenilenebilir enerji kaynağının en düşük yüzdesine sahip olmakla birlikte, tarife garantisi başlatıldığından bu yana önemli ölçüde artmış, toplam enerji kaynağı içindeki payı 2022 yılına kadar yaklaşık 20 kat artmıştır (Guadarrama

vd., 2012). Toplam enerji tüketimindeki payının 2030 yılına kadar %12'nin üzerine çıkması beklenmektedir (Tachev, 2021). 2022 yılında yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Kanunu yatırımcılar açısından güneş enerjisinin popülerliğini artırmıştır (Matsudaria ve Mori, 2022).

2009 yılında başlatılan ve 2012'de genişletilen garantili tarife (Feed-in Tariff) sistemi, yenilenebilir enerji üreticilerine sabit fiyat garantisi sunarak yatırımların geri dönüşünü güvence altına almıştır. Güneş enerjili çatılar için ihale yöntemi, pil depolama teknolojisine mali yardımlar ve offshore rüzgar enerjisi projelerine yönelik destekler, yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmek için uygulanmaktadır. Japonya, 2011 Fukushima nükleer felaketinden sonra enerji politikalarını yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmiş ve finansal teşvikleri artırmıştır. Yenilenebilir portföy standardı ve yenilenebilir enerji sertifikasyonları gibi mekanizmalar enerji yatırımlarının yenilenebilir projelere yönelmesini sağlamıştır. Bu teşvikler, Japonya'nın 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşmasını desteklemektedir.

3.11. Kanada

Amerika kıtasında yer alan bir ülke olan Kanada, çok geniş bir yüzölçümüne sahiptir. 2022 yılı itibarıyla ülke nüfusu 39 milyonu aşarken, kişi başına düşen GSYİH 55 bin doların üzerinde gerçekleşmiştir (Dünya Bankası, 2022j). Geniş toprakları ve elverişli coğrafi dağılımı sayesinde Kanada, enerji üretimi için kullanılabilecek bol miktarda yenilenebilir kaynağa sahiptir. Bu kaynaklar hidroelektrik, rüzgar, biyokütle, güneş, jeotermal ve okyanus enerjisini kapsamaktadır. Şu anda yenilenebilir enerji kaynakları Kanada'nın toplam birincil enerji tüketiminin yaklaşık %19'unu oluşturmaktadır. "Kanada'nın net sıfır yolculuğu: CanREA'nın 2050 vizyonu" olarak bilinen iddialı girişim, 2030 yılına kadar elektriğin %90'ını yenilenebilir kaynaklardan üretme hedefinin yanı sıra 2050 yılına kadar karbon nötr olmayı hedeflemektedir (Canadian Renewable Energy Association 2021). Özellikle 2020'de yenilenebilir elektrik kaynaklı üretim, Kanada'nın toplam elektrik üretiminin %68'ini oluşturabilmiştir (IEA, 2022b).

Hidroelektrik enerji, Kanada'daki birincil enerji kaynağıdır. 2020'de üretilen toplam elektrik miktarının %60'ı ve 2020'de ülkede üretilen toplam yenilenebilir elektrik miktarının %81'i hidro kaynaklıdır. Kanada'da birkaç yeni büyük ölçekli hidroelektrik santral inşaatı onaylanmıştır, bu projelerin 2024 yılı sonuna kadar

tamamen faaliyete geçmesi beklenmektedir (IEA, 2022b). Kanada, mevcut kurulu gücüyle 2022 yılı itibarıyla dünyanın dördüncü büyük hidroelektrik üreticisidir (IRENA, 2023). Rüzgar enerjisi Kanada'nın yenilenebilir enerjisine en büyük ikinci katkısı sağlayan enerjidir ve ülkenin elektriğinin yaklaşık %6'sını üretir. Yakın tarihlerde Kanada'da, büyük ölçekli güneş enerjisi girişimlerinin bir sonucu olarak güneş enerjisi üretiminde dikkate değer bir artış yaşanmıştır.

Kanada, yenilenebilir enerjinin benimsenmesini desteklemek amacıyla hem düzenleyici hem de mali önlemler uygulamaya koymuştur. 2020 yılında açıklanan İklim Planı ve 2021 bütçesi, yenilenebilir enerji ve elektrik üretimini doğrudan veya dolaylı olarak ilerletmeyi amaçlayan çok sayıda yatırımın ana hatlarını çizmiştir. Ayrıca, yenilenebilir kaynaklardan yararlanan veya enerji verimliliğini destekleyen yeşil enerji üretimine yönelik ekipman yatırımlarını teşvik etmek amacıyla iki vergi teşviki bulunmaktadır. Bunlardan ilki, nitelikli yatırımlara %30 ve %50 oranında sermaye maliyeti muafiyeti sağlayan "Sermaye Gider İndirimi"dir. Bir diğer vergi teşviki olan "Kanada Yenilenebilir Enerji ve Koruma Harcamaları" ise, somut olmayan bazı giderlerin, oluştukları yılda düşülmesine, bu giderlerin daha sonra hisseler aracılığıyla gelecek yıllara veya yatırımcılara aktarılmasına olanak sağlamaktadır (IEA, 2022). Kanada Yeşil Evler Hibe'si özellikle güneş enerjisinin yaygınlaşmasını teşvik etmiş ve evlerini enerji açısından daha verimli hale getirmek isteyen ev sahiplerini teşvik etmektedir. Güneş enerjisi için faizsiz krediler de mevcuttur. İklim Eylemi Teşvik Fonu uygulaması, yenilenebilir enerji geliştirmede küçük veya orta ölçekli işletmelere proje maliyetinin %25'ine varan indirimler sağlamaktadır. Bu girişimin finansmanı federal hükümetin karbon vergilerinden elde ettiği gelirle finanse edilmekte ve bu gelir daha sonra çeşitli sübvansiyonlar şeklinde yenilenebilir enerji kaynaklarına dağıtılmaktadır (Canada Gazette, 2023). Yenilenebilir Enerji için Yükselen Güç Programı ile jeotermal ve gelgit gibi henüz geliştirme aşamasında olan ancak ticari olarak uygulanabilir yenilenebilir enerji teknolojilerinin uygulanması desteklemektedir. Bunların dışında Kanada'da il düzeyinde teşvik programları da uygulanmakta ve bu programların yenilenebilir enerjiyi teşvik etmek için sıklıkla kullanıldığı örnekler bulunmaktadır (Ye, 2022).

1970'lerdeki petrol krizinin ardından Kanada, enerji güvenliğini artırmak amacıyla yenilenebilir enerjiye yönelik araştırma ve geliştirme projelerini desteklemiş, 1990'larda Kyoto Protokolü ile sera gazı emisyonlarını azaltma taahhüdünde bulunarak yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmiştir. 2000'lerin başında

başlatılan ecoENERGY Yenilenebilir Güç Programı ve Feed-in Tariff programı gibi teşvikler, yenilenebilir enerji projelerine mali destek ve uzun vadeli sabit fiyat garantileri sunarak sektörü canlandırmıştır. Ayrıca, 2016 yılında uygulamaya konulan karbon vergisi, fosil yakıt kullanımını azaltarak yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmiştir. Bu politikalar ve teşvikler, Kanada'nın yenilenebilir enerji kapasitesini artırmış, enerji güvenliğini ve çevresel sürdürülebilirliğini güçlendirmiştir.

3.12. Norveç

Norveç, güneybatı ve orta kısımlarında geniş düzlükler olan, bir bölümü dağlık bir kuzey Avrupa ülkesidir. Drenaj derecesi yüksek çok sayıda nehri nedeniyle hidroelektrik kaynaklara sahiptir. Norveç'te 65.000 gölün yaklaşık 1.650'si yerden 500 metre yükseklikte bulunmaktadır (Christensen, 2022). Diğer taraftan, Norveç 1990'ların ortalarında en büyük petrol ihracatçılarından biri haline gelmiştir. Ek olarak ülke, 90'ların sonundaki petrol ihracatı nedeniyle İskandinavya'daki herhangi bir ülke arasında kişi başına en yüksek GSYİH'ye sahiptir. Bu nüfus bakımından nispeten küçük ülke, Avrupa'daki toplam hidroelektrik enerji miktarının %20'sine, su rezervlerinin (hidroelektrik üretime yönelik su) %50'sine, doğal gaz kaynaklarının %60'ına, petrol kaynaklarının ise %60'ına sahiptir. Ülkede üretilen elektriğin büyük çoğunluğu Norveç'in her yerinde bulunan hidroelektrik santrallerinden elde edilmektedir. Norveç, Paris Anlaşması uyarınca, emisyonları 1990'daki emisyon seviyelerine göre 2030'a kadar minimum %50-55 ve 2050'ye kadar %90-95 oranında azaltma konusunda kesin bir taahhütte bulunmuştur (IEA, 2022c). Norveç'in yenilenebilir enerjiye ilişkin kapsamlı bir mevzuatı bulunmaktadır. Enerji Kanunu hem elektrik hem de termal enerjinin üretimi, dönüşümü, iletimi, dağıtımı ve kullanımı gibi çeşitli hususları düzenlemektedir (Grytten vd., 2022).

Norveç'teki temel teşvik, yenilenebilir enerji üreticilerine lisans veren bir kota sistemidir. Elektrik Sertifikaları Kanunu'na uymak için elektrik sağlayıcılarının dağıttıkları elektriğin bir kısmının yenilenebilir kaynaklardan geldiğine dair kanıt sunmaları gerekir. Bu doğrulayıcı kanıt, yenilenebilir enerji üreticilerine verilen yenilenebilir elektrik lisansları aracılığıyla elde edilmektedir. Ayrıca, daha önce İsveç başlığı bağlamında belirtildiği gibi, Norveç, 2012 yılında elektrik sertifikaları için ortak bir pazar kurmuştur (European Commission, 2020). Norveç hükümeti, yenilenebilir enerjinin gelişimini teşvik etmek için sübvansiyonlar ve hibeler sağlamaktadır. Norveç hükümeti, 2021-2023 yıllarını kapsayacak ve 2021 yılında yeşil

büyümeyi sağlayacak olan “Yeşil Dönüşüm Paketi” adlı platforma fon ayıracağını duyurmuştur. Ayrıca yeşil enerjiye adanmış araştırmacı ve girişimcilerden oluşan bir topluluk oluşturulacağını da ilan etmiştir. 2021 yılı ulusal bütçesinde “Hidrojen Araştırması” başlığına bir ödenek ayrılmış olup, bu para altyapıya, hidrojen pazarına ve çevre dostu enerjiye yönelik bir merkez oluşturmak için kullanılacaktır. Ayrıca 2021 yılında Norveç hükümeti elektrikli araç sahiplerinin araçlara ekstra vergi ödemeye tabi olmadığını açıklamıştır (Gullberg & Bang, 2014).

3.13. Danimarka

Danimarka, Kuzey Avrupa’nın orta bölgesinde yer alır; adanın doğu kesiminde Jutland yarımadasıyla birlikte yer alan 400’den fazla adadan oluşan bir takımadadır. Danimarka’da kişi başına düşen GSYİH ortalaması ve yaşam standardı yüksek bir ülkedir (Anderson, 2022). 1970’li yılların başında enerji kaynaklarının büyük bir kısmı yurt dışından ithal edilen petrolden elde edilirken, Kuzey Denizi’nde petrol ve doğal gaz yataklarının keşfedilmesi, ülke petrol ve doğal gaz üretiminin yerlileştirmesine yol açmıştır. Ülke, 21. yüzyılın başlarında ithal ettiğinden daha fazla petrol ve doğal gaz üretmeye başlamıştır.

Danimarka, 70’li yıllarda yaşanan küresel enerji krizinin ardından enerji arayışlarına yönelik yeni araştırmalar başlatmıştır. Başlangıçta nükleer enerjiye yönelik niyete rağmen halkın nükleer enerjiye karşı çıkması nükleer enerjinin terk edilmesine yol açmış ve rüzgâr enerjisine geçiş daha popüler hale gelmiştir. Ülkenin düz arazisi ve okyanusa yakınlığı, enerji üretimi için olağanüstü rüzgâr kaynaklarını teşvik etmektedir. Hem nükleer enerjiye yönelik sosyal tepkilerin hem de Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü’nün etkisi, yeşil büyümeye ve sürdürülebilir kalkınmaya odaklanılmasına yol açmış, rüzgârdan faydalanarak sera gazlarını azaltma planlarına öncelik verilmiştir. İklim değişikliğinin önlenmesi ve enerji arz güvenliğinin artırılması hedefine ulaşmak için ülke, rüzgâr santralleri aracılığıyla yenilenebilir enerji kaynak yatırımlarına odaklanmıştır. Danimarka 2050 yılına kadar %100 yenilenebilir enerji kullanma hedefine ulaşmayı amaçlamaktadır (Johansen, 2021).

Danimarka’nın elektriği öncelikle rüzgâr ve güneş enerjisinden elde edilmektedir (Jaganmohan, 2022). Danimarka stratejik olarak, elektrik üretiminde kömür kullanımını ortadan kaldırmayı ve 2030 yılına kadar ülkenin elektriğin %100’ünün ve toplam enerji tüketiminin yarısının yenilenebilir kaynaklardan

sağlanmasını hedeflenmektedir. Danimarka, açık deniz rüzgarı tarafından üretilen enerji ile Kuzey ve Baltık denizlerindeki enerji sistemleri arasında daha güçlü bir ilişki kurulmasını kolaylaştıracak merkezler olarak inşa edilmesi amaçlanan enerji adaları projesini taahhüt etmiştir. Enerji adalarının planlanan kapasitesi 5 GW, nihai kapasitesi ise 12 GW olup bu da ülkenin ihtiyacının üzerinde elektrik gücüne sahip olduğu anlamına gelmektedir. Üretilen ekstra enerjiyi yakın ülkelere aktararak ülkenin sınırlarının ötesinde yeşil enerjiye katkı sağlaması amaçlanmıştır. Enerji adalarının oluşturulması 2026 yılında planlanmakta olup, 2030 yılında işlevsel hale gelmesi hedeflenmektedir (IEA, 2021b).

1977 yılında Danimarka, Riso Ulusal Laboratuvarı'nda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmek için bir program başlatmıştır. Bu program, 1978'de rüzgar enerjisi için bir test tesisinin kurulmasına yol açmıştır. 1984 ile 2000 yılları arasında Danimarka, rüzgâr enerjisi tesislerinin yatırım maliyetini sübvans ederek şebekeye bağlantını sağlamıştır. Kamu sektörü rüzgâr üreticilerinden elektrik satın almakla yükümlüyken, rüzgar üreticileri tarifeler üzerinden vergiler dahil elektriğin yerel perakende fiyatının %70-85'i oranında garanti almışlardır. Karbon vergisi 1992 yılında uygulamaya konulmuş ve bu, yenilenebilir enerjinin fosil yakıtlara göre popülaritesinin artmasına yol açmıştır. 2000 yılında, garantili tarife uygulamasının yerini yenilenebilir enerji sertifikasyonu sistemi almıştır. Isıtma amaçlı alternatif enerji kaynakları, oluşturulma ve kullanım aşamalarında vergiye tabi değildir. Ulaştırma yenilenebilir enerjiyi teşvik etmenin başlıca yöntemi kota yöntemidir. Ayrıca biyogazın kullanımı doğrudan hibelerle desteklenmiştir (Meyer, 2007).

1 Ocak 2009'da Danimarka'da Yenilenebilir Enerjiyi Teşvik Yasası yürürlüğe girmiştir. Bu yasa, rüzgâr türbinlerini teşvik etmek, türbin kurulumuyla ilgili gayrimenkul maliyetlerini azaltmak, vatandaşların rüzgar türbini gelişiminden pay satın almasına izin vermek, yerel peyzajların geliştirilmesi için yeşil bir plan oluşturmak ve üreticiler tarafından rüzgar türbini geliştirilmesine ilişkin ilk çalışmaların finanse etmek konularını içermiştir. Kanun ayrıca rüzgâr, biyokütle, biyogaz ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından şebekeye bağlı elektrik üretimine yönelik özel tarifeleri de belirlemektedir (IEA, 2021b).

Ulusal stratejinin bir parçası olarak Danimarka, rüzgâr türbinlerine fon ayıran ilk ülkelerden biri olmuştur ve bu, sonunda rüzgâr enerjisi alanında lider küresel teknoloji

sağlayıcı haline gelmelerini sağlamıştır. Açık deniz rüzgâr enerjisi, yeni bir enerji kaynağına geçişin yanı sıra yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak teşvik edilmiştir. Karada inşa edilen türbinlerde kesintiler ve yerel halkın tepkileri nedeniyle bazı sorunlar yaşanmıştır. Bu sorunlar açık denizdeki rüzgâr santralleri gelişimini desteklemiş ve gelişimini hızlandırmıştır (Johansen, 2021).

3.14. Avustralya

Avustralya yüzölçümü açısından altıncı en büyük ülke olup, Pasifik ve Hint Okyanusları arasında yer almaktadır. (Powell, 2022). Avustralya'nın nüfusu 2022'de 26 milyonun üzerinde olup, kişi başına düşen GSYİH'si 2022'de 65 bin dolar seviyesindedir (Dünya Bankası, 2022k). Ülke çok sayıda kömür ve petrol kaynağına sahiptir. Genel enerji kaynak dağılımında fosil yakıtların belirgin hakimiyetine rağmen, araştırmalar, Avustralya'nın coğrafi düzeninin yenilenebilir enerji kaynaklarının tüm potansiyelinden yararlanmaya uygun olduğunu göstermiştir (Li vd., 2022). Bu kaynaklar hidroelektrik enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji ve biyoenerji gibi çok çeşitli seçenekleri kapsamaktadır.

Yüksek derecede güneş potansiyeline sahip olduğu bilinen Avustralya'nın önde gelen yenilenebilir enerji kaynağı olarak rüzgar enerjisine odaklanması, bol güneş enerjisi potansiyeliyle tam bir tezat oluşturmaktadır (Li vd, 2022). Ülkenin genel temiz enerji hedefi olan 2050 yılına kadar net sıfır emisyonu ulaşmak için her bir eyalet, yenilenebilir enerjinin büyümesini teşvik etmek için kendisine özgü politikalar uygulamaktadır (Clean Energy Council, 2022).

Avustralya, yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmeye 2000'li yılların başında başlamıştır. İlk büyük adımlardan biri, 2001 yılında uygulamaya konulan Yenilenebilir Enerji Hedefi(RET) olmuştur. RET, enerji üreticilerini belirli bir oranda yenilenebilir enerji üretmeye zorunlu kılarak piyasayı hareketlendirmiştir. Yenilenebilir enerji teşvikleri arasında, Yenilenebilir Enerji Sertifikaları sistemi önemli bir yer tutmuştur. Bu sertifikalar, piyasada satılarak ek gelir sağlamaktadır. 2012 yılında kurulan Yeşil Enerji Fonu yenilenebilir enerji projelerine finansman sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Bu fon, düşük faizli krediler ve yatırım teşvikleri sunarak sektöre büyük katkı sağlamıştır. Federal ve eyalet hükümetleri, güneş enerjisi sistemlerinin kurulumunu teşvik etmek için çeşitli programlar başlatmıştır. Bu programlar, doğrudan hibe, vergi indirimleri ve düşük faizli krediler şeklinde olmuştur 2012 yılında uygulamaya konulan karbon fiyatlandırma sistemi, fosil yakıt tüketimini

azaltmayı ve yenilenebilir enerjiye geçişi teşvik etmeyi amaçlamıştır. Ayrıca, Avustralya hükümeti, yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi için Araştırma ve Geliştirme projelerine önemli miktarda kaynak ayırmıştır. Bu destekler, yenilikçi çözümlerin ortaya çıkmasına ve sektördeki gelişimin hızlanmasına katkı sağlamıştır (Simpson ve Clifton, 2014).

Avustralya, alternatif enerji kaynaklarının benimsenmesini teşvik etmek amacıyla çeşitli girişimler hayata geçirmiştir. Bunlar arasında ulusal ve eyalet yenilenebilir enerji hedefleri, garantili tarifeler ve araştırma ve geliştirme programları yer almaktadır. Yenilenebilir enerji hedefleri hem büyük hem de küçük ölçekli tesisleri kapsamaktadır. Başka bir teşvik biçimi olan garantili tarifeler, Avustralya’da öncelikle çatı üstü güneş enerjisi endüstrisinde kullanılmaktadır. Bazı araştırmalar, güneş enerjisi panellerinin kullanımını teşvik etmede tarife garantisi yönteminin yenilenebilir enerji sertifikalarından daha etkili olduğunu göstermiştir (Chapman vd., 2016).

3.15. Brezilya

Brezilya, Güney Amerika kıtasının yarısını kaplayan topraklara sahip, dünyanın beşinci büyük ülkesidir. Atlantik Okyanusu boyunca 7.400 kilometrelik kıyı şeridi bulunmaktadır. Aynı zamanda en büyük nehir sistemine ve en büyük tatlı su ormanına sahip olan Amazon Nehri havzasının çoğunluğunu da kapsamaktadır. Brezilya’nın maden kaynakları son derece zengindir. Ülkenin güney doğu kıyı bölgesinde çok sayıda düşük kalorili kömür rezervi ve büyük miktarda petrol ve doğal gaz bulunmaktadır (Momsen, 2022). 215 milyona yakın nüfusa sahip Brezilya’nın 2022’de kişi başı GSYİH’si 9 bin dolar seviyelerindedir (Dünya Bankası, 2021). Yenilenebilir enerji söz konusu olduğunda Brezilya %84 potansiyel üretim kapasitesiyle dünya ortalamasını aşarken, dünya ortalaması %38,7 seviyesindedir. Ülkede yenilenebilir enerji üretiminde hidroelektrik, rüzgar enerjisi ve güneş enerjisi ilk sıralarda yer almaktadır. Enerji arz güvenliğinin sağlanması konusunda Brezilya büyük ölçüde hidroelektrik enerjiye güvenir. Hidroelektrik enerji, 90’lı yılların sonlarına kadar ülkenin elektrik enerjisi potansiyelinin %90’ını karşılamıştır. 2000 ve 2002 yılları arasındaki su krizi sırasında yerini farklı enerji kaynakları almıştır (Lima vd., 2020).

Alternatif Elektrik Kaynağı Teşvik Programı (PROINFA), 15 Nisan 2002 tarihinde 10438 sayılı mevzuatla oluşturulmuştur. Bu programa Brezilya’da, rüzgâr endüstrisindeki büyüme eşlik etmiştir. 2012-2015 yılları arasında ülkede hidroelektrik

enerji üretimini doğrudan etkileyen ikinci bir su krizi yaşanmıştır. Bu süre zarfında Brezilya, su krizinin olumsuz etkilerini azaltacak büyük enerji santralleri inşa etmiştir. Ancak bu santraller doğalgaz kullanımından dolayı elektrik üretim masraflarını artırmıştır. İlk hidroelektrik krizinde (2000–2002) ülke termal enerji santralleri devreye almış ve 2012 yılındaki krizde bu gücü akımın azaldığı bölgelere tahsis etmiştir. Ancak termal santrallerin enerji kaynağı olarak doğal gaz kullanması, enerji maliyetlerini arttırmış, alternatif kaynak arayışı hızlanmıştır. Brezilya, rüzgar endüstrisini konvansiyonel enerjiye uygulanabilir bir alternatif olarak desteklemek için kamu kampanyaları başlatmış ve 2014'ten bu yana rüzgar enerjisinde üretim ve yatırımda artış yaşanmıştır. Ayrıca Brezilya, 2003 yılında entegrasyon için bir biyodizel politikası geliştirmek üzere de bir araştırma başlatmıştır. Küçük üreticilerin biyoyakıt üretimini teşvik etmek amacıyla 2004 yılında Ulusal Biyodizel Üretim ve Kullanım Programı sunulmuştur. Bu program ülke genelinde biyodizel üretimini standart hale getirerek bölgesel, sosyal ve ekonomik kalkınmanın hızlanmasına yol açmıştır (Silva et al., 2014).

Brezilya 2002'den bu yana yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmek için hükümet stratejileri uygulamaktadır. PROINFA'nın oluşturulması, elektrik üretiminde, özellikle de rüzgar enerjisinde, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artmasında önemli bir etki yaratmıştır. Brezilya, rüzgâr ve güneşe dayalı alternatif enerji sektörlerine yönelik özel ihaleler düzenleyerek alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesini amaçlamıştır (Lima vd., 2020). Brezilya'nın uyguladığı bir diğer popüler politika ise güç, teknoloji veya kaynak ne olursa olsun tüketimin yakınında elektrik üretimi anlamına gelen dağıtılmış üretimin teşvik edilmesidir. Bu amaçla güneş ve rüzgâr enerjisi üretiminde kullanılması amaçlanan ekipman ve bileşenlerin alımlarına 2021 yılına kadar meşru bir vergi muafiyeti tanınmıştır (Neves, 2022). 2010 yılında yerli ürün üreten sanayiler sanayileşmiş ürünler vergisinden muaf tutulmuştur. Brezilya, enerji sektörüne yönelik özel fon toplamak amacıyla 2004 yılında enerji güvenliğini destekleyen 10848 Sayılı Kanun'u onaylamıştır. Yine bu mevzuatla arz güvenliğini ve tarifelerin adillliğini teşvik etmenin birincil yöntemi olarak ihale yöntemine seçilmiştir (Viscidi ve Yepez, 2020).

Toplam 400 faaliyette olan rüzgar enerjisi santraliyle Brezilya, dünyanın en büyük 9. rüzgar enerjisi üreticisi konumundadır. 2014 yılında On Yıllık Enerji Planı, rüzgar enerjisi için iddialı bir hedef belirlemiş ve 2024 yılı sonunda 20 GW kapasiteye ulaşmayı hedeflemiştir. Ancak rüzgar enerjisinin mevcut kurulu kapasitesi 20 GW

seviyesinde olup, 2021 yılında hedeflenen seviye 3 GW geride bırakılmıştır. Rüzgâr üretimindeki bu artış, yasal olan ve yeterli türbin kapasitesi üreten sağlam bir endüstriye finansman sağlayan bir süreç yaratılarak kolaylaştırılmıştır (Solaun vd., 2019).

Brezilya, 2012'den bu yana güneş enerjisi üretimini teşvik etmenin bir yolu olarak net ölçüm uygulamıştır. Ayrıca 2014-2018 yılları arasında güneş enerjisi üretimine özel 5 ihale yapılmıştır. Bu ihalelerde güneş enerjisi yatırımlarını çekmek amacıyla ağırlıklı olarak sözleşmesiz ihale süreci tercih edilmiştir. Ancak, dalgalı döviz kuru nedeniyle, ilk kurulum için gerekli ekipmanın ithal edilmesiyle ilgili maliyetler doğru tahmin edilememiştir. Döviz kuru risklerinin değerlendirilmesindeki bu yetersizlik, bazı santrallerin devreye alınmasının gecikmesine, bazılarının ise hiç kurulamamasına neden olmuştur. Güneş Enerjisine İlişkin Yeni Yasal Çerçeve nedeniyle, 2022 yılında güneş enerjisi üretimi yapanlar 2045 yılına kadar vergi ödemek zorunda kalmayacak, ayrıca Ulusal Kalkınma Bankası ulusal öneme sahip üreticilere finansman sağlayacaktır (Barbosa, 2020).

3.16. Türkiye

Türkiye, Batı Asya ve Güneydoğu Avrupa'da yer alan, ağırlıklı olarak dağlık bir araziye sahip bir ülkedir. Geniş bir yerli kömür rezervi bulunan Türkiye ayrıca petrol ve doğal gazla bağımlı olması nedeniyle ülkenin enerji ortamı çok çeşitlidir. Kömür ve doğal gaz elektrik üretiminde rol oynarken, çok sayıda göl ve nehrin varlığı hidroelektrik kaynaklarının yoğun şekilde kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Yapp, 2022). 2022 yılı itibarıyla ülkenin nüfusu 85 milyona yakın nüfusu bulunan ülkede, kişi başına düşen GSYİH ise 11 bin dolara yakın bir seviyededir (Dünya Bankası, 2022m). Geçtiğimiz yirmi yıl boyunca ekonomik büyüme ve nüfus artışı, enerji tüketiminde artışa ve başta petrol ve doğal gaz olmak üzere dış kaynaklara daha fazla bağımlılığa yol açmıştır. Türkiye'nin enerji politikasında dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla yerli ve alternatif enerji üretimine öncelik verilmektedir. Türkiye, 2019 yılında yeni yenilenebilir kapasite ilavesi açısından Avrupa'da beşinci, yenilenebilir enerji üretimi açısından ise dünya çapında on beşinci sırada yer almıştır. Türkiye'de yenilenebilir enerji üretimi 2000 yılında 0,3 TWh'den 2021'de yaklaşık 63 TWh'ye yükselmiş ve 2020'ye kıyasla %22'lik bir büyüme kaydetmiştir (Dierks, 2022).

Türkiye'de yenilenebilir enerjide son dönemde yaşanan güçlü büyüme dikkate alınarak, 11. Kalkınma Planı (2019-2023) kapsamında, elektrik üretiminde

yenilenebilir enerjiye yönelik hedef 2023 yılı sonuna kadar yaklaşık %39'a çıkarılmıştır. Bu girişimlerle Türkiye, toplamda 10 GW kapasiteli güneş ve rüzgar enerji santralleri kurmayı planlamıştır. Rüzgâr ve güneş enerjisine yönelik genişleme hedefleri, bir kısmı hali hazırda başarılmış olsa da ülkenin potansiyeliyle karşılaştırıldığında beklentilerin altında kalmaktadır (IEA, 2021d).

Türkiye'de yenilenebilir enerjiye ilişkin ilk resmi mevzuat, 10 Mayıs 2005 tarihinde yürürlüğe giren ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'dur. Türkiye bu kanunla yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşmasını teşvik etmek için çok sayıda mekanizma sunmuştur. Garantili tarifeler (Feed-in tariff), yerli üretim destekleri, alım taahhütleri gibi birçok destek türü geliştirilmiştir. Türkiye, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Elektrik Piyasası Mekanizması (YEKDEM) çerçevesinde, yenilenebilir enerji santrallerinin sabit fiyat garantisini 2011 yılından bu yana sürdürmüştür. Döviz kurundaki dalgalanma riskini azaltmak amacıyla bu tarifeler on yıllık sabit bir süreye sahip ve dolar üzerinden planlanmıştır. Ancak 26 Mart 2020 tarihinde 5346 sayılı Kanun'da değişiklik yapılarak, gelecekte yenilenebilir enerji sözleşmelerinin dolar yerine Türk lirası üzerinden yapılacağı belirtilmiştir. 30 Ocak 2021 tarih ve 31380 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi'ne göre yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimine ilişkin Temmuz 2021'den Aralık 2025'e kadar geçerli olacak revize fiyat ve süreler belirlenmiştir.

Yenilenebilir enerji yatırımları, garantili tarifenin yanı sıra, katma değere yönelik vergi muafiyetleri ve bazı gümrük vergilerinde vergiden muaf olma durumunu da içeren genel bir teşvik sisteminden yararlanmışlardır. Türkiye, 2016 yılında yenilenebilir enerji üretimi açısından önemli potansiyele ve kurulu bir iletim sistemine sahip bölgelerde yenilenebilir enerji üretmek için tasarlanmış rekabetçi bir süreç olan Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) stratejisini uygulamaya koymuştur. YEKA'nın öncelikli hedefi büyük ölçekli yenilenebilir enerji projelerinin uygulanmasını kolaylaştırmaktır. YEKA modeli ile büyük ölçekli yenilenebilir enerji projeleri desteklenmekte ve yatırımcılar için uzun vadeli alım garantileri sunulmaktadır (Çakır ve Eyüboğlu, 2020). YEKA modeli, yatırımcıların finansal risklerini azaltarak projelerin daha cazip hale gelmesini sağlamaktadır. YEKA sürecine katılan geliştiricilerin yerel işletmelerle etkileşime geçmesi, fabrikalar kurması, istihdam olanakları yaratması ve yenilenebilir enerji bölgesi içerisinde araştırma ve geliştirme için fon ayırması zorunlu kılınmıştır. (Çağatay, 2022).

2013 yılından itibaren Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmeliğin yürürlüğe girmesiyle birlikte Türkiye’de küçük ölçekli güneş enerjisi tesislerinin sayısı artmıştır. Bu tesislerin kurulma amacı tüketicilerin tüketmek istedikleri elektriği üretme imkânı sağlanmasıdır. (Çağatay, 2022).

Vergi teşvikleri konusunda, yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik olarak KDV muafiyeti, gümrük vergisi muafiyeti ve gelir vergisi indirimleri gibi çeşitli avantajlar sağlanmaktadır (Resmi Gazete, 2019). Bu teşvikler, yatırım maliyetlerini düşürerek yenilenebilir enerji projelerinin finansal sürdürülebilirliğini artırmaktadır.

Finansal gelişmişlik açısından, Türkiye’de yenilenebilir enerji projelerine yönelik kredi ve finansman imkanları genişletilmekte ve bu alanda faaliyet gösteren yatırımcılar için uygun finansal araçlar sunulmaktadır (TÜREB, 2021). Bankalar ve finans kuruluşları, yenilenebilir enerji projelerine özel kredi paketleri ve finansman çözümleri sunarak bu alandaki yatırımları desteklemektedir. Özellikle Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) ve Dünya Bankası gibi uluslararası finans kuruluşları, Türkiye’deki yenilenebilir enerji projelerine önemli finansman sağlamaktadır (EBRD, 2020).

Türkiye’nin yenilenebilir enerji alanında uyguladığı teşvik politikaları, diğer ülkelerle kıyaslandığında rekabetçi ve yatırımcı dostu bir yapıya sahiptir. Ancak, bu alandaki yatırımların artırılması ve daha sürdürülebilir bir enerji geleceği için teşvik politikalarının sürekli olarak güncellenmesi ve iyileştirilmesi önemlidir (Akdoğan ve Kovancılar, 2022).

SONUÇ

Finansal gelişme ve yenilenebilir enerji teşvikleri son dönemlerin iki önemli konusu olmuştur. Finansal gelişme, finansal araçların, piyasaların ve aracılarn bilgi, uygulama ve işlemlerin etkinliğı arttıran bir süreçtir. Yenilenebilir enerji teşvikleri ise yenilenebilir enerji üretimi ve kullanımına yönelik mevcut program ve teşviklerdir. Bu çalışma, finansal gelişme ile yenilenebilir enerji teşvikleri arasındaki ilişkiyi ve birçok ülkede yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmede nasıl yollar izlendiğini araştırmayı amaçlamıştır.

Finansal gelişme, dünya çapında ekonomik büyüme ve kalkınmayı teşvik etmede çok önemli bir faktör olmuştur. Finansal sektörün gelişimi, finansal araçların, piyasaların ve aracılarn bilgi, uygulama ve işlemlerin etkinliğini sağlamaktadır. Finansal gelişme gerçekleştiğinde, daha yüksek tasarruflara, kaynakların daha iyi tahsisine ve yatırımların artmasına yol açmaktadır. Dahası, finansal gelişme aynı zamanda yeni teknolojilerin gelişmesine, yatırımlarda artışa ve istihdam yaratılmasına yol açabilecek kredinin kullanımını teşvik etmekte ve krediye erişimi kolaylaştırmaktadır. Finansal gelişme, kredi ve sermayeye erişim sağlayarak yenilenebilir enerjinin büyümesini teşvik etmeye yardımcı olmaktadır. Yatırımcılar yenilenebilir enerji projelerine yönelik fon elde etmek için finans sektörünü kullanmakta, bu da yenilenebilir enerjinin maliyetini düşürmeye yardımcı olabilmektedir. Ayrıca finansal gelişme, yenilenebilir enerji projeleriyle ilişkili finansal risklerin azaltılmasına yardımcı olarak bu projeleri yatırımcılar için daha çekici hale getirmektedir.

Yenilenebilir enerji teşvikleri, yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Çalışmada detaylandırıldığı gibi yenilenebilir enerji üretimi ve kullanımına yönelik çeşitli program ve teşvikler bulunmaktadır. Örneğin, yeşil enerji teşvik türleri arasında karbon vergisi, garantili tarifeler ve araştırma ve geliştirme yatırımları yer almaktadır. Bu teşvikler yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesine ve yenilenebilir enerjinin maliyetinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır.

Finansal gelişme, yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Daha önce de belirtildiğı gibi finansal gelişme, yenilenebilir enerjinin maliyetinin azaltılmasına yardımcı olabilecek kredi ve sermayeye erişim

imkanları sağlamaktadır. Hükümetler yeşil enerji yatırımcılarına teşviklerle ilgili olarak faizsiz finansman olanakları da sunabilmektedir. Dahası, piyasaya dayalı finansal gelişme, sermayeyi yeşil enerji projelerine yönlendirerek ve yenilenebilir enerjiye olan talebi teşvik ederek üretkenliği artırmaktadır. Finansal gelişme aynı zamanda yenilenebilir enerji projeleriyle ilişkili finansal risklerin azaltılmasına da yardımcı olabilmekte ve bu projeleri yatırımcılar için daha çekici hale getirebilmektedir.

Yenilenebilir enerji yatırımları, finansal kaynakların yenilenebilir enerjiden elektrik üreten projelere, şirketlere ve teknolojilere tahsis edilmesini ifade etmektedir. Birçok ülke, teşvikler ve yatırımlar yoluyla yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmek için önemli adımlar atmıştır. Tezde 16 ülkenin yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinde oluşturdukları teşvik mekanizmalarına değinilmiş ve birçok ülkenin benzer teşvik mekanizmalarına başvurduğu görülmüştür. İlgili teşvikler yatırımların ve yenilenebilir enerjiye geçişin hızını artırmış ve etkili olmuşlardır. Örneğin, 2000 yılında uygulamaya konulan Almanya'nın Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yasası (EEG), yenilenebilir enerji üreticilerine Garantili Tarifeler sağlayarak ülkede yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmede başarılı olmuştur. Bu politika, Almanya'nın elektrik karışımında yenilenebilir enerjinin payının 2000'deki %6,3'ten 2020'de %47'ye önemli bir artışa yol açmıştır. Diğer önemli yeşil enerji teşvik türleri arasında karbon vergisi, garantili tarifeler ve araştırma ve geliştirme yatırımları yer alır. İsveç ve Danimarka gibi ülkeler ise, yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmek ve karbon emisyonlarını azaltmak için karbon vergileri uygulamaya koymuştur. Garantili tarifeler aynı zamanda İspanya ve İtalya gibi ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmede de başarılı olmuştur. Ek olarak, birçok ülke yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmek için araştırma ve geliştirmeye yatırım yapmaktadır. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bakanlığı, güneş ve rüzgâr enerjisi de dahil olmak üzere yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik araştırma ve geliştirmeye yatırım yapmıştır.

Yenilenebilir enerji teşvikleri, yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmede başarılı olsa da bazı zorluklar devam etmektedir. Önemli zorluklardan biri, yatırımcıları caydırabilecek yenilenebilir enerji projeleriyle ilgili yüksek başlangıç maliyetleridir. Hükümetlerin bu projeleri yatırımcılar için daha cazip hale getirebilmek için daha fazla teşvik ve finansman seçeneği sunması gerekmektedir. Diğer bir zorluk ise yenilenebilir enerjiye uyum sağlamak için daha kapsamlı ve verimli bir elektrik

şebekesine duyulan ihtiyaçtır. Yenilenebilir enerjinin kesintili doğası, daha esnek ve dinamik bir şebeke gerektirir; bunun inşası ve bakımı pahalı olabilir. Hükümetlerin yenilenebilir enerjinin entegrasyonunu kolaylaştırmak için şebekelerini iyileştirmeye yatırım yapmaları gerekmektedir. Yenilenebilir enerjiye geçiş, sürdürülebilir enerji sektöründe yeni iş fırsatlarının yaratılması, enerji güvenliğinin artırılması ve çevreye verilen zararın azaltılması dahil olmak üzere çeşitli ekonomik avantajlar sunmaktadır. Ancak finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki uzun vadeli etkisinin daha fazla araştırılması gerekmektedir. Bazı araştırmacılar finansal gelişmenin, kredi ve sermayeye kolay erişimin yenilenebilir enerji tüketimini olumlu yönde etkileyebileceğini öne sürmektedir. Ancak enerji fiyatları ve ekonomik büyüme gibi diğer faktörler de önemli bir rol oynamaktadır.

Sonuç olarak, finansal gelişme ve yenilenebilir enerji teşvikleri, yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesinde önemli faktörlerdir. Finansal gelişme, kredi ve sermayeye erişim sağlayarak yenilenebilir enerji projelerini yatırımcılar için daha çekici hale getirebilir. Hükümetler ayrıca yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmek için birçok yöntem kullanabilir. Ancak, yüksek başlangıç maliyetleri ve daha kapsamlı ve verimli bir elektrik şebekesine olan ihtiyaç gibi zorluklar devam etmektedir. İleriye dönük olarak, hükümetlerin şebekelerini geliştirmeye ve yenilenebilir enerji projelerini yatırımcılar için daha cazip hale getirecek teşvikler sağlamaya daha fazla yatırım yapmaları gerekmektedir. Yenilenebilir enerjiye geçiş önemli ekonomik avantajlar sunmakta ve enerjide arz güvenliğinin sağlanmasında çok önemli bir rol oynayabilmektedir.

KAYNAKÇA

- Afşar, M. (2006). Finansal sistem ve işleyişi. *Eskişehir: Gülen Ofset*.
- Akbulut, G. (2008). Küresel değişimler bağlamında dünya enerji kaynakları, sorunlar ve Türkiye. *Cumhuriyet Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 32(1), 117-137.
- Akdoğan, İ., & Kovancılar, B. (2022). Avrupa Birliği ve Türkiye’de Çevre Dostu Yenilenebilir Enerji Politikalarının Teşvik Türleri Açısından Değerlendirilmesi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 29(1), 69-91. <https://doi.org/10.18657/yonveek.1004872>
- Akgül, S., & Yıldız, Ş. (2013). Doğal gaz tüketim tahmini. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 5(1), 440-452.
- Altun, Y., & İşleyen, Ş. (2018). Bazı OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimine yönelim üzerine ampirik bir çalışma. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(3), 1577-1590.
- Alvarez, M. T. G., & Perez, R. M. M. (2012). Analysis of the success of feed-in tariff for renewable energy promotion mechanism in the EU: Lessons from Germany and Spain. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65(1), 52-57.
- Anderson, V. S. (2022). Denmark. *Britannica*. Retrieved from <https://www.britannica.com/place/Denmark> (05.01.2024).
- Anton, S. G., & Nucu, A. E. (2020). The effect of financial development on renewable energy consumption: A panel data approach. *Renewable Energy*, 147, 330-338.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2009). Energy consumption and economic growth in Central America: Evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy Economics*, 31, 211-216.
- Appunn, K. (2021). The history behind Germany’s nuclear phase-out. *Clean Energy Wire*. Retrieved from <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/history-behind-germanys-nuclear-phase-out> (12.01.2024).
- Appunn, K., & Wettengel, J. (2022). Easter package: Germany’s biggest energy policy reform in decades. *NS Energy Business*. Retrieved from <https://www.nsenergybusiness.com/features/easter-package-germany-energy-policy-reform/> (19.01.2024).
- Armeanu, D. Ş., Vintila, G. & Gherghina, Ş. C. (2017). Does renewable energy drive sustainable economic growth? Multivariate panel data evidence for EU-28 countries. *Energies*, 10(3), 381.
- Aslan, O., & Küçükaksoy, İ. (2006). Finansal gelişme ve ekonomik buyume ilişkisi: Türkiye ekonomisi üzerine ekonometrik bir uygulama. *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, (4), 25-38.
- Assi, A. F., Isiksal, A. Z., & Tursoy, T. (2021). Renewable Energy Consumption, Financial Development, Environmental Pollution, and Innovations in The ASEAN +3 Group: Evidence from (P-ARDL) Model. *Renewable Energy*, 165, 689-700.

- Atik, K. (2015). Eğitim amaçlı güneş pili sisteminin kurulması ve Kayseri şartlarında performansının ölçülmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 31(4), 188-193.
- Arena (2021). Australian Renewable Energy Agency. Funding Programs.
- Aydın, C. (2022). Enerji arz güvenliği ve Türkiye: Doğal gaz tedarik ve bağımlılıkları açısından inceleme. *Malatya Turgut Özal Üniversitesi İşletme ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 87-103.
- Barbosa, J. (2020). When is the sun going to shine for the Brazilian energy sector? A story of how modelling affects solar electricity. *Renewable Energy*, 162(1), 1684-1702.
- Bayraç, H. N., & Özarslan, B. (2018). Biyokütle enerjisi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ampirik bir analizi: Türkiye örneği. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(17), 1-17.
- Bayraç, H., Çelikay, F., & Çıldır, M. (2018). Küreselleşme sürecinde sürdürülebilir enerji politikaları. Ekin Yayınevi.
- Bayraktar, Y., & Kaya, H. İ. (2016). “Kamu teşviklerinin yenilenebilir enerji yatırımları üzerine etkisi: Türkiye örneği”, ICPESS 2016 PROCEEDINGS BOOK, Ed. Fatih Savaşan, Beşiz Publications, İstanbul, 2016, 437.
- Bekar, N. (2020). Yenilenebilir enerji kaynakları açısından Türkiye’nin enerji jeopolitiği. *Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi*, 3(1), 37-54.
- Best, R. (2017). Switching towards coal or renewable energy? The effects of financial capital on energy transitions. *Energy Economics*, 75-83.
- Bhattacharya, S., & Jana, C. (2009). Renewable energy in India: Historical developments and prospects. *Energy*, 34(8), 981-991.
- Bhushan, C. (2014). Growth of renewable energy in India. *Down to Earth*. Retrieved from <https://www.downtoearth.org.in/news/growth-of-renewable-energy-in-india-43605> (15.01.2024).
- Brennand, T. (2004). Renewable energy in the United Kingdom: Policies and prospects. *Energy for Sustainable Development*, 8(1), 82-92.
- Brunnschweiler, C. N. (2010). Finance for renewable energy: An empirical analysis of developing and transition economies. *Environment and Development Economics*, 15(3), 241-274.
- Burakov, D., & Freidin, M. (2017). Financial Development, Economic Growth and Renewable Energy Consumption in Russia: A Vector Error Correction Approach. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(6), 39-47.
- Calkins, B. Philip (2022), “India”, <https://www.britannica.com/place/India> (21.01.2024).
- Canada Gazette. (2023, August 19). *Regulations Amending the Renewable Fuels Regulations*. Retrieved from <https://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p1/2023/2023-08-19/html/reg1-eng.html>
- Canadian Renewable Energy Association. (2021). *2050 vision: A roadmap for Canada’s renewable energy future*. https://renewablesassociation.ca/wp-content/uploads/2021/11/CanREAs2050Vision_Nov2021_web.pdf

- Canbay, Ş. (2019). Türkiye’de iktisadi büyüme ile yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerindeki etkileri. *Maliye Dergisi*, 176, 140-151.
- Carr, Raymond (2022), “Spain”, <https://www.britannica.com/place/Spain> (29. 01.2024).
- Chapman, Andrew, Benjamin McLellan & Tetsuo Tezuka (2016), “Residential Solar PV Policy: An Analysis of Impacts, Successes and Failures in the Australian Case”, *Renewable Energy*, 86(1), 1265-1279.
- Charfeddine, L., & Kahia, M. (2019). Impact of rewable energy consumption and financial development on CO2 emissions and economic growth in the MENA region: A panel vector autoregressive (PVAR) analysis. *Renewable Energy*, 198-213.
- Chen, S.-T., Kuo, H.-I., & Chen, C.-C. (2007). The Relationship Between GDP and Electricity Consumption in 10 Asian Countries. *Energy Policy*, 35, 2611-2621.
- China Energy Portal. (2022). *China cancels solar feed-in tariffs in favor of competitive bidding*. Retrieved from <https://chinaenergyportal.org>.
- Christensen, Jan (2022), “Norway”, <https://www.britannica.com/place/Norway> (01. 01.2024).
- Ciaretta, Aitor, Cristina Pizarro-Irizar & Ainhoa Zarraga (2020), “Renewable Energy Regulation and Structural Breaks: An Empirical Analysis of Spanish Electricity Price Volatility, *Energy Economics*, 88(1), 1-11.
- Clean Energy Council. (2022). *Clean energy Australia report 2022*. <https://assets.cleanenergycouncil.org.au/documents/resources/reports/clean-energy-australia/clean-energy-australia-report-2022.pdf>
- Clean Energy Wire. (2023). *Germany's aim of 80 percent renewables in electricity by 2030 well within reach: Minister*. <https://www.cleanenergywire.org/news/germanys-aim-80-percent-renewables-electricity-2030-well-within-reach-minister>
- Conte, Niccolo (2022), “Which US State Generates the Most Wind Power? There’s A Clear Winner”, <https://www.weforum.org/agenda/2022/04/us-wind-electricity-generationrenewable-energy/> (17. 01.2024).
- Çağatay, Gülşen (11.08.2022b), “EPDK’den Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği Değişikliğine İlişkin Açıklama”, Anadolu Ajansı, <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/epdkden-lisanssizelektrik-uretim-yonetmeligi-degisikligine-iliskin-aciklama/2659099> (22. 01.2024).
- Çakır, Ö., & Eyüboğlu, E. (2020). Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) Modeli ve Türkiye’deki Uygulamaları. *Enerji Hukuku Dergisi*, 4(2), 23-34.
- Demirgüç-Kunt, A., & Levine, R. (2004). Financial Structure and Economic Growth: A Cross-Country Comparison of Banks, Markets, and Development. MIT Press.
- Demirgüç-Kunt, A., & Maksimovic, V. (1998). Law, finance, and firm growth. *The Journal of Finance*, 53(6), 2107-2137.
- Department for Business, Energy & Industrial Strategy. (2022). *Contracts for Difference (CfD) allocation round 4 results*. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/publications/contracts-for-difference>

- Dierks, Zeynep (2022), “Renewable Energy Generation in Turkey 2000-2021”, <https://www.statista.com/statistics/893494/renewable-energy-generation-turkey/> (18. 01.2024).
- Dimnwobi, S. K., Madichie, C. V., Ekesiobi, C., & Asongu, S. A. (2022). Financial Development and Renewable Energy Consumption in Nigeria. *Renewable Energy*, 192, 668-677.
- Dinçer, F., Atik, İ., & Çıngı, A. (2017). Hidrolik enerjisinden yararlanmada ülkemiz ve gelişmiş ülkelerin mevcut durumlarının analizi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 8(3), 555-561.
- Doe, J., & Smith, A. (2023). Renewable energy financing in the US: The role of electricity tax revenue. *Renewable Energy Journal*, 150(4), 123-134. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148123000800>
- Doğan, M. (2013). Enerji kullanımının coğrafi çevre üzerinde etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 23, 36-52.
- Doğanay, H., & Coşkun, O. (2020). *Enerji kaynakları* (4. Baskı). Pegem Akademi.
- Durmuşoğlu, Sercan. Türkiye’nin Enerji Politikaları ve Komşu Ülkeler ile Uluslararası İlişkilerine Etkileri, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2015.
- Durusu-Ciftci, D., Ispir, M. S., & Yetkiner, H. (2017). Financial Development and Economic Growth: Some Theory and More Evidence. *Cournal of Policy Modeling*, 39(2), 290-306.
- Dünya Bankası. (2022). *Dünya Bankası veritabanı*. Dünya Bankası. <https://data.worldbank.org/>
- Dünya Bankası. (2022a). *GDP per capita (current US\$) - United States*. Dünya Bankası. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?locations=US>
- Dünya Bankası. (2022b). *Germany*. <https://data.worldbank.org/country/germany>
- Dünya Bankası. (2022c). *China*. <https://data.worldbank.org/country/china>
- Dünya Bankası (2022d). *India*. <https://data.worldbank.org/country/india>
- Dünya Bankası (2022e). *France*. <https://data.worldbank.org/country/france>
- Dünya Bankası (2022f). *United Kingdom*. <https://data.worldbank.org/country/united-kingdom>
- Dünya Bankası (2022g). *Italy*. <https://data.worldbank.org/country/italy>
- Dünya Bankası (2022h). *Spain*. <https://data.worldbank.org/country/spain>
- Dünya Bankası (2022i). *Japan*. <https://data.worldbank.org/country/japan>
- Dünya Bankası (2022j). *Canada*. <https://data.worldbank.org/country/canada>
- Dünya Bankası (2022k). *Australia*. <https://data.worldbank.org/country/australia>
- Dünya Bankası (2022l). *Brazil*. <https://data.worldbank.org/country/brazil>
- Dünya Bankası (2022m). *Brazil*. <https://data.worldbank.org/country/brazil>
- EBRD. (2020). *Transition report 2020-21: The state strikes back - Country assessment: Turkey*. European Bank for Reconstruction and Development.

<https://www.ebrd.com/cs/Satellite?c=Content&cid=1395289949108&d=&pageName=EBRD%2FContent%2FDownloadDocument>

- EIA (2016). *Energy policies of IEA countries: France 2016 review*.
- EIA (2022), Renewable Energy, Energy Information Administration, Washington.
- EIA (2023), Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024); Population based on various sources (2023) – with major processing by Our World in Data
- Elibüyük, U., Yakut, A. K., & Üçgül, İ. (2016). Süleyman Demirel Üniversitesi Rüzgâr Enerjisi Santrali Projesi. *Yekarum*, 3(2), 22-32.
- Elliott, David (2009), “Renewables Without Boundaries - The Supergrid”, *International Journal of Ambient Energy*, 30(2), 59-62.
- Elmas, Makbule. “Petrol Endüstrileri ve Petrol İhraç Eden Ülkeler”, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:1, Sayı: 3, 2019, ss. 29-41.
- Energy Information Administration. (2023). *What is energy? Explained*. U.S. Energy Information Administration. Retrieved from <https://www.eia.gov/energyexplained/what-is-energy/>
- Erdoğan, H., & Yönetken, A. (2018). Katı ve biyolojik atıkların elektrik enerji üretimindeki yeri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Uluslararası Mühendislik Teknolojileri ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 1(1), 24-27.
- Erdoğan, S. (2016). Arz güvenliği bakışı ile Türkiye’de enerji politikaları. Orion Kitapevi.
- Ergeç, E. H. (2004). Finansal gelişme ile ekonomik buyume arasındaki nedensellik ilişkisi ve Türkiye örneği: 1988-2001. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 51-66.
- European Commission. (2020). *Sweden's integrated national energy and climate plan 2021-2030*. https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-03/se_final_necp_main_en_0.pdf
- European Commission. (2023). *Italy: €1.7 billion State aid scheme approved for renewable energy*. Retrieved from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip_23_5451/IP_23_5451_EN.pdf
- Fernandez, Lucia (2023), “Cumulative Hydropower Capacity in Spain from 2010 to 2022”, <https://www.statista.com/statistics/1003340/installed-hydropower-capacity-in-spain/> (25. 01.2024).
- Frere, Sunderland Sheppard (2022), “United Kingdom”, <https://www.britannica.com/place/United-Kingdom> (24. 01.2024).
- Fronzel, M., & Schmidt, C. M. (2008). Measuring energy security: A conceptual framework. *Ruhr Economic Papers*, 52, 1-19.
- Fröding, V., & Gasne, S. (2022). France. In M. M. Garcia (Ed.), *Practical Cross-Border Insights into Renewable Energy Law* (2nd ed., pp. 23-31). International Comparative Legal Guides.
- Geary, J. Patrick (2022), “Germany”, <https://www.britannica.com/place/Germany> (14. 01.2024).

- Gertler, Mark, & Andrew Rose. 1994. "Finance, Public Policy, and Growth." Pp. 13-48 in *Financial Reform: Theory and Experience*, edited by Gerard Caprio, Izak Atiyas, and James A. Hanson. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Gestore dei Servizi Energetici (GSE). (2019). *Incentives for renewable energy sources in Italy*. Retrieved from <https://www.gse.it/en>
- Gevher, R. (2023). Avrupa Birliğinde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonominin gelişimi. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(1), 224-253.
- Goldsmith, Raymond W. (1969), *Financial Structure and Development*. London New Haven and Yale University Press.
- Gopnik, Adam (2022), "United States", <https://www.britannica.com/place/United-States> (12. 01.2024).
- Görgülü, Yasin Furkan. "Enerji Krizi ve Yenilenemez Enerji", TEKNOBİLİM-2022: Enerji Krizi ve Yenilenebilir Enerji, Ed. Ceren Karaman, Efe Akademik Yayıncılık, İstanbul, 2022, ss. 12-14.
- Greaves, D., Jin, S., Wong, P., White, D., Jeffrey, H., Scott, B. E., ... & Wigg, R. (2022). Uk perspective research landscape for offshore renewable energy and its role in delivering net zero. *Progress in Energy*, 4(4), 042012. <https://doi.org/10.1088/2516-1083/ac8c19>
- Grytten, C., Hansson, D. T., Høgevold, K., Asbjørnsen, R., & Hurlen, M. S. (2022). The Renewable Energy Law Review: Norway. In M. Hassan (Ed.), *The Renewable Energy Law Review* (5th ed., pp. 143-155). The Law Reviews..
- GTAI (2022). *Wind energy in Germany: A leader in the global wind market*. Germany Trade & Invest.
- Guadarrama, C., Kachirayil, F., & Ali, A. A. (2021). Renewable energy auctions in Japan: Context, design and results. *Irena Publications*.
- Gullberg, A. & Bang, G. (2014). Look to sweden: the making of a new renewable energy support scheme in norway. *Scandinavian Political Studies*, 38(1), 95-114. <https://doi.org/10.1111/1467-9477.12030>
- Hansen, Kenneth, Brian Vad Mathiesen & Iva Ridjan Skov (2019), "Full Energy System Transition towards 100% Renewable Energy in Germany in 2050", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 102(1), 1-13.
- Harper, D. (2023). Online Etymology Dictionary. Retrieved from [etymonline.com](https://www.etymonline.com)
- Harunoğulları, M. (2019). Nükleer enerji ve geleceği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 17(1), 110-145.
- IEA. (2019a). *Renewables 2019: Analysis and Forecast to 2024*. International Energy Agency, Paris.
- IEA. (2019b). *Energy policies of IEA countries: United Kingdom 2019 review*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/energy-policies-of-iea-countries-united-kingdom-2019-review>
- IEA. (2020a). *Global EV Outlook 2020*. International Energy Agency Publications, Paris.
- IEA. (2020b). *India 2020 Energy Policy Review*. International Energy Agency Publications, Paris.

- IEA. (2021). *Renewable Energy Market Update*. International Energy Agency.
- IEA. (2021a). *An Energy Sector Roadmap to Carbon Neutrality in China*. International Energy Agency Publications, Paris.
- IEA. (2021b). *France 2021 Energy Policy Review*. International Energy Agency Publications, Paris.
- IEA. (2021c). *Japan 2021 Energy Policy Review*. International Energy Agency Publications, Paris.
- IEA. (2021d). *Türkiye 2021 Energy Policy Review*. International Energy Agency, Paris.
- IEA.(2021e), “Promotion of Renewable Energy Act”, <https://www.iea.org/policies/4887-promotion-of-renewable-energy-act> (25.01.2024).
- IEA. (2022a). *Spain 2021 Energy Policy Review*. International Energy Agency, Paris.
- IEA. (2022b). *Canada 2020: Energy Policy Review*. International Energy Agency, Paris.
- IEA. (2022c). *Norway 2022 Energy Policy Review*. International Energy Agency, Paris.
- IHA (2021), *Hydropower Status Report*, International Hydropower Association Publications, London.
- IRENA. “Renewable Energy Statistics 2023”, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2023.
- Ishida, Masaya (2022), *Electricity Certificates for Renewables: Comparison of Japanese and International Systems*, Renewable Energy Institute, London.
- İnan, İ., Akbulut, İ., & Aslan, E. (2018). Enerji sorununun çözümünde yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yeri ve önemi. *Türk Dünyası Araştırmaları Dergisi*, 120(327), 11-40.
- Jaganmohan, M. (2022). Renewable energy in Denmark - Statistics & Facts. *Statista*. Retrieved from https://www.statista.com/topics/8722/renewable-energy-in-denmark/#topicHeader__wrapper (19.01.2024).
- Johansen, Katinka (2021), “Wind Energy in Denmark: A Short History”, *IEE Power and Energy Magazine*, 19(3), 94-102.
- Johnston, B., Mayo, M. C., & Khare, A. (2005). Hydrogen: The energy source for the 21st century. *Technovation*, 25(6), 569-585.
- Jones, A., & Brown, B. (2010). Technological flexibility and opportunity cost. *Economic Analysis and Policy*, 40(2), 123-135.
- Kademli, M. (2021). Yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir kalkınma ve ekonomik büyümedeki rolü ve önemi. *Yeni Türkiye*, 27(117), 218-227.
- Kaldellis, J., & Zafirakis, D. P. (2011). The wind energy (r)evolution: A short review of a long history. *Renewable Energy*, 36(7), 1887-1901.
- Kaplan, R. (2021). Türkiye ve OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji teşvik politikalarının analizi (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.

- Kapluhan, E. (2014). Enerji coğrafyası açısından bir inceleme: Dalga enerjisinin dünyadaki ve Türkiye'deki kullanım durumu. *Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(17), 66-86.
- Karaaslan, A., & Gezen, M. (2017). Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirmesi Türkiye örneği. Ekin Yayın Evi.
- Kavcıoğlu, Ş. (2019). Yenilenebilir enerji ve Türkiye. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 11(21), 209-227.
- Kaya, M. G. (2018). Yenilenebilir enerji ve yeşil enerji açısından vergi politikaları. Gazi Kitabevi.
- Kaypak, Ş. (2011). Küreselleşme sürecinde sürdürülebilir bir kalkınma için sürdürülebilir bir çevre. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2011(1), 19-33.
- Kimura, K., Shibata, T., Matsuo, Y., & Murakami, T. (2022). Quantitative analysis of economic value of nuclear power generation under high penetration of renewable energy. *Nippon Genshiryoku Gakkai Wabun Ronbunshi*, 21(1), 15-26.
- King, R. G., & Levine, R. (1993). Finance and growth: Schumpeter might be right. *The Quarterly Journal of Economics*, 108(3), 717-737.
- Kırıkkaleli, D., & Adebayo, T. S. (2021). Do Renewable Energy Consumption and Financial Development Matter for Environmental Sustainability? New Global Evidence. *Sustainable Development*, 29(4), 583-594.
- Koç, E., & Şenel, M. C. (2013). Dünya'da ve Türkiye'de enerji durumu. *Mühendis ve Makina Dergisi*, 54(639), 32-44.
- Kozak, M. (2020). Denizli ili jeotermal enerji kaynakları ve kullanım alanlarının araştırılması. *Yekarum*, 5(1), 1-11.
- Kozak, M. (2016). Konut ısıtmacılığında jeotermal yenilenebilir enerji kaynağının kullanılmasının araştırılması. *Yekarum*, 3(2), 33-40.
- Kutan, A. M., Paramati, S. R., Ummala, M., & Zakari, A. (2018). Financing renewable energy project in major emerging market economies: Evidence in the perspective of sustainable economic development. *Emerging Markets Finance & Trade*, 54(8), 1761-1777.
- Lahiani, A., Mefteh-Wali, S., Shahbaz, M., & Vo, X. V. (2021). Does financial development influence renewable energy consumption to achieve carbon neutrality in the USA? *Energy Policy*, 158, 1-13.
- Levine, R. (1997). Financial development and economic growth: Views and agenda. *Journal of Economic Literature*, 35(2), 688-726.
- Levine, R. (2005). Finance and growth: Theory and evidence. In P. Aghion & S. N. Durlauf (Eds.), *Handbook of Economic Growth* (Vol. 1, pp. 865-934).
- Li, L., Lin, J., Wu, N., Xie, S., Meng, C., Zheng, Y., & Wang, X. (2022). *Review and outlook on the international renewable energy development*. *Energy and Built Environment*, 3, 139-157. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2020.12.002>
- Lima, M. A., Mendes, L. F. R., Mothé, G. A., Linhares, F. G., de Castro, M. P. P., da Silva, M. G., & Sthel, M. S. (2020). Renewable energy in reducing greenhouse

- gas emissions: Reaching the goals of the Paris Agreement in Brazil. *Environmental Development*, 33(1), 1-13.
- Liu, Hailang (2019), "The Role of Hydropower, Storage and Transmission in the Decarbonization of the Chinese Power System", *Applied Energy*, 239(1), 1308-1321.
- Marino, A. J. (2022). Italy. *Britannica*. Retrieved from <https://www.britannica.com/place/Italy> (21.01.2024).
- Martorana, C., & Tedeschi, A. (2022). The Renewable Energy Law Review: Italy. Retrieved from <https://thelawreviews.co.uk/title/the-renewable-energy-law-review/italy> (09.01.2024).
- Matsudaira, S., & Mori, N. (2022). Japan. In M. M. Garcia (Ed.), *Practical Cross-Border Insights into Renewable Energy Law* (2nd ed., pp. 54-61). International Comparative Legal Guides.
- McGraw-Hill. (2003). *Dictionary of Scientific and Technical Terms* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Metcalf, G. (2016). Federal tax policy towards energy. *Tax Policy and the Economy*, 21(1), 133-184.
- Meyer, N. I. (2007). Learning from wind energy policy in the EU: Lessons from Denmark, Sweden and Spain. *European Environment*, 17(5), 347-362. <https://doi.org/10.1002/eet.463>
- Ministry of New and Renewable Energy (MNRE). (2022). *National Solar Mission (NSM)*. Retrieved from <https://mnre.gov.in>
- Mishra, Gourav (2022), "Significant Developments in India's Energy Storage Sector in 2022 | Mercom India", <https://mercomindia.com/significant-developments-in-indias-energy-in-2022/> (08. 01.2024).
- Momsen, P. Richard (2022), "Brazil", <https://www.britannica.com/place/Brazil> (26.11.2022).
- Montoya, Francisco, Maria J. Aguilera & Francisco Manzano-Agugliaro (2014), "Renewable Energy Production in Spain: A Review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33(1), 509-531.
- Mordor Intelligence. (2022). "Global Hydropower Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2022 - 2027)." Mordor Intelligence.
- Mukhtarov, S., Yüksel, S., & Dinçer, H. (2022). The Impact of Financial Development on Renewable Energy Consumption: Evidence from Turkey. *Renewable Energy*, 187, 169-176.
- Nart, E. C., & Karabıyık, C. (2018). Finansal Gelişmenin Enerji Tüketimine Etkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(2), 189-210.
- National Grid ESO. (2022). *Electricity system operator: Future energy scenarios 2022*. National Grid ESO. Retrieved from <https://www.nationalgrideso.com/document/286591/download>
- Neves, Livia (2022), "Brazil Introduces New Rules for Distributed Generation, Net Metering", <https://www.pv-magazine.com/2022/01/10/brazil-introduces-new-rules-for-distributed-generation-net-metering/> (11. 01.2024).

- Oh, W., & Lee, K. (2004). Energy consumption and economic growth in Korea: Testing the causality relation. *Journal of Policy Modeling*, 26(8-9), 973-981.
- Özdemir, Z. Ö., & Mutlubaş, H. (2019). Enerji taşıyıcısı olarak hidrojen ve hidrojen üretim yöntemleri. *Bartın Üniversitesi Uluslararası Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 16-34.
- Öztürk, S., & Işık, H. (2017). Petrol fiyatlarındaki değişimlerin ülke ekonomilerine etkileri: Kuveyt, Katar ve Birleşik Arap Emirlikleri örneği. *Sosyal Bilimler Metinleri*, 2017(2), 1-9.
- Park, S.-C., & Eissel, D. (2010). Alternative energy policies in Germany with particular reference to solar energy. *Journal of Contemporary European Studies*, 18(3), 323-339.
- Parlamış, H. (2022). Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi destekli bir dönel kurutucu sisteminin deneysel olarak incelenmesi (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Payne, J. E. (2010). Survey of the international evidence on the causal relationship between energy consumption and growth. *Journal of Economic Studies*, 37(1), 53-95. <https://doi.org/10.1108/01443581011012261>
- Polonsky, Pete (2019), Politics and Solar Energy in America: Getting Beyond the Economics of Solar Deployment, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Duke University.
- Polonsky, P. (2019). Politics and solar energy in America: Getting beyond the economics of solar deployment (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Duke University.
- Powell, M. Joseph (2022), "Australia", <https://www.britannica.com/place/Australia> (12. 01.2024).
- Power Technology. (2022). *China's solar power expansion: Leading the world in renewable energy*. Retrieved from <https://www.power-technology.com>
- Ragwitz, M., & Huber, C. (2005). Feed-in systems in Germany and Spain and a comparison. *Institute Systems and Innovation Research*, Karlsruhe, 1-27.
- Rajan, R. G., & Zingales, L. (1998). Financial dependence and growth. *American Economic Review*, 88(3), 559-586
- Ram, R. (2021). Pricing mechanism of pumped-hydro storage in India. *Sustainable Energy Foundation*, New Delhi.
- Razmjoo, A., Kaigutha, G., Rad, V., & Marzband, M. (2021). A technical analysis investigating energy sustainability utilizing reliable renewable energy sources to reduce. *Renewable Energy*, 164(1), 46-57.
- RES-Legal. (2019). *Renewable energy policy database and support*. Retrieved from <https://www.res-legal.eu>
- Resmi Gazete. (2019). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması (YEKDEM) Yönetmeliği. *T.C. Resmi Gazete*.
- Reuters. (2023). *Italy aims to turn up renewable power to two-thirds of total by 2030*. Retrieved from <https://www.reuters.com/business/energy/italy-aims-turn-up-renewable-power-two-thirds-total-by-2030-2023-06-30/>

- Richardson, B., & Chanwai, K. (2013). The UK's climate change levy: Is it working? *Journal of Environmental Law*, 15(1), 39-58.
- Romero, M. P., Sánchez-Braza, A., & Pérez, M. (2013). Incentives to promote solar thermal energy in Spain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22(3), 198-208.
- Runci, P. (2005). Energy R&D investment patterns in IEA countries: An update. *Pacific Northwest National Laboratory/Joint Global Change Research Institute Technical Paper PNWD-3581*, 1-17.
- Sadorsky, P. (2011). Financial development and energy consumption in Central and Eastern European frontier economies. *Energy Policy*, 39(2), 999-1006.
- Sahin, B. (2024). *Developments in the renewable energy system policies of China*. Eurasian Research Journal, 6(1), 65-84. <https://doi.org/10.53277/2519-2442-2024.1-04>
- Sarangi, G. Kopal (2018), Green Energy Finance In India: Challenges And Solutions, Asian Development Bank Institute, 863, Tokyo.
- Sarı, R., Ewing, B. T., & Soytas, U. (2008). The relationship between disaggregate energy consumption and industrial production in the United States: An ARDL approach. *Energy Economics*, 30(5), 2302-2313.
- Sarıtunalı, H. N. (2021). Çevresel güvenlik ve enerji arz güvenliği bağlamında Türkiye'nin enerji politikası. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 4(2), 409-421.
- Shah, K. (2022). India's renewable energy journey: Two steps forward, one step back. *The Economic Times*. Retrieved from <https://economictimes.indiatimes.com/industry/renewables/indias-renewable-energy-journey-two-steps-forward-one-stepback/articleshow/91790588.cms> (19.01.2024).
- Shiu, A., & Lam, P. L. (2004). Electricity consumption and economic growth in China. *Energy Policy*, 32(1), 47-54.
- Shyam, B., & Kanakasabapathy, P. (2017). Renewable energy utilization in India: Policies, opportunities and challenges. *TAP Energy*, 1-6.
- Silva, M., Teixeira, F., Torres, E., Rocha, A., Freires, F., Santos, T., & de Jong, P. (2014). Biodiesel in Brazil: A market analysis and its economic effects. *The Journal of Agricultural Science*, 6(8), 160. <https://doi.org/10.5539/jas.v6n8p160>
- Simpson, G. and Clifton, J. (2014). Picking winners and policy uncertainty: stakeholder perceptions of australia's renewable energy target. *Renewable Energy*, 67, 128-135. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.11.038>
- Singh, P., Singh, S., Kumar, G., & Baweja, P. (2021). *Energy: Crises, Challenges and Solutions*. Wiley Blackwell, New Delhi.
- Smith, J. (2005). The impact of technology on investment returns. *Journal of Economic Studies*, 23(4), 567-589.
- Solaun, K., & Cerdá, E. (2019). Climate change impacts on renewable energy generation: A review of quantitative projections. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 116, 109415. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109415>

- Solow, R.M. and Swan, T.W. (1956) Economic Growth and Capital Accumulation. *Economic Record*, 32, 334-361. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.1956.tb00434.x>
- Statista. (2022). Renewable energy in Italy. Retrieved from <https://www.statista.com/topics/9224/renewable-energy-in-italy/>
- Stern, D. I. (2000). A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macroeconomy. *Energy Economics*, 22(2), 267-283.
- Swedish Energy Agency. (2022). Energy in Sweden 2022. Retrieved from <https://www.energimyndigheten.se>
- Tachev, V. (2021). Potential of renewable energy in Japan. *Energy Tracker Asia*. Retrieved from <https://energytracker.asia/potential-of-renewable-energy-in-japan/> (03.01.2024).
- Takeuchi, N., Higuchi, W., & Yoshida, N. (2022). The Renewable Energy Law Review: Japan. In M. Hassan (Ed.), *The Renewable Energy Law Review* (5th ed.). The Law Reviews.
- Taktak, F., & İli, M. (2018). Güneş enerji santrali (GES) geliştirme: Uşak örneği. *Geomatik Dergisi*, 3(1), 1-21.
- Tebaldi, C., Ranasinghe, R., Voudoukas, M., Rasmussen, D. J., Vega-Westhoff, B., Kirezci, E., & Mentaschi, L. (2021). Extreme Sea Levels at Different Global Warming Levels. *Nature Climate Change*, 11, 746-751.
- The White House. (2021). *The long-term strategy of the United States: Pathways to net-zero greenhouse gas emissions by 2050*. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/10/us-long-term-strategy.pdf>
- Torunoğlu Gedik, Ö. (2015). Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları ve çevresel etkileri (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tutar, F., & Eren, M. (2011). Geleceğin enerjisi: Hidrojen ekonomisi ve Türkiye. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 2011(6), 2-26.
- Tür, R., & Bozkurt, S. (2015). Dünyada ve Türkiye’de hidroelektrik enerji, gelişimi ve genel değerlendirme. 4. *Su Yapıları Sempozyumu Kitabı*, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Retma Matbaa, Antalya, 322-330.
- TÜREB. (2021). *Türkiye rüzgar enerjisi 2021 raporu*. <https://tureb.com.tr/lib/uploads/203243c7bdacc121.pdf>
- U.S. Department of Energy. (2016). *Hydropower Vision: A New Chapter for America's Renewable Electricity Source*. U.S. Department of Energy. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2017/02/f34/Hydropower-Vision-021518.pdf>
- U.S. Department of Energy. (2022). *Solar energy supply chain report*. U.S. Department of Energy. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-02/Solar%20Energy%20Supply%20Chain%20Report%20-%20Final.pdf>
- U.S. Department of Energy. (2023). *Advancing offshore wind energy: Highlights*. U.S. Department of Energy. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-03/advancing-offshore-wind-energy-highlights.pdf>

- Ürker, O., & Çobanoğlu, N. (2012). Türkiye’de hidroelektrik santrallerin (HES’ler) durumu ve çevre politikaları bağlamında değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 65-88.
- Viscidi, L., & Yepez, A. (2020). Clean energy auctions in Latin America. *Inter-American Development Bank*, Washington.
- Vo, D. H., Tran, Q., & Tran, T. (2022). Economic growth, renewable energy and financial development in the CPTPP countries. *PLOS ONE*, 17(6).
- Wallace, W. (2004). Renewable energy policy in China: Financial incentives. *National Renewable Energy Laboratory*, Colorado.
- Wang, J., Zhang, S., & Zhang, Q. (2021). The Relationship of Renewable Energy Consumption to Financial Development and Economic Growth in China. *Renewable Energy*, 170, 897-904.
- Wang, Yan (2006), “Renewable Electricity in Sweden: an Analysis of Policy and Regulations”, *Energy Policy*, 34(1), 1209-1220
- Wehrmann, Benjamin (2022), “Solar PV Overtakes Wind Power Capacity in Germany in 2021 – Media”, <https://www.cleanenergywire.org/news/solar-pv-overtakes-wind-power-capacity-germany-2021-media> (19.01.2024).
- Weibull, Jörgen (2022), “Sweden”, <https://www.britannica.com/place/Sweden> (29.01.2024).
- Global Wind Energy Council. (2021). *China blows past global wind power records, doubling annual installations in 2020*. <https://gwec.net/china-blows-past-global-wind-power-records-doubling-annual-installations-in-2020/>
- Wilbur, C. Martin (2022), “China”, <https://www.britannica.com/place/China> (19.01.2024).
- Wu, L., & Broadstock, D. C. (2015). Does Economic, Financial and Institutional Development Matter for Renewable Energy Consumption? Evidence from Emerging Economies. *International Journal of Economic Policy in Emerging Economies*, 8(1), 20-39.
- Xin, Z. (2022). Solar power climbs toward record high. *China Daily*. Retrieved from <http://global.chinadaily.com.cn/a/202207/28/WS62e1ca41a310fd2b29e6ec8f.html> (21.01.2024).
- Xue, Y. (2021). Cheap green loans funded by China’s central bank could accelerate clean, energy saving projects, analysts say. *South China Morning Post*. Retrieved from <https://www.scmp.com/business/article/3155733/cheap-green-loans-funded-chinas-central-bank-could-accelerate-clean-energy> (20.01.2024).
- Yakıncı, Z. D., & Kök, M. (2017). Yenilenebilir enerji ve toplum sağlığı. *Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 5(1), 45-58.
- Yapp, E. M. (2022). Türkiye. *Dünya Bankası*. Retrieved from <https://data.worldbank.org/country/TR> (15.01.2024).
- Yazdi, S. K., & Shakouri, B. (2017). Renewable energy, nonrenewable energy consumption, and economic growth. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 1038-1045.
- Ye, J. (2022). Canadian provincial renewable energy standards. *Center for Climate and Energy Solutions*. Retrieved from

<https://www.c2es.org/document/canadian-provincial-renewable-energy-standards/> (10.01.2024).

- YEKDEM. (2019). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması. *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı*.
- Yıldırım, O. (2018). Yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir kalkınma ilişkisi. *Uluslararası Bankacılık Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 105-143.
- Yılmaz, E. (2015). Güvenlik ve ekonomik boyutuyla nükleer enerji tartışmaları: Akkuyu Nükleer Santrali örneği. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 39(1), 227-245.
- Yiğit, A., & Atmaca, İ. (2018). *Güneş Enerjisi Mühendislik Uygulamaları* (2nd ed.). Dora Yayınevi.
- Zhao (2020), “Review and Outlook on the International Renewable Energy Development”, *Energy and Built Environment*, 3(1), 139-157.
- Zheng, Shuhong & Yang, Juan & Yu, Shiwei, (2021). Innovation Promotes Renewable Power Generation: Evidence from China’s Provincial Panel Data”, *Renewable Energy*, 177(1), 1394-1407.
- Zhong, Jin, Math Bollen & Sarah Rönnberg (2021), “Towards a 100% Renewable Energy Electricity Generation System in Sweden”, *Renewable Energy*, 171(1), 812-824.

ÖZGEÇMİŞ



TEZ ONAY SAYFASI

Üniversite : T.C. GALATASARAY ÜNİVERSİTESİ
Enstitü : SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
Hazırlayanın Adı Soyadı : Yusuf Akgündüz
Tez Başlığı : Finansal Gelişmişliğin Yenilenebilir Enerji Teşvikine Etkisine Yönelik Bir Araştırma
Savunma Tarihi : 30 / 09 / 2024
Danışman : Doç. Dr. Z. Sevgi İNECİ

JÜRİ ÜYELERİ:

Unvan, Ad-Soyadı

İmza

Doç. Dr. Z. Sevgi İNECİ

Doç. Dr. Suna ŞAHİN

Doç. Dr. Yeşim REEL

Prof. Dr. Ulun AKTURAN

Enstitü Müdürü