



T.C.

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT POLİTİKASI BİLİM DALI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ EKONOMİK
BÜYÜMEYE ETKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Muhammed KULA

BURSA – 2023



T.C.

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT POLİTİKASI BİLİM DALI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ EKONOMİK
BÜYÜMEYE ETKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Muhammed KULA

Danışman:

Doç. Dr. Filiz ERYILMAZ

BURSA – 2023

ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı: Muhammed KULA

Üniversite: Bursa Uludağ Üniversitesi

Enstitü: Sosyal Bilimler Enstitüsü

Anabilim Dalı: İktisat

Bilim Dalı: İktisat Politikası

Tezin Niteliği: Yüksek Lisans Tezi

Sayfa Sayısı: XIV+120

Mezuniyet Tarihi: .../.../2023

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Filiz ERYILMAZ

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Günümüzde enerji dünya için geçmişte olduğundan daha fazla öneme sahiptir. Enerji ihtiyacının büyük bir bölümü fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Ancak fosil yakıtların, arz güvenliğinde yaşanan sorunlar, çevreye verilen zararlar enerjide yeni bir yola girilmesi için gösterilebilecek nedenlerin başında gelmektedir. Bitecek bir enerji kaynağına alternatif olarak üretilen yenilenebilir enerji kaynakları gelecekte enerjide çok daha fazla paya sahip olması beklenmektedir. Bu bağlamda rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi, hidroelektrik enerjisi ve dalga enerjisi olarak sayabileceğimiz yenilenebilir enerji kaynakları tükenmemesi, çevreye duyarlı olması, ülkelerin kendi sınırları içerisinde kendi enerjisini üretme olanağı sağlaması ve daha yaşanabilir bir gelecek sunması açısından çok önemli bir yere sahiptir. Yenilenebilir enerji üretiminde yaşanacak bir artışın enerjide dışa bağımlılığı azaltarak ekonomik büyümeye etki etmesi beklenmektedir.

Bu çalışmanın amacı yenilenebilir enerji kaynakları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektir. Türkiye'nin 1990 ile 2021 yılları arasındaki verileri ele alınarak yapılan çalışma da VAR Modeline dayalı Granger Nedensellik Testi kullanılarak yenilenebilir enerji kaynakları üretimi (YEN) ve reel GSYİH değişkenleri arasındaki ilişkinin yönü tespit edilmiştir. Yapılan Granger Nedensellik Testi'nin sonuçlarına göre yenilenebilir enerji kaynakları ile ekonomik büyüme arasında bir nedenselliğin bulunmadığı ortaya çıkmıştır. Elde edilen bu sonucun en büyük sebeplerinden biri olarak Türkiye için yenilenebilir enerji kaynaklarının daha yeni gelişmeye başlamış olması gösterilebilir. Aynı şekilde toplumun ve firmaların yeterince bilgilendirilmemiş olması yenilenebilir enerjinin kullanım alanını kısıtlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ekonomik Büyüme, VAR Modeli, Granger Nedensellik Testi

ABSTRACT

Name and Surname: Muhammed KULA

University: Uludağ University

Institution: Social Science

Institution Field: Economics

Branch: Economic Policy

Degree Awarded: Master

Page Number: XIV+120

Degree Date: ... / ... / 2023

Supervisor (s): Doç. Dr. Filiz ERYILMAZ

THE EFFECT OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES ON ECONOMIC GROWTH: THE CASE OF TURKEY

Energy is of more importance to the world today than in the past. A large part of the energy needs are met from fossil fuels. However, the problems experienced in the supply security of fossil fuels and the damage caused to the environment are among the reasons that can be cited for entering a new path in energy. Renewable energy sources produced as an alternative to an energy source that will run out are expected to have a much greater share in energy in the future. In this context, wind energy, solar energy, geothermal energy, biomass energy, hydroelectric energy, and renewable energy sources that we can count as wave energy have a crucial place in terms of not running out, being environmentally sensitive, providing countries with the opportunity to produce their energy within their borders and offering a more livable future. It is expected that an increase in renewable energy production will have an impact on economic growth by reducing external dependence on energy.

This study aims to examine the relationship between renewable energy sources and economic growth. The direction of the relationship between renewable energy resources production (YEN) and real GDP variables was determined by using the Granger Causality Test based on the VAR Model in the study conducted by considering the data of Turkey between 1990 and 2021. According to the results of the Granger Causality Test, it has been revealed that there is no causality between renewable energy sources and economic growth. One of the biggest reasons for this result can be shown as the fact that renewable energy sources have just begun to develop in Turkey. Likewise, the fact that society and companies are not sufficiently informed has limited the use of renewable energy.

Keyword: Renewable Energy, Economic Growth, VAR Model, Granger Causality Test

ÖNSÖZ

Bu çalışmayı yapmamda bana desteklerini sunan danışmanım Doç. Dr. Filiz ERYILMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca yanımda olan, aldığım kararları her zaman destekleyen, sadece bu çalışma sürecinde değil tüm hayatım boyunca beni cesaretlendiren ve moral veren babam Mustafa KULA'ya, annem Şirin KULA'ya, kardeşim Feyyaz KULA'ya, babaannem Safiye KULA'ya, sonsuz şükranlarımı sunar ve teşekkür ederim. Yine bana her zaman destek olan ve emeği geçen şuan aramızda olmasa da ömrü boyunca maddi manevi anlamda daima varlığını hissettiren merhum dedem Merkez KULA'ya teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TABLolar	x
ŞEKİLLER.....	xi
GRAFİK.....	xii
KISALTMALAR	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM: YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI: KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Enerji Kaynakları	4
1.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	5
1.1.1.1. Petrol	7
1.1.1.2. Doğal Gaz.....	8
1.1.1.3. Kömür	9
1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	9
1.1.1.1. Rüzgâr Enerjisi.....	10
1.1.2.2. Jeotermal Enerji	13
1.1.2.3. Güneş Enerji.....	15
1.1.1.4. Biyokütle Enerjisi	17
1.1.1.5. Hidroelektrik Enerjisi.....	18
1.1.1.6. Dalga Enerjisi.....	20

1.1.3. Yenilenemez Enerji Kaynaklarının Dezavantajları.....	22
1.1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Avantajları	23
1.1.4.1. Ekonomik ve Sosyal Boyut	23
1.4.1.2. Kalkınmanın Sürdürülebilirliği	24
1.4.1.3. Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılması	24
1.4.1.4. Çevresel ve Ekolojik Boyut	26
1.4.1.5. İklim Değişikliklerinin Önüne Geçilmesi	27
1.4.2. Dezavantajları	27

İKİNCİ BÖLÜM: YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

2.1. Ekonomik Büyüme Kavramı	29
2.2. Ekonomik Büyüme Modelleri.....	30
2.2.1. Klasik Büyüme Modeli	31
2.2.2. Keynesyen Büyüme Modeli.....	34
2.2.3. Neoklasik Büyüme Modeli	37
2.2.4. Post Keynesyen Büyüme Modeli	42
2.2.5. İçsel Büyüme Modeli	46

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: DÜNYA’DA VE TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

3.1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları	52
3.1.1. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi	53
3.1.2. Türkiye’de Jeotermal Enerji.....	56
3.1.3. Türkiye’de Güneş Enerjisi	59
3.1.4. Türkiye’de Hidroelektrik Enerjisi	62
3.1.5. Türkiye’de Biyokütle Enerjisi.....	64

3.1.6. Türkiye’de Dalga Enerjisi	67
3.2. Dünya’da Yenilenebilir Enerji Kaynakları	68

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ

4.1. Literatür.....	73
4.2. Araştırmada Kullanılan Veri Seti.....	79
4.3. Ekonometrik Yöntem	80
4.3.1Araştırmada Kullanılan Birim Kök Testleri.....	81
4.3.1.1. Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Birim Kök Testi	81
4.3.1.2. Phillips ve Perron (PP) Birim Kök Testi.....	82
4.3.1.3.Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, Shin (KPSS) Birim Kök Testi	82
4.3.2. VAR (Vektör Otoregresyon) Modeli	83
4.3.3. Granger Nedensellik Testi	85
4.4. Ekonometrik Bulgular	86
SONUÇ	93
KAYNAKÇA.....	96

TABLÖLAR

Tablo 1. Enerji Kaynakları.....	5
Tablo 2. Jeotermal Enerjinin Akışkan Sıcaklığına Göre Kullanıldığı Yerler	13
Tablo 3. Farklı Biyokütle Kaynakları	18
Tablo 4. Enerji Kaynaklarına Göre Karbon Emisyon Değerleri.....	25
Tablo 5. Enerji kaynaklarının çevre üzerindeki etkileri.....	26
Tablo 6. Türkiye Bölgelerinin Rüzgâr Gücü.....	67
Tablo 7. Dünya’da Yenilenebilir Enerji Kaynakları	71
Tablo 8. Araştırmada Kullanılan Veri Seti	80
Tablo 9. ADF Birim Kök Testi Sonuçları.....	86
Tablo 10. PP Birim Kök Testi.....	87
Tablo 11. KPSS Birim Kök Testi.....	88
Tablo 12. Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi	89
Tablo 13. Otokolerasyon Koşulu LM Testi Sonuçları.....	90
Tablo 14. Değişen Varyans Koşulu Testi	90
Tablo 15. Granger Nedensellik Testi Analizi	91

ŞEKİLLER

Şekil 1. Dalga enerji dönüştürücüleri sistemleri ve işlemleri	21
Şekil 2. Türkiye Ortalama Rüzgâr Hızları Haritası.....	54
Şekil 3. Jeotermal Kaynaklar ve Volkanik Alanlar Haritası	57
Şekil 4. Türkiye'nin Toplam Güneş Radyasyonu	60
Şekil 5. Dalga Enerjisi Potansiyeli.....	68
Şekil 6. VAR Karakteristik Polinomların Durağanlığı	89



GRAFİK

Grafik 1. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisinin Toplam Kurulu Gücü	55
Grafik 2. Türkiye’de Jeotermal Enerjinin Toplam Kurulu Gücü (MW).....	58
Grafik 3. Türkiye’de Güneş Enerjisinin Toplam Kurulu Gücü	61
Grafik 4. Türkiye’de Hidroelektrik Enerjisinin Toplam Kurulu Gücü	64
Grafik 5. Türkiye’de Biyokütle Enerjisinin Toplam Kurulu Gücü.....	66



KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADF	: Genişletilmiş Dickey-Fuller
AIC	: Akaike Bilgi Kriteri
ARDL	: Gecikmesi Dağıtılmış Otoresresif Sınır Testi
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
CCR	: Kanonik Eşbütünleşik Regresyon
DOLS	: Dynamic Ordinary Least Square
DSİ	: Devlet Su İşleri Müdürlüğü
EİA	: Electronic Industries Alliance
FGLS	: Uygulanabilir Genelleştirilmiş En Küçük Kareler
FMOLS	: Geliştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi
FPE	: Son Tahmin Hatası
GEPA	: Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla
GWH	: Giga Watt Saat
HES	: Hidroelektrik Santral
HQ	: Hannan-Quinn Bilgi Kriteri
KG	: Kilogram
KM	: Kilometre
KPSS	: Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, Shin
Kw	: Kilowatt
KWE	: Kilowatt saat
LR	: Lagrange Oran Testi
MÖ	: Milattan Önce
MTA	: Maden Tetkik Arama Müdürlüğü
MW	: Megawatt
NARDL	: Doğrusal Olmayan Sınır Testi Yaklaşımı
POLS	: Havuzlanmış En Küçük Kareler

PP	: Phillips Perron
PV	: Solar Paneller
SIC	: Schwarz Bilgi Kriteri
SN	: Saniye
TC	: Türkiye Cumhuriyeti
TÇV	: Türkiye Çevre Koruma Vakfı
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TL	: Türk Lirası
VAR	: Vektör Otoregresyon
VECM	: Vektör Hata Düzeltme Modeli
YEK	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları
YEN	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi
YY	: Yüzyıl

GİRİŞ

Enerji, insanlığın varoluşundan bu yana kullanılan bir kaynaktır. Son dönemlerde ise enerjiden faydalanma alanları genişlemiş ve bununla birlikte kullanılan enerji tüketimindeki artışlar çok yüksek seviyelere ulaşmıştır. Bu durum, enerjide arz güvenliği sorununu ortaya çıkarmış ve ülkeleri sürdürülebilir enerji için yeni enerji kaynakları, arayışına itmiştir. Çünkü yenilenemeyen enerji kaynaklarının (petrol, doğal gaz, kömür) bir ömrünün olması ve yerine geri konulmasının yüzyıllar alması en başlıca sebeptir. Bunların yanında ise fosil enerji kaynakları sera gazlarında meydana gelen artışlarda oldukça büyük paya sahip olmaktadır. Sera gazlarında yaşanan artış, iklim değişikliğine neden olmaktadır. Bu da insanlık tarihinin geri döndürülemez bir noktaya doğru evrilmesine ve çevresel etkilerde çok fazla artış yaşamasına olanak sağlamıştır. Dolayısıyla insanların yaşam kalitesinin düşmesine ve dünyanın yaşanılmaz bir hale gelmesine yol açmaktadır. Bunların yanı sıra Dünya da son dönemde yaşanan Rusya Ukrayna savaşı ile beraber enerjide, başta Avrupa olmak üzere tüm dünya da enerji krizi meydana gelmiştir. Avrupa enerji açısından kıtlık yaşarken, dünyada da enerji fiyatlarında çok fazla artışlar yaşanmıştır. Enerji fiyatlarında yaşanan artışlar ve enerjiye ulaşmada sorunların yaşanmasıyla birlikte ekonomik açıdan zor duruma düşen ülkeler kendi enerjilerini üretmemenin sıkıntısıyla bir kez daha karşılaştırmışlar. Bu noktada adım atan ülkeler, yenilenebilir enerji kaynaklarında çeşitli teşvik politikaları gerçekleştirmişlerdir.

Yenilenemeyen enerjide yaşanan bu sorunlardan sonra yenilenebilir enerjiye geçiş daha da hızlandırmıştır. Çünkü yenilenebilir enerji kaynakları hem çevreye duyarlı olması hem de ülkelerin kendi sınırları içerisinde kendi enerjilerini üretebilme imkânı sağladığı için ülkelerin bu noktaya yönelmesine sebep olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynakları rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, güneş enerjisi, biyokütle enerjisi, hidroelektrik enerjisi, dalga enerjisi olarak saymak mümkündür. Bu kaynakların her bir ülkede farklı potansiyele sahip olmasından dolayı her bir ülke kendisine en çok faydası olan kaynağa daha fazla ağırlık vermiştir. Bununla beraber az da olsa diğer yenilenebilir enerji kaynakları üretimine de önem vermişlerdir. Yenilenebilir enerji kaynaklarında en büyük sorunun başlangıç maliyeti olduğu söylenebilir. Fakat başlangıç maliyetlerinin yüksek

olmasına rağmen, devamında işletme ve bakım maliyetlerinin çok düşük olması, başlangıç maliyetlerini göz ardı edilmesini de sağlamaktadır.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi çok yakın dönemde başlamıştır. Son yıllarda giderek artan yenilenebilir enerji üretimi halen yeterli seviyede değildir. Türkiye'nin bu çerçevede daha fazla yenilenebilir enerjiyi teşvik edici politikalar sunması ve insanların bu yönde daha fazla bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Çünkü Türkiye enerjide dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Enerji fiyatlarında yaşanan bir değişim tüm ekonomiye etki etme potansiyeline sahiptir. Bu yüzden Türkiye kendi enerjisini kendisinin üretmesi, hem ekonomik açıdan hem de dışa bağımlılığın azaltılması açısından çok önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerine etkisinin ampirik olarak test edilmesidir. Bu çalışma da yenilenebilir enerji kaynaklarında yaşanan gelişmelerin ekonomik büyüme ne yönde etkileyeceği incelenmiştir.

Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde fosil enerjiler ile yenilenebilir enerji kaynaklarının kavramsal çerçevesinden bahsedilmiştir. Bunların yanında ise yenilenemeyen enerjilerin dezavantajlarından, yenilenebilir enerji kaynaklarının ise avantajlarından bahsedilmiştir. Bu bölümde yenilenebilir enerji kaynaklarının geçmişten günümüze nasıl geliştiğini ve neden çok önemli bir yere sahip olduğundan bahsedilmektedir.

İkinci bölümde ise ekonomik büyüme teorileri (Klasik Büyüme Teorisi, Keynesyen Büyüme Teorisi, Post-Keynesyen Büyüme Modeli, Neo-Klasik Büyüme Teorisi, İçsel Büyüme) genel başlıklar altında ele alınmıştır. Bu başlıklar altında önde gelen iktisatçıların ekonomik büyüme teorileri hakkında görüşlerinden ve ortaya çıkardıkları teorilerden bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde Dünya'da ve Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu gücü ve potansiyeli istatistiksel veriler kullanılarak incelenmiştir. Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları açısından yüksek bir potansiyele sahiptir. Son yıllarda kurulu gücün giderek artmasına rağmen hala potansiyelinin çok uzağında kalmıştır. Bu

nokta da Türkiye'nin Dünya'da yenilenebilir enerji kaynakları bakımından önde gelen ülkeleri yakalayabilmesi açısından elindeki potansiyeli açıklanmıştır.

Son bölüm olan dördüncü bölümde Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi araştırmıştır. 1990 ile 2021 yılları arasındaki veriler ele alınarak VAR Modeli ve Granger Nedensellik Testi yapılmıştır. Sonuç bölümünde ise yenilenebilir enerjinin genel olarak değerlendirilmesi yapılmış ve öneriler sunulmuştur.



BİRİNCİ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI: KAVRAMSAL ÇERÇEVE

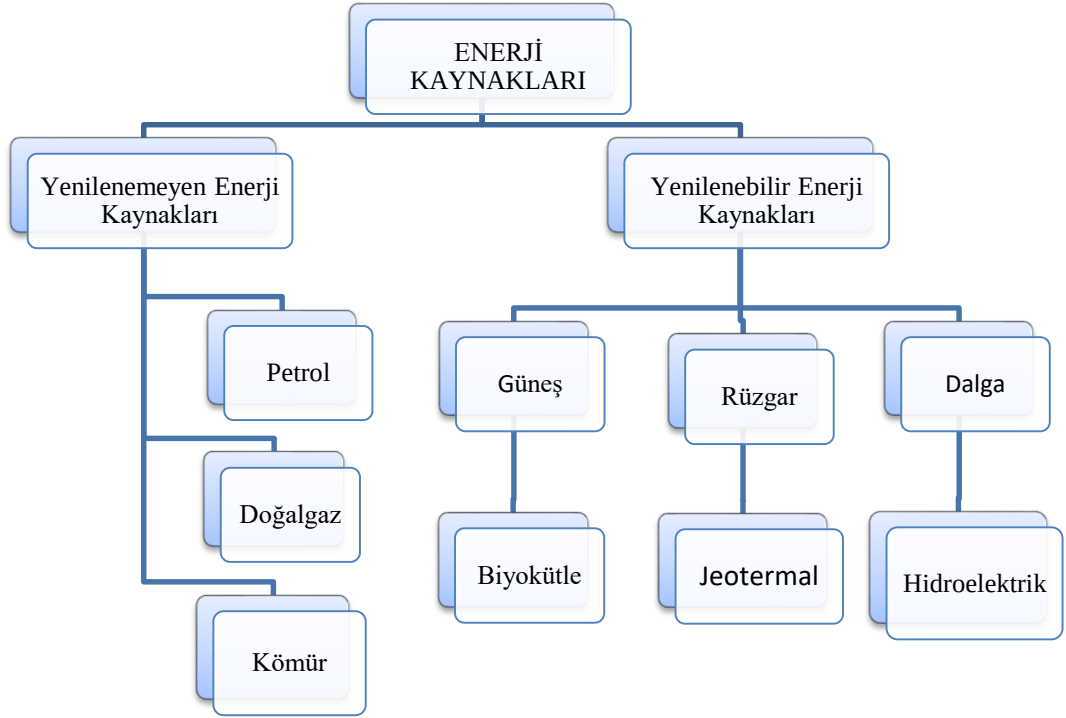
1.1. Enerji Kaynakları

Enerji üreten her şey bir “enerji kaynağıdır”. Güneş, Dünya’nın temel enerji kaynaklarından bir tanesidir. Dünya, Güneş’ten kesintisiz enerji akışı almaktadır; bu tüm hayati süreçleri, hayvanları ve bitkileri beslemenin yanında, buzı eritir ve denizle atmosfer arasındaki su döngüsünü besler, rüzgârları üretir ve milyonlarca yıl süresince bitkiler yetişir. Hayvan organizmalarının kalıntılarıyla birlikte fosil yakıtlara, petrol, doğal gaz ve kömüre dönüşmüştür. Genel olarak, gezegenimizdeki mevcut tüm enerji doğrudan ve dolaylı olarak güneşten gelmektedir (Bolivar, 2019: XXV).

Toplumların, temel ihtiyaçlarını (aydınlatma, iletişim, yemek pişirme vb.) karşılanması ve üretkenliğin devamlılığı için enerji kaynaklarına ihtiyaçları vardır. Bu nedenle de enerji hizmetleri arzının güvenliğinin sağlanması ve çevresel etkilerinin en az düzeyde olması gerekmektedir (Öztürk, 2013: 310). Bir diğer deyişle modern zamanlarda enerji, herhangi bir devletin toplumsal ve endüstriyel gelişiminin vazgeçilmez bir faktörü haline gelmiştir. Enerji, işlerin yürütülmesi, iklim değişikliğiyle mücadele, güvenliğin sağlanması, milli geliri ve gıda üretimini artırma çabaları için gereklidir. Sürdürülebilir enerji, tüm ekonomileri, insan hayatını, hatta gezegenimizi dönüştürebileceği için daha iyi bir gelecek bir fırsattı yaratmaktadır (Grzebyk, 2022: 2). Yenilenemez ve yenilenebilir enerji türleri arasındaki bulunan ayrım, doğal enerji kaynaklarının sınırlı olduğu yönündeki artan kavrayıştan kaynaklanmaktadır (Stober ve Bucher, 2021: 34).

Enerji kaynakları genellikle yenilenemeyen (geleneksel) ve yenilenebilir (geleneksel olmayan) enerji olarak sınıflandırılmaktadır (Valodka ve Valodkiene 2015: 125). Enerji kaynaklarının dağılımı aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 1. Enerji Kaynakları



Kaynak: Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı 2023a

Yenilenemeyen enerji kaynakları ağırlıklı olarak dünya çapında kullanılmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynakları üçe ayrılmaktadır. Bunlar petrol, kömür ve doğal gaz olarak adlandırılmaktadır (Valodkave ve Valodkiene 2015: 125). Yenilenebilir enerji kaynakları ise rüzgâr, güneş, dalga (okyanus), biyokütle, jeotermal, hidroelektrik olarak sınıflandırılmaktadır.

1.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Fosil yakıtlar katı, sıvı veya gaz olabilirler. Tüm fosil yakıtlar, yalnızca karbon ve hidrojen atomlarından oluşan bir kimyasal sınıfı olan hidrokarbondur. Kömür, petrol ve doğal gaz en çok bilinen fosil yakıtlar arasındadır. Tüm fosil yakıtlar ısı sağlamak için havada veya havadan elde edilen oksijenle yakılabilir (Lachner, 2019: 4). Fosil yakıtlar, uzun bir zaman diliminde ve milyonlarca yıl önce var olan hayvan ya da bitki

kalıntılarından oluşmaktadır. Bu canlı organizmaların kalıntıları, mevcut fosil yakıtları oluşturmak için uzun bir süre boyunca yüksek basınç ve ısıya maruz kalmaktadır. Fosil yakıtlarda muazzam miktarda karbon depolanır (Nyantakyi, 2021: 19). Sınırlı veya tükenebilir kaynaklar oldukları gerçeği, gelecekte bunların tükenebileceği veya çıkarılmasının, kullanımlarından elde edilenden daha fazla enerji gerektirecek kadar giderek zorlaşacağı anlamına gelir. Fosil enerji kullanmak açıkça sürdürülebilir değildir ve dünya uzun vadeli hayatta kalmak için yenilenebilir kaynaklara bakmak zorundadır (Malhotra, 2013: 1).

Fosil enerjinin son 200 yıldaki genişlemesi incelendiğinde: bu dönem içinde modern toplumun, nüfusun ve dünya ekonomisinin gelişimi dikkat çekicidir. Bu büyümenin neredeyse tamamı, başta kömür, daha sonra petrol ve doğal gaz olmak üzere çeşitli biçimlerdeki fosil enerjiden güç almaktadır. Büyüme hızlanmış ve insanlık birçok yerde hem zenginleşmiştir. Bunların hepsi de çok sayıda faaliyet için enerji sağlayan ucuz ve bol olan fosil yakıtlar sayesinde olmuştur (Höök, 2013: 314).

Yenilenemeyen enerji kaynakları doğal süreçlerden meydana gelmektedir. Ancak sürekliliği olmayan ve yerine tekrar konulması uzun süre gerektiren kaynaklar olmasından dolayı sınırsız değildirler. Hayvansal ve bitkisel maddelerin çürümesiyle meydana gelen fosil yakıtlar yenilenemeyen enerji kaynakları olarak kabul edilmektedir. Üretimleri çok yavaştır. Fosil yakıtların gelecekte yerine konması yüzyıllar alması sebebiyle, tükenmekte olan ve tekrar kullanılması mümkün olmayan enerji kaynaklarıdır. Yenilenemeyen enerji kaynakları doğalgaz, kömür, uranyum, petrol, toryum olarak sayılabilir (Cengiz, 2017: 16).

Fosil yakıtlar yandığında ısı şeklinde enerji üretmektedir. Bu enerji genellikle elektrik üretmek için kullanılır (Zappa, 2011: 6). Altyapı ve enerji sektörü projeleri özellikle ekonomik ve toplumsal kalkınma için gereklidir; ancak şimdiye kadar, özellikle çoğu fosil yakıtlar kullanılarak yapıldığından, görünüşte kaçınılmaz olan sürdürülemezlikle ilişkilendirildiler. Bunun nedeni, fosil yakıt kaynaklarının sınırlı olmasıdır. Gelişmenin hızlanmasın ve enerji üretmek için fosil yakıtların yakılmasının neden olduğu kirlilik bir yana, bu kaynaklar üzerinde daha fazla baskı oluşturmaktadır. Küresel enerji arzı yavaş yavaş fosil yakıtlardan çeşitli yenilenebilir enerji türlerine

kayıyor olsa da, kısa vadede enerji üretiminde fosil yakıt kullanımının tamamen ortadan kalkacağı tahmin edilememektedir. (Hasheminasaba, Zolfanib, Zavadskasc, Kharrazid ve Skaree, 2022: 577).

1.1.1.1. Petrol

Petrol veya ham petrol, çeşitli moleküler ağırlıklara sahip hidrokarbonların ve diğer sıvı organik bileşiklerin karmaşık bir kısmından doğal olarak oluşan yanıcı bir sıvıdır; yer yüzeyinin altındaki jeolojik oluşumlarda bulunmaktadır. Petrol sahaları dünya üzerinde düzensiz bir şekilde dağıtılmıştır (Rakesh, 2013: 2). Petrol dünyada en yaygın kullanılan kaynakların başında gelir. Ham petrolün kendisi sınırlı uygulamalara sahiptir. Kullanılmadan önce rafine edilmesi gerekmektedir. Ham petrolün rafine edilmesi, diğer ürünlerin yanı sıra benzin, dizel, banker yakıtları, jet yakıtı ve asfalt dâhil olmak üzere çeşitli ürünlerle sonuçlanmaktadır. Petrol, birçok endüstriyel sürece girdi olarak dâhil olması ve dünyanın birincil ulaşım yakıtı rolü bulunması nedeniyle küresel ekonomi için son derece önemlidir (Melton, Hudson ve Ladislaw, 2015: 2). Devletlerin üretim aşamasında petrole bağımlılıkları bulunmaktadır. Bu yüzden de küresel anlamda ülkeler için petrolün ihraç edilmesi ve kullanılması stratejik açıdan büyük öneme sahiptir. Enerji formları içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin olmasına rağmen, petrol büyük ölçüde kullanılmaya devam etmektedir (Eleyan, 2021: 1).

Bilinen en eski petrol kuyuları, Çin’de 4. yüzyılda bambu kullanılarak açılmıştır. Bununla birlikte, büyük ölçekli üretim, metal boruların sert kayada daha derin delmeye izin verdiği 19. yüzyılı ortalarına kadar başlamamıştır (McCabe, 2013: 8). Eski insanlar petrol ürünü bitümü yapı malzemesi olarak kullandılar. Ayrıca ısınmak ve silah olarak yağ yaktılar. İlk modern petrol rafineleri 1850’lerde inşa edilmiştir. Bu rafineriler, aydınlatma ve yağlama için kullanılan petrol ürünleri yapmıştırlar (Borgert ve Spaniol, 2018: 8). Petrolde en erken ticari üretim ise Polonya ve Romanya’da başlamıştır (McCabe, 2013: 8).

Petrol, modern ekonominin can damarıdır ve dünya ticaretinin en büyük bölümünü, yani toplamın yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır. Özellikle petrol, gıda ve

mal üretiminde veya güvendiğimiz hizmetlerin sağlanmasında günümüzün verimli küresel ekonomik faaliyetlerine önemli bir katkı sağlayan yaygın ve ucuz taşımacılığın neredeyse tamamını beslemektedir (Bentley, 2016: 1). Son senelerde artan bu farkındalıkla beraber özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına odaklanılmasına rağmen, petrol halen günümüzde en yaygın kullanılan enerji kaynakları arasında yer almaya devam etmektedir. Modern ekonomik bir yaşamın gelişmesi, küresel stratejik ürün olarak enerjinin önemi ile ülkelerin iktisadi büyüme arayışıyla petrol, her bir ülkenin kendi ekonomilerini geliştirmek ve inşa etmek için bir zorunluluk ve meta haline gelmiştir.

1.1.1.2. Doğal Gaz

Doğal gaz, petrol gibi yeraltının derinliklerindeki jeolojik oluşumlarda bulunur ve yüzeye çıkarılması gerekmektedir. Üretim maliyeti, rezervuarın jeolojik özellikleri, kullanılan teknoloji ve düzenleme gibi bir dizi faktöre bağlıdır (Melton, Hudson ve Ladislaw, 2015: 1). Doğal gaz öncelikle elektrik üretmek için kullanılmaktadır. Doğal gaz boru hatlarıyla taşınmaktadır. Fakat sıvılaştırılmış halde gemilerle de taşınabilmektedir. Bunun yanı sıra doğal gaz kömür ve petrolden çok daha temiz yandığından daha iyi bir seçimdir (Sundararajan, 2021: 4).

Çoğu doğal gaz üretimi, büyük nüfus merkezlerinden veya pazar bölgelerinden uzakta gerçekleşmektedir. Doğal gazın kuyu başından bir pazar bölgesine taşınması, geniş bir boru hattı ağı ve işleme tesisleri gerektirmektedir (Cronin, 2022: 1). Doğal gaz çoğunlukla metandan oluşur. Metan renksiz ve kokusuz bir gazdır. Ayrıca oldukça yanıcıdır ve havadan daha hafiftir. Çoğu doğal gaz, petrol rezervlerinin yakınında bulunabilir. Doğal gaz ev ve iş yerlerini ısıtmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Evlerde genellikle pişirme ve ısıtma cihazlarına güç sağlar. Ancak doğal gaz sızarsa ölümcül olabilmektedir. Bu nedenle gaz şirketleri, kaçak olup olmadığını insanlar anlasın diye içine kokulu bir kimyasal katmaktadırlar (Wheeler, 2008: 20-21).

Doğal gaz, 1980'lerden bu yana dünya çapında elektrik enerjisi üretiminde giderek daha önemli bir rol oynayan önemli bir fosil yakıttır. Modern yaşamın hayati bir unsuru olarak doğal gazın öneminin altında yatan temel itici güç, emisyonlar ve

kirleticiler açısından diğer fosil yakıtlara kıyasla göreceli avantajı olmuştur. Doğal gazın çevresel avantajları, onu elektrik enerjisi üretimi için yakan enerji santrallerinin diğer petrol veya kömür varyantlarına kıyasla önemli ölçüde daha yüksek termal verimliliği ile daha da artırılmaktadır (Smith ve Gülen, 2013: 530).

1.1.1.3. Kömür

Kömür, yüksek miktarda karbon ve hidrokarbon içeren yanıcı siyah veya kahverengimsi siyah tortul bir kayadır. Kömür, oluşması milyonlarca yıl sürdüğü için yenilenemez bir enerji kaynağı olarak sınıflandırılmaktadır. Kömür, yüz milyonlarca yıl önce bataklık ormanlarında yaşayan bitkilerin depoladığı enerjiyi içermektedir. Toprak ve kaya katmanları, bitkileri milyonlarca yıl boyunca kaplamıştır. Ortaya çıkan basınç ve ısı, bitkileri kömür dediğimiz maddeye dönüştürmüştür (EİA, 2023). Kömürlerin çoğunun ılık, nemli bölgelerde bataklıklarda ve bataklıklara bitişik olarak yetişen bitkilerden oluştuğu genel olarak kabul edilmektedir. Bu bitkilerden elde edilen malzeme, çoğu zaman ıslak kalan alçak alanlarda birikmiş ve mikroorganizmaların faaliyetleriyle turbaya dönüşmektedir (Robert, 2012: 82).

Elektrik üretimi, ısınma, çelik ve çimentonun yapımıyla beraber endüstriyel süreçleri kömürün kullanım alanlarından birkaç tanesidir (Elevli, 2003: 25). İçerdiği karbon miktarına bağlı olarak kömürün dört aşaması vardır. Kömürde ne kadar çok karbon varsa o kadar çok enerji üretebilmektedir. Antrasit, en yüksek karbonlu, en yüksek enerjili kömürüdür (Ollhoff, 2010: 7).

1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Bir ülkenin ekonomik ve sosyal kalkınmanın önemli bir koşulu olan enerjinin yeterliliği, bir ülkenin güvenliği ile doğrudan ilişkilidir. Günümüzde, fosil enerji gibi geleneksel enerji kaynakları sonsuz çıkarma ve kullanımla giderek daha fazla tükenirken, yenilenebilir enerji kaynakları tüm ülkelerin ilgi odağı haline geldi ve küresel enerji krizini hafifletmenin tek yolu olarak görülmeye başlandı (Song, Jia ve Jiao, 2022: 2).

Yenilenebilir enerji, fosil yakıt bazlı enerjinin sınırlı rezervlerine umut verici bir alternatiftir (Farzana, 2022: 1). Dünya enerji talebini çevremize zarar vermeden karşılamak için mevcut her temiz enerji kaynağının ekonomik ve sürdürülebilir şekilde kullanılması gerekir. Bununun içinde yenilenebilir enerji kaynaklarından en verimli şekilde faydalanılması gerekmektedir (Ayo-Imoru, Ali ve Bokoro, 2022: 13).

Yenilenebilir enerji dönüşümü, Paris İklim Değişikliği Anlaşması'na ulaşmanın anahtarıdır (Xu ve Gallagher, 2022: 594). Fosil yakıtlar dışı bağımlılık, çevre sorunları ve yüksek ithalat maliyeti gibi problemlerin yanında, dünyada fosil yakıtların rezervlerinin hızla tükenmesi nedeniyle yenilenebilir enerjinin önemini daha fazla artmıştır. Yenilenebilir enerjiler, sürekliliği sebebiyle sürdürülebilir ve dünyanın her yerinde bulunabilir olmasıyla büyük öneme sahiptir (Kumbur, Özer, Özsoy ve Avcı, 2005: 3). Tüketilmesi ve üretilmesi aşamalarında çevreye gereğinden fazla zarar vermesinden dolayı dünyanın neredeyse her yerinde yenilenebilir enerji kaynakları çalışmaları yapılmasına neden olmuştur (Ulusoy, Bayraktar ve Daştan, 2018: 125). Bundan dolayı da fosil yakıtların dolaylı veya doğrudan etkileri nedeniyle yenilenebilir enerjiye ağırlık verilmesi gerekli hale gelmiştir (Kendirli ve Çakmak, 2010: 96).

1.1.1.1. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisinin ana kaynağı güneştir. Güneşten gelen elektromanyetik radyasyon, dünyayı eşit olmayan bir şekilde ısıtır. Ayrıca güneş ışınlarının toprak tarafından emiliminin bir sonucu olarak kaya, su, bitki örtüsü, hava farklı yerlerde farklı şekilde ısınır (Letcher, 2020: 17). Bu farklı ısınmalar sebebiyle basınç farkı meydana gelir. Bu basınç farklılıklarından dolayı hava hareketine sebebiyet vermektedir. Rüzgâr, yüksek atmosfer basıncından alçak atmosfer basıncına doğru oluşan hava hareketi olarak adlandırılmaktadır (Koç ve Kaya, 2015: 47).

Rüzgâr enerjisi, elektrik ve güç makineleri üretmek için kullanılan havanın hareketidir (Nationalgeographic, 2023). Elektrik üretimi için rüzgâr enerjisi kullanımı çok büyük bir kaynağa sahiptir ve elektrik tüketiminin önemli bir kısmını üretebildiğini kanıtlamıştır. Hızla büyüyor olmasıyla gelecekte enerji ihtiyacımıza önemli ölçüde

katkıda bulunması beklenmektedir (Lange, 2007: 1). Yani rüzgâr enerjisi, hareket etmekte olan havanın “kinetik enerjisinin” ilk mekanik sonra elektrik enerjisine dönüştürülmesi neticesinde ortaya çıkan enerji olarak da tanımlanabilmektedir (Ataseven, 2019: 1). Rüzgâr türbinleri kinetik enerjiyi “mekanik enerjiye” yani rüzgârdan elde edilen enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren makinelerdir (Türkiye Çevre Vakfı (TCV), 2006: 71). Hem çevreye duyarlı hem de gelişmiş bir türbin teknolojisiyle rüzgâr enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları içinde önemli bir yere sahiptir (Ataseven, 2019: 1). Rüzgâr türbinleri enerji üretimine etki etmesine sebep olan faktörler vardır. Bu faktörler güç yoğunluğu dağılımı, rüzgâr dağılımı ve şiddeti, hava yoğunluğu, rüzgâr türbinlerinin güç eğrisi olarak sayılabilir. Rüzgâr türbin güç eğrisi, türbinin tipine ve gücüne göre farklılık gösterebilmektedir. Bu eğri, rüzgârın şiddetine yönelik rüzgâr türbininin gücünün çıktısını veren eğridir (Akdağ, 2018: 184).

Rüzgârı mekanik güç olarak kullanma kavramının kökeni konusunda anlaşmazlık vardır. Bazıları, kavramın eski Babil İmparatoru Hammurabi, M.Ö. 17. yüzyılda sulama projesi için rüzgâr gücünü kullanmayı planladı. Diğerleri ise yel değirmenlerinin doğum yerinin Hindistan olduğu iddia etmişlerdir. Rüzgâr değirmenlerinin en eski belgelenmiş tasarımı M.Ö. 200 yılına kadar uzanıyor. Persler bu dönemde tahıl üretmek için yel değirmenlerini kullanmışlardır (Mathew, 2006: 2). Yel değirmenleri en az 3000 yıldır, esas olarak tahıl öğütlemek veya su pompalamak için kullanırken, yelkenli gemilerde rüzgâr daha da uzun süredir temel bir güç kaynağı olarak kullanmışlardır. 13. yüzyılın başlarından itibaren yatay eksenli yel değirmenleri, kırsal ekonominin ayrılmaz bir parçasıydı ve ancak ucuz fosil yakıtlı motorların ortaya çıkması ve ardından kırsal elektriğin yaygınlaşmasıyla kullanılmaz hale gelmiştir. (Burton, Sharpe, Jenkins ve Bossanyi, 2001: 1). 1887 yılında ilk elektrik üreten rüzgâr türbini İskoçya’da inşa edildi (Alkire, 2018: 6). Elektrik üretmek için yel değirmenlerinin (veya rüzgâr türbinlerinin) kullanılması, ABD’de Brush tarafından inşa edilen 12 kW yel değirmeni jeneratörüyle ilk otomatik rüzgâr türbinini tamamlanmıştır (Burton, Sharpe, Jenkins ve Bossanyi, 2001: 1; Alkire, 2018: 6).

Günümüzde rüzgâr enerjisiyle elektrik üretiminde atışlar meydana gelmektedir. Dünyada rüzgâr enerji sistemleri ile birlikte rüzgâr enerjisiyle elektrik üretimi pazarı giderek büyümeye devam etmektedir. Danimarka, İspanya, Çin ve Almanya bu sektörde en önde gelen ülkeler olarak sayılabilir (Yapıcı, 2019: 19).

Rüzgârın döndürme gücünden faydalanarak rüzgâr enerjisi ve gücü elde edilmektedir. Bununla beraber, iklimsel şartlara bağlı olarak rüzgârın hızı ve akış yönü değişken olabildiğinden rüzgâr enerjisi de bu yüzden rastgele ve kesikli bir yapıya sahip olduğu söylenebilir. Rüzgâr enerjisi “elektrik gücü üretiminde” kullanılabilmesi için rüzgâr gücü üretim sisteminde iki tane yaklaşım vardır. Bunlardan ilki kara üstü olarak (onshore) kurulan ve ikicisi ise denizin üzerine (offshore) kurulan yaklaşımlardır (Dursun, 2020: 19-20). Rüzgâr enerji kaynakları bakımından denizlerin kara parçasına oranla daha verimli olduğu görülmektedir. Bu da deniz üstü rüzgâr santrallerini kullanmaya ve kurmaya olanak sağlamaktadır (Kınacı ve Yıldız, 2019: 209). Açık deniz rüzgâr enerjisi, 2000’lerin ilk on yılının sonlarında başlayarak sabit tabanlı, sıg su türbinlerinin ötesine geçmeye başladı. Avrupa, açık deniz rüzgâr enerjisinde dünya lideridir ve ilk açık deniz rüzgâr çiftliği 1991’de Danimarka’da kurulmuştur (Klinger ve Müller, 2013: 215).

Rüzgâra dayalı elektrik santrallerinin ana özelliği, rüzgâr hızının rastgele değişimine bağlı olmasıdır. Rüzgâr istasyonu güç üretimini tahmin edebilmek için, giriş rüzgâr hızlarının rastgele dalgalanmaları dikkate alınmalıdır (Yasser, 2013: 224). Rüzgâr hızı, rüzgâr enerjisinden yararlanmanın ekonomik olup olmasını gösteren önemli bir faktördür. Rüzgârın hızıyla ilgili yapılan çalışmalarda hızı “5-6 m/sn” veya “27-35 km/hız” kadar rüzgârlardan elektrik enerjisi üretilbileceği sonucu elde edilmiştir. Ancak hava şartları açısından rüzgârı elverişsiz olan yerlerde ise hızı “3 m/sn” ya da “10 km/hız” dolayındaki rüzgârlarında ekonomik olduğu varsayılmaktadır (Sekin, 1999: 115).

Kuruluş aşamasında ileri teknoloji ve yüksek sermaye olması gereken rüzgâr enerjisi, işletme noktasında hammaddeye ihtiyaç olmadığından maliyeti düşük bir enerjidir. Rüzgâr enerjisi kaynağında meydana gelen her bir teknolojik gelişme ve rüzgâr enerji kaynaklarının uygulamalarının fazlalaşması maliyetleri daha fazla düşüreceği bilinmektedir (Aydın, 2013: 33).

Rüzgâr enerjisinin devamsızlığı sorunu, rüzgâr enerjisinin depolanmasıyla çözüme kavuşturulabilir. Rüzgâr enerjisi direk bir şekilde depolanamaz. Bu yüzden depolanabilecek başka enerji türüne dönüştürülerek depolanması gerekmektedir. Rüzgâr enerjisi kaynağını elektrik enerjisine dönüştürüldüğünde iki tane temel depolama alanı bulunmaktadır. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretilen bölgeyle şehrin elektrik şebekesi

bağlantısı var ise, kullanımdan fazla olan elektrik şehre verilebilir ve rüzgâr hızının yeterli olmadığı dönemlerde de şehrin elektrik şebekesinden elektrik alınabilmektedir. Günümüzde en çok kullanılan yöntemlerden biri budur. Şehrin elektrik şebekesinin olmadığı veya uzak olduğu durumlarda ise, rüzgâr enerjisi elektriği akülerde depolanabilmektedir (Özdamar, 2000: 141). Rüzgâr enerjisinin önümüzdeki yıllarda daha fazla uluslararası genişlemesi, enerji politikası ve şehir planlamasındaki düzenleyici çerçeveye bağlı olacak, ancak iki alandan bahsedilebilmektedir. Şebeke alt yapısının genişletilmesiyle depolama teknolojileri için fon sağlanması ve yüksek verimli sahaların daha da verimli kullanılması amacıyla yeniden güçlendirme için teşviklerin oluşturulması (Klinger- Müller, 2013: 216).

1.1.2.2. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, Dünya'nın içerdiği termal enerjidir. Jeotermal enerji üretimi, bu iç ısıyı çıkarılmasını ve endüstriyel olarak işlenmesini sağlayan tüm süreçleri kapsamaktadır (Sabonnadière, 2009: 261). Yerküreden gelen ısı akışı ve yer kabuğunda depolanan enerji, jeotermal kaynakların doğru kullanıldığında neredeyse sınırsız ve yenilenebilir olduğu anlamına gelmektedir. Şu an itibarıyla, belirli türdeki kaynaklara erişimi sınırlayan yalnızca teknik ve ekonomik zorluklardır (Sabonnadière, 2009: 264).

Jeotermal enerjinin elektrik üretimi için ilk kullanımı, 1904-1905 yılları arasında prens Gionori Conti'nin deneysel çalışmalarıyla İtalya'da başladı. İlk ticari enerji santrali (250 kWe) 1913'te İtalya, Larderello'da devreye alındı (Lund, 2013: 746). Günümüzde bu noktada 100'den fazla sondajla senede yaklaşık olarak 26 milyon ton buhar elde edilerek elektrik üretilmektedir. 1930 senesinde İzlanda'nın şehrini ısıtmak amacıyla doğal sıcak suyu kullanmaya başlanmışlardır. 1949 yılında Yeni Zelanda'da Wairakei bölgesinde, 1960 yılında ABD'de, 1961 yılında Meksika'da, 1966 yılında Japonya'da, 1975 yılında İzlanda'da "jeotermal enerji" elektrik üretiminde kullanıma başlanma tarihleridir (Canik, Çelik ve Arıgün, 2000: 1).

Tablo 2. Jeotermal Enerjinin Akışkan Sıcaklığına Göre Kullanıldığı Yerler

Akışkan Sıcaklığı(°C)	Değerlendirme Şekli
180	Yüksek yoğunluktaki “solüsyonun” buharlaştırılması, “amonyak absorpsiyonu” ile soğutma,
170	Ağır su ve hidrojen sülfid elde edilmesi, ditomitlerin kurutulması,
160	Kereste kurutulması ve balık vb. yiyeceklerin kurutulması,
150	Bayer’s yöntemiyle “alüminyum” ve diğer kimyasalların elde edilmesi,
140	Konservecilikte çiftlik mallarının çabuk kurutulmasında,
130	Şeker endüstrisi, tuz elde edilmesi,
120	Temiz su elde edilmesi, tuzluluk oranının arttırılması,
110	Kerestecilik, çimento kurutması,
100	Organik maddeleri kurutulması (yosun, et, sebze vb.),
90	Balık kurutma, yün yıkama ve kurutma,
80	Ev ve sera ısıtması,
70	Soğutma (alt sıcaklık sınırı),
60	Sera, kümes ahır ısıtması,
50	Mantar yetiştirme, kaplıcalar,
40	Kent ısıtması (alt sınır), toprak ısıtma, tedavi amacıyla kaplıca tesislerinde (bina, sera ısıtması),
30	Fermantasyon, yüzme havuzları, damıtma, ısı pompası aracılığı ile ev, şehir ısıtması,
20	Balık çiftlikleri.

Kaynak: (Gürsoy, 2004: 133).

Jeotermal projeler yüksek ön sermaye yatırımları gerektirse de, tipik olarak düşük işletme maliyeti (sıfır yakıt masrafı) yüksek yük faktörü ile birleşir. Jeotermal üretimin fosil yakıt üretimi ile maliyet açısından rekabetçi olabileceği anlamına gelmektedir (Harwey, 2013: 25).

Yerkabuğunun farklı derinliklerinde bulunmakta olan birikmiş ısının meydana getirdiği, sıcaklıkları yerel atmosferik sıcaklıkların üzerinde seyreden, normal yer üstü ve

yer altı sularına nazaran daha fazla erimiş tuz, mineral, gazlar bulunan buhar ve sıcak su olarak jeotermal enerji nitelendirilebilir. Bazı yerlerde var olan sıcak kuru kayalar akışkan olmamasına rağmen jeotermal enerjinin bir kaynağı olarak gösterilmektedir. Jeotermal akışları oluşturan sular genel olarak metorik kökeninden olduğu için atmosferik şartlar devam ettiği takdirde jeotermal kaynaklarda yenilenmeye devam eder. Bir jeotermal sistemin meydana gelebilmesi için gereken şartlar; yer kabuğunun altında ısının bulunması, ısıyı taşıyan akışkanın olması, akışkanın içinde olan rezervuar kayaç ile ısı kaybını önleyecek olan örtü kayacın olması gerekmektedir. Dünyamızın merkezinde bulunan 4200 dereceyi bulan eriyik kütle yani magma vardır. Jeotermal enerji ısısına bağlı olarak ilk önce elektrik üretimi olmak kaydıyla konut ısıtması, termal tedavi-turizm, sera ısıtması ve endüstride birçok şekilde kullanılmaktadır (Arslan, Darıcı ve Karahan, 2001: 21-22).

1.1.2.3. Güneş Enerji

Güneş gezegeni ısıtan ve yaşamı mümkün kılan dünyadaki tüm enerjinin kaynağıdır. Fotosentez, güneş ışığını bitkilerde enerjiye dönüştürmektedir. Bu enerji daha sonra odun ve diğer bitki maddelerinin yakılmasıyla veya jeolojik süreçlerle fosil yakıtlara dönüştürülen organik maddelerin yakılmasıyla dolaylı olarak geri kazandırabilir (Usher, 2019: 43). Bilinen en eski enerji kaynaklarında arasında birinci sıraya güneş enerjisi yazılabilir. Yenilenebilir, temiz ve dünyanın her noktasında bulunmaktadır. Neredeyse tüm enerji kaynakları doğrudan veya dolaylı olarak güneş enerjisinden yararlanmaktadır. Güneş enerjisi değişken ve kesiklidir. Mevsimlik ve günlük değişimler mevcuttur. Güneş enerjisinin radyasyon miktarı (ışınım) atmosferik şartlarca belirlenmektedir. Dolayısıyla güneş enerjisinin depolanması zaruri hale gelmiştir (Acaroğlu, 2003: 23).

Kutuplardan Ekvator'a doğru gidildikçe, güneş ışının (radyasyonlarının) yeryüzüne düşme açıları küçülür ve yeryüzünün kazanacağı enerji giderek artmaktadır. Bu noktanın, aydınlanma zamanının kısa veya uzun olmasıyla yakından ilişkilidir. Bu bağlamda tropikal kuşak, yani “oğlak dönencesi” (23,5° güney paraleli) ile “yengeç

dönencesi” (23,5° kuzey paraleli) arasına olan bölgeler, en uzun zamanlı ve dike en yakın şekilde yeryüzüne güneş ışınları düşmektedir (Doğanay ve Çoşkun, 2020: 260).

Dünyaya doğrudan doğruya vuran güneş ısısı, en yoğun enerji kaynağıdır. Her sene 5,4 milyon exajüllük güneş enerjisi dünya atmosferinin üst tabakalarına çarpar. Bunun üçte biri uzaya yansır ve % 18’i de atmosferde kalır. Atmosferin depoladığının çoğunluğu rüzgâr haline dönüşür. Bunları düşünce geriye yeryüzüne ulaşan 2,5 milyon exajüllük bir miktar kalmaktadır. Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse, uygarlığın başladığı tarihten beri insan kullanımına açık petrol, doğal gaz, kömür ve kumlu petrol gibi fosil yakıtların toplamı, dünyaya ulaşan güneş ısının 30 günlük bir bölümüne eşdeğerdir (Flavin ve Lenssen, 1994: 136).

Güneş enerjisinden yararlanmanın üç tane yolu vardır. Bunlardan ilki, güneş panelleridir. Ev ve su ısıtmalarında kullanılmaktadır. İkincisi ise parabolik güneş panelleridir. Parabolik güneş panelleri, ısınmış olan su buharını buhar jeneratörüyle elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Güneş enerjisi/ışıkları dikdörtgen şeklinde “parabolik oluk ayna” ile kolektörde toplanmaktadır. Bu oluklar kuzey-güney konumunda sıralanmaktadır. Bu aynaların güneş karşında eğimli bir şekilde durması gerekir. Aynanın ortasında bulunan borudan akan yağa yönlendirilmiş olan güneş ışıkları yağ ısıtmaya başlar. Isınan yağ ise suyu ısıtıp buhara dönüştürür. Buhar da buhar türbinlerini döndürerek elektriğe çevirir. ABD’de bulunan Kaliforniya Mojave tesisi 1984 senesinden beri faal durumdadır. Güneş kolektörleriyle elektrik üretimi pratik olmasına rağmen son senelerde gelişmeye devam eden güneş pillerine yönelim daha fazla olmaktadır (Yerebakan, 2010: 31). Güneş enerjisi, fotovoltanik yoldan doğrudan elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Fotovoltaik etkiyi kullanarak güneş ışığını elektriğe dönüştürmek için kullanılan enerji dönüştürme cihazlarına güneş pilleri denir (Rathore ve Panwar, 2021: 149).

Elektrik üretmekte olan “solar paneller” (PV) güneş ışığını direkt elektrik enerjisine dönüştürebilmektedir. PV sistemleri güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürürken hücreleri kullanmaktadır. Hücre bir ya da iki tabakalı yarıiletken materyallerden meydana gelmektedir. Güneşten gelen fotonlar fazlasıyla enerjik olup, fotosentezde meydana geldiği gibi fotoreaksiyonlar geliştirmektedir. Bu sayede

yarıiletkenlerde elektronların iletilmesine yardımcı olur. Işın, hücre üzerine vurduğunda tabakalarda elektrik akımın üretmiş olan bir elektrik bölgesi oluşur. Işık yoğunluğu ne kadar fazla ise o kadar fazla elektrik akımı oluşmaktadır. Fotovoltaik sistemin çalışması için parlak bir güneş ışığına ihtiyacı yoktur. Hatta bulutlu zamanlarda bile elektrik üretebilir. Hafif bulutlu olduğu günlerde, yansımış olan güneş ışıkları sebebiyle tamamen bulutsuz günlere göre daha fazla elektrik üretilbildiği görülmüştür (Tarhan, Yüksel, Demircan, Özmetin, Türkeş ve Yiğit, 2013: 145).

1.1.1.4. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisi odun kömürü, odun, insan ve hayvan dışkı, metan ve alkol mayalanması, çeşitli su bitkileri, orman sektörü ve tarım ürünlerinin organik atıkları gibi canlı (biyolojik) kaynaklarla elde edilen enerjiye verilen addır (Gürsoy, 2004: 127). Bitkiler fotosentez yaparken güneş enerjisini yararlanarak ve enerjiyi biyokütle şeklinde depolamaktadır. Bu sebeple biyokütle, “karbon döngüsüne” dayanan yenilenebilir enerji kaynaklarından (Demirel, 2016: 55). Biyokütle güneş enerjisini depolayan organik maddeleri tekrar enerjiye dönüştürebilmektedir (Karaca, 2002: 17). Hem enerji azının karşılanması, hem de daha temiz bir dünya için yenilenebilir enerji kaynaklarına ilgi giderek artmaya devam etmektedir. Biyokütle enerjisi devletlerin enerji gereksinimlerini kendi kaynaklarından karşılandığı, sürekli üretimin devam ettiği ve büyük bir üretim potansiyeline sahip yenilenebilir enerji kaynaklarından bir tanesidir (Ar, Akdağ, Malkoç ve Çalışkan, 2004: 584).

Biyokütle birden fazla işlemle enerjiye dönüştürülebilmektedir. Temel kullanım yöntemi, yakıt veya enerji üretmek için biyokütlenin yakılması olarak bilinen termal dönüşümdür. Biyoenerjide dönüşüm sürecinde canlıların kimyasal bileşiminde bir maddeyi diğerine dönüştürmek amacıyla dolaylı veya doğrudan olarak kullanılmasıdır (Smith ve Taylor, 2008: 18). Aşağıda farklı biyokütle kaynakları tabloda gösterilmektedir;

Tablo 3.Farklı Biyokütle Kaynakları

	ORMANCILIK	TARIM	ATIK AKIŞI
YAN ÜRÜNLER (ÖRNEKLER)	Ağaç devirme atıkları, Dallar, Ağaç kabuğu, Testere tozu, Talaşlar.	Gübre, Küspe, Saman, Çekirdekler, Diğer kalıntılar.	Belediye katı atıkları (MSW), Arıtma Çamuru, Organik atıklar.
ANA ÜRÜNLER (ÖRNEKLER)	Gövdeli ahşap, Kısa dönüşlü ahşap.	Enerji Ürünleri, Mısır, Tahıllar, Yağlı tohumlar, Çim vb.	

Kaynak: Kopetz, 2013: 272

Biyokütle enerjiden sıvı, gaz ve katı yakıtlar elde etmek için farklı teknolojilerden yararlanılmaktadır. Biyo-dizel, biyo-gaz ve biyo-etanol gibi yakıtların yanında, biyokütleden elde edilebilen odun briketi, metan, hidrojen ve gübre gibi çeşitli yakıt türleri sayılabilir. Bu yakıtlar elde edilirken biyokimyasal ve termokimyasal olarak sınıflanan yeni teknikler geliştirilerek verimliliği en üst seviyeye çıkarmaya çalışmışlardır (Karayılmaz, Saraçoğlu, Çabuk ve Kurt, 2011: 65).

1.1.1.5. Hidroelektrik Enerjisi

1700'lerden önce akan sudan yararlanmak, insan veya hayvan gücü olmadan iş yapmanın tek yoluydu. İnsanlar tahılları üretmek ve diğer basit işleri yapmak için su değirmenlerini kullandılar (Jennings, 2016: 6). Hidroelektrik enerjisi, hareketli suyun enerjisinden veya gücünden elde edilmektedir (Demirel, 2016: 51). Hidroelektrik, dünya çapında en yaygın kullanılan yenilenebilir elektrik kaynağıdır ve 150'den fazla ülke bu şekilde bir miktar elektrik üretmektedir. Milyonlarca insanın elektrik ihtiyacı karşılanmak için hidroelektrik kullanılmaktadır (Dickmann, 2016: 12).

Bir su kütlesinden elektrik üretmek için iki model vardır. İlk model kinetik enerjiye bağlıdır. Bu da bir su kütlesinin hacmine ve akışına bağlıdır. Akış, suyun

hacmine ve eğimine bağlıdır. İkinci model potansiyel enerjiye dayanmaktadır. Bu, bir su kütlesi yükseklikte depolandığında ve bir şelale oluşturmak için serbest bırakıldığında kullanılır. Serbest bırakıldığında, potansiyel enerji yerçekimi ile kinetik enerjiye dönüştürülür. Nehirler, şelaleler ve barajların miktarı, nehrin eğimine ve hacmine veya barajın yüksekliğine ve depoladığı su hacmine bağlı olan potansiyel hidroelektrik enerji kaynaklarıdır (Alshammari, 2022:2).

Bir hidroelektrik santralinin temel bileşenleri aşağıdaki gibidir;

- ✓ Baraj: Baraj, bir hidroelektrik santralinin temel unsurudur. Bir barajın güçlü inşaat temelleri, büyük bir nehir üzerine inşa edilir ve toplanan potansiyel enerjiyi en üst düzeye çıkarmak için yeterli yüksekliklerden oluşur. Yüksekliklerine göre üç ana tip baraj vardır: sırasıyla 100 metreden fazla (yüksek yükseklik), 10 ile 100 metre arasında (orta yükseklik) ve 10 metreden az (düşük yükseklik).
- ✓ Türbin: Türbinin ana işlevi, cebri boruda akan sudan enerjiyi çekip faydalı enerjiye dönüştürmektir. Suyun yükünden kaynaklanan potansiyel enerji, türbin kanatlarının dönme hareketine neden olan kinetik enerjiye dönüştürülür. Bu dönüş, bir şaft aracılığıyla bir güç üretim ünitesine aktarılır.
- ✓ Jeneratörler: Jeneratörler, bakır bobinler üzerine dönen devasa mıknatıslardan oluşur. Türbin kanatları döndüğünde mil de döner ve bu hareket jeneratöre aktarılır. Bu süreç, alternatif akım üreten bir elektromanyetik alan indüksiyonu üretir.
- ✓ Cebri boru: Belirli eğimlerde suyu taşımak için yerçekimine ve bir miktar basınca bağlı olan büyük borulardır.
- ✓ Transformatör: Transformatör, türbin ve jeneratörü de içeren santralde bulunur. Transformatörün işlevi üretilen alternatif akımı daha yüksek voltajlı bir akıma dönüştürmektir (Aldawoud, Aldawoud ve Assad, 2022: 2-3).

Hidroelektrik enerji öbür yenilenebilir enerji kaynaklarına göre bazı teknik üstünlükleri bulunmaktadır. Hidroelektrik enerjinin en önemli özelliklerinde bir güvenli bir enerji olmasıdır. Diğer özelliği ise depolamalı HES’lerde enerjinin rahatlıkla ihtiyaç duyulduğunda kullanılabilmesi ve depolanmasıdır. Düşük kapasitesi olan hidroelektrik santrallerin çok kısa süre içerisinde yüksek kapasiteye dönüştürülebilmesi avantajları

arasında en önemlilerden birisidir. Hidroelektrik enerjinin “Depolamalı HES’lerin” avantajları aşağıda kısaca belirtilmiştir;

- Ekonomik ömrü uzun,
- Çevre dostu,
- Dünya genelinde yaygın,
- İşletme - bakım gideri düşük,
- Geri ödeme süresi kısa (5-10 yıl),
- İşletmede kolaylık ve esneklik sağlayarak yüksek talepleri karşılayabilen,
- Yakıt gideri olmayan,
- Yöre halkına da sosyal ve ekonomik katkılar sağlayan,
- Yüksek verimli (%90’ın üzerinde),
- Dışa bağımlılığı bulunmayan ve enerji sigortası bulunan yerli bir kaynaktır (Bozkurt ve Tür, 2015: 324-325).

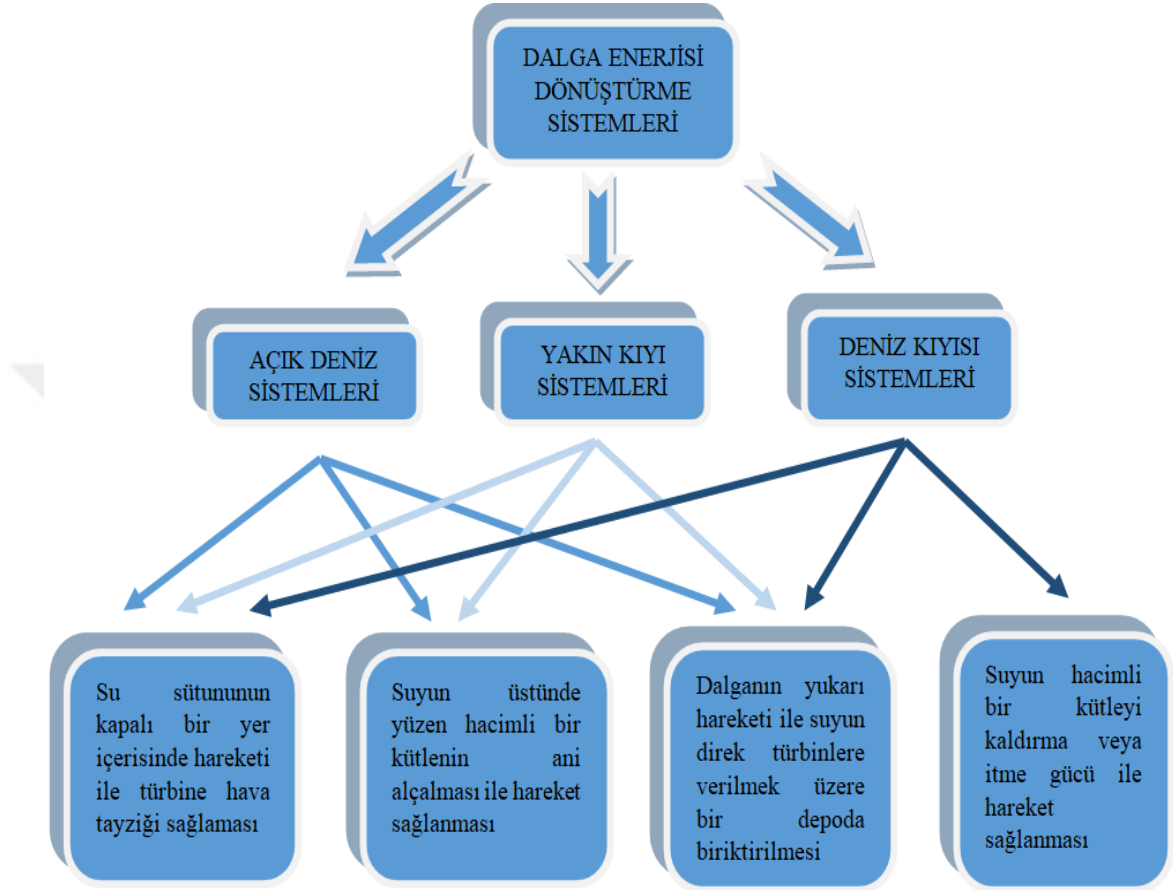
1.1.1.6. Dalga Enerjisi

Yenilenebilir enerji teknolojileri arasında okyanus enerjisi teknolojisi, en az gelişmiş olanıdır. Kaynağın çok büyük olması nedeniyle pek çok yönü henüz tam olarak anlaşılamamaktadır. Dünya okyanuslarındaki enerji kinetik (yani dalgalar, gelgitler veya akıntılar) veya potansiyel (yani termal veya tuzluluk gradyanları) formlarında bulunur ve faydalı elektrik enerjisi üretmek için tüm formları araştırılmaya devam etmektedir (Meyer ve Braby vd., 2017: 179).

Rüzgâr, engelsiz okyanusun geniş alanları boyunca estiğinde, dalgalar üretilir. Rüzgâr yeterli hızda eserse, yeterince büyük bir getirme ve uzun süreler boyunca okyanus kabarmaları gelişir. Rüzgâr ne kadar uzun ve sert eserse, artan getirmelerin üzerinde dalga yüksekliği ve dalga periyodu o kadar artar. Bir kez oluşturulduktan sonra, okyanus dalgaları, onları oluşturan rüzgâra bağlı olarak veya ihmal edilebilir bir dağılma ile geniş mesafelere yayılabilir. Sonuç olarak, küresel olarak herhangi bir kıyı şeridine ulaşan okyanus dalgaları, yerel rüzgâr koşullarının yanı sıra, çevredeki okyanusun milyonlarca

kilometre karesindeki yüzlerce fırtınanın histerezis etkisinin doruk noktasıdır (Robertson, 2017: 1-2).

Şekil 1. Dalga enerji dönüştürücüleri sistemleri ve işlemleri



Kaynak: Sağlam, Uyar, 2005: 2

Deniz dalgaları; denizlerdeki hareket eden taşıtlar, rüzgârlar, güneş ve ayın çekim kuvveti ve denizin altında olan depremler gibi dış etmenler neticesinde dengesi bozulmuş olan deniz yüzeyinin eski haline dönmesiyle yani denge konumuna gelmesiyle oluşturduğu hareketlerdir. Rüzgârın etkisiyle meydana gelen deniz dalgaları, rüzgâr haricinde oluşan deniz dalgalarına nazaran süreklilik göstermektedir. Bu sebeple enerji elde edilmesinde rüzgârlar da dikkate alınmaktadır (Örer, Gürsel, Özdamar ve Özbalta, 2003: 1).

1.1.3. Yenilenemez Enerji Kaynaklarının Dezavantajları

Fosil yakıtlar günümüze kadar dünyamızın gelişmesine ve büyümesine olanak sağlayıp hızlandırmış olsa da dünyanın sonunun gelmesinde de baş aktörler arasında gösterilmektedir (Özcan, Ünlüsoy ve Eren, 2017: 207). Fosil yakıtların sürekli ve hızlandırılmış yanmasının tahmin edilen etkileri çok sayıda ve karmaşıktır. Bazı klimatologlar, CO₂ ve diğer kirleticilerin atmosfere salınmasının, büyük bir ısınmanın yanı sıra iklim modellerinde değişikliklere neden olacak şekilde önümüzdeki yüzyıl içinde dünyanın radyasyon dengesini yeterince değiştirebileceğini varsaymaktadır (National Research Council (U.S.), 1981: 2). Son senelerde iklim değişikliği ve küresel ısınmanın artmakta olan etkilerinin hissedilmesiyle uluslararası alanda enerji ve çevre en önemli konular haline gelmiştir. 2005 senesinde yürürlüğe girmiş olan 1997 “Kyoto Protokolü’nde” iklim değişikliklerine sebep olan sera gazı etmeninin 2008 ile 2012 seneleri arasında %5,2 azaltılması ana hedeflerinden olmuştur. Karbondioksitin çoğunu fosil yakıtlar oluşturduğundan, sera gazı emisyonu en fazla katkıyı verecektir (Büyükyılmaz ve Mert, 2015: 104).

Fosil yakıtlar yakılırken meydana getirdiği etkiyi düşürmek ve gazların ortalığa dağılmasını önlemek amacıyla uzun bacaların kullanımına özen gösterilmiştir. Bununla beraber kirlilik yeryüzünde azalmış gibi gözükse de atmosferin kirlilik seviyesinde yükselişler olmuştur. Yanmakta olan fosil yakıtlar karbondioksitin %80’ini meydana getirmektedir. Karbondioksit ise “sera etkisine” oranı %55 olarak ölçülmüştür (Karakoç, 1997: 1).

IEA, güvenli ve uygun fiyatlı enerji tedariki sağlamak için oluşturulmuştur ve petrol arzının kesintiye uğraması, ortaya çıkan gaz güvenliği sorunları ve elektrik sektörünün artan sistem esnekliği ve dayanıklılığı için mevcut ve gelecekteki riskler hakkında analizler yürütür. Ancak enerji geçişleri ve siber suçluluğun büyümesi, enerji güvenliğini neyin oluşturduğunun kapsamını genişletti (İEA, 2023). Enerji arzının güvenliliğin birden çok boyutu olduğu varsayılmaktadır. Birinci boyut, fiziksel güvenlik; ticaret güzergâhlarının, varlıkların, tedarik zincirlerin, altyapının korunması ve gerektiği takdirde hızla yenilenip, değiştirilmesini ifade eder. İkinci olarak enerjiye erişimin kritik olmasıdır. Üçüncüsü olarak enerji güvenliği, olağanüstü hallere, yer kayıplarına ve

aksamalara eşanlı olarak karşılık verilmesi, diğər yandan ise arzın düzgün bir halde sürmesi sağılamak için ulusal politikalar ile uluslararası kurumlardan ortaya çıkan bir sistem olarak söylenebilir. Dördüncüsü ise yatırımdır. İhtiyaç olduğı durumda ve gelecekte yeterli altyapı ve arzı güvence altına almak için, geliştirme ve yatırıma olanak sağılayan çalışma ortamı ve politikalar oldukça önemli bir yere sahiptir (Çıtak, Kılıç ve Pala, 2016: 86).

1.1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Avantajları

1.1.4.1. Ekonomik ve Sosyal Boyut

Yenilenebilir enerji kullanımı arttıkça, yenilenebilir enerjinin istihdam yaratma ve endüstriyel gelişmeye katkıda bulunma potansiyeli daha büyük ekonomik önem kazanmıştır (Jaegersberg ve Ure, 2017: 7). Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, karbondioksit emisyonunu azaltmanın yanı sıra, ekonomilerin makroekonomik verimliliğini arttırmaya yardımcı olmaktadır (Muravleva, 2022:9). Günümüzde yaşanan çatışmalara ve savaşlara bakıldığında enerji güvenliğinin ne kadar önemli olduğı anlaşılmaktadır. Bunun en önemli nedeni yaşanan teknolojik gelişmelerle beraber enerjinin, üretim faktörlerinin arasında kendine yer bulunduğunu görölmektedir. Teknolojiyle beraber enerjinin tüketim alanları fazlalaştıkça, enerji arzı önemi de aynı düzeyde yükselmektedir. Bu sebeple, tüm devletlerin güvenilir kaynaklardan, sürekliliğı olan ve fiyatının uygun olduğı enerji sağılayabilmesi zaruri hale gelmiştir. Kişi başına düşen enerji tüketimi gelişmişliğin bir faktörü olarak görölmeye başlanmıştır. Bu da enerji arzının güvenliğinin ön planda olmasını gerektiğı savunulmaktadır (Sarıtunalı, 2021: 414).

Yenilenebilir enerji kaynakları ulusun farklı bölgelerinde dağınık bir şekilde bulunduğı için sosyal ve ekonomik açıdan gelişmemiş, sanayileşmenin düşük olduğı coğrafi bölgelerde geniş kapsamlı uygulanma potansiyeli vardır. Kaynakların tüketilmesiyle teşvik edilmiş olacaktır. Özellikle tarımın geliştiğı yerlerde biyoenerji ürünlerinin dikimi veya ekimi, rüzgâr ya da güneş potansiyeli fazla olan yerlerde bu enerji kaynaklarının kullanılmaya başlanması neticesinde artan kalkınma seviyesiyle birlikte az

gelişmiş bölgelere rağbet artar. Bu sayede de bu bölgeler gelişmeye başlar. Dolayısıyla sosyal ve ekonomik dengesizliğin azaltılmasında, bölgelerin arasındaki gelişmişlik düzeylerinin birbirine yakınlaşmasında yenilenebilir enerjinin önemli katkısı olmuştur (Çavaş, 2017: 143).

1.4.1.2. Kalkınmanın Sürdürülebilirliği

Yenilenebilir enerji, hidrokarbon kaynaklarına göre her ulusun elde edebilmesi sebebiyle ülkeler ulusal güç anlamında birbirleriyle eşitlenme koşuluna olanak sağlar. Bir başka deyişle, fosil yakıtlar gibi sınırlı ve yalnızca belli bir coğrafyada değildirler, hem coğrafi konumdan yararlanmakta hem de coğrafyanın oluşturduğu şartları dönüştürebilme veya değiştirebilme potansiyeli bulunmaktadır (Bekar, 2020: 50).

Küresel iklim değişikliğini önlemeye çalışırken, yoksulluğa çare bulan ve artan nüfusun kalkınma gereksinimlerini karlamak için güvenli ve düzenli enerji kaynakları sunmak, bulunduğumuz dönemim karşı karşıya kaldığı en önemli sorundur. Bunun içinde sürdürülebilir kalkınma için çaba sarf edilmeli ve sürdürülebilir kalkınmanın bir gerekliliği olan enerjinin de temiz enerji şartları altında geliştirilmelidir (Ayas ve diğerleri, 2009: 18).

1.4.1.3. Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılması

Küresel ısınmanın temel sebebi, atmosferdeki sera gazlarının normalinden daha fazla düzeylere çıkmasıdır. Sera gazlarının esas kaynağı enerji ve sanayi faaliyetleridir. Karbon emisyonlarının ana belirleyicisi enerjidir. Dolayısıyla enerji, devamlılığı sağlayan ve üretim sürecini belirleyen girdilerin en başında gelir. Çeşitli enerji kaynaklarının kullanılması farklı miktarlarda ve türlerde sera gazı salınımına sebep olmaktadır. Karbondioksitin haricinde, diazot monoksit ve metan enerji kaynaklarından yayılmakta olan güçlü sera gazlarına örnek olarak söylenebilir. Karbondioksite göre diazot monoksitin küresel ısınmanın olası etkisinin 265 kat ve metanın ise 28-30 kat daha

fazladır. “Düşük karbon ekonomisi” politikaları ise dünyada yenilenebilir enerjilerin kullanımını gün geçtikçe daha da artmaktadır (Güner ve Turan, 2017: 49-51).

Küresel ısınma, kutuplarda buzulların erimesine neden olması ve deniz seviyesinin yükselerek bazı ülkelerin sular altında kalacak olması en büyük etkileri arasında gösterilmektedir. Fosil yakıt kullanımının aynı hızda devam etmesi neticesinde, bundan sonraki 50 sene içerisinde dünyanın sıcaklığının 5 derece daha artacağı ve bu da büyük felaketlerin önünü açacağı anlamına gelmektedir. Bununla beraber sera etkisi sebebiyle yeryüzü sıcaklığının artmasıyla, nehirlerden, göllerden ve denizlerden daha fazla buharlaşma olacaktır. Bu bağlamda daha fazla yağmur ile birlikte doğal felaketlerin sayısı da artacaktır (Kumbur, Özer, Özsoy ve Avcı, 2005: 20).

Tablo 4. Enerji Kaynaklarına Göre Karbon Emisyon Değerleri

Kaynak	Ortalama Sera Gaz Emisyonu (Ton CO ₂ /GWh)	Bir Konuta Düşen Emisyon* (Kg CO ₂ /yıl)
Linyit	1.054	3.689
Taş Kömürü	888	3.108
Petrol	733	2.566
Doğal Gaz	499	1.747
Nükleer	66	231
Jeotermal	38	133
Biyokütle	26	91
Hidroelektrik	26	91
Güneş	23	81
Rüzgar	10	35

Kaynak: Erdoğan, 2020: 288

*Yıllık 3500 kWh tüketim için

Yukarıda gösterilen tabloda fosil yakıtların sera gazı emisyonu ve bir konut başına düşen emisyon oranlarının çok yüksek olduğu görülmektedir. Fosil yakıtların içinde en düşük orana sahip olan doğalgazdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ise neredeyse çok az denilebilecek bir düzeyde sera gazı emisyonu vardır. Yenilenebilir enerji kaynakları içinde bulunan rüzgâr enerjisi en düşük sera gazı emisyonuna sahip enerji kaynağıdır.

Enerji kaynaklarının ve diğer sanayi sektörünün sebep olduğu başta karbonmonoksit, azotdioksit, metan ve diğer zararlı gazlar atmosferde birikerek yeryüzü ve güneş arasında bir tabaka meydana gelir. Atmosferde birikmiş olan bu gazlar dünyaya gelen güneş ışınlarına geçirgenken geri salınan ışına ise daha az geçirgendir. Bu nedenle dünyaya gelen enerjinin bir bölümü uzaya geri gidemeyerek atmosferde bulunan sera gazı tarafından emilir. Bu da dünyanın beklenenden çok daha fazla ısınmasına sebep olur. Sera etkileri olarak isimlendirilen bu süreç iklim değişimine ve küresel ısınmaya neden olmaktadır (Erdoğan, 2020: 287). Yenilenebilir enerji teknolojileri, sera gazı emisyonlarının azaltılmasında çok önemli bir yol oynamaktadır (Philibert, 2017: 5). Sonuçta enerji sektöründe fosil yakıtların kullanılmasının getirdiği iklim değişikliğinin etkilerini azaltabilmektedir (Farzana, 2022: 1).

1.4.1.4. Çevresel ve Ekolojik Boyut

Gelişmiş bir biyoenerji endüstrisi olmayan bölgelerde, atık ve yan ürünlerin çoğu kullanılamaz. Tarlalar yakılır, bir yere atılır, ormanlarda bırakılır veya çöplüklere götürülür. Böylece ısı, karbondioksit veya metan açığa çıkar (Kopetz, 2013: 272).

Tablo 5. Enerji kaynaklarının çevre üzerindeki etkileri

	İKLİM DĞİŞİKLİĞİ	ASİT YAĞMUR U	SU KİRLİLİĞİ	TOPRAK KİRLİLİĞİ	GÜRÜLTÜ	RADYASYON
PETROL	X	X	X	X	X	-
KÖMÜR	X	X	X	X	X	X
DOĞALGAZ	X	X	X	-	X	-
NÜKLEER	-	-	X	X	?	X
HİDROLİK	X	-	X	X	?	-
RÜZGAR	-	-	-	-	X	-
GÜNEŞ	-	-	-	-	-	-
JEOTERMAL	-	-	X	X	-	?

Kaynak: Çavaş, 2017: 145

Tablodan da görüldüğü üzere petrol, kömür, doğalgaz gibi fosil yakıtların çevreye zararları birden fazladır. Bu zararlar iklim değişikliği, asit yağmuru, su kirliliği, toprak kirliliği ve gürültü kirliliğidir. Bu noktada fosil yakıtlar yakın gelecekte çevre açısından ve dünyanın devamlılığı noktasında büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından bazıları hafifte olsa çevreye zarar verebilmektedir. Fakat fosil yakıtların çevreye verdiği zararın yanında yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreye verdiği zarar çok minimum düzeyde kalmaktadır.

1.4.1.5. İklim Değişikliklerinin Önüne Geçilmesi

İklim değişikliği anlaşmalarında üç ana konu olduğu söylenmektedir. Bunların üçü; Rio de Janeiro’da 1992 senesinde imzaya açılan Dünya Zirvesi ve 1994 senesinde imzalanmış olan “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi”, 1997 senesinde imza atılan ancak 2005 senesinde yürürlüğe girebilen “Kyoto Protokolü” ve sonuncu olan küresel boyutta iklim ile ilgili olarak atılan adım “2015 Paris İklim Zirvesi (COP21)’dir” (Güner ve Turan, 2017: 48).

Kyoto Protokolü, küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle mücadele etmek için uluslararası alanda yapılan protokole verilen addır. Devletler, yüksek petrol kullanımından dolayı, yoğun karbon salınımları açığını çözmek ve kapatmak amacıyla birden fazla alternatif yola başvurmuşlardır. Türkiye’nin Avrupa Birliği ile olan ilişkilerinden dolayı Kyoto Protokolünde imzalanan karbon salınımını azaltma anlamında zorunludur. 2009 senesinde Türkiye Kyoto Protokolüne imzasını atmıştır. Bununla beraber, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanmak hem finansman hem de daha kolay olmuş ve dış kaynaklara ulaşımı rahatlatmış duruma gelmiştir (Öymen ve Ömeroğlu, 2020: 1074).

1.4.2. Dezavantajları

Yenilenebilir enerji kaynakları belirgin bir çevre kirliliğine neden olmamaktadır. Fakat küçükte olsa bazı dezavantajları bulunmaktadır. Doğal yaşam konusunda bazı

yenilebilir enerji kaynakları hayvanlara hafifte olsa zararı bulunmaktadır. Bunların yanında gider konusunda başlangıç maliyetleri çok yüksektir.

Bir baraj ve rezervuar oluşturmak için arazi sular altında kaldığında, bu sadece insan yerleşimlerini yok etmez. Ayrıca habitatları yok ederek hayvanları başka alanlara iter. Su altında kalan ağaçlar ve diğer bitkiler çürümeye başlar. Bu, su türbinlerinden geçerken atmosfere metan salınımı gerçekleşir (Dickmann, 2016: 17).



İKİNCİ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

2.1. Ekonomik Büyüme Kavramı

İktisadi büyüme genel anlamda bir ulusun “reel gayri safi yurtiçi hasılasında” (reel GSYİH) ya da üretim kapasitesinde bir yıl veya belirli bir zaman dilimi içerisinde ortaya çıkan artış olarak bilinmektedir. Bir ulusun GSYİH'sini, üretim faktörlerinin üretim noktasında dahil edilmesinde kullanılmış olan üretim faktörlerinin organizasyon kalitesi ve sayısı belirlemektedir. Üretim faktörleri çerçevesinde gelişmiş bir ülke, faktörleri verimli bir biçimde organize ederek üretim sürecini oluşturamazsa, GSYİH, diğer ulus ekonomisinin GSYİH'sinden daha az olabilir (Yıldız, 2018: 3).

Ekonomi, insanların şu soruyu sormasıyla ortaya çıkmıştır: Refahın koşulları nelerden oluşmaktadır? Toplum yaşam standartlarını nasıl yükseltebilir? Bu sorular büyüme teorisinin özünü tanımlamaktadır (Grandville, 2009: 1). İktisadi büyüme niteliksel büyüme ve niceliksel büyüme olarak iki geniş kategoriye ayrılabilir. Kantitatif büyümede, belirli teknolojik endüstriyel yapı ve düzey altında, esas olarak girdi yükseltilerek üretim artırılmaktadır. Niteliksel olarak büyüme, gelişmiş bir endüstriyel yapı, üretim ve yenilikten kaynaklanan teknolojik gelişmelerle yeni talep yaratan yeni ürünlerle geliştirilmektedir. Tarım toplumlarında, teknolojik ilerlemelerin meydana gelmesi yavaş olduğu için niteliksel büyüme hafiftir ve tarımın azalan marjinal getiri özelliği nedeniyle niceliksel büyüme giderek azalır. Bu nedenle, büyüme durgunlaşır. Tarım toplumlarında, ekonomik büyüme perspektifinde, ekonomi basit yeniden üretim karakteri nedeniyle bir kısır döngüye yakalanır. Bununla birlikte, sanayi toplumlarında, kısa vadeli üretim azalan getiriler gösterse de, teknolojik ilerlemelerin nispeten hızlı olması nedeniyle niteliksel büyüme mümkündür; aynı zamanda, sermaye yatırımı ve birikim nedeniyle nicel büyüme mümkündür. Sanayi toplumları sadece niceliksel büyümeye güveniyorsa, ekonomik kriz gibi bir ekonomik kısır döngü kaçınılmazdır çünkü arz eninde sonunda talebi geçer. Ancak, eğer sanayi toplumları teknolojik

gelişmelere bağlı olarak niteliksel büyüme ile işaretlenirse, yeni ürünler sürekli olarak yeni talep yaratacağı için ekonomiyi hızlandıran verimli bir döngü mümkündür. Bu bağlamda, iktisadi büyüme açısından bakıldığında, yavaşlayan tarım ekonomisiyle hızlanan sanayi ekonomisi farklı özelliklere sahip olduğu; başka bir açıdan, onlar iktisadi büyüme bağlamında farklı genlere sahip farklı organizmalar (Kim ve Hesmati, 2013: 7-8).

Nüfus artışı tarafından tamamen emilen artan üretim, büyüme değil, genişlemedir: Bu, daha fazla insanın aynı şekilde yaşaması ve aynı şeyleri yapmasıdır. İktisadi büyüme, ortalama gelirlerin artmasıyla ilgilidir. Bu, insanların maddi yaşam standartlarını yükseltmelerine, daha çok şeyden daha çok keyif almalarına, daha iyi eğitim almalarına, daha sağlıklı olmalarına, daha çok boş zamana, daha çok eğlenceye vb. olanak tanır. İktisadi büyüme, toplumların tüketimi için seçeneklerin derinliğini ve kapsamını artırmak ile ilgili olduğu vurgulanır. Ekonomik büyüme her zaman değişimi içerir. Yeni mal ve hizmetler tanıtılır, harcama ve tüketim değişir, üretim genişler, yeni üretim süreçleri gelişir, üretim yeni lokasyonlarda gerçekleşir, insanlar yeni lokasyonlarda yaşamayı tercih eder vb. büyüme dünyası, durağan ekonomilere veya ölçek veya kapsam olarak artan ancak artmayan ekonomilere sahiptir. Büyüme ekonomileri ise devam eden yapısal değişimi içerir. Büyüyen bir ekonomide değişmeyen tek şey değişimdir (Hudson, 2015: 1).

2.2. Ekonomik Büyüme Modelleri

İktisadi büyümenin kaynaklarının belirlenmesi ve bunun sürdürülebilirliği iktisatçıların temel ilgi odaklarından birini ortaya çıkarmıştır. Bu sebeple ekonomik büyüme olgusu, iktisat biliminden ayrı bir bilim dalı olarak görülmeye başlanmasından sonra üzerinde çalışmalar başlamıştır. İktisadi büyüme teorilerinin kökleri klasik iktisatçılardan Adam Smith, Robert Malthus, Stuart Mill, David Ricardo ve Karl Marx'dan 15. yy. ile 18. yy. arasında kabul görmüş olan merkantalist iktisatçılara kadar dayanmaktadır. Bu iktisatçıların çalışmalarında büyüme ve büyümeye ilişkin dinamik bölüşüm problemlerinin önemli bir yeri vardı (Akiş, 82). Sonraki yıllarda ise ekonomik

büyüme teorilerine yeni eleştiriler ve farklı bakış açıları getiren iktisatçılar yeni büyüme modellerini ortaya çıkarmıştır.

2.2.1. Klasik Büyüme Modeli

Klasik iktisatçılar, serbest rekabet ile ekonomide üç tane temel iktisadi sorunlardan iki tanesi olan kaynakların etkin ve tam kullanımının çözüme kavuşacağına inanmaktadırlar. Bu nedenle klasik iktisatçılar için en önde gelen sorun, ekonomide üretilmekte olan hizmet ve mal miktarının artırılması, yani ekonomik büyümedir. Sanayi devrimiyle beraber dünya ekonomisinde ilk kez ortaya çıkmış olan hızlı büyüme kavramı, büyümenin kuramsal bir şekilde irdelenmesini de sağlamıştır. Bu noktada hızlı büyüme ile aynı zamanda ortaya çıkan, iktisat biliminin de başlangıcı sayılmakta olan ve Adam Smith'in temellerini oluşturduğu, David Ricardo'nun kavramlar arasında bağı sistematiği bir hale getirmeye çalıştığı klasik iktisadın büyüme iktisadı olduğu görüşü hâkimdir. Klasik iktisatçılar ekonomilerin uzun dönemde denge koşullarını araştırmaları ve gelirin uzun dönemde artmasının sebeplerini aramaları, yaptıkları çalışmalarda ekonomik gelişmeyi ve büyümeyi odak noktası haline getirmiştir. Bu bağlamda Klasik iktisatçılar, analizlerinde çeşitli soyutlamalarda bulunmuş, farklı modeller kullanmış, fakat ortak paydaları uzun dönemde sermaye birikimini yani ekonomik büyümeyi incelemek olmuştur. Klasik iktisatçılar büyümenin kaynağını “arz yönlü” ele alarak emek arzını, teknolojiyi sermaye birikimini ve doğal kaynakları büyümenin ana belirleyicileri olarak göstermişlerdir (Atılğan ve Köksal, 2010: 367).

Adam Smith Klasik İktisadın temellerini “Ulusların Zenginliği” adlı eserinde atmıştır. Bu eserde bir devletin zenginleşmesinde iş bölümünün önemi çok fazladır. Adam Smith'e göre “emeğin üretim gücündeki en büyük gelişmenin ve emek harcarken gösterilen ustalık, beceri ve muhakeme yeteneğinin büyük bir kısmı” iş bölümünden dolayı meydana gelmiştir. İş bölümünde emekte artan verimden söz etmek mümkündür (Özsağır, 2008: 335). Adam Smith, iktisadi büyüme teorisi bakımından değil, genel ekonomik ilkeler noktasında tartışarak ekonomik büyümenin analizine dolaylı bir şekilde önemli bir katkı yapmıştır. Politik ekonomi sistemlerini ortaya çıkaranın koşullar

olduğunu yazmış, fakat politik ekonomideki ilerlemenin koşullarda da değişikliklere ve gelişmelere yol açabileceğine inanmıştır (Letiche, 1960: 2).

İktisadi büyüme terimini ortaya çıkaran iktisatçıların başında Adam Smith gelmektedir. 1776 senesinde Adam Smith'in yayınlarından olan "Milletlerin Zenginliğinin Doğası ve Nedenleri Üzerine Bir Deneme" adlı çalışmasında yazdığı büyüme modeli, (18. Yüzyılda İngiltere'de başlayan ve 19. yüzyılda ABD ve diğer Avrupa devletlerine yayılan sanayi devriminin) işbölümünün ve sanayi büyüme hızının artması gibi kavramlar üzerine oluşmuştur. Bu bağlamda Adam Smith'in ortaya koyduğu büyüme modelinin arka planında sanayi devrimi yatmaktadır (Ünsal, 2016: 39). Adam Smith 16 ile 18. Yüzyıllar arasında yaşanan ekonomik gelişmeleri, büyük devletlerde toprağı işlemek yerine imalat ve ticaretle, kır endüstrisinden çok kent endüstrisine geçme çabaları olarak değerlendirmiştir. Tarımın amaçlarının başında ticaret gelmektedir. Savaş ve hastalıklar yüzünden ekonomik açıdan kötü duruma düşen ülkeler, bu durumdan kendilerini çıkarmak için ticarete ve endüstriye teşvikte bulunmuş, tarım canlandırılmaya çalışılmış, yönetsel sistem geliştirilmiş, sömürgeci şekilde yayılmak için yollar aranmış ve vergi sistemi düzenlemelere gidilmiştir. Bu bağlamda ekonomik gelişmeler göz önünde bulundurulduğunda ekonomik büyümenin o dönemin şartlarına bağlı olarak meydana geldiği söylenebilir. Bu noktada Adam Smith'in iktisadi büyümeyle sermaye birikimi analizinde, kar üzerinde etkili olduğu bilinen verimlilikteki değişimler ön plandadır. Verimliliği ise işbölümü, devletlerin bulunduğu coğrafi konum, teknolojik gelişmeler, ülkenin kurumsal yapısı ve doğal kaynak arzı gibi faktörlerle incelemiştir (Aytekin, 2017: 29).

Klasik iktisatçılar da ekonomik büyüme yalnızca emek, teknoloji, toprak ve sermaye gibi temel üretim girdileriyle değil, onlarla beraber politik, ekonomik ve sosyal yapılara bağlı olduğu anlaşılmaktadır. David Ricardo ve Thomas Maltus'un karamsarlığı ile Adam Smith'in beraberliğiyle, iktisadi büyümenin sürdürülebilirliği endişesi, klasik iktisatçıların ana endişesiydi (Uçak, 2015: 664).

Smith'in teorisinde sermaye birikimi, nüfus ve istihdam artışına yol açar ve bununla mamul mallar pazarının genişlemesi şartıyla, bunu artan bir iş bölümü takip ederek ve bunun da emek verimliliği üzerinde olumlu etkileri olacaktır. Eğer rekabet

yeterliyse ve sermayedeki artış genel olarak rekabeti arttıracaksa, mamul malların fiyatları birim işçilik maliyetleriyle birlikte düşecek ve bunun sonucunda işçilerin satın alabileceği mamul malların miktarı ve çeşidi artacaktır. Bu nedenle Smith'in büyüme hesabında, daha hızlı sermaye birikimi, daha hızlı bir istihdam ve üretim artışı ve yaşam standartlarında daha hızlı büyüme ile ilişkilidir (Eltis, 2000: 69). Adam Smith, iktisadi büyümeyi tamamen içsel bir olgu olarak ele almıştır. Büyüme oranı, araçların kararlarına ve faaliyetlerine bağlıdır. Ekonomik olarak kullanılabilecek yeni bilginin içsel bir şekilde yaratılmasına özel önem verilmektedir (Kurz ve Salvadori, 2003: 114).

David Ricardo teorisini 19. yy. da sanayi devriminde yaşanan, sermaye ve tasarruf birikimleri hızlandığı, tarımda çalışanların veriminin düşüklüğü, emeğin neredeyse tamamının istihdam edildiği, sanayi kısmında teknik ilerlemenin üretim sürecine dâhil olduğu ve asgari ücretlerin geçim seviyesinde dengeye geldiği, problemlerin olduğu İngiltere ekonomisinden fazlaca etkilenmiştir. Ricardo, nüfusun artmasının tahıl talebi ve bununla beraber tarımsal üretim teşvikini arttıracak olduğunu belirtmiştir. Yoğun tarım metotlarıyla birlikte zamanla az verimli tarım toprakları açılacaktır. Dolayısıyla tarımsal üretimi daha yüksek maliyetli ve daha zor hale getireceği için ürün fiyatları artacaktır. Bununla beraber hem tarım hem de sanayi sektöründeki karlar düşme eğilimine girecektir. Karların düşmesi sermaye birikimini durduracak, net yatırımlar sıfırlanacak, nüfus artışı duracak ve büyüme de duracaktır (Yılmaz, 2016: 46). Ricardo büyüme konusunda, “birikim güdüsünün, karın her azalacağını ve (kapitalistlerin) karları, sıkıntılarını ve sermayelerini verimli bir şekilde kullanmada zorunlu olarak karşılaşmaları gereken riski karşılamayacak kadar düşük olduğunda tamamen sona ereceğinden” bahsetmiştir. Aynı şekilde, “tasarruflar hızlı olabilirler ve sonuç olarak birikim güdüsünü azaltacak ve sonunda onu tamamen yok edecek kadar düşük karlar elde edebileceğini” iddia etmiştir (Hollander, 1984: 202).

Klasik iktisatçılar arasında yer alan Thomas Robert Malthus 1798 yılında “Nüfus Teorisi Üzerine Bir Deneme” adlı kitabını yayınladı. Malthus'un görüşüne göre, nüfusun artması iktisadi büyümeyi olumsuz açıdan etkileyeceği için, ekonomi ve nüfus ilişkisine yönelik olarak kötümser yaklaşımda bulunmuştur (Sabbağ, 2020: 38). Malthus'un yayınladığı “Nüfus Teorisi Üzerine Bir Deneme” kitabında gıda ürünlerinin artış hızıyla, nüfusun artış hızı karşılaştırmasında ortaya bir fark çıkacağından bahsetmiştir. Ortaya

çıkan farkın insanlığı sefalet ve açlığa götüreceğini savunmuştur (Mafiegilmez.com, 2023).

2.2.2. Keynesyen Büyüme Modeli

1929’da meydana gelen büyük ekonomik krizle birlikte “Keynesyen Ekonomi” ortaya çıkmış ve 1960’lı yıllara kadar ülkelerin ekonomik yapılarında ön planda olmuştur. John Maynard Keynes’in kaleminde ele aldığı “İstihdam, Faiz ve Paranın Genel Teorisi (1980)” çalışmasında, ülkenin ekonomiye müdahale etmesi kaçınılmazdır. Bunun olmasında birçok faktör söylenebilir ama en önde gelen sebep toplam talep yetersizliğinden meydana gelmektedir (Aksu, 2014: 362). Keynes’in düşüncesine göre bir ülke, güvenlik ile birlikte toplumun refahını arttırmaya yönelik politikalar geliştirmelidir. Ekonomik olarak ülkelerin temel amacı iktisadi büyümenin yanı sıra sağlık, eğitim, altyapı vs. harcamalarını da yapmakla yükümlüdür. Devletin ekonomiye müdahale etmesiyle, maliyetler düşecek ve verimlilik artacaktır. Bunlar ile beraber GSYİH artış meydana gelecektir (Duran, 2022: 26).

Keynes’in çalışmasında istihdam hacmi ve işgücü talebi, mal piyasalarında ve belirsizliğin olduğu ortamda bekleyişlerin değişmesiyle efektif talep düzeyiyle ilişkilidir. Keynes’e göre “ücret-birimiyle” ölçülen ve efektif talep seviyesine karşı gelen “istihdam hacmini” göstermekte olan bir istihdam fonksiyonu yazılabilir. Bu fonksiyonda istihdam hacminin “efektif talep düzeyine” bağlı şekilde nasıl değiştiğini göstermekte olan fonksiyondur (Tanyeri, 1998: 39). Keynesyen görüşe göre “dolaylı yabancı sermayenin hareketlerinin” serbest bir biçimde bırakılması ve finans sistemin de bu politikayla düzenlenmesi sakınmayı gerektiren bir durumdur. Çünkü dolaylı yabancı sermaye için serbest faiz oranında; bununla birlikte işsizlik ve büyüme oranlarında istenmeyen dalgalanmaları oluşturabilir. Bu dalgalanmaların sonucundaysa iktisadi büyümenin potansiyel büyümenin altında kalması, refahta yaşanan kayıplar ve gelir dağılımının bozulmasıyla ilgilidir (Erdem ve Dumrul, 2014: 51).

Ekonomistler devletlerin öncelikli hedeflerinin refah seviyesinin artırılması, ekonomik büyümenin sağlanması, yaşam koşullarının iyi hale getirilmesi gibi birçok

amaçtan söz etmişlerdir (Zeynallı ve Hasanoğlu, 2022: 546). Ekonomik büyüme ile kamu harcamaları arasındaki bağlantı 19. Yüzyıldan beri iktisat literatüründe kendine yer bulmuş ve tartışma konusu haline gelmiştir (Ahuja ve Pandit, 2020: 5). Keynes ve Wagner ekonomik büyüme ile hükümet harcamaları arasında bir bağın olduğunu savunmaktadırlar (Emeru, 2023:1). İktisadi büyüme ile kamu harcamaları arasındaki ilişkiye bağlamında Wagner'in, iktisadi büyümenin sağlanması neticesinde ülkenin ihtiyaçlarının artması ve çeşitlenmesi sebebiyle kamu harcamalarında artışın meydana geleceği yönünde değerlendirmeleri olmuştur (Zeynallı ve Hasanoğlu, 2022: 546). Wagner'in görüşlerinin aksine; Keynes, kamu harcamalarının arttırılması neticesinde iktisadi büyümenin de artacağını yani iktisadi büyümenin meydana gelmesini sağlamak için kamu harcamalarının artışının gerekli olduğunu vurgulamıştır. Keynes, klasik görüşün tersine ekonominin toplam talep yönüne ağırlık vermesi gerektiğini savunmuştur (Gül ve Yavuz, 2011: 75). Dolayısıyla hükümet harcamalarının iktisadi büyüme üzerinde pozitif bir etkisi bulunmaktadır. Keynesyen teoriye göre, bir hükümet ne kadar fazla harcama yönünde eğilim gösterirse, genişletici maliye politikasının neticesinde iktisadi büyümenin de o kadar fazla artacağı öngörülmüştür (Nyasha ve Odhiambo, 2019:83-84). Kamu harcamaları, kısa dönem de dalgalanmaları azaltacak ve ekonomik büyümeyi arttıracak bir politika aracı konumundadır. Bu nedenle Keynesyen görüşte, kamu harcamalarının yükselmesi iktisadi büyümenin sonucu olarak değil, nedeni olarak varsayılmaktadır (Gül ve Yavuz, 2011: 75). Keynesyen görüşle 19. yüzyılda ortaya çıkan müdahaleci hükümet anlayışı uzun yıllar sürmüştür. Bu anlayış gelir dağılımının düzenlenmesi, ekonomik açıdan istikrarlı hale gelmesi, iktisadi kalkınma ve büyümenin sürdürülebilir olması için devlet harcamalarındaki artışı maliye politikası olarak uygulamaya koymuşlardır (Oktayer ve Susam, 2015: 146).

Keynes, ekonominin gerilediği zamanlarda hükümetlerin kısa dönemli bir çözüm niteliğinde olan toplam talebi teşvik etme yönünde ekonomiye müdahalenin gerekliliğinden bahsetmiştir. Kamu harcamalarının yükselmesiyle toplam talepte artış meydana gelecektir. Çarpan katsayısının olmasından dolayı çıktıda ve istihdamda artış olacaktır. Keynes'in maliye politikasında devlet harcamalarının önemli bir yeri vardır. Keynesyen modelde, kamu harcamaları hem kısa hem de uzun vadeli iktisadi büyümeyi arttıran bağımsız ve dışsal bir faktör olarak varsayılmaktadır. Nedensellik ilişkisi devlet harcamalarından ulusal gelire doğru olduğunu belirtmişlerdir. Durgunluk dönemi

sonrasında kamu harcamaları iktisadi büyümeyi arttırmak için hükümetler maliye politikalarına yönelebilirler (Atgür, 2020: 900).

Önerme de, hükümet harcamaları yükseldikçe, üretimin de buna ayak uyduracağı ve önde gelen talep teşvikini ve dolayısıyla artan GSYİH düzeylerini toplamak için olduğu vurgulanmıştır. Özel yatırım, hükümet harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkiler gösterebileceği başka bir kanaldır. Artan hükümet harcamaları, daha yüksek ekonomik büyümeye dönüşecek olan özel yatırımı teşvik etmektedir (Nyasha ve Odhiambo 2019: 83-84). Keynesyen düşünceye göre devlet harcamaları, bir yandan hızlandıran diğer yandan ise çarpan mekanizmalar ile geliri kendisinden daha çok arttırdığı görüşü hâkimdir. Klasik maliyeciler devlet harcamalarının bu yönünden bahsetmemişler, kamu harcamalarını kamusal hizmetlerin karşılığı olarak adlandırmışlardır. John M. Keynes'ten sonra bu anlayış değişmiştir. Maliyeciler devlet harcamalarını ekonomi yönünden geliri arttırıcı özelliğe sahip olduğunu vurgulamıştır (Şanlısoy, 2016: 105-106).

Keynesyen sistemde yatırımların önemi büyüktür. Yatırımlar, efektif talebin itici unsurudur. Kahn, yatırım harcamalarının yükselmesinin kendinden daha fazla istihdam artışını göstermek için “çoğaltan (çarpan)” kavramını kullanmıştır. Keynes ise çoğaltan (çarpan) kavramını, yatırımların artmasının geliri arttırdığı yönündeki etkisini belirtmek için kullanma yoluna gitmiştir. Çarpan kavramı incelendiğinde, Keynes'e kadar anlaşılamamış noktaları da açıklamaktadır. Bu iki noktadan birincisi, para arzında meydana gelen bir genişlemeyle finanse edilen yatırımların artışlarının atıl kaynakları olan bir devlette yatırım harcamasındaki artıştan daha yüksek bir gelir artışına neden olacağı görüşüdür. İkincisi ise, harcama bakımından oluşabilecek sızıntıdır. Dolayısıyla çarpan etkisiyle meydana gelebilecek gelir artışı, bir noktadan sonra harcama akımında oluşabilecek sızıntılarla gittikçe azalacak, vakit geçtikçe de yok olacaktır. Bu Büyük Buhran zamanında para basarak ekonomiyi bir şekilde canlandırmak için uğraşanlar tarafından ilgiyle karşılanıyordu. Fakat çarpanın işleyişi sebebiyle gelirde oluşabilecek artışlar belli bir sürenin geçmesini gerektirecekti. Keynes, çarpanın dinamik yönünü ele almamıştır. Keynes çarpanı statik çerçevede ele alarak, gelirin yeni oluşacak olan denge seviyesinin çarpanla ilişkili olacağını savunmuştur (Fisunoğlu ve Tan, 2009: 37).

Keynes bir ekonomide sürekli olarak tam istihdam dengesinin olmayabileceğini ve eksik istihdam dengesinin söz konusu olabileceğini savunmuştur. Keynes'in bu düşüncesi "dengesizlik dengesi" olarak da adlandırılmıştır. Genel teori bu noktadan da anlaşılacağı gibi, bir denge teorisidir. İşsizliği azaltmak için satışların arttırılması gerekir. Satışların da arttırılması için toplam talebi arttırıcı politikalar uygulanması şarttır. Emek piyasasında kısa dönemde bu fazlalığı gidermekteki amaç, tam istihdamın oluşmasından daha çok ulaşılabilecek en yüksek çalışma seviyesine çıkarmaktır. Zira tam istihdam sadece uzun dönemde sağlanabilir. Bu da geçici ve istisnai bir durumdan ibarettir. Gönülsüz işsizlikten dolayı tam istihdamın sağlanması engellemektedir. Keynes'in istihdamın artması yönündeki önerisi, canlandırıcı politikalarla devletin ekonomiye müdahale etmesidir. Yani talebi arttırıcı politikalar uygulayarak üretimin ve yatırımın arttırılması gerekmektedir (Turan ve Öztürk, 2016: 261-267).

John M. Keynes, Büyük Buhran'ın talep çöküşünden meydana geldiğini ileri sürmüştür. Keynes'in düşüncesine göre, "çıktı ve istihdam yaratan tasarruf değil, harcamadır ve harcamalar kazancın altına düştüğünde işsizlik ortaya çıkar." Kriz meydana geldiğinde iktisadi ajanlar tasarruf etme yönünde eğilim gösterirler. Fakat herkesin tasarruf ettiği bir ortamda, durumlar daha da kötüleşebilir. Buna tasarruf paradoksu adı verilmektedir. Keynes, belirsizliğin panzehrinin "ucuz para, akıllıca harcama" olduğuna inanıyordu. Yani, faiz oranları düşük olmalı ve yurt içi harcamalar tam istihdamı, güçlü tüketici talebini ve bayındırlık işlerini teşvik eden politikalara yatırılmalıdır. Ayrıca gelir eşitsizliğini azaltmanın tüketici güvenini artıracığına inanıyordu. Keynes, böyle bir yaklaşımın erdemli bir refah döngüsü yaratacağını iddia etmiştir (Skidelsky, 2009: 8).

2.2.3. Neoklasik Büyüme Modeli

Neoklasik büyüme modeli, bağımsız olarak birbirine benzer tek sektör modellerini savunan Solow (1956) ve Swan'ın (1956) çalışmalarıyla ortaya çıkmıştır. Solow, neoklasik model ile yakından ilişkili olan bir büyüme analizini oluşturmuştur. Swan'da Solow'a çokça benzeyen bir çalışma yapmıştır. Fakat matematiksel açıdan daha açık bir şekilde ele almıştır. Solow-Swan modeli, teknolojideki gelişmenin, işgücündeki

büyümenin, sermaye stokundaki büyümenin nasıl bir etkileşim halinde olduğunu ve bir ülkenin toplam çıktısını nasıl etkisi altına aldığını göstermek için oluşturmuştur. Model, ölçeğe göre sabit getirili olan bir üretim fonksiyonuna dayanan mal arzına sahiptir. Emek sabit oranda artar, tasarruf oranı sabit, teknoloji düzeyi süreç içerisinde sabit ve sermaye sabit oranda değer kaybeder. Yani zamanla sermaye stoklarının bir bölümü eskir ve dolayısıyla üretim için kullanılamaz hale gelir. Sermaye stoku, ekonomi çıktısının temel belirleyicisidir. Fakat sermaye stoku değişebilmektedir (Guerrini, 2006: 14).

Neoklasik İktisat Teorisi, analizlerinde toplumsal gerçekliğe yer vermemekte ve toplumun zaman içerisinde geçirdiği evrimi görmezden gelir. Varsayımlarında ve analizlerinde bireyi merkezine koyan neoklasik Teori'nin, bir bağlamda yönetsel bireyciliği kullandığı bilinmektedir. Bir anlamda da teorinin en çok eleştirildiği nokta toplumsal gerçekliği göz ardı etmesinden kaynaklıdır. Bu davranış analizi anlaşılır kılmak ve basitleştirmek noktasından işe yarar gibi görünse bile, neoklasik Teori toplumlar için geçerliliği konusunda problemler oluşturmaktadır. Üstelik firma ve birey davranışlarını fayda/kar maksimizasyonu noktasından ibaret görmekte olan indirgemeci yaklaşım, neoklasik iktisat teorisini zayıflatan en önemli hususlardan bir tanesidir (Lila, 2020: 243).

Azalan verimler kanunu neoklasik Büyüme teorisinde işlediği için model durağan hale gelmekte ve iktisadi büyümeyi belirleyen temel faktör teknolojik gelişme ve nüfus artış hızıdır. Daha fazla tasarrufta bulunan bir ülke, daha az tasarruf yapan ülkeye göre durağan durum dengesinde daha çok sermaye yoğun olmaktadır. Fakat durağan durumda olan ülkenin tasarrufunda meydana gelebilecek bir artış, iktisadi büyüme hızına etkisi bulunmamaktadır. Ekonomik büyümenin uzun dönemde dışsal teknolojik gelişmeler çerçevesinde belirlenmesiyle, uzun dönemde devletlerin gelir düzeylerinin birbirlerine yaklaşacağı varsayılmaktadır. Gerek gelişmiş ve gerekse gelişmekte olan uluslararası, uzun dönemde mevcut gelir farklarının yok olacağı fikri “yakınsama hipotezi” olarak adlandırılmaktadır (Özel, 2012: 37). Neoklasik teorinin iki temel öngörüsü vardır. İlki, her bir ekonominin uzun dönemde kendi denge noktasına doğru yakınsayacağıdır. Diğeri ise mevcut bütün ekonomilerin uzun dönemde ortak bir şekilde denge düzeyine doğru yakınsayacağını varsaymaktadır. Bu görüşlere mutlak yakınmasa adı verilir. Fakat neoklasik teorinin iki temel öngörüsü vardır. İlki, her bir ekonominin uzun dönemde kendi denge noktasına doğru yakınsayacağıdır. Diğeri ise mevcut bütün ekonomilerin

uzun dönemde ortak bir şekilde denge düzeyine doğru yakınsayacağını varsaymaktadır. Bu görüşlere mutlak yakınmasa adı verilir. Fakat veriler, ülkelerin kendi aralarında gelir farkının kapanmasının genel bir şekilde olmamasından dolayı neoklasik teorisini savunanlar buna koşullu yakınsama adını vermişlerdir. Neoklasik teori, dışsal olarak ele aldığı tasarruf oranı, nüfus artış oranı, teknolojik gelişme düzeyi, amortisman düzeyi gibi yapısal parametrelerin tüm ülkeler için aynı olduğunu savunmaktadır. Bu varsayımda, ülkelerin ekonomileri arasında yapısal değişikliklere izin verilip, gevşetilirse geliri yüksek olan ülkeler, geliri düşük olan ülkelere göre daha büyüyeceğini göstermiştir (Turan, 2001: 132).

Solow, neoklasik büyüme modelinde teknolojik değişimleri, üretim fonksiyonu noktasında ele almıştır. Solow, “teknolojik gelişmeyi” girdide meydana gelen artışlarla tanımlanamayan bir üretim artışının, üretim fonksiyonunda yukarı yönlü kaymalar şeklinde açıklamıştır. Bu bağlamda, üretim sürecinde aynı miktarda üretim faktörlerinden kullanarak öncesinden daha fazla ürün ortaya çıktığında, teknolojik gelişmenin oluşumundan bahsedilebilir. Solow’un görüşüne göre, üretimde meydana gelen artışın üretim anında kullanılan işgücü ve sermaye gibi “temel üretim faktörlerinden” oluşan kısmı dışarıda tutulduğunda, geri de sadece teknolojideki gelişmenin ekonomik büyümeye katkısını bulabiliriz. Bir başka deyişle üretim fonksiyonunda yaşanacak kaymanın, girdi artışlarını oluşturmeyen kısmı teknolojik gelişmeleri göstermektedir (Arslanoğlu, 1994: 2).

Neoklasik özelliklere sahip olan Solow büyüme modelinde, tek bir malın üretiminin yapıldığı tek bir sektör söz konusudur. Dolayısıyla toplam çıktı düzeyi bu mala göre belirlenmektedir. Solow modeli; nüfus artışı, sermaye ve teknolojinin yıpranma noktasının sabit ve dışsal olduğu, rekabet koşulları altında piyasanın oluştuğu, yatırım ve tasarruf eşitliğinin gerçekleştiği, sermaye ve işgücü (birbirlerinin yerlerine ikame olan üretim faktörleri) için azalan oranda getiri ama üretim fonksiyonunda ölçeğe göre sabit getiri varsayılan kapalı ekonomide analiz edilmektedir. Solow’un neoklasik büyüme modeli olarak adlandırılan Cobb-Douglas üretim fonksiyonu aşağıdaki gibidir (Alper, 2019: 208).

$$Y = f(K, L) = AK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (1)$$

Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda “Y” çıktı düzeyi, “K” sermaye miktarı, “L” emek miktarı ve “A” teknoloji düzeyini açıklamaktadır. Bununla beraber $1 > \alpha > 0$ şeklindedir. Solow’un büyüme teorisinde üretim fonksiyonu ölçeğe göre sabit getiriye sahiptir. Örneğin emek ve sermaye iki kat arttığında, yeni kullanılmaya başlanan girdilerde üretimin de iki kat artacağını varsaymaktadırlar. Bu üretim fonksiyonuna bakıldığında durağan durum neticesine ulaşıldığında, iktisadi büyümenin teknolojik gelişme hızı ve nüfus artış hızı tarafından belirlendiği öne sürülür. Bu iki değişken, bu modelde dışsal olarak belirlenmektedir (Taban ve Kar, 2006: 161).

Büyüme modellerinde kabul edilen bazı varsayımlar modellerin sorunsuz bir biçimde işleyişinin anlaşılabilmesi ve çalışması için çok önemlidir. Modelin varsayımları aşağıdaki gibidir:

- Ekonomide bir tek mal üretilmektedir,
- Devlet müdahalesi yoktur,
- Azalan verimler kanunu geçerlidir,
- Tam rekabet vardır,
- Sermaye birikimi yalnızca fiziki sermayeden oluşmaktadır,
- Üretim fonksiyonu Cobb-Douglas’tır (Ulucak, 2015: 28),
- Ölçeğe göre getirilerin sabit sabittir,
- Sermayenin marjinal verimliliği azalır,
- Teknoloji dışsal olarak belirlenir,
- Faktörler arası ikame mümkündür ve bağımsız yatırım fonksiyonu yoktur (yatırım-tasarruf eşitliği sağlanır) (Kibritçioğlu, 1998: 8),
- Ekonomi dışı kapalıdır. Bu sebeple dış ticaret mümkün değildir,
- Hükümetin ekonomide doğrudan bir yeri veya rolü yoktur. Dolayısıyla devlet, başka makro değişkenin veya toplam talebin bir ayağını oluşturmaz.
- Sermaye birikiminin (yatırımın) kaynağı yurt içi tasarruflardır. Bu noktada planlanan tasarruf ve planlanan yatırımlar özdeşdir.
- Yatırım ve tasarruf kararlarını alanlar bu kararlarını serbestçe verirler fakat ilgili özdeşlikten kaynaklı yatırımcıların “kâr bekleyişleri” modele eklenmemiştir,

- Ekonomide tam istihdam vardır, bu bağlamda piyasa mekanizması kusursuz çalıştığı varsayılır,
- İktisadi ajanlar tam rekabet piyasasında fiyat alıcıdır. (Herhangi bir satıcının fiyatı belirleme gücü yoktur.)
- Ekonomide tekil-homojen mal üretimi bulunmaktadır. Bu mal üretimi çıktıyı oluşturmaktadır.
- Sermaye ve emek için azalan verimler geçerlidir.
- Nüfus artışı ve teknoloji dışsaldır. (Karataş, Duman ve Aydın, 2023: 58).

Solow (1956) ve Swan'ın (1956) ekonomik büyümeye ilişkin neoklasik modelleri, uzun dönemde, sermayenin pozitif marjinal üretkenliğinin, amortisman hariç, yeterli dışsal büyümeye bağlı olduğunu göstererek geleneksel görüşü zayıflatmıştır. İşbirliği yapan faktörlerin büyümesi ve topluluğun tasarruf kararları, büyüme oranının belirlenmesinde önemsiz hale gelmiştir. İkincisi, bunun yerine işgücünün ve emek verimliliğinin dışsal büyüme oranlarına bağlıdır. Topluluğun tasarruf ve tüketim arasındaki tercihlerine atfedilen azaltılmış rol ve geleneksel görüşün dış etkenlere dayanması “entelektüel açıdan pek tatmin edici” değildir (Arrow, 1962, s. 155). Aslında, EGT'nin merkezi teorik amacı, tam olarak, sermayeye pozitif (marjinal) getirilerin olduğu ve büyüme oranının, iki ülke arasındaki topluluğun tercihlerine bağlı olduğu bir neoklasik ekonomik büyüme modeli oluşturmak gibi görünmektedir. Şimdiki ve gelecekteki tüketimdir ve bu nedenle de “içsel”dir (Cesaratto, 1999: 772).

Bu süreçte, ücret seviyesinde bir artışa (azalmaya) ve faiz seviyesinde bir düşüşe (yükselmeye) yol açan artan bir iş (işçi) arz fazlası vardır. Pozitif nüfus artışına sahip büyüme modelinin aksine, nüfus düşüşüne sahip neoklasik modelde çok yüksek (düşük) bir ücret seviyesi, ücret düşüşünü (ücret artışını) tetiklememektedir. Bunun yerine, işyerlerinin (işçilerin) artan fazlalığından dolayı ücret seviyesinde daha fazla artışları (düşüşleri) tetikler. Sonuç olarak, işgücünün ve nüfusun negatif bir büyüme hızı varsayımı, dengenin istikrarsızlığına yol açmaktadır. Sonuç olarak, makul bir analiz artık mümkün değildir. Ayrıca, nüfus artış hızının pozitif olduğu varsayılsa bile, ne nüfusun (değişen) yaş yapısının etkisi ne de nüfus büyüklüğünün ekonomik büyümeye yansımaları bu teoride incelenememektedir (Gruescu, 2006: 19).

Neoklasik büyüme modelinin problemleri üç ana başlık altında yazılabilir:

1. Ülkelerin arasındaki farklılıkların önemi: Fiziksel ve beşeri sermaye stoklarıyla az gelişmiş (yoksul) ve gelişmekte olan devletler, gelişmiş devletlere yetişemezler. Devletlerin faktör donanımlarını; teorinin öngördüğünün tersine farklı bir şekilde olması “sermayenin marjinal verimliliğinin de” farklı olmasına neden olacaktır.

2. Yakınsama oranı: Teoride yoksul devletlerin sermaye stoku az olduğundan “sermayenin marjinal getirisi” daha fazla olacak ve yoksul olan ülkeler daha az zamanda durağan duruma geleceklerdir. Fakat çalışmalarda çoğunluk aynı gelişmişlik düzeyindeki toplumlarda yakınsama gerçekleşebilir. Yoksul devletlerin ise gelişmiş devletlerle aralarındaki gelir farklılıklarının giderek artacağı görülmektedir.

3. Getiri oranı: Teoriye göre az gelişmiş devletlerin sermaye stoku az olduğundan “sermayenin marjinal getirisi” daha fazla olacaktır. Dolayısıyla faiz ve kar oranı yüksek olacak ve gelişmiş ülkelerin az gelişmiş ülkelere doğru sermaye akışı meydana gelecektir. Ancak veriler sermayenin ülkenin gelirindeki oranının zengin ekonomilerde daha fazla olduğunu ve sermaye hareketinin oluşmadığını vurgulamaktadır.

Bu sorunlarda da meydana gelen ana problem sermayenin ülke gelirindeki oranının öneminin fazla olduğudur. Çünkü sermayenin ülke gelirindeki paydası ne kadar fazla olursa, ortalama üretim çıktısında da meydana gelen azalma o aranda yavaşladığı görülür (Şiriner ve Doğru, 2005: 167).

2.2.4. Post Keynesyen Büyüme Modeli

Post Keynesyen büyüme modelinin kökeni Roy Forbes Harrod’un 1939 yılında oluşturduğu büyüme modeline dayanmaktadır. Harrod, Keynes’in yatırım teorisinde üretim kapasitesinin neticeleri üzerinde durmuştur. Sermayenin marjinal verimliliği ve tasarruf eğilimi kavramlarını değerlendirerek uzun dönemde istikrarlı büyümenin ayrıntılarını değinmiştir. Harrod’un ardından Kaldor (1955-1956), Luigi Pasinetti (1962), Robinson (1962) çeşitli çözümsel araçlar kullanarak Post Keynesyen büyümeye katkıda bulunmuşlardır. Genel anlamda Post Keynesyen büyüme modeli, yatırım planı, teknolojik

değişme, kar oranı ve tasarruf oranları arasındaki ilişkilerden çıkarımda bulunarak ekonominin “potansiyel büyüme” oranının belirlenmesi noktasına vurgu yapmaktadır. Dolayısıyla neoklasik büyümeyle arasındaki temel farklılıklardan ilki; gelir ve üretim üzerindeki etkisiyle yatırımlar tasarruflardan önce gelir ve ikinci olarak ise ekonomiler her zaman tam istihdam dengesinde olmayabilmektedir. Post Keynesyen büyüme modelinde gelir dağılımı büyüme noktasında önemi fazladır. Post Keynesyenler ücret gelir ve kar payı üzerinden tüketim eğilimlerinde farklılıklar söz konusudur. Gelir dağılımının, yatırımlar ile tasarruflar arasında dengenin oluşturulmasında ve ekonomide tam istihdamı sağlayacak toplam talebin belirlenmesinde önemli bir rolü vardır (Kutlu ve Howarth, 2017: 104).

Post Keynesyenlerle birlikte para arzının içsellik kavramı da kesinleşmiştir. Para arzı bu görüşe göre Merkez Bankasının para arzından ibaret değildir. “Para arzı para talebine bağlıdır.” Para arzı banka sistemi ve ekonominin kendi dinamikleri sayesinde ortaya çıkarılmaktadır. Post Keynesyen iktisat teorisini benimseyen iktisatçılara göre, piyasaların bugün içinde bulundukları gelişmişlik evresinde, para arzının genişlemesinde “kredi talebinin” belirleyici bir unsurdur. Bu bağlamda, bankaların aracılık faaliyetleri; parasını ödünç verenlerden parasını ödünç alanlara doğru değil, parasını ödünç alanlardan parasını ödünç verenlere doğru gerçekleşmektedir. Dolayısıyla bankacılık sektörü önce kredi sağlamakta, daha sonra ise rezerv temininde bulunmaktadırlar. Banka sektörünün daha fazla kredi sağlamak için mevduat yarattıklarında daha fazla ek rezervlere ihtiyaç duyarlar. Bu ek rezervlerin nasıl ve nereden sağlanacağı yönünde farklı görüşler bulunmaktadır. Bu noktada para arzı üzerinde Merkez Bankasının hiçbir kontrolünün bulunmadığı, para arzının tamamen “efektif talep beklentilerine” göre belirlendiği durumda para arzı tam olarak içseldir. Bu durum intibakçı içsellik olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir görüş ise yapısalıcı içsellik olarak adlandırılmaktadır. Yapısalıcı içsellik, intibakçı içsellik para arzının bütünüyle para talebi tarafından belirlendiği yaklaşımı kabul etmemektedir (Erataş, Başçı Nur ve Çınar, 2015: 400).

Post Keynesyen teori de en önemli kavramların başında gerçeklik gelmektedir. Post Keynesyenler gerçek hayatın ekonomik problemleriyle ilgilenmektedirler. Post Keynesyen iktisat, Neoklasiklerin ortaya çıkardığı hayali modellerin aksine gerçek dünyayı açıklamaktadır. Bu özelliğin olmasının nedeni ise tarihsel süreci ele almasından

kaynaklanmaktadır. Post Keynesyen iktisat, belirsizliğin çok fazla olduğu dünyada, meydana gelebilecek beklentilerin çok önemli olduğu vurgulanmaktadır. Bununla birlikte ekonomik belirsizliğin bulunduğu zeminde oluşabilecek kurumlara ve kurumsal yapıların görevleri daha fazla önemli hale gelmektedir (Esen ve Yıldırım, 2019: 148).

Harrod-Domar teorisi ve modeli, Harrod ve Domar'ın faaliyetlerinin etrafında döndüğü ana sütun olan tasarruf ve yatırımların önemini desteklemektedir. (Hacche, 1979: 1). Model, tasarruf ile milli gelir arasındaki ilişkinin, her ülkenin tasarruf derecesini gösteren bir tasarruf oranı olarak sunulmasıdır. Model, bu iki raporun büyüme oranını nasıl etkilediğini göstermektedir. Özünde, tasarruf oranı ve sermaye ile üretim arasındaki oran ne kadar yüksek olursa, o kadar fazla ekonomik büyüme kaydedilecektir. Harrod ve Domar'a göre, ülkeler gelirlerinin belirli bir yüzdesini biriktirmeli ve yatırım yapması gerekmektedir. Gelişmedeki yetersizlik, sermaye biriktirememekten ve biriktirememekten kaynaklanmaktadır (Drăgoi, 2019: 283).

Post Keynesyenler gerçek dünyada ortaya çıkan büyüme farklılıklarının neden olduğu düşüncesi üzerinde durmuşlardır. Hem konjonktürel dalgalanmaları hem de büyüme hızını belirleyen faktör olarak yatırımın önemli bir yeri vardır. Dolayısıyla temel alanları büyüme, istihdam ve istikrar politikaları olduğu için üretimin devamlı ve hızlı bir şekilde artması, istihdam düzeyinin yükselmesi için sürekli ve yüksek seviyeli yatırım artışı şartını savunmaktadırlar. Post Keynesyenler geleneksel maliye ve para politikalarının, durgunluk durumuna çözüm üretemeyeceği söylemektedirler. Bununla beraber uzun dönemde bu politikaların büyümeyi durduracağını belirtmişlerdir. Çünkü bu politikalar, işsizliği arttırarak ve büyüme hızını düşürerek yeni politik, sosyal ve ekonomik çatışmalara sebep olacaktır. Bu çatışmalar, şuan ki üretim üzerinde yoğunlaşan ancak gerçekleşmeyen talepler oluşturmakta ve maliyet enflasyonunun artmasına sebebiyet vermektedir. Geleneksel maliye ve para politikalarının “gelirler politikası” ile desteklenmesi gerekmektedir. Post Keynesyen teori, kapitalist sistemin bir süreç içerisinde büyüyen ancak istikrarsızlıklar meydana getiren bir sistem olduğunu belirtir. Harrod’un milli gelirdeki artışını “ $G=s/v$ ” olarak gösterdiği büyüme denklemi, hem Post Keynesyen ekonomiyi hem de neoklasik ekonomiyi etkisi altına almıştır. Bu denklemde G =büyüme oranı, s =ortalama tasarruf meylini ve v =üretim için zaruri olan sermaye miktarı olarak adlandırılmaktadır (Doğan, 2019: 10-11).

Makroekonomik büyüme modellerinin önemli bir özelliği, içsel değişkenin Harrod'un garantili büyüme oranı olarak da adlandırılan teknolojik büyüme oranıdır. Teknolojik büyüme oranı, ekonominin sabit yapısının ve dış etkilerin olmaması durumundaki büyüme oranını tanımlanmaktadır. Sabit yapı, modelin parametrelerinin sabit olduğu anlamına gelir. Dış etkilerin olmaması, dışsal değişkenlerin olmaması anlamına gelmektedir (Tarasov ve Tasarova, 2019:15).

Harrod (1939) ve Domar (1946), bağımsız olarak, şimdi Harrod-Domar modeli olarak adlandırdığımız aynı büyüme modellerini geliştirdiler. İki iktisatçının bağımsız olarak aynı modeli üretmesi, modellerinin aynı Keynesyen makroekonomik modelin mantıksal uzantıları olması şaşırtıcı değildir. Keynes, makroekonomik politikanın tam istihdamı nasıl geri getirebileceğini analiz ederken, toplam talebe, özellikle de yatırım adı verilen potansiyel olarak değişken bileşene odaklanmıştır. Harrod ve Domar, yatırımın ekonominin talep tarafı kadar arz tarafını da değiştirdiğine ve tam istihdamın ancak yatırım ve diğer toplam talep kaynaklarının yeni yatırımın yaptığı artan çıktıyı tam olarak absorbe edecek kadar hızlı büyümesi durumunda sağlanabileceğine işaret etmişlerdir (Berg, 2013: 8).

Harrod-Domar modeli, yatırımın iki tarafı olduğunu öne sürer: talep tarafı (yatırım çarpanı yoluyla) ve arz tarafı (yatırım sermayeye dönüştüğünde tesis verimliliği aracılığıyla) olmaktadır. Yatırımın her iki tarafı da gelirdeki bir değişiklik ile ilgilidir. İki tarafı eşitleyerek ve sermayenin tam kullanımıyla başladığımızı varsayarak, yeni sermayeyi tam olarak kullanmak için gerekli yatırımın gerekli büyüme oranı hesaplanabilir. Hesaplama üç adımda yapılır: (1) yatırımın talep tarafının hesaplanması; (2) yatırımın arz tarafının hesaplanması ve sonra (3) iki kenarı eşitlemek (Hochstein, 2017: 349). Genel olarak, Harrod-Domar modelinin dezavantajları, söz konusu fonksiyon, üretken girdiler arasında mükemmel bir tamamlayıcılık ilişkisini dikkate aldığından, üretim fonksiyonunda örtük olmasından kaynaklanmaktadır (Gonzalezve Hassan, 2023: 150).

2.2.5. İçsel Büyüme Modeli

Arrow, 1962 yılında iktisadi büyüme teorisine “yaparak öğrenme” terimini ekleyerek önemli bir katkı sağlamıştır. Bazı sektörlerde yıllar geçtikçe maliyetlerin düştüğünü, üretimin hızlandığını ve kalitenin arttığını görmüş ve buna yaparak öğrenme adını vermiştir. Arrow öğrenme kavramını işgücü deneyimlerinin bir ürünü olarak açıklamıştır. Verimlilikte artış sadece doğrudan yeni ortaya çıkan teknolojiyi araştırmakla olmaz, işi bitirmek için aynı girdilerle rutin bir şekilde işleyen veya kısa yollar arayan işçiler tarafından aynı girdilerle verimlilik yükseltilebilir. Paul Romer 1986 yılında “Artan Getiriler ve Uzun Dönem Büyüme” adlı makalesinde bu teoriyi geliştirdiği söylenebilir. Paul Romer, yatırım ve üretim süreci içerisinde yan ürünlerden olan teknik bilginin üretildiğini, bilginin yenir bir üretimde bir nevi bedava girdi şeklinde kullanıldığını, yeni bir üretimin daha az maliyetle ve yüksek kaliteyle yapıldığını vurgulamaktadır (Özden, 2020: 336).

İçsel büyüme modellerinin ilk çalışmalarını 1998 senesinde Lucas ve 1990 senesinde Romer yapmıştır. Bu teoride büyümenin yalnızca neoklasik üretim fonksiyonuyla açıklanamayacağı belirtilmiştir. Beşeri sermaye, Ar-Ge yatırımları, artan getiriler, dışsallıklar, bilgi birikimi gibi faktörlerin modele dâhil edilmesi gerekliliği savunulmuştur. İçsel büyüme modellerindeki gelişmelerin etkisini ekonomik bölge ve coğrafya çalışmalarında görmekteyiz. Bunun sebebi mekânın önemli bir yeri olması ve modellere eklenmesidir (Baykul, 2018: 146).

İçsel büyüme teorilerinde çıkış noktasında aşağıdaki noktalar üstünde çok daha fazla durulmaktadır:

- Bilginin kullanımı bakımından tüketiciler arasında rakip olmama ve dışlanmama söz konusudur,
- Teknolojik gelişme neticesi meydana gelen bilgiden diğer iktisadi birimlerin yararlanma derecesi çok önemlidir,

- Teknolojik gelişmelerin dışsallığa sebep olması, bilgi üretiminde özel kesimin yaklaşmak istememesine sebep olmaktadır. Bu bağlamda piyasa aksaklıklarına sebep olmaktadır,

- Teknolojik gelişmeyle beşeri ve fiziki sermaye arasında bağlantı bulunmaktadır.

- Beşeri sermaye, yaparak öğrenme, teknolojik alt yapı ve Ar-Ge çalışmalarına zemin hazırlamaktadır (Özel, 2012: 69-70).

İçsel büyüme teorilerinde beşeri sermaye önemli bir çıkarım olarak karşımıza çıkmaktadır. Lucas (1988) ve Rebelo (1991) modellerinde fiziksel sermaye, beşeri sermaye gibi üretim faktörleri bulunmaktadır. Dolayısıyla bir ekonomi fiziksel sermaye yatırımlarına ihtiyacı varsa aynı şekilde beşeri sermaye yatırımlarına ihtiyaç duymaktadır. Beşeri sermaye yatırımları genel olarak eğitime yapılan yatırımlar olarak görülse de, “yaparak öğrenme” yoluyla çalışma anında kendiliğinden meydana gelebilir (Yulek, 1997: 9). Rebelo, bir ekonomide “fiziki sermaye-beşeri sermaye oranı” azaldığında yani beşeri sermaye düzeyi yükseldiğinde büyümenin hızlanacağına vurgu yapmıştır. Bu noktada Lucas, beşeri sermayeyi aynı fiziki sermaye gibi üretim faktörü olduğunu savunmakla beraber, fiziki sermayenin de önemli olduğunu düşünmüştür. Bu sebeple “fiziki sermaye-beşeri sermaye oranında” Lucas fiziki sermayenin yükselmesine önem verirken, Rebelo beşeri sermayenin yükselmesinin önemini savunmuştur. Bu bağlamda beşeri sermayenin sınırsız bir şekilde büyüdüğü noktada, uzun dönemde “sürdürülebilir büyümenin” sağlanacağı gösterilmiştir. Bununla birlikte Lucas, gerçekte bir kişinin beşeri sermayesindeki yükselişin kendi verimliliğini artırmasıyla beraber bütün üretim faktörlerinin de üretkenliğini olumlu yönde etkilemiştir. Hükümetlerin teknoloji ve eğitim alt yapısının iyileştirilmesinde yapacakları yatırımlar beşeri sermaye üzerinde pozitif etkiler yaratıp büyümeyi fiziki sermaye yatırımlarının etkisine göre daha fazla etkileyeceğini savunmuştur (Taban ve Kar, 2006: 162-163).

İçsel büyüme teorileri, durağan durumda büyüme seviyesinin ötesinde bir büyüme meydana gelmesi için teknolojinin içsel bir değişken olmasına ve ölçeğe göre artan bir getiriye sahip olması gerektiğine vurgu yapmıştır. Teknolojinin dışsal olmadığını savunan modellerde, Ar-Ge (Araştırma ve Geliştirme) faaliyetlerinin önemi büyüktür. Ar-Ge

faaliyetleriyle ortaya çıkacak yeni teknolojiler ile ülke ekonomisine olumlu yönde etkilenecek ve yüksek büyüme seviyeleri yakalanacaktır. Gelecek dönemlerde yatırımların finansmanını sağlamak için Ar-Ge faaliyetlerinde vergisel teşvikler uygulanarak desteklenmelidir. İçsel büyüme teorileri, iktisadi büyüme açısından kamu politikalarına önemli görevler düşeceğini varsaymaktadır. Bu modeller, devletlerin iktisadi büyümeyi sağlamak için uygulanacak teşvik politikaları, teknolojik gelişmelere ve değişmelere yönelik teşviklerin uygulanmasında rehberlik etmektedir (Koç, 2019: 492).

İçsel büyüme teorilerini, Rebelo ve King 1990 yılında ekonomik büyüme sürecinin iki tane etkisine göre fikirlerini ortaya atmışlardır. Bu değerlendirmelerden birincisi, ekonomik politikalar olmadan ekonomilerin büyüme düzeyleri bir trend göstermezler. Diğeri ise reel faiz oranlarının uzun dönemde trend göstermezler. Rebelo ve King beşeri ve fiziksel sermaye birikimini etkileyen, vergileme gibi ekonomi politikalarının, uzun dönemde büyüme sürecine ve ülkelerin arasındaki gelir farklılıklarının ana nedenlerinden ilki olduğunu vurgulamışlardır. İkisine göre içsel büyüme teorilerinde gelir vergisi düzeyinde yapılacak %10'luk artışın oluşturacağı etki, neoklasik büyüme teorisinden 40 kat daha güçlü olduğunu savunmuşlardır. Vergilemenin etkileri, daha yoğun şekilde beşeri sermayenin “üretim teknolojisine” bağlandığı söylenebilir (Çiftçi ve Aykaç, 2011: 166).

1991 senesinde G. Grossman ve E. Helpman'ın yayınlanan “Global Ekonomide İnovasyon ve Büyüme” isimli çalışmasında, “Dinamik Karşılaştırmalı Üstünlük” modeli açıklanmıştır. Bu noktada her ülke için farklılaştırılmış ürünlerin tasarım sayıları, ticaretin yapısını belirlemektedir. Belirli bir süreçte uluslararası ticaretin yapısı, ulusların meydana getirdiği Ar-Ge yatırımları ve yeni ortaya çıkan icatların sayısına bağlı şekilde değiştiği belirtilmiştir. Model bu sebeple, dinamik karşılaştırmalı üstünlükleri ele almaktadır. G. Grossman ve E. Helpman'ın teorisinde iktisadi büyümenin kaynağı Ar-Ge çalışmaları neticesinde ara malların kalitesini ya da çeşitliliğini arttıran yeniliktir (Türker, 2009: 89). 1989 senesinde Grossman ve Helpman dikey ürün geliştirme metoduyla iktisadi büyümenin içselleştirildiğini vurgulamıştır. 1990 yılında Romer'in içsel büyüme teorisinde Ar-Ge faaliyetleri neticesinde geliştirilen bütün ürünler, bir önceki ürünün meydana getirdiği bilgi stokundan yararlanarak üretilmekte ve ortaya çıkardığı

dışsallıklar tüm üretim süreçlerine pozitif anlamda katkı sağlamaktadır. Bu katkıların sonrasında Ar-Ge faaliyetlerinin maliyetinin düşmesi beklenmektedir. Bu noktada ürünlerin eskimediği düşünülmektedir. Dikey ürün geliştirme de ise, yeni ürünün önceki ürünün eskimesine sebep olduğu durumu belirlemektedir. 1990 yılında Romer’in yatay ürün geliştirme teorisiyle karşılaştırıldığında, bu teorinin işleyişine etki eden fark şöyle söylenebilir: “Kalite basamaklarındaki her ürün kendi bilgi stokuna sahiptir. Buna karşılık yatay ürün farklılaştırılmasında, aynı bilgi stoku bütün ürün markalarına fayda sağlamaktadır”. Bu oluşan farklılık modelin refah sonuçları, politikalarda değişiklikler ve refah koşulları oluşturmaktadır. Bununla beraber iktisadi büyümenin itici gücü bilinçli teknolojik gelişme olduğu sonucu değişmemektedir (Yardımcı, 2006: 102-103).

1992 yılında Aghion ve Howitt toplumların temel bilimsel araştırma, örgün eğitim, süreç yenilikleri, iş başında eğitim ve ürün yeniliği, yaparak öğrenme dâhil o bilginin arttığı birçok süreç vardır. “Yaratıcı yıkım” süreci bunlardan bir tanesidir. Bu bağlamda üretilen daha iyi ve yeni ürünler, önceki ürünleri eskimiş ürün olarak göstermektedir. Bu durum zamanla tekelci kârları bitirmektedir. Dolayısıyla yeni dönem de tekelci kârları arttırma niyetiyle kalite geliştirme çabaları iktisadi büyümeyi hızlandırmaktadır (Öztürk ve Çınar, 2021: 59).

Aghion (1992) ve Howitt (1998) içsel büyüme modeline Schumpeterci yaklaşımı getirmeye çalışmışlardır. Aghion, Howitt iki sektörlü model kurmuşlardır. Sektörlerden biri araştırma, diğeri ise üretim sektörüdür. Araştırma sektörü nihai malı üretmek için kullanılmakta olan ara malının geliştirilmesine, üretim sektörü ise nihai malın üretimine yöneliktir. Bu büyüme modelinde araştırma neticesinde ortaya çıkan kaliteyi arttıran inovasyonların rassal serisi sonucu ortaya çıkmaktadır. Yapılan bir inovasyon sadece üretilmekte olan bir ürünün kalitesini üst seviyeye çıkartır. Fakat her araştırmanın başarılı olup olmayacağı belli değildir. Yapılan yeni inovasyonlar, önceki teknolojileri geçersiz kılmaktadır. Tüketiciler yeni bir teknoloji çıktığında eski teknolojiyle üretilmekte olan malı almazlar. Bunlar Schumpeter’in “yaratıcı yıkım” kavramını modelde somutlaştırmışlardır (Yıldırım, 2009: 262-263).

İçsel büyümenin ana unsurlarından birisi de eğitilmiş işgücü kaynağıdır. Eğitim seviyesinin yükselmesi, ekonominin beşeri sermaye stokunu ve birimini arttırmakta ve

işgücünün verimliliğini yükseltmektedir. Dolayısıyla beceri seviyesi yükselen işgücünün üretim faktörü noktasında toplam çıktı oluşturduğu katkının pozitif olduğu görüşü tüm büyüme modellerinin ortak görüşü haline gelmiştir. Fakat bu durum daha önce de içsel büyüme teorilerinde olduğu kadar şeffaf bir şekilde kuramsal anlamda ifade edilemediği görülmüştür (Ay ve Yardımcı, 2008: 40). İçsel büyüme analizlerinin bir yolu, geniş bir sermaye konusu yönelik sabit getirileri bulunmaktadır. Bu modelleri, üretimi etkilemiş olan vergi tarafından finanse edilerek devlet hizmetlerini kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Büyüme ile tasarruf oranları, hizmet tipi harcamalardaki artış ile birlikte düşer; iki oran, başlangıçta üretken devlet harcamalarıyla yükselir, ancak daha sonra düşer. Bir gelir vergisinde, merkezi olmayan büyüme ve tasarruf seçenekleri "çok düşük" olur, ancak üretim işlevi Cobb-Douglas ise, optimize eden hükümet üretken verimlilik için doğal bir koşulu hâlâ karşılar. Ülkeler arasındaki ampirik kanıtlar, hükümet ve büyüme hakkındaki bazı hipotezleri desteklemektedir (Barro, 1990: 103).

Barro ve Becker 1989 yılında ve Becker, Murphy ve Tamura 1990 senesinde gibi içsel doğurganlığa sahip büyüme modellerinde, kişi başına büyüme ve net doğurganlık ters yönde hareket etme eğilimindedir. Örneğin, daha yüksek bir beşeri sermaye stoku, daha yüksek büyümeye ve daha düşük doğurganlığa yol açar. Doğurganlık üzerindeki etki, ebeveynlerin zamanının değerinde bir artışı ve dolayısıyla çocuk yetiştirme maliyetinde bir artışı içerir. Daha genel olarak, çocuk yetiştirme maliyetini artıran herhangi bir değişiklik, doğurganlığı azaltma ve kişi başına istenen tasarrufu artırma eğilimindedir. Gerçekte, insanlar çocuk biçimindeki tasarruftan fiziksel ve beşeri sermaye biçimindeki tasarrufa geçerler. İstenen tasarruftaki artış, içsel büyüme modellerinde kişi başına büyüme oranını yükseltir (Barro, 1991: 422).

R. Barro AK modelini geliştirmiştir. Barro bu modelinde kamu sektörüne aktarılan hizmet ya da malların üretim faktörlerinden birisi olduğu vurgulamıştır. AK modeli teorisinde teknoloji düzeyini değiştiren her şeyin uzun dönemde büyümeyi etkilediği varsayılmıştır. Bazı kamusal mallar dışsallık yaratır ve artmakta olan getirilere sebep olduğu noktada içsel büyümeden bahsedilebilir. Kolaylık olması için üretim fonksiyonunun bu mal ve sermayeye bağlı olduğu düşünölmüştür. Barro ülkenin çeşitli faaliyetlerinin “A” katsayını etkilediğini ve bu şekilde de büyüme oranlarını etkilediği kabul edilmiştir. Bu faaliyetlerin mülkiyet haklarının korunması, ekonomik faaliyetlerin

vergilendirilmesi ve altyapı yatırımlarının tedarik etmesini kapsadığı vurgusu yapılmıştır (Kaya, 1999: 389-399).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DÜNYA’DA VE TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ

KAYNAKLARI

3.1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerjiye verilen önem, iktisadi koşullar ve artan talebin karşılanmasıyla beraber çevresel etmenler de dikkate alındığında tüm dünyada hızla artmaktadır (Kavcıoğlu, 2019: 214). Ülkemizde enerji ve türevleri ithalatın önemli bir kısmını oluşturur ve enerjiyi ithal eden ülke konumundadır. Enerjide dışa bağımlı olmamız, Türkiye’yi hem enerji fiyatlarında oluşabilecek şoklara karşı hem de kur risklerine karşı korumasız hale getirmektedir. Bu bağlamda, kalkınmak için çaba sarf eden ülkemiz bakımından plan ve programlama noktasında belirsizliklerin oluşabilmesi noktasında problem oluşturabilmektedir. Ülkemiz enerjide dışa bağımlılığını düşürmek ve çevreye daha uygun bir ekonomik kalkınma gerçekleştirmek için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teşvik politikaları uygulanmıştır. İlk yasal düzenleme 10 Mayıs 2005’te 5346 Sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu” olarak gösterilebilir (Özen, Şaşmaz ve Bahtiyar, 2015: 89-91). 2005 senesinde yayımlanan resmi gazetede “yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir” şeklinde yenilenebilir enerjinin ülkemiz için önemine yer verilmiştir (Resmi Gazete, 2005: 25819). Bunun yanında 2007 senesinde çıkarılan “Enerji Verimliliği Kanunu” ve 2008 senesinde “5784 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu’nun” değişikliğiyle yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi daha da fazlaştırılmıştır (Özen, Şaşmaz ve Bahtiyar, 2015: 91).

Rusya Ukrayna’yı işgal etmeye çalışmasıyla gerçek bir dünya enerji krizi, dünyada benzeri görülmemiş yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimine hız kazandırmıştır. Fosil yakıt arzında yaşanan kesintiler, yurt içinde üretilmiş olan

yenilenebilir elektriğin enerji güvenliği açısından faydaları göz önünde bulundurulmuş ve çoğu ülkenin yenilenebilir enerji kaynaklarını destekleyen politikaları arttırmasına yol açmıştır. Dolayısıyla dünyada daha yüksek fiyatlı fosil yakıtlar ile rüzgâr ve güneş enerjisinin üretiminde gücünü arttırdığı söylenebilir (EİA, 2023).

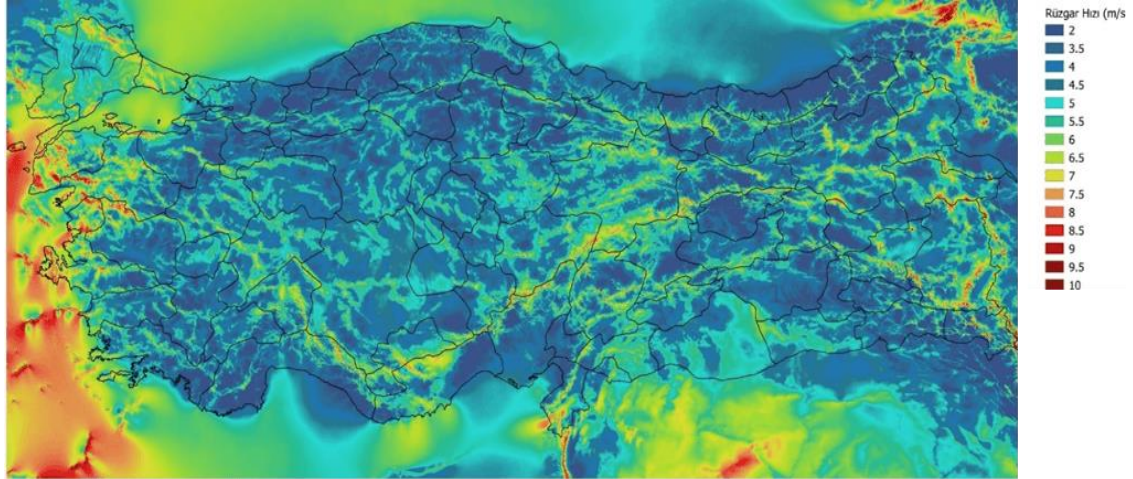
3.1.1. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi

Ülkemiz rüzgâr enerjisi bakımından oldukça şanslı olduğunu söylemek mümkündür. Rüzgâr enerjisinden elektrik elde edilirken kullanılan rüzgâr enerjisi çevrim santrali için gerekli olan ortama başlangıç rüzgâr hızı 2.5-4 m/sn’dir (Gençoğlu ve Cebeci, 2001: 5). Ülkemizde rüzgâr kaynağı açısından güçlü olan alanlar genellikle bölgesel tüketimin az olduğu kıyı bölgelerdir. Bu yerler hat kapasiteleri sınırlı olduğu bilinen şebekelerin uç kısımlarıdır. Bu bölgelerde güçlü rüzgâr santralının kurulmasıyla üretilen enerjinin, sistemlerin güçlü yerlerine taşınması amacıyla ya bağlantının direkt uzun hatlarla güçlü bölgelere yapılması ya dayeni hatların tesisiyle güçlenmesi gerekmektedir. Bu sebeple rüzgâr şebekeye bağlantı noktasında rüzgâr santrallerinin ilk kuruluş senelerinden başlayarak önemli bir tartışma konusu haline gelmiştir (Altuntaşoğlu, 2011: 59).

Ülkemizde rüzgâr enerjisinden elektrik elde etmek amacıyla 1986 yılından itibaren çalışmalar başlatılmıştır. 1986 yılında Türkiye’de genel kullanıma yönelik ilk rüzgar enerjisi elektriği “Çeşme Altinyunus Tesisleri’nde” kurulmuş ve bu rüzgar türbininden 55 kW nominal güç elde edilmiştir. Bununla birlikte “4628 Sayılı Elektrik Kanunu” ile serbest elektrik piyasasına geçilmiştir. 1998 senesinde ülkemizde şebekeye bağlı rüzgâr enerjisinden elektrik üretilmeye başlanmıştır. Türkiye’de 21 Şubat 1998’de uluslararası alandaki ilk rüzgâr enerjisi elektriği, Çeşme Germiyan Köy’ünde üretilmiştir. 2000 senesinde Çanakkale Bozcaada’da kurulan rüzgâr enerjisi santralının kurulu gücü 10,20 MW’dır. Bunları 2005’te yürürlüğe giren “5346 Sayılı Yenilenebilir Elektrik Kanunu” ile kurulu güç ve rüzgâr enerji üretiminde her sene önemli ölçüde artış meydana gelmiştir (Oskay, 2014: 85; Özdamar, 2000: 135).

Kışları, Sibirya yüksek basıncının etkisi altında kalan Anadolu yüksek basın alanı, Akdeniz ve Karadeniz ise alçak basınç bölgesidir. Bu sebeple, kışları rüzgârların yönü karadan denizlere doğru olduğu bilinmektedir. Yazlarıysa Anadolu, güneyden gelmekte olan tropikal hava kütlelerinin etkisi altındayken Kuzeybatı Avrupa üstünde yerleşmiş olan “yüksek basınç” alanından “Basra alçak basınç” alanına doğru yönelmiş rüzgârların etkisi altında kalır. Yazları eteziyen ismi verilen kuzey batı rüzgârları, Ege ve Marmara’yı etkilemektedir. Ülkemizdeki rüzgârların genel bir beklentiyle tam olarak uyuşmadığı anlaşılmaktadır. Bunun sebebi; fön ve meltem rüzgârlarını meydana getiren yerel etkenler ve Sibirya yüksek basıncının senelere göre güçlü veya zayıf olmasından kaynaklanmaktadır (Özgener, 2002: 163).

Şekil 2. Türkiye Ortalama Rüzgâr Hızları Haritası



Kaynak:T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

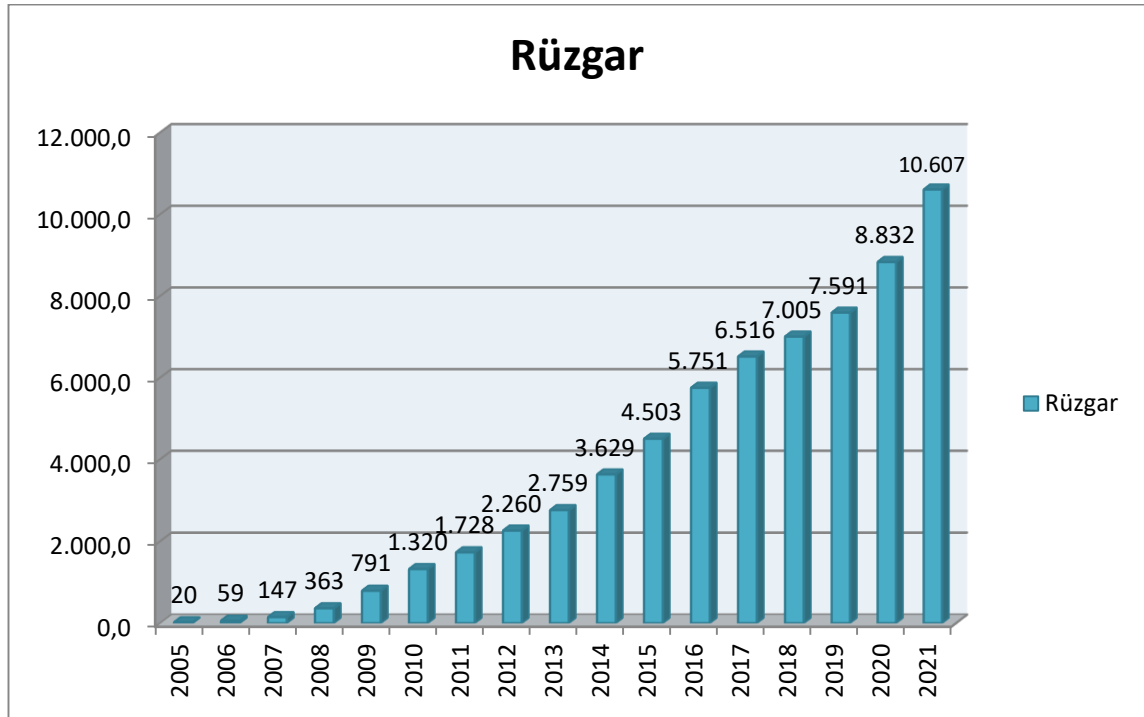
“Türkiye Ortalama Rüzgâr Hızları Haritasına” göre, kuzeybatı ve batı sahilleri, özellikle de Karaburun Yarımadası, Çanakkale sahilleri ve boğazı rüzgâr enerjisi potansiyeli açısından önemli bir yere sahiptir. Fakat Anadolu’nun kuzeyinde ve güneyinde bulunan dağ tepeleri rüzgâr enerji potansiyeli bakımından zengindir. Rüzgâr enerjisi potansiyeli bakımından en zengin yerler Doğu Akdeniz, Marmara ve Ege kıyıları olarak sayılabilir (Aydın, 2013: 37). “Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası’na” göre yerleşim yerlerinin dışında 50 metre yükseklikte olan rüzgâr hızları, Doğu Akdeniz, Marmara Bölgesi’nin Karadeniz kıyıları ve Marmara kıyılarında 6,0-7,0 m/sn, iç bölgelerde yaklaşık 5,5-6,5 m/sn’dir. Batı Akdeniz kıyılarındaysa 5,0-6,0 m/sn, iç

bölgelerde 4.5 – 5.5 m/sn olarak ölçülmüştür. Kuzey ile Batı Ege’deyse kıyılarda 7.0-8.5 m/sn, iç yerlerde 6.5-7.0 m/sn olarak hesaplanmıştır (Güler,2005: 213).

Rüzgâr enerjisi 5346 Sayılı Kanun’la birlikte üretimde ciddi artışlar yaşanmıştır. Fakat belirlenen teşviklerin daha da fazlalaştırılmasıyla Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 5346 sayılı kanunda bazı eklemeler ve değişikliklerin önerildiği kanun tasarı hazırlanmıştır. 8 Ocak 2011 tarihinde 6094 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına” dair Kanun resmi gazetede yayımlanıp yürürlüğe girmiştir (Özen, Şaşmaz ve Bahtiyar, 2015: 91).

Ülkemizde rüzgâr yoğunluğu ve hızı dikkate alındığında kurulu olan rüzgâr gücü en fazla Marmara ve Ege bölgesinde olduğu bilinmektedir. Büyük rüzgâr tribünleri, “rüzgâr çiftliği” olarak isimlendirilen diziler halinde kurulumlar (İlkılıç, 2016: 16). Aşağıda bulunan Grafik 1’de Türkiye’de rüzgâr enerjisinin toplam kurulu gücünün verileri gösterilmektedir.

Grafik 1. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisinin Toplam Kurulu Gücü



Kaynak: TEİAŞ

Grafik incelendiğinde 2005 yılında rüzgâr enerjisinin toplam kurulu gücünün çok az yani 20 MW olduğu görülmektedir. 2005 senesinden itibaren 2021 senesine her sene artışlar meydana gelmiştir. 2021 senesinde ise rüzgâr enerjisinin toplam kurulu gücü 10.607 MW olarak ölçülmüştür. Bu verilere bakıldığında son 16 senede rüzgâr enerjisinde önemli artışlar yaşanmıştır.

3.1.2. Türkiye’de Jeotermal Enerji

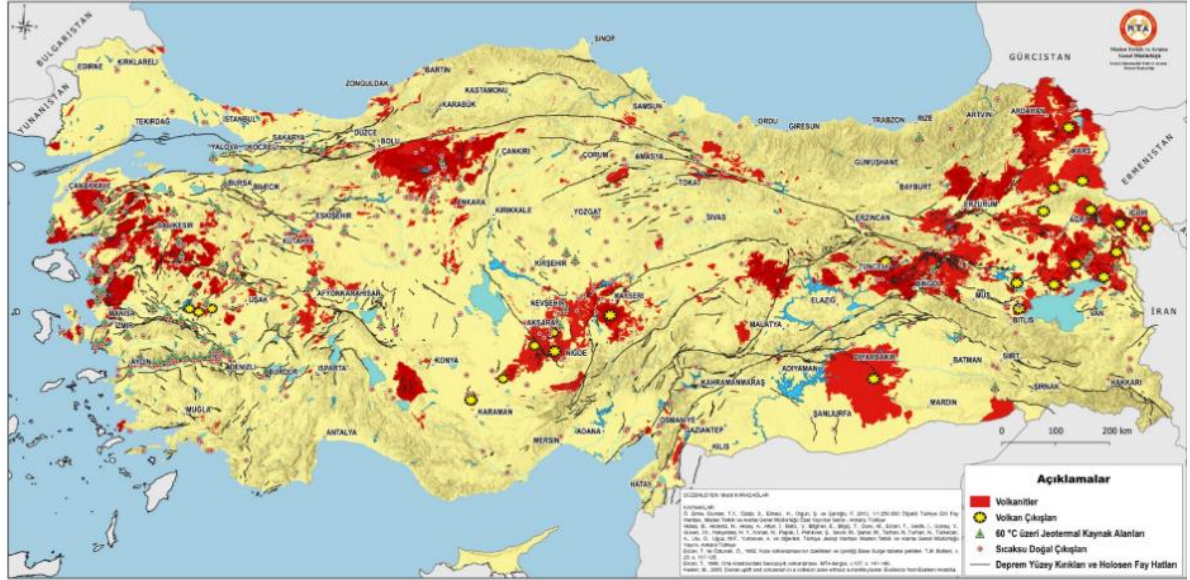
Ülkemiz tektonik hareketlerin fazlasıyla olduğu bir coğrafyada konumlanmaktadır. Türkiye’nin her tarafına yayılmış, doğal çıkış biçimine ve farklı sıcaklıklarda birden fazla jeotermal kaynak bulunmaktadır. Bu nedenden dolayı jeotermal enerji Türkiye için önemi fazla olan yenilenebilir enerji kaynaklarından bir tanesidir (Zaim ve Çavşı, 2018: 47). Ülkemizin jeolojik konumundan dolayı yüksek oranda jeotermal potansiyeli vardır (Şimşek, 2015: 2).

Türkiye’de jeotermal enerjinin tarihçesi aşağıda kısaca özetlenmektedir:

- 1962 senesinde Türkiye’de jeotermal enerji araştırmaları (çalışmaları) MTA Genel Müdürlüğü’nce başlatılmıştır.
- 1963 senesinde ilk araştırma kuyusu Balçova İzmir’de açılmış ve 40 m derinlikte 124 °C sıcaklıkta akışkanlık elde edilmiştir.
- 1968 senesinde Türkiye’de en yüksek sıcaklıklı sahalardan olan Denizli Kızıldere jeotermal alanı bulunmuştur.
- 1964 senesinde ilk jeotermal ısıtma sistemi Park Oteli’nin (Balıkesir/Gönen) ısıtılmasıyla faaliyete geçirilmiştir.
- Türkiye’de 20-287 °C sıcaklıkları arasında yaklaşık olarak 1500 tane mineral ve termal su kaynağı ve 222 tane jeotermal saha bulunmuştur (Satman, 2013: 9).

Aşağıdaki şekilde Türkiye'nin jeotermal kaynaklar ve volkanik alanlar haritası gösterilmektedir.

Şekil 3. Jeotermal Kaynaklar ve Volkanik Alanlar Haritası



Kaynak: MTA, 2023a.

Türkiye'nin jeotermal potansiyeli fazlasıyla yüksektir. Bu potansiyeli oluşturan sahaların “%78’i Batı Anadolu’da, %9’u İç Anadolu’da, %7’si Marmara Bölgesinde, %5’i Doğu Anadolu’da ve % 1’i diğer bölgelerde” yer almaktadır. Türkiye’nin jeotermal kaynaklarının %90’ı düşük ile orta sıcakta ve doğrudan uygulamalar (termal turizm, ısıtma, çeşitli endüstriyel uygulamalar vs.) için uygundur. Diğer kalan %10’u ise uygulamalar yani elektrik enerjisi üretimi için daha uygundur (MTA).

2002 yılı ve 2022 yılları arasında Türkiye’deki jeotermal kaynakların karşılaştırılması;

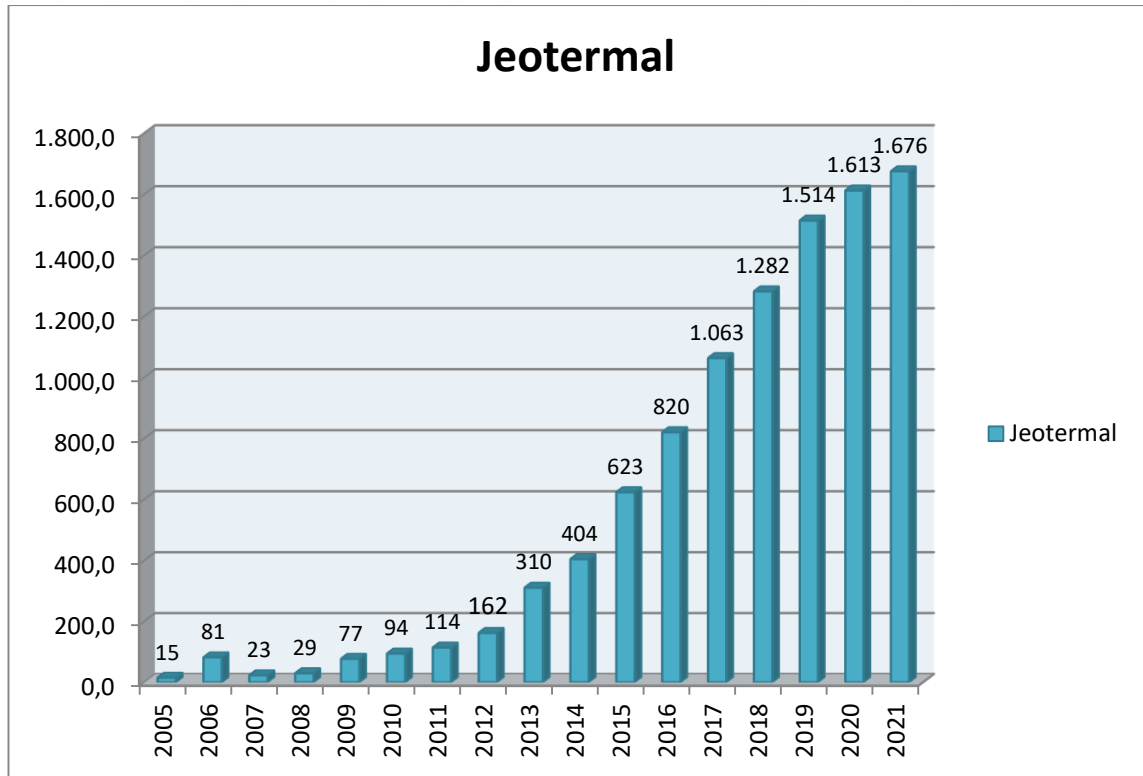
- 2002 senesinde elektrik üretimine uygun sahaların sayısı 16 iken 2022 senesinde 25 adede kadar çıkmıştır.
- 2002 senesinde sera ısıtımları 500 dönümken 2022 senesine gelindiğinde 4052 dönüme çıkmış ve %710 artış meydana gelmiştir.
- 2002 senesinde konut ısıtımları 30.000 konuttan 2022 senesinde 125.820 konuta çıkmış ve %319 artış yaşanmıştır.

- 2002 senesinde elektrik üretiminin kurulu gücü 15 MW iken 2022 senesinde 1691 MW'e çıkmış ve artış oranı %11.000 olmuştur.
- 2002 yılında Türkiye'nin görünür ısı kapasitesinde 3000 Mwt'den 2019 senesinde ise 40.000 Mwt'e kadar (özel sektörle beraber) çıkmış ve %1230 artış olmuştur.
- Ayrıca Türkiye'de 350 tane termal tesisten termal turizm ve tedavi amacıyla yararlanılmaktadır (MTA).

Ülkemizde jeotermal enerji sistemleri; daha fazla sera ısıtmaları, konut ısıtmaları ve kaplıca amacıyla yapılıyordu. Elektrik üretiminde yüksek sıcaklığa erişmiş sahalar olmasına rağmen üretim seviyesi düşük kalmış fakat son dönemlerde artışa geçmiştir (Arslan, Darıcı ve Karahan, 2001: 26).

Grafik 2'de 2005 ile 2021 arasında Türkiye'de jeotermal enerjinin toplam kurulu gücünün (MW) cinsinden verileri gösterilmektedir.

Grafik 2. Türkiye'de Jeotermal Enerjinin Toplam Kurulu Gücü (MW)



Kaynak: TEİAŞ

Grafiğe bakıldığında 2005 yılında jeotermal enerjinin toplam kurulu gücü 15 MW olarak ölçülmüştür. 2006 senesinde büyük bir artış yaşanarak 81 MW seviyesine çıkmıştır. Fakat 2007 ile 2008 senelerinde tekrar eski seviyelerine yaklaşmış ve büyük bir düşüş yaşamıştır. 2009 senesinden itibaren sürekli olarak her sene jeotermal enerjinin kurulu gücünde artışlar meydana gelmiştir. 2021 senesine gelindiğinde 1676 MW jeotermal enerjinin kurulu gücü olduğu hesaplanmıştır.

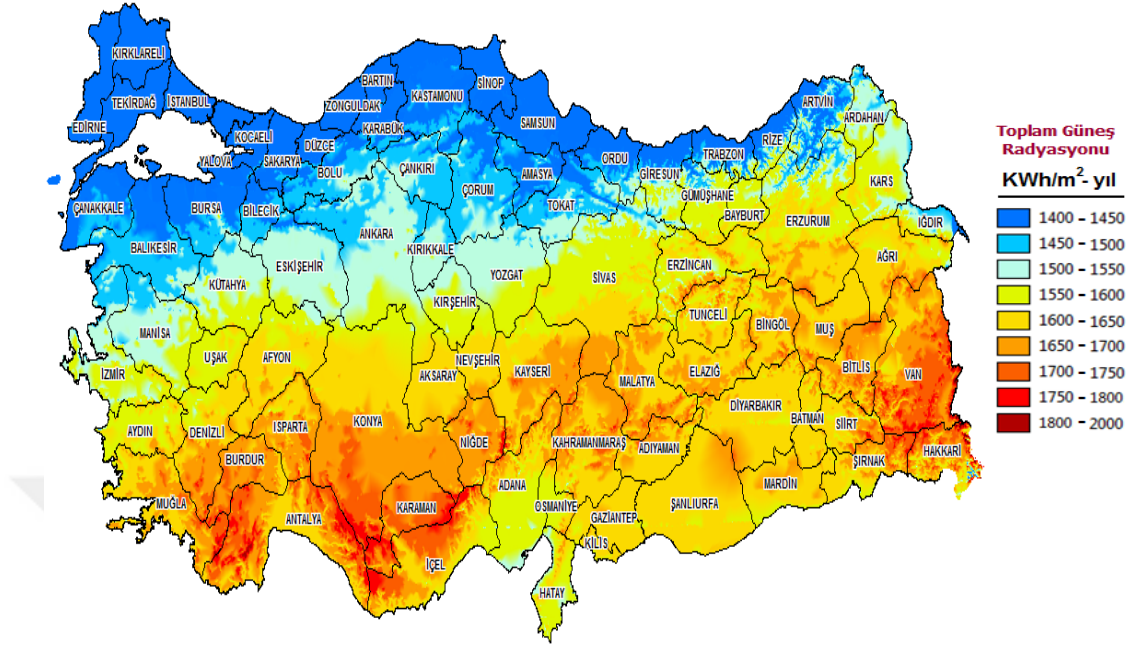
3.1.3. Türkiye’de Güneş Enerjisi

Türkiye, coğrafi konumu sebebiyle güneş enerjisi potansiyeli noktasında birçok ülkeye göre avantajı fazladır (Varınca ve Gönüllü: 2006: 272). Türkiye “36° ve 42° kuzey enlemi” ve “26° ve 45° doğu boylamları” arasında güneş bandında konumlanmaktadır (Kaplukan, 2014: 87). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan “Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA)” göre, yıllık bazda ortalama güneşlenme süresi 2.741 saattir. Yıllık ortalama toplam ışıınım düzeyi ise 1.527,46 kWh/m² olarak ölçülmüştür. GEPA’DA bulunan aylık olarak ortalama küresel radyasyon dağılımı ve potansiyel görünümü ağıdaki şekilde gösterilmektedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı).

1960’lı yıllarda Türkiye’de güneş enerjisi ilk kez alternatif bir enerji kaynağı olarak görülmeye başlanmış ve üniversitelerde yazılan tezlerde bu konu üzerine çalışmalarında ortaya çıktığı görülmüştür. 1970’li senelerin ortasında, dünyada yaşanan güneş enerjisi teknolojilerinin gelişmeye başlamasıyla, ülkemizde de güneş enerjisinin ışıın uygulama sistemleri konusunda endüstri, devlet ve üniversiteler çerçevesinde önemi artmış ve bu tarihten itibaren güneş enerjisi çalışmaları hızlı bir biçimde gelişmiştir (Kaplukan, 2014: 88).

Türkiye’de güneş enerjisinde yapılan çalışmaları arttırmak, genişletmek ve güneş enerjisinden verimli bir biçimde yararlanmak için aşağıda bulunan şekil tasarlanmıştır (Taşova, 2018: 11).

Şekil 4. Türkiye'nin Toplam Güneş Radyasyonu



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023b.

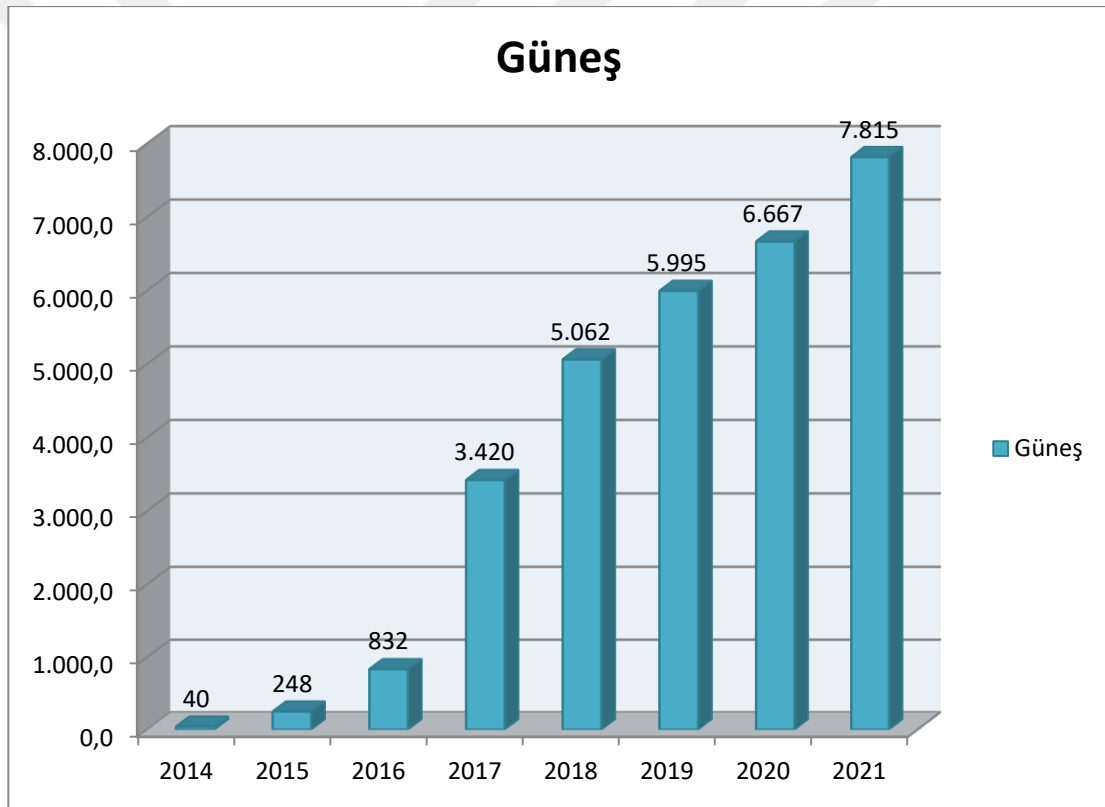
Güneş enerjisinin ses ve koku gibi rahatsızlık veren noktaları bulunmamaktadır. Ülkemizde güneş enerjisinden elektrik üretimi, enerji politikalarının doğru bir şekilde faaliyete geçirilmesi açısından önemi büyüktür. Ülkemiz coğrafi konumu sayesinde güneş enerjisinin potansiyeli oldukça zengindir. Bu kaynakların maksimum seviyede yararlanılması; hem yeni istihdam sahalarının açılması hem de enerji arzının güvenliğine önemli bir desteğin oluşması, fosil kaynaklar sebebiyle yabancı kaynaklara bağımlılığın azaltılması ve tamamen ortadan kaldırılması imkânlarını sağlamaktadır. Bunun yanında, toplumumuzun güneş enerjisi konusunda bilinçlenmesi ve ülkemizde yapılan enerji politikalarının iyileştirilip, yenilenebilir enerji kaynaklarında daha etkin bir şekilde katkı sağlanması da bu amaçlar içerisinde (Kılınç, 2015: 39).

Ülkemizin güneş enerjisi potansiyeline bakıldığında fotovoltaik güç sistemleri farklı uygulamalarda önde gelen bir seçenek haline gelmesine rağmen, bu sistemler topluma yeterince tanıtılamamıştır. Yakın bir gelecekte güneş enerjisinin dünya enerji dengesinde katkısının fazla olacağı ve PV sistemlerinin bu yönde katkısının fazla olacağı görüşü vardır. Bu gelişmelere bakıldığında “güneş pili teknolojileri” ve “PV sistemleri”

bilgi ve beceri birikiminin Türkiye'ye taşınması konusunda teknolojik ve bilimsel projelerin üretilmesi için özel girişimci ve devlet özendirebilmelidir. Bununla birlikte PV güç sistemlerinin mimariyle birleşmesi ve çift yönlü sayaçların kullanılması noktasında yasal düzenlemelerin yapılmasıyla ilk önce kamuya ait yeni projelerinde, üniversitenin yerleşkelerinin planlamalarında, oto-yolların inşasında ve diğer yapılarda kullanımının teşvikinin arttırılması gerekmektedir (Dinçer, 2011: 14-15).

Grafik 3'de 2014 ile 2021 arasında Türkiye'de güneş enerjinin toplam kurulu gücünün (MW) cinsinden verileri gösterilmektedir.

Grafik 3. Türkiye'de Güneş Enerjisinin Toplam Kurulu Gücü



Kaynak: TEİAŞ

Grafik incelendiğinde 2014 yılında daha yeni yeni artmaya başladığı görülen güneş enerjisinin kurulu gücü 40 MW olarak gösterilmektedir. 2015 senesinde 248 MW'ye, 2016 senesinde ise 832 MW olarak ölçülen kurulu güç, 2017 senesine gelindiğinde çok büyük bir artış göstererek 3420 MW seviyene çıktığı görülmektedir. Bu artışın en büyük sebebi güneş enerjisinde hem teşviklerin arttırılması hem de çok cazip

bir enerji üretim aracı haline gelmiş olmasıdır. 2021 senesinde ise Türkiye'nin güneş enerjisinin toplam kurulu gücü 7815 MW olarak ölçüldüğü görülmektedir.

3.1.4. Türkiye'de Hidroelektrik Enerjisi

Dünya üzerinde iktisadi gelişme ve yaşam için beklentiler, nüfusun çok fazla artmasından kaynaklanan mevcut enerji ve su kaynaklarınca belirlenmektedir. Küresel ısınmadan dolayı ortaya çıkacak kuraklık, dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artması, ekolojik dengenin değişmesi ve dünyanın çoğu yerinde su sıkıntısını belirginleştirmekte ve arttırmaktadır. Mekân ve zaman olarak su kaynaklarının düzensiz bir şekilde dağılması nedeniyle taşkın sularında daha fazla depolanarak, bu suların daha sonra asgari olarak nehir akımının arttırılması ve dağıtımı için oldukça önemlidir (Bozkurt ve Tür, 2015: 329).

Türkiye'nin coğrafi konumu nedeniyle her mevsim yağışlı olan bir devlet olamadığından hidroelektrik santralleri ve barajlar yapmaya diğer ülkelerden daha fazla ihtiyacı vardır. Hidroelektrik santralleri, kırsal kesimlerde sosyal ve ekonomik yapıyı canlandırma, çevre dostu olmaları, ani talep değişimlerine cevap verebilmeleri ve düşük potansiyelde risk taşımaları nedeniyle önemi fazladır. Bu sebeple devlet ve özel sektör işbirliğiyle hidroelektrik potansiyelinin arttırılması, özel sektörün yetersiz olduğu projelerde devletin araya girmesiyle hidroelektrik enerjisi yatırımlarına devam edilebilmektedir (DSİ-Hidroelektrik Enerji Raporu, 2010: 40).

Türkiye için büyüme için en büyük engel, enerjide ithalata bağımlı olmasıdır. Türkiye'de son senelerde doğal gaz kullanımının artmasıyla konutlarda kullanımında artışlar meydana gelmiştir. Bu anlamda Türkiye'nin öz kaynaklarından yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin fazlasıyla kullanılması çok önemlidir. Bu bir devlet politikası olarak görülmektedir. Hidroelektrik potansiyelinin geliştirilip ülkemizin ekonomisine sunulması, sonuç olarak da toplam enerji üretimi içerisinde hidroelektrik oranı arttırılması gerekmektedir (DSİ-Hidroelektrik Enerji Raporu, 2021: 29).

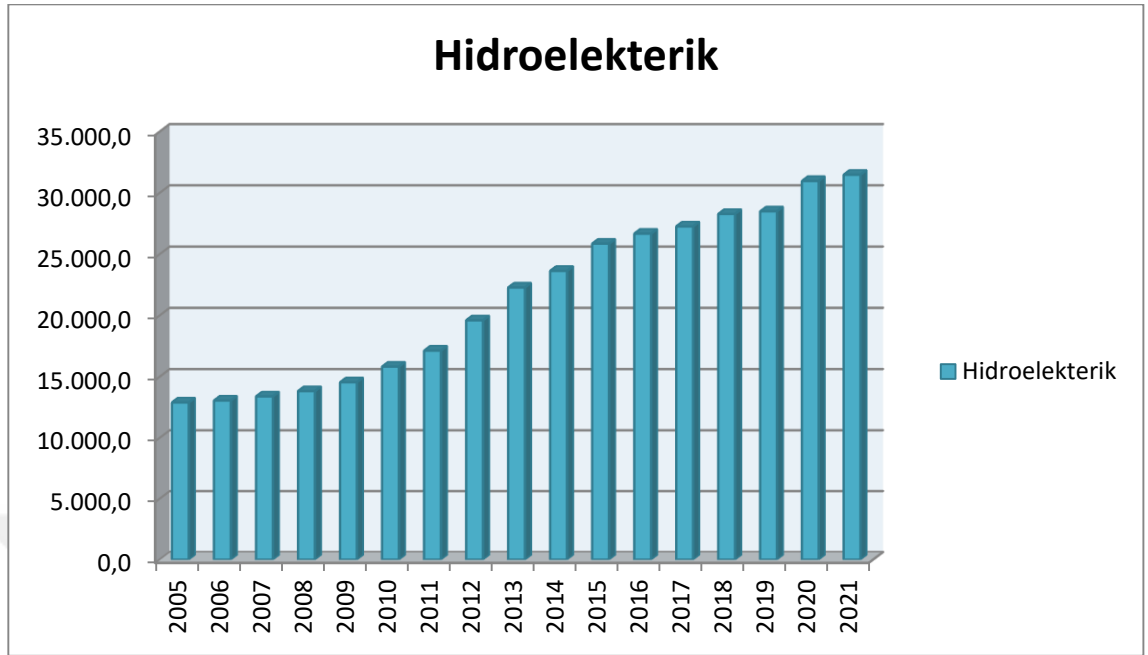
Türkiye'nin sosyal ve ekonomik açıdan kalkınmasının yaşanması için sanayileşmenin hedef olarak görülmesi gerekmektedir. Sanayi de üretimin gerçekleşmesi içinde enerjinin güvenilir, zamanında ve yerinde bir biçimde karşılanması gerekmektedir. Türkiye 2020 ve 2021 senesinde hidroelektrik kapasitesini arttırmış olan ilk 5 ülke arasına girmiştir. 2022 senesinde toplam 31.688 MW kurulu güç bakımından 9. sıraya çıkmıştır (DSİ-Hidroelektrik Enerji Raporu, 2022: 49).

2022 senesinin sonunda geliştirilmiş olan hidroelektrik potansiyelimiz 47.933 MW'lık güce çıkmış ve bu yaklaşık olarak 160 milyar kWh/yıl enerji üretimine denk gelmektedir. Potansiyel geliştirmek için projeler çıkarmaya devam edilmektedir. Enerji üretim potansiyelimiz, 2002 senesinde 44 milyar kWh'yken son 20 senede Devlet ve özel sektör işbirliğiyle 111,66 milyar kWh'e yükselmiştir (DSİ-Hidroelektrik Enerji Raporu, 2022: 50).

Hidroelektrik enerjinin potansiyeli; devlet sınırlarına veya denizlere kadar bulunan tüm doğal akışların %100 verimle hesaplanmasına verilen addır. Bu da o ulusun brüt teorik hidroelektrik potansiyel enerjisi olarak nitelendirilir. Ancak şuan ki teknolojilerle bu potansiyelin tümünün kullanılması mümkün değildir. Bu yüzden şuan ki teknolojiyle değerlendirilebilecek en yüksek potansiyele “teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyel” denir. Diğer yandan teknik yapılabilirliği olabilen her kurumun ekonomik yapılabilirliği olan kurum demek değildir. Teknik potansiyelin, beklenen ve şuan ki yerel ekonomik koşullar içerisinde geliştirilebilecek kısmı “ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyel” olarak adlandırılmakla birlikte artan enerji fiyatları ve gelişen teknoloji, ekonomik potansiyelin teknik potansiyelimize yaklaşmasına olanak tanımıştır. Ülkemizin teorik hidroelektrik potansiyeli dünyanın teorik potansiyelinin %1'ini oluşturmaktadır. Ekonomik potansiyeliyse Avrupa'nın ekonomik potansiyelinin %16'sı kadardır (DSİ-Hidroelektrik Enerji Raporu, 2010: 34).

Grafik 3'de 2005 ile 2021 arasında Türkiye'de hidroelektrik enerjinin toplam kurulu gücünün (MW) cinsinden verileri gösterilmektedir.

Grafik 4. Türkiye’de Hidroelektrik Enerjisinin Toplam Kurulu Gücü



Kaynak: TEİAŞ

Hidroelektrik enerjisi Türkiye’de yenilenebilir enerjilerin kurulu güçleri arasında her zaman en üst seviyede yer almıştır. 2005 yılında hidroelektriğin kurulu gücü 13 bin MW civarlarındadır. 2005 senesinden 2009 senesine kadar pek fazla artış yaşanmadığı görülmektedir. 2010 senesinden itibaren 2021 senesine kadar neredeyse her sene hidroelektrik enerjinin kurulu gücü artış eğilimi göstermiştir. Hidroelektrik enerjinin 2021 senesinde 30 bin MW seviyesinin üzerinde bir kurulu güce sahip olduğu bilinmektedir.

3.1.5. Türkiye’de Biyokütle Enerjisi

Modern biyokütle enerjisi kaynağı kullanıma başlanması çevre kirliliği ve ülke ekonomisi açısından önemi büyüktür. Çoğu ülke kendi ekolojik şartlarına göre en ekonomik ve en uygun tarımsal ürünleri kullanarak alternatif enerjiye erişirler. Ülkemizde bu potansiyele sahiptir. Ülkemiz biyokütle materyal üretimi bakımından, alan kullanılabilirliği, iklim koşulları, güneşlenme ve su kaynakları uygun bir ülke konumundadır. Modern biyokütle teknikleri bağlamında, enerji bitkileri tarımı ve enerji

ormancılığından yararlanılması gereklidir. Biyokütle enerjisi, çöp termik santralleri de daha fazla olmalıdır (Topal ve Arslan, 2008: 243-244).

Ülkemizin orman alanının oranı %27 ve 20,7 milyon hektara sahiptir. Orman sahalarının tamamı verimli bir orman niteliği taşımayıp, ürün veren orman sahası 9,9 milyon hektar ve yaklaşık olarak %48'e tekabül etmektedir. Geriye kalan orman alanı ise 10,8 milyon hektar yani %52'ye denk gelmektedir. Bu % 52'lik kısım verimin az olduğu ormanlardan veya tamamen verimsiz, makilik ve çalıklardan meydana gelmektedir. Türkiye'de ormanların %31'ine denk gelen 6,4 milyon hektarlık saha bataklık (çok bozuk, bozuk ve normal) ormanlardır. Bunların 4 milyon hektarlık kısmı çok bozuk baltalık ormanlar enerji ormancılığına uygun olarak görülmektedir (Karayılmazlar, Saraçoğlu, Çabuk ve Kurt, 2011: 68).

Ülkemizde biyokütle kökenli atık potansiyeli yaklaşık olarak 8,6 milyon TEP (Ton Eşdeğer Petrol) ve üretimi yapılacak biyogaz miktarınınsa yaklaşık olarak 1,5-2 milyon TEP düşünülmektedir (Bayraç ve Özarslan, 2018: 8).

2005 senesinden başlayarak Avrupa Birliği devletlerinin fosil yakıtlara belirli düzeylerde biyoyakıtın katılmasını zorunlu hale getirmesi ile ABD biyodizel üretimini teşvik etmesi dünyada bu ürünlerin gelişim hızını arttırmıştır. Bu noktadaki sıkıntı ülkemizin kanatlı yemi ve sıvı yağda ithalatçı durumda olmasıdır. Bunun yanında biyodizel üretimi için kanolanın üretiminin artması da gerekmektedir (Duygu ve Cıstık, 2011: 18).

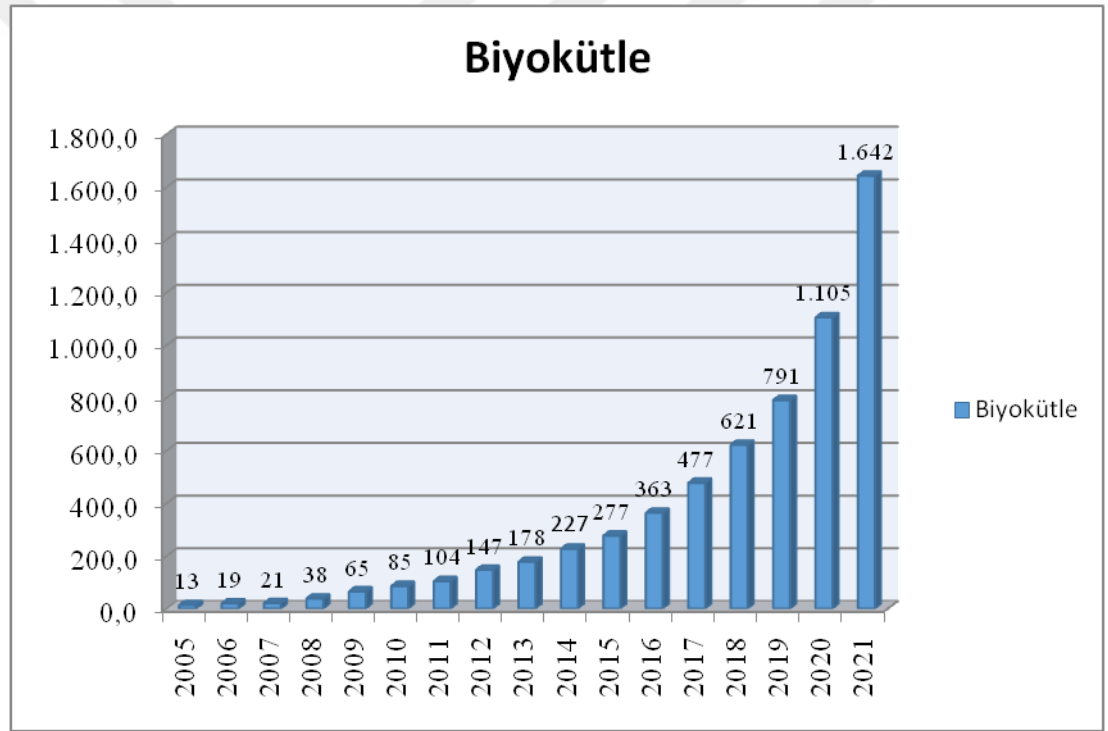
Fosil yakıtlar tükendiğinde, ülkemiz önemli derecede fiyat artışlarıyla ve enerji kıtlığıyla karşılaşacaktır. Dolayısıyla, ülkemizin sürdürülebilir bir şekilde ekonomik gelişimi için yenilenebilir enerji teknolojileri ve kaynaklarının gelişim ve kullanımı çok önemli hale gelmiştir (Demirtaş ve Gün, 2007: 54).

Türkiye'nin organik atık kaynakları ve biyokütle kaynakları bakımından oldukça zengin potansiyele sahiptir. Ancak Türkiye ürettiği enerjinin neredeyse 3 katını tüketen bir konumdadır. Bu sebeple enerji ihtiyacı bakımından dışarıya bağımlılığımız yaklaşık %70'in üzerinde olduğu bilinmektedir (Şenol, Elibol, Açıknel ve Şenol, 2017: 82).

Ülkemizin önemli potansiyele sahip olduğu, dünyada yaygın bir şekilde kullanılan biyokütle kaynaklarından, ülkemiz hala yeterince yararlanamamaktadır. Ülkemizde organik atık, biyogaz ve biyokütleden enerji üretilmesine yönelik özel ve kamu yatırımları son yıllarda giderek artmaktadır. Bilhassa belediyeler, atık çöpleri değerlendirmek amacıyla atıkları yakma ve enerji üretim sahaları kurmaya başlamışlardır (Koç ve Kaya, 2015: 43).

Grafik 5’de 2005 ile 2021 arasında Türkiye’de biyokütle enerjinin toplam kurulu gücünün (MW) cinsinden verileri gösterilmektedir.

Grafik 5. Türkiye’de Biyokütle Enerjisinin Toplam Kurulu Gücü



Endüstriyel Atık Dahil-Atık Isı Dahil Değil

Kaynak: TEİAŞ

Bu grafikte biyokütle enerjisinin toplam kurulu gücü hesaplanırken endüstriyel atıklar hesaba dâhil edilmiş fakat atık ısı dahil edilmiştir. 2005 senesinde biyokütle enerjisinin kurulu gücü 13 MW olarak gösterilmektedir. 2005 yılından 2021 yılına kadar sürekli artış meydana gelmiş fakat esas artışlar 2011 senesinden sonra yaşanmıştır. 2021 yılına gelini gelindiğinde biyokütle enerjisinin kuru gücü 1642 MW’a çıkmıştır. Diğer

yenilenebilir enerji kaynaklarına (rüzgâr, güneş, hidroelektrik) nazaran toplam kurulu günün daha az olduğu görülmektedir.

3.1.6. Türkiye’de Dalga Enerjisi

Güç potansiyeline bakıldığında açık denizlerin, kıyı kesimlerine göre daha cazip olduğu söylenebilir. Fakat açık denizlerde kurulan cihazlar, zor şartlarla mücadeleyi de beraberinde getirmektedir. Türkiye bu anlamda, üç tarafı denizlerle çevrili coğrafi konumu bakımından kıyı bölgelerde dalga enerjisinden yararlanmak oldukça önemlidir (Şentürk ve Özdamar, 2008: 359).

Deniz dalgalarının enerjisine dönüştürülebilmesi için dalga yüksekliği son derece önemlidir (Uygur, Demircan, Saruhan, Özkan ve Belenli, 2004: 12).

Güneybatı Anadolu tarafında Akdeniz ve Ege Denizi’nde hakim olan rüzgar potansiyeli yıllık ortalama 4-17 kW/m’lik dalga gücünü oluşturmaktadır. İzmir ile Antalya arası dalga enerjisi potansiyelinin en yüksek olduğu bölgedir. Tam konum olarak belirtirsek Dalaman-Finike arası söylenebilir (Elüstün, 2021: 1).

Bölgesel ortalama dalga yoğunlukları aşağıdadır;

Tablo 6. Türkiye Bölgelerinin Rüzgâr Gücü

BÖLGE	GÜÇ
Karadeniz	1.96-4.22 kWh/m
Marmara Denizi	0.31-0.69 kWh/m
Ege Denizi	2.86-8.75 kWh/m
Akdeniz	2.59-8.26 kWh/m
İzmir-Antalya	3.91-12.05 kWh/m

Kaynak: (Sağlam ve Uyar, 2005: 3-4).

Türkiye için enerji grupları arasında deniz dalga enerjisini de saymak mümkündür. Dalga enerjisinin temelinde rüzgâr enerjisi vardır. Türkiye’nin Marmara hariç deniz kıyı uzunluğu yaklaşık olarak 8210 km’dir. Bunun balıkçılık kıyı tesisleri ve

turizm gibi sebeplerle en fazla beşte biri kullanılabilir. Yıllık ortalama 18,5 TWh/yıl seviyesinde bir enerji potansiyeli vardır (Çakır, 2010: 289).

Şekil 5. Dalga Enerjisi Potansiyeli



Kaynak: Sektorumdergisi.com 2023a.

Derin sularda toplam olarak ortalama dalga enerjisi, ölkemizin kıyı şeridi uzunluğu kadar dalga güçlerinin birleşmesiyle ölçölmektedir. Eğer, denizaltı tatbikat alanları, gemi rotaları, Marmara Denizi'nin kıyı yerleşim sahaları vb. dışarıda bırakılır, Anadolu'nun kuzeydoğusundaki dalga gücü seviyeleri ticari tüketim amaçlı az olan ve güneyindeki dalga sistemlerinin çoğu göz ardı edilirse, ölkemizin toplam kıyı boyu 8210 km'dir (Sağlam ve Uyar, 2005: 3-4).

3.2. Dünya'da Yenilenebilir Enerji Kaynakları

19. yüzyılın ortalarına kadar biyokötle, kömür kullanımının fazlalaşmaya başlamasının öncesinde en yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı özelliğindedir. Fakat yakıt olarak kullanılmaya başlanması için aradan çok uzun zaman geçmiştir. Biyoyakıt, özellikle ABD ve Brezilya'da yaygın olarak kullanılmaktadır. Brezilya, şeker kamışından "etanol üretimi" konusunda etkin bir yenilenebilir enerji

kaynağı projesine sahip bir ülkedir. ABD’de satılan benzinin içerisinde %10 etanol katılmaktadır (Çelikkaya, 2018: 360).

Dünya’da dalga enerjisi bakımından en zengin yerler hem Güney hem de Kuzey yarım kürenin 40 derece ve 60 derece enlemleri arasında kalan bölgedir. Ancak yıllık ortalama olarak en yüksek potansiyele sahip bölge Güney yarım kürede bulunun 40-60 derece enlemleri arasındadır (Altaş ve Şahin, 2019: 45).

1970’li senelerde petrol krizinin çıkmasıyla dalga enerjisi konusu üzerine yapılan çalışmalar hız kazanmış fakat birkaç tane başarısız denemenin ardından dalga enerjisi üzerine olan ilgi düşmüştür. Fakat teknolojinin gelişmesiyle ilgi tekrardan ortaya çıkmış ve bu alanda birden çok teknoloji geliştirilmiştir. Dalga enerjisi üretimi üzerinde binden fazla patent alındığı bilinmektedir. Bu sayede de birden fazla ticari potansiyeli olan tesis gösterimleri olmuştur. 2000 senesinde İskoçya’nın İslay Adası da dünyanın dalga enerjisi alanında ilk ticari tesisi olan Limpet 500 kurulmuştur. 2000 yılından sonra Limpet 500 İngiltere şebekesine güç sağlamaya devam etmiştir (Tezcan Ün, 2003: 7-8).

Jeotermal enerjiye bakıldığında dünya genelinde dağılım alanları şu şekilde gösterilebilir:

1. And Volkanik Kuşağı; ABD’nin Güney Batı sahillerinde yer alan bu kuşak, Ekvator, Venezüella, Peru, Kolombiya, Bolivya, Arjantin ve Şili’yi kapsamaktadır.
2. Alp-Himalaya Kuşağı; Bu kuşak, dünyanın en büyük “jeotermal kuşakları” arasında yerini almaktadır. Türkiye, İtalya, Yunanistan, Tibet, İran, Yunnan (Çin), Pakistan, Yunnan (Çin), Hindistan, Yugoslavya, Tayland ve Myanmar’ı (Burma’yı) kapsamaktadır.
3. Doğu Afrika Rift Sistemi; Bu sistem aktif olarak devam eden, Zambiya, Djibuti, Malavi, Etiyopya, Tanzanya, Kenya, Ugandagibi ülkeleri içine yer almaktadır.
4. Karayip Adaları; Aktif volkanların yer aldığı kuşakta, oldukça önemli potansiyeller söz konusudur.

5. Orta Amerika Volkanik Kuşağı; Nikaragua, Guatemala, Panama, Kosta Rika ve El Salvador’u içine alan kuşakta, çok fazla sayıda jeotermal sistem mevcuttur (Külekçi, 2009: 87).

Dünya da güneş enerjisi kullanımı incelendiğinde en fazla ABD olmakla birlikte, Çin ile Avrupa Ülkeleri ilk sıralarda kendilerine yer bulmuşlardır. Bazı ülkeler sahip oldukları enerji ilişkilerinden ve teknolojik birikim bakımından ön plana çıkarken, bazı ülkelerse güneş ışınları potansiyeli ile ön plana çıkmaktadırlar. Amerika ve Avustralya’nın orta bölgesi, Afrika’nın büyük bir kısmı (özellikle tamamen çöl olan alanlar), en çok güneş alan ülke ve bölgelerdendir. Çok fazla güneş ışını alan yerlerin çoğu çöllerde olmakta ve bu yüzden de yerleşim ve yatırım yerlerine uzak kalmaktadır. Bu noktalara yatırım yapılsa bile üretilmiş olan enerjisinin nakliyesi de diğer bir maliyet olarak önlerine çıkar. Fakat Afrika’nın kıyılarına yapılabilecek yatırımlar, nakil yerlerine ve yatırım yerlerine yakın olabileceği için enerji verimliliği açısından önemli bir yer tutar (Enerji.gen.tr).

Rusya ile Ukrayna arasında yaşanan savaş, Avrupa’da temiz ve yenilenebilir enerjiye geçişi hızlandırmıştır. Enerji Krizi, Avrupa Birliği ülkelerini yenilenebilir enerji hedeflerini konusunda iddialı “Fit For 55” paketi tartışılırken vurdu. Bu savaşın başlamasının ardından yenilenebilir enerji dağıtımını arttırmada motivasyon olarak görmüşlerdir. Çin ise 2022 ile 2027 seneleri arasında dünyanın yenilenebilir enerji kapasitesinin yaklaşık olarak yarısını kurmayı hedefliyor, çünkü güneş PV ve rüzgâr enerjisinde sübvansiyonları aşamalı olarak kaldırılmasına rağmen bu 5 yıl içerisinde büyüme hızlanması bekleniyor. ABD’deyse “Enflasyon Azaltma Yasası” güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi projeleri için çok önemli derecede uzun vadeli politika görünürlüğü sağlamıştır. 2022 senesinde yürürlüğe giren yasa, yenilenebilir enerji kaynaklarında vergi kredilerini 2032 senesine kadar uzatmıştır (EİA, 2023).

Aşağıdaki tabloda yenilenebilir enerji kaynaklarının (rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerjisi, güneş enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji) dünya ortalamaları ve oranları gösterilmektedir.

Tablo 7. Dünya’da Yenilenebilir Enerji Kaynakları

	RES (MW)	RES (%)	HES (MW)	HES (%)	GES (MW)	GES (%)	Biyo- enerji (MW)	Biyo- enerji (%)	Jeoter- mal (MW)	Jeoter- mal (%)
2012	266.918	18,48	1.090.111	75,49	104.312	7,22	77.198	5,34	10.479	0,72
2013	299.840	19,14	1.137.100	72,60	141.169	9,01	84.545	5,39	10.717	0,68
2014	349.307	20,56	1.175.994	69,24	180.216	10,61	90.605	5,33	11.157	0,65
2015	416.170	22,47	1.210.655	65,38	228.054	12,31	96.351	5,20	11.812	0,63
2016	466.866	23,18	1.245.903	61,86	300.199	14,90	105.245	5,22	12.137	0,60
2017	514.215	23,53	1.270.876	58,17	395.276	18,0	110.966	5,07	12.697	0,58
2018	563.466	23,90	1.293.619	54,87	488.820	20,73	118.256	5,01	13.169	0,55
2019	621.270	24,44	1.311.765	51,60	591.059	23,25	123.940	4,87	13.738	0,54
2020	731.763	26,06	1.335.114	47,55	716.788	25,53	133.025	4,73	14.073	0,50
2021	824.874	26,92	1.360.054	44,38	849.473	27,72	143.371	4,67	15.644	0,51

Kaynak:Enerjisa, 2023a

Tablo incelendiğinde Dünya’da rüzgâr enerjisinin kurulu gücünün 266.918 MW ve dünyada toplam yenilenebilir enerji kullanımı içindeki payının ise %18,48 olduğu görülmektedir. Rüzgâr enerjisi yıllar içinde sürekli olarak istikrarlı bir biçimde hem kurulu gücü artmış hem de toplam yenilenebilir enerji içindeki payı olarak yükselişler meydana gelmiştir. 2021 senesine gelindiğinde rüzgâr enerji santralının kurulu gücü 824.874 MW’ye yükselmiş ve diğer YEN (yenilenebilir enerji) içindeki payı olarak da %26,92 seviye çıkmıştır. Tabloya bakıldığında 2012 yılında hidroelektrik enerji santrallerinin kurulu gücü 1.090.111 MW’dır. Diğer yenilenebilir enerjiler içindeki oranı ise %75,49 ile çok yüksek bir seviyededir. 2021 sene gelindiğinde ise hidroelektrik enerji santrallerinin kurulu gücü 1.360.054 MW olarak ölçülmüştür. Kurulu gücü artmasına rağmen diğer yenilenebilir enerji kaynakları içinde payında azalma meydana gelerek %44,38 seviyesine inmiştir. Güneş enerjisi santrallerinin kurulu gücü incelendiğinde 2012 senesinde 104.314 MW olarak hesaplanırken, diğer yenilenebilir enerjiler içerisindeki oranı ise %7,22’dir. Yenilenebilir enerjiler arasında 2012’den 2022 senesine kadar oransal olarak en fazla artış yaşan enerjidir. Güneş enerjisi santrallerinin kurulu gücü 2021 yılında 849.473’e çıkarken oran olarak %27,72’ye yükselmiştir. Biyokütle enerjisinin 2012 senesindeki kurulu gücü 77.198 MW iken 2021 senesine gelindiğinde

yaklaşık olarak 2 kat artarak 143.371 MW'ye çıktığı görülmektedir. Fakat kurulu güçte 2 takı artış yaşanırken diğer yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki payı düşmüştür. Biyokütle enerjisinin diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına 2012 senesindeki oranına bakıldığında %5,34 iken, 2021 senesinde %4,67'ye indiği görülmektedir. Son olarak ise jeotermal enerjinin kurulu gücü tabloda incelendiğinde diğer yenilenebilir enerjiler arasında em düşük enerjiye sahip kaynaktır. 2021 senesinde kurulu gücü 15.644 MW'ye çıkarken, diğer yenilenebilir enerjiler içindeki payı ise %0,51'de kalmıştır.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ

Yenilenemeyen enerji kaynakları arzının giderek azalması ve dünyada son dönemde enerji açısından yaşanan olaylar, enerjiyi kriz seviyene kadar çıkarmıştır. Bu yüzden küresel çapta yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek daha cazip hale gelmiştir. Yaşanan son Rusya ve Ukrayna savaşından sonra yenilenebilir enerji kaynaklarına eğilim artmış ve bu alanda yapılan çalışmalara ağırlık verilmeye başlanmıştır. Enerjide dışa bağımlı olan Türkiye de ise yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımlarda artışlar yaşanmıştır. Bu seviyede öneme sahip olmasından dolayı hem dünya da hem de Türkiye’de bu alanda çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları üretiminin ekonomik büyüme ne yönde etki edeceği araştırılmaktadır.

4.1. Literatür

Twari (2011), “A structural VAR Analysis Of Renewable Energy Consumption, Real GDP and CO2 Emissions: Evidence From India” isimli çalışmasında yenilenebilir enerji tüketimi, CO2 emisyonları ve ekonomik büyüme verileri VAR yardımıyla analiz edilmektedir. Johansen-Juselius eşbütünleşme analizleri, değişkenler arasında eşbütünleşme kanıtı bulunmadığını tespit etmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketiminde meydana gelen pozitif bir şokun CO2 emisyonlarını azalttığını ve GSYİH’yı artırdığını ve GSYİH yaşanan pozitif bir şokun CO2 emisyonlarında çok yüksek pozitif etkiye sahiptir (Twari, 2011: 1793).

Ocal ve Arslan (2013), “Renewable Energy Consumption–Economic Growth Nexus In Turkey” adlı makalede, Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. ARDL yaklaşımından elde edilen ampirik testlerin sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme

üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu tespit edilmiştir. Toda-Yamamoto nedensellik testlerinin sonuçları ise ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermektedir (Ocal ve Arslan, 2013:).

Apergis ve Danuletiu (2014), “Renewable Energy and Economic Growth: Evidence from the Sign of Panel Long-Run Causality” isimli makalede 80 ülke için yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Canning ve Pedroni uzun vadeli nedensellik testi altında incelenmiştir. Ampirik bulgular, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki karşılıklı bağımlılığın, yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme için önemli olduğunu ve benzer şekilde ekonomik büyümenin daha fazla yenilenebilir enerji kaynağı kullanımını teşvik ettiğini gösterdiğine dair güçlü kanıtlar bulunmuştur. Nedenselliğin varlığı, yenilenebilir enerji sektörünün gelişimini artıran hükümet politikalarının kullanımına devam etmek için bir yol gösterir (Apergis ve Danuletiu, 2014: 578).

Çınar ve Yılmaz (2015), “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği” isimli çalışmalarında arz yönlü model ile yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyümeye etkisi ve talep yönlü model ile de yenilenebilir kaynakların belirleyicileri incelenmiştir. 1990-2013 yılları arasındaki dönem için yapılan panel veri analizine göre sürdürülebilir bir büyümenin olmasında yenilenebilir enerji kaynakları önemli bir rolü olduğu ortaya çıkmıştır (Çınar ve Yılmaz, 2015: 55).

Bhattacharya Mita, Sudharshan Reddy Paramati, Ilhan Ozturk, Sankar Bhattacharya, (2016), “The Effect Of Renewable Energy Consumption On Economic Growth: Evidence From Top 38 Countries” adlı araştırmada, dünyadaki başlıca yenilenebilir enerji tüketmekte olan ülkelerin iktisadi büyümesi üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Ernst & Young Global Limited tarafından meydana getirilen Yenilenebilir Enerji Ulus Çekicilik Endeksi'ni ele alarak, 1991 ile 2012 arasındaki büyüme sürecini gözler önüne sermek için en çok yenilenebilir enerji tüketen 38 ülkeyi seçilmiştir. Ekonomik büyüme ve enerji ilgili girdiler arasındaki uzun vadeli dinamiklerin kanıtları test edilmiştir. Uzun vadeli çıktılarından elde edilen sonuçlar, yenilenebilir enerji tüketiminin seçilmiş ülkelerin %57'si için ekonomik çıktı noktasında önemli bir pozitif

etkiye sahip olduğunu tespit edilmiştir. Uzun vadeli çıktıları zaman serisi analizleriyle araştırılmıştır. Yapılan test sonucuna göre, uluslararası işbirliği ajanslarının, hükümetlerin, ilgili kuruluşların ve enerji planlamacılarının, bu ekonomilerin çoğunda düşük karbonlu büyüme amacıyla yenilenebilir enerji yatırımını artırmasıyla beraber hareket etmesi gerektiğini göstermektedir (Mita, Paramati, Ozturk ve Bhattacharya, 2016: 733).

Çınar ve Öz (2017), “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisine Yenilenebilir Enerji Bağlamında Bir Öneri” isimli çalışmasında 1965-2015 dönemi için jeotermal, termik ve hidroelektrik enerji tüketiminin iktisadi büyüme üzerinde etkisi araştırılmıştır. Granger nedensellik testi sonucunda, termik ve hidroelektrik enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ancak jeotermal enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedenselliğe rastlanmamıştır (Çınar ve Öz, 2017: 40).

Ntanos vd. (2018), “Renewable Energy and Economic Growth: Evidence from European Countries” adlı çalışmasında yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji tüketimi ile ülkelerin ekonomik büyümeleri arasındaki ilişkiyi 25 Avrupa ülkesini kapsayan kişi başına GSYİH olarak araştırılmıştır. Kullanılan veri seti, Avrupa ülkelerinin 2007-2016 dönemine ait verilerini içermektedir. İstatistiksel analiz, tanımlayıcı istatistiklere, küme analizine ve otoregresif dağıtılmış gecikmeye (ARDL) dayanmaktadır ve tüm değişkenlerin ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır; bu, GSYİH'nın bağımlı değişkeni ile yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) ve YEK Dışı enerji tüketimi, brüt sabit sermaye oluşumu ve uzun vadede işgücünden bağımsız olanlar arasında bir korelasyon olduğunu göstermektedir (Ntanos vd., 2018: 1).

Erdoğan, Dücan, Şentürk ve Şentürk (2018), “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Üretimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Üzerine Ampirik Bulgular” adlı çalışmasında Türkiye için yenilenebilir enerji üretimiyle ekonomik büyüme arasındaki ilişki VECM nedenselliği ve Johansen Eşbütünleşme Testi ile sorgulanmıştır. 1998-2015 yılları arasında yapılan testlerin sonucu olarak “ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji üretiminin” uzun dönemde sebebi olduğu ve bu 2 değişkenin de Eşbütünleşik oldukları bulunmuştur (Erdoğan, Dücan, Şentürk ve Şentürk, 2018: 233).

Karakaş ve Balcı İzgi (2018), “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ampirik Analizi. OECD Örneği” adlı çalışmada OECD ülke örneklerinin 1990-2014 senelerine ait, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla iktisadi büyüme arasındaki ilişki panel eşbütünleşme analiziyle incelenmiştir. Yapılan testin sonucunda elektrik tüketiminin iktisadi büyümeyi pozitif yönde etkileyeceği bulunmuştur (Karakaş ve Balcı İzgi, 2018: 100).

Usupbeyli ve Uçak (2018), “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji-Büyüme İlişkisi” isimli makalesinde Türkiye’de 1970-2017 yıllarına ait dönemde “yenilenebilir elektrik üretiminin toplam elektrik üretimi içindeki payı” (yenilenebilir elektrik üretiminin toplam elektrik üretimine bölünmesi) ve reel GSYH oranıyla ilişki araştırılmıştır. ARDL sınır testi uygulanması sonucunda yenilenebilir enerji kaynaklardan elektrik üretiminin toplam elektrik üretimindeki payı yükseldikçe ekonomik büyümenin de artacağı tespit edilmiştir (Usupbeyli ve Uçak, 2018: 223).

Apaydın, Güngör ve Taşdoğan (2019), “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Asimetrik Etkileri” adlı çalışmada Türkiye’nin 1965-2017 yılları arasında yenilenebilir enerji kullanımının iktisadi büyüme üzerindeki asimetrik etkilerini incelemişlerdir. Yapılan “doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otoregresif model” (NARDL) sonucunda yenilenebilir enerji tüketimindeki % 1’lik bir artış iktisadi büyümeyi oran olarak yaklaşık % 0,4 artırırken, % 1’lik azalışlar büyümeyi yaklaşık olarak % 0,7 oranında azaltmaktadır (Apaydın, Güngör ve Taşdoğan, 2019: 117).

Kasperowicz, Bilan ve Štreimikienė (2020), “The Renewable Energy And Economic Growth Nexus In European Countries” Çalışma, 1995’ten 2016’ya kadar 29 Avrupa ülkesinde geleneksel üretim fonksiyonu çerçevesinde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki uzun vadeli ilişkiyi incelemektedir. Yapılan analizler sonucunda ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında uzun vadeli bir denge ilişkisi olduğunu ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Sonuçlar, yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme sürecinde küresel bir meta olarak kullanılmasının oldukça önemli olduğunu göstermektedir (Kasperowicz, Bilan ve Štreimikienė, 2020: 1).

Shahbaz, Raghutla, Chittedi, Jiao ve Vo (2020), “The Effect Of Renewable Energy Consumption On Economic Growth: Evidence From The Renewable Energy Country Attractive Index” adlı makalesinde, 38 ülkede 1990'dan 2018'e kadar yenilenebilir enerji tüketiminin iktisadi büyüme üzerindeki etkisi araştırılmaktadır. Çalışmada Dinamik sıradan en küçük kareler (DOLS), heterojen nedensellik, tamamen değiştirilmiş sıradan en küçük kareler (FMOLS) yaklaşımları uygulanmıştır. Yapılan analizde, yenilenebilir enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasında uzun dönemli ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca, işgücü, yenilenebilir enerji, sermaye ve yenilenemez enerjinin iktisadi büyüme üzerinde pozitif bir etkisinin bulunduğu ve örnek ülkelerin %58'inde yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisi olduğu saptanmıştır (Shahbaz, Raghutla, Chittedi, Jiao ve Vo, 2020: 1).

Ünüvar ve Keskinlik (2020), “Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: G20 Ülkeleri Örneği (2000-2016)” isimli çalışmada G20 üyesi 19 ülkenin 2000-2016 yıllarına ait, yenilenebilir enerji kaynakları üretimiyle iktisadi büyüme arasındaki ilişkiyi incelenmektedir. Yapılan FMOLS ve DOLS testi sonuçlarına göre yenilenebilir enerji kaynakları üretimiyle iktisadi büyüme arasında pozitif yönlü ilişki olduğu tespit edilmiştir (Ünüvar ve Keskinlik, 2020: 251).

Ağırkaya ve Akyol (2021), “Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Artması Ekonomik Büyümeyi Ne Ölçüde Teşvik Etmektedir: OECD Ülkeleri Örneği” isimli makalede 1991-2019 yılları arasında 36 OECD ülkesi ele alınarak yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Sabit Etkili Driscoll-Kraay testi yapılarak araştırılmıştır. Yapılan testin sonucuna göre yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketiminin yükselmesi iktisadi büyüme üzerinde anlamlı ve pozitif yönlü etkisi olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak bu ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimini teşvik edecek politikaların yapılması ekonomik büyümeye katkı sağlamaktadır (Ağırkaya ve Akyol, 2021: 161).

Naimoğlu (2021), “Fourier Yaklaşımıyla Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Enerji Kayıplarının Ekonomik Büyüme Üzerinde Etkisi: Almanya Örneği” isimli çalışmada Almanya için 1990-2019 yılları arasında ekonomik büyüme, enerji kayıpları ve yenilenebilir enerji kullanımı verileri Kanonik Eşbütünleşik Regresyon (CCR) ve

“Geliştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi” (FMOLS) ile test edilmiştir. Yapılan testler sonucunda yenilenebilir enerji kullanımında meydana gelen artışlar ekonomik büyümeyi yükseltirken enerji kayıplarında ortaya çıkan artışlarsa ekonomik büyümeyi azaltmaktadır (Naimoğlu, 2021: 59).

Eygü (2022), “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: 1995–2020 Türkiye Örneği” isimli çalışmada Türkiye’de 1995–2020 yıllarına ait kişi başı GSYİH ile işgücü, sermaye ve yenilenebilir enerjiden üretilen elektrik tüketimi değişkenleri arasındaki ilişki ARDL sınır testi ve Todo-Yamamoto nedensellik testi ile araştırılmıştır. Uygulanan nedensellik testi sonucunda yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu tespit edilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimindeki yükselişler ekonomik büyümeyi olumlu etkileyeceği sonucuna varılmıştır (Eygü, 2022: 387).

Yılmaz ve Polat, “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi” adlı makalede Türkiye’de 1990-2021 yıllarına ait yenilenebilir enerji kaynakları ve iktisadi büyüme arasındaki ilişkiyi ampirik bir biçimde incelemiştir. Fouruier Shin eşbütünleşme testi uygulanarak uzun dönemde yenilenebilir enerji kaynakları ve ekonomik büyüme arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişkinin olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan FMOLS katsayı tahmincisinin sonucuna göre yenilenebilir enerjinin toplam enerji kaynakları payı içindeki tüketimi %1 yükseldiğinde ekonomik büyümeyi %1.46 arttırdığı ortaya çıkmıştır (Yılmaz ve Polat: 2023: 592).

Chen, Mamon, Spagnolo ve Spagnola (2022), “Renewable Energy And Economic Growth: A Markov-Switching Approach” isimli makalede, Norveç, Yeni Zelanda ve iki Kanada eyaleti ele alınarak yenilenebilir enerji fiyatları ile ekonomik büyüme arasındaki dinamik nedensel ilişkiyi incelenmiştir. Ampirik sonuçlarımız, yenilenebilir enerji fiyatları ile ekonomik büyüme arasında zamana bağlı bir nedensel ilişkinin varlığını belgelemektedir (Chen, Mamon, Spagnolo ve Spagnola, 2022: 1).

Wang, Lili ve Li (2022) “Renewable energy and economic growth revisited: The dual roles of resource dependence and anticorruption regulation” isimli çalışmada yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümenin etki mekanizmasını, doğal kaynaklar ve

kurumsal çevre olmak üzere iki boyuttan incelemektedir. Hipotez, seçilen 104 ülke ve bölgenin panel verileri 2002'den 2018 yılına kadar kullanılarak ve regresyon tahmini yapılarak test edilmiştir. Genel olarak, bu çalışma yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu bulmuştur (Wang, Lili ve Li, 2022: 1).

Wang, Dong, Li ve Wang (2022), “Renewable Energy And Economic Growth: New Insight From Country Risks” adlı makalede yenilenebilir enerji tüketimi ile iktisadi büyüme arasındaki ilişkiyi, ekonomik riskler politik riskler, bileşik riskler ve finansal riskler dâhil olmak üzere yeni risk temelli perspektiflerden incelenmiştir. 1995 ile 2021 yılları arasında Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) devletleri için panel veriler kullanılmıştır. Sonuç olarak finansal riskler ve ekonomik riskler eşik değişkenler olarak ele alındığında yenilenebilir enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasında çift eşik vardır. Birinci eşik değer aşılar ikinci eşik aşılmadığında, yenilenebilir enerji ekonomik kalkınmayı olumlu yönde etkilemektedir. Fakat finansal riskler ve ekonomik riskler iki eşik değer arasında bulunmadığında, yenilenebilir enerji tüketimiyle iktisadi büyüme arasında anlamsız negatif ilişki olduğu tespit edilmiştir (Wang, Dong, Li ve Wang, 2022: 1).

Kuşkaya (2023), “Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Kantil Regresyon ile Modellenmesi: ABD Örneği” adlı çalışmada ABD için 1990:Q1-2020:Q2 dönemine ait yenilenebilir enerji kaynaklarının üretiminin iktisadi büyüme üzerindeki etkisi, kantil regresyon modeli ile incelenmiştir. Kantil regresyon analizi sonucuna göre yenilenebilir enerji kaynaklarının üretiminin, iktisadi büyüme üzerinde pozitif yönlü bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur (Kuşkaya, 2023: 234).

4.2. Araştırmada Kullanılan Veri Seti

Bu çalışmada Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki ele alınmıştır. Kullanılan veriler 1990-2021 yılları arasını kapsamaktadır. 1990’lardan itibaren yenilenebilir enerjiye bakış açısının değişmesi ve yeni atılımların, yeni üretimlerin o senelerde başlanmasından dolayı 1990 senesi başlangıç yılı olarak ele alınmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretiminin yıllık veriler halinde

ölçülmesinden ötürü GSYİH verisi de yıllık olarak kullanılmıştır. Bu yüzden mevsimsel etkiye bakılmamıştır. Eviews10 programı kullanılarak ekonometrik analizin sonuçları elde edilmiştir.

Aşağıdaki tabloda araştırmada kullanılmış olan değişkenlerin veri seti gösterilmektedir.

Tablo 8. Araştırmada Kullanılan Veri Seti

Veri adı	Kısaltması	Birimi	Gözlem Sayısı	Yıl	Kaynağı
Reel Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla	GSYİH	TL	32	1990-2021	Dünya Bankası
Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Üretimi	YEN	TWh	32	1990-2021	Our World In Data

Ekonomik büyüme değişkeni reel GSYİH verileri ele alınarak açıklanmıştır. Reel yani sabit fiyatlarla ele alınmasının sebebi, fiyat değişmelerini içermiyor olması ve ekonominin gerçek üretim kapasitesinde yaşanan değişimi yansıyor olmasından kaynaklanmaktadır. Reel GSYİH Dünya Banka'sından yerel para (TL) cinsinden 32 gözlem yılı olarak alınmıştır. Reel GSYİH bağımlı değişken olarak seçilmiştir. Bağımsız değişken olarak ele alınan yenilenebilir enerji üretimi verilerine Our World In Data'dan ulaşılmıştır. Yenilenebilir enerji üretimi verilerini oluşturan ana kaynaklar; güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji, dalga enerjisinden oluşmaktadır.

4.3. Ekonometrik Yöntem

Çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarının üretiminin ekonomik büyüme üzerinde etkisi araştırılmıştır. Eviews10 programı kullanılarak reel GSYİH ve yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam üretimi değişkenlerinin 1990 ile 2021 yılları arasına ait verileri uygulamaya yüklenmiştir. Serilerin daha doğru sonuç verebilmesi için doğal logaritmik değerleri alınmıştır. ADF, PP ve KPSS birim kök testleri uygulanmış fakat logaritmaları alınan değişkenler durağan çıkmamış ve birim kökün var olduğu

anlaşılmıştır. Sonrasında ise değişkenlerin 1. Dereceden farkı alınmış ve tekrardan aynı 3 birim kök testi yapılmıştır. VAR analizi yapılarak değişkenlerin etki tepkisi ölçülmüştür. Ardından ise Granger Nedensellik Testi yapılarak değişkenler arasındaki nedensellik analizi test edilmiştir.

Araştırmada kullanılan bağımlı değişken GSYİH iken, bağımsız değişken olarak yenilenebilir enerji kaynakları üretimi belirlenmiştir. Böylece yenilenebilir enerji kaynakları üretiminin ekonomik büyümeyle ilişkisi test edilmiştir. Ekonomik analizde kullanılan doğrusal tahmin modeli aşağıdaki gibidir.

$$GSYİH = \beta_0 + \beta_1 YEN + u_t$$

4.3.1 Araştırmada Kullanılan Birim Kök Testleri

Zaman serisi analizinde birim kök testi, bir zaman serisinin durağan olup olmadığını ve birim kök içerip içermediğini test eder. Zaman serilerinde birim kökün varlığı sıfır hipotezini, alternatif hipotez ise zaman serilerini durağan olarak tanımlar. Ekonomik zaman serilerinde birim köklerin ortaya çıkışı, tek değişkenli olduğu kadar çok değişkenli ekonometrik modelleme için de geniş kapsamlı sonuçlara sahiptir. Bu nedenle, birim kök testleri günümüzde ampirik zaman serisi çalışmalarının çoğunun başlangıç noktasıdır (Wolters ve Hassler, 2005: 1).

4.3.1.1. Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Birim Kök Testi

Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) testi zaman serilerinde birim kökün test edilmesinde ve durağanlığını analiz etmek için kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir (Boğa, 2020: 493). Sabitli trendli, sabitli trendsiz ve sabitsiz trendsiz olmak üzere üç tane model kurulabilir (Oltulular, 2015: 122). ADF testi hipotezinde birim kökün var olduğu durumlarda seri durağan değildir. Birim kökün bulunmadığı durumda ise serinin durağan olduğu anlaşılmaktadır. Son zamanlarda bazı yazarlar alternatif ve temel hipotez arasında yapılan ayırmda Dickey-Fuller testlerinin gücünün zayıflığından

bahsetmişlerdir (Çil Yavuz, 241). ADF birim kökü testinin uygulanmasındaki ana sorun gecikme uzunluğunun seçiminden kaynaklanmaktadır. ADF testinin boyut özellikleri ve gücü modele dahil edilmiş olan gecikme sayına oldukça duyarlıdır. Bunun amacı otokorelasyonu bitirecek kadar hata teriminin modele dahil edilmesi gerekir. Uygun gecikme sayısının tespit edilmesinde kullanılmakta olan çok yöntem vardır. Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Hannan Quin (HQ) veSchwart Bilgi Kriteri (SIC) kriterlerin düzeltilmiş formlarından bazılarıdır. Uygulamalar da en fazla kullanılan SIC ve AIC bilgi kriterleridir. Uygun bir gecikmenin belirlenebilmesi için, SIC ve AIC bilgi kriterlerinin minimum değerde olması gerekir. Seçilen gecikmenin olması gerekenden büyük olması tahminlerin daha eğimli olmasına neden olmaktadır. Bu yüzden uygun gecikmenin belirlenmesi çok önemlidir (Akyüz, 2018: 184).

4.3.1.2. Phillips ve Perron (PP) Birim Kök Testi

Birim kök testleri arasında ADF testi en fazla kullanılıyor olmasına rağmen testin bazı eksiklikleri bulunmaktadır. Bu eksiklikler yardımcı testler ile giderilmeye çalışılmıştır. Phillips ve Perron (1988), finansal zaman serilerinin analizinde popüler hale gelen bir dizi birim kök testi geliştirmiştir. ADF testleriyle temel olarak hatalarda ortaya çıkan değişen varyans ve seri korelasyon sorununa çözüm üretmede farklılaşmaktadırlar. (Washington.edu, 127; Uğurlu, 2019: 17). Dickey-Fuller (DF) birim kök testinde otoregresif süreç (AR) uygulanarak modelleme oluşturulurken Phillips Perron (PP) testinde modeller veri oluşturma süreci olarak “otoregresif -hareketli ortalamalar süreci” (ARMA) kullanılmıştır (Canpolat, 2017: 19).

4.3.1.3.Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, Shin (KPSS) Birim Kök Testi

Schwert (1989), ADF birim kök testlerinin gecikme uzunluğunun seçimlerine karşı duyarlı ve gücünün zayıf olduğunu söylemiştir. KPSS testlerinin gücünün daha fazla olduğu açıklamıştır (Dülger ve Cin, 2002: 52). 1992 yılında Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin'in çalışmasında, temel hipotezlerde birim kökün olup olmadığını test ederek birim köklerin başarı sağlayamayacağını açıklamışlardır. Çünkü klasik hipotez

test edilmelerinde ana hipotezin reddedilmesi için diğer bir alternatif hipotezin güçlü kanıtlar ortaya koyması gerekmektedir. Fakat zaman serileri birim kökün yokluğu ya da varlığı ile ilgili yeterli bilgi sunmamaktadır. Bu nedenle temel hipotezin reddi başarılamayacağını vurgulamışlardır. Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin serilerin durağan olmadığı alternatif hipotezine karşılık, durağan olduğu temel hipotezin sınanması için Lagrange Multiplier (LM) istatistiğini öne sürmüşlerdir. Kwiatkowski ve diğerlerine göre durağanlık ve birim kök testlerinin birbirlerinin tamamlayıcısı olduğunu belirtmişlerdir. Kwiatkowski vd. temel hipotezlerinde serilerin deterministik trend etrafında durağan hale geldiği bir test önerisinde bulunmuşlardır. Modelde zaman serisi; durağan bir hata terimi, bir rassal yürüyüş ve deterministik bir trend bileşenlerinin toplamından oluşmaktadır. Temel hipotez rassal yürüyüş varyansının sıfır olduğu duruma karşılık gelmektedir. Rassal yürüyüş modelinde, hata teriminin varyansını sıfır hipotezinde test edilmesi diğer bir anlamda hipotezin durağan olup olmamasının sınanması anlamına gelmektedir. KPSS testinin Perron ve DF-ADF birim kök testlerinden farkı hipotezlerde ortaya çıkmaktadır. Diğer birim kök testleri temel hipotezde seride birim kökün var olduğunu yani durağanlığın olmadığını söylerken KPSS testinde ise serinin durağan olduğunu göstermektedir. KPSS testi birim kökü olup olmadığını test etmeden serilerin durağanlığına bakar. Bu nedenle de KPSS testi birim kök testi olarak değil durağanlık testi olarak ifade edilmektedir (Canpolat, 2017: 22; Çil Yavuz, 241).

4.3.2. VAR (Vektör Otoregresyon) Modeli

VAR modeli verilerin istatistiksel niteliklerine göre düzenlenmektedir. Sistemde bulunan her bir “endojen” değişken, tüm “endojen” değişkenlerin gecikmeli bir değeri olarak ele alınır. Böylelikle tek değişkeni bulunan otoregresif model, çok değişkeni bulunan zaman serisi değişkenlerinden meydana gelen “vektör” otoregresif model geliştirilmiştir. Christopher A. Sims Var modelini 1980 senesinde, ekonomik sisteminde dinamik analizlerinde kullanmayı önermiş ve ekonomik alana taşımıştır (Erarslan, Pehlivanoğlu ve Narman, 2021: 243).

1980 senesinde Sims VAR'ın üç amaç altında kullanabileceğini öne sürmüştür.

- Alternatif politika etkilerinin neticelerinin değerlendirilmesi,
- Ekonomik modellerin tasarlanması,
- Ekonomik zaman serilerinin tahmin edilmesi.

Sims, VAR modelinin yukarıdaki üç amaca ne gibi hizmette bulunacağına dair bazı ön göstergelerden bahsetmiştir (Christiano, 2012: 1083).

VAR modeli, yapısal modelde hiçbir kısıtlama getirmeksizin dinamik ilişkileri sunmaktadır. Bu nedenle zaman serileri için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Var modeli, değişkenlerde içsel veya dışsal ayrımı gerektirmez. Bu noktasıyla eşanlı denklem sistemlerinden farklılaşmaktadır. Üstelik VAR modelinde bağımlı değişkenin gecikmeli değerinin kullanılması, geleceğe yönelik güçlü tahminlerde bulunulmasını sağlar (Tarı ve Bozkurt, 2006: 4-5).

VAR modelinin oluşturulmasında birtakım aşamalar bulunmaktadır. Bu aşamaların detayları aşağıda maddelenmiştir:

- VAR analizinde kullanılan değişkenlerin durağan halde olmaları gerekir. Bu sebeple, kullanılacak olan değişkenlerin öncelikle birim kök testleri yapılması şarttır. Bu değişkenlerin durağan olmamaları halinde birinci sıra farkları alınarak bu testin yeniden yapılmalıdır.
- İkinci aşamadaysa değişkenler arasında eş varyans ve otokorelasyonun olup olmadığı kontrol edilmektedir. Belirtilmiş olan bu durumlar VAR modelinin kurulumunda bir engel teşkil etmektedir.
- Üçüncü aşamada ise en uygun gecikme uzunluğu bulunur. Bu noktada, 1Schwarz (SIC) ve Akaike (AIC) gibi bilgi kriterleri kullanılmaktadır.
- Uygun gecikme uzunluğu bulunduktan sonra VAR modeli yeniden oluşturulur.
- Yapılan VAR modelinin katsayıları yorumlanır (Serezli, 2022: 141-142).

Zaman serilerinin arasında nedenselliğin olup olmadığını inceleyen birçok yöntem ortaya çıkmıştır. Bu yöntemlerin arasında bulunan Granger nedensellik testi

genişletebilirliği, sağlamlığı ve sadeliği açısından birçok noktada başarıları vardır. Granger nedensellik analizi, birden fazla değişkenin olduğu karmaşık sistemlerde değişkenlerin arasında nedenselliğin olup olmadığını hakkında inceleme yapmak ve ilişkilerin hangi yönde olduğunu bulmak için kullanılmaktadır. 1969 senesinde Clive W. Granger’ın literatüre kazandırdığı Granger nedensellik analizi ekonometri, mühendislik, tıp, iktisat, pozitif bilimler, iklim bilimleri vb. birçok noktada kullanıldığı görülmektedir (Gv, 2019: 1).

4.3.3. Granger Nedensellik Testi

Granger nedensellik analizi gecikme sayısına duyarlılığı fazladır ve nedenselliğin yönü açısından gecikmeli terim sayısına göre değişebileği söylenebilir. Bu sebeple bu analiz farklı gecikmelere bağlı olarak uygulanabileceği gibi modelde bulunan bağımsız değişkenler için birbirinden farklı gecikme uzunlukları da belirlenebilmektedir. Literatürde aylık veriler kullanılan çalışmalarda gecikme değerleri 12 ya da 24, mevsimsel veriler kullanılan çalışmalardaysa 4, 8 ya da 12 olmakla beraber genel olarak aynı büyüklükte seçilmektedirler (Takım, 2010: 13).

Granger nedensellik analizini tanımlamak gerekirse “X” değişkeninin geçmiş değerlerine yönelik bilgi sahibi olmak, “Y’nin” daha net biçimde öngörülebilmesine neden oluyorsa, “X” değişkeni “Y” değişkenine Granger anlamında sebep olabilmektedir. Dolayısıyla bir değişkenin geçmişte bulunduğu değeri diğer bir değişkenin gelecekteki veya bugünkü değerlerini etkileyebileceği vurgulanmaktadır. Granger nedensellik analizi aynı periyotta meydana gelen neden-sonuç ilişkisini test edememektedir (Bahçe, Okumuşoğlu ve İpek, 2022: 737).

Günümüzde Granger nedensellik testleri uygulama ve teori olarak 1969 yılında ilk kez ortaya çıktığı şekilden daha farklı olduğu gözlemlenebilmektedir. Gerek bilgi ve işlem maliyetinin azalması, gerekse zaman serileri analizindeki gelişimler Granger nedensellik analizlerini yeni boyutlara taşımıştır (Atakureren, 2011: 138).

4.4. Ekonometrik Bulgular

Yenilenebilir enerji kaynakları üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi VAR analizi ve Granger Nedensellik testi ile ekonometrik analiz yapılmıştır. Birim kök testlerinden ise ADF, PP ve KPSS testleri kullanılmıştır. Seçilmiş olan değişkenlerin (yenilenebilir enerji üretimi ile reel GSYİH) ilk önce doğal logaritmik değerleri alınmış ve ardından durağanlıkları ile birim köklerin varlığı araştırılmıştır.

Aşağıda bulunan tabloda ADF birim kök testinin sonuçları yer almaktadır. Testte Akaike Bilgi Kriteri (AIC) seçilmiş ve maksimum gecikme uzunluğu değeri 2 olarak belirlenmiştir.

Tablo 9. ADF Birim Kök Testi Sonuçları

ADF Birim Kök Testi							
Değişkenler		Sabit Terimli			Sabit Terimli ve Trendli		
		%1	%5	t istatistiği	%1	%5	t istatistiği
Düzey	GSYİH	-3.662	-2.96	0.506	-4.285	-3.563	-2.576
	YEN	3.67	-2.964	-0.259	-4.297	-3.568	-1.68
1. Fark	GSYİH	-3.67	-2.964	-5.481	-4.297	-3.568	-5.450
	YEN	-3.67	-2.964	-8.849	-4.297	-3.568	-8.723

Not: ADF test istatistiği < kritik değer ise, H_0 kabul. H_0 : Seride birim kök vardır. Seri durağan değildir. ADF test istatistiği > kritik değer ise, H_1 kabul. H_1 : Seride birim kök yoktur. Seri durağandır.

ADF birim kök testinin sonuçları sabit terimli ile sabit terimli ve trendli olarak ölçülmüştür. Düzey seviyesinde reel GSYİH değişkeni test edildiğinde sabit ve terimli ile sabit terim trendli de hem %1 hem de %5 anlamlılık seviyesinde seride birim kök vardır yani seri durağan değildir. Aynı şekilde düzey seviyesinde YEN değişkeni test edildiğinde %1 ve %5 anlamlılık seviyesinde H_0 hipotezi kabul edilir. Yani seride birim kök vardır ve seri durağan değildir. İki değişken de düzey seviyesinde durağan olmadığı için 1. derece farkları alınmıştır. Her iki değişkeninde 1. derece farkı alındığı durumda sabit terimli ile sabit terimli ve trendli biçimde test edildiğinde %1 ve %5 anlamlılık

seviyesine göre H_1 hipotezi kabul edilmektedir. Buna göre serilerde birim kök yoktur. Her iki değişkeninde 1. farkları alındığında seriler durağan hale gelmiştir.

Aşağıda bulunan Tablo 8’de PP birim kök testinin sonuçları yer almaktadır. Testte Default (Bartlett kernel) ile Newey-West Bandwidit seçilmiştir.

Tablo 10. PP Birim Kök Testi

PP Birim Kök Testi							
Değişkenler		Sabit Terimli			Sabit Terimli ve Trendli		
		%1	%5	t istatistiği	%1	%5	t istatistiği
Düzy	GSYİH	-3.662	-2.96	1.646	-4.285	-3.563	-2.593
	YEN	-3.662	-2.96	-0.579	-4.285	-3.563	-2.826
1. Fark	GSYİH	-3.67	-2.96	-6.303	-4.297	-3.568	-7.213
	YEN	-3.67	-2.964	-9.611	-4.297	-3.568	-10.493

Not: ADF test istatistiği < kritik değer ise, H_0 kabul. H_0 : Seride birim kök vardır. Seri durağan değildir. ADF test istatistiği > kritik değer ise, H_0 kabul. H_1 : Seride birim kök yoktur. Seri durağandır.

PP birim kök testinin sonuçları sabit terimli ile sabit terimli ve trendli model olarak ölçülmüştür. Çalışmada seçilen iki değişken (reel GSYİH ve YEN (yenilenebilir enerji kaynakları üretimi)) düzey seviyelerinde sabit terimli ile sabit terimli ve trendli durumlar seçilerek test edildiğinde %1 ile %5 anlamlılık seviyesinde serinin birim kökünün olduğu ve durağan halde bulunduğu H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Seriler durağan olmadığı için değişkenlerin 1. derece farkları alınmıştır. 1. farkları alınan değişkenlerin PP birim kök testi yapıldığında hem sabit terimli hem de sabit terimli ve trendli de %1 ile % 5 anlamlılık düzeyinde H_1 hipotezi kabul edilmiştir. Buna göre seride birim kök bulunamamıştır. Değişkenlerin 1. derece farkları alındığında seriler durağan hale gelmiştir.

Aşağıda bulunan Tablo 8’de KPSS birim kök testinin sonuçları yer almaktadır. Testte Default (Bartlett kernel) ile Newey-West Bandwidit seçilmiştir.

Tablo 11. KPSS Birim Kök Testi

KPSS Birim Kök Testi							
Değişkenler		Sabit Terimli			Sabit Terimli ve Trendli		
		%1	%5	t istatistiği	%1	%5	t istatistiği
Düzey	GSYİH	0.739	0.463	0.745	0.216	0.146	0.153
	YEN	0.739	0.463	0.699	0.216	0.146	0.153
1. Fark	GSYİH	0.739	0.463	0.292	0.216	0.146	0.209
	YEN	0.739	0.463	0.5	0.216	0.146	0.5

Not: KPSS test istatistiği < kritik değer ise, H_0 kabul. H_0 : Seri durağandır. KPSS test istatistiği > kritik değer ise, H_1 kabul. H_1 : Seri durağan değildir.

KPSS birim kök testinin yorumlanması ADF ve PP testine göre farklılık göstermekte ve tersi bir durum içermektedir. Yapılan analize göre düzey seviyesinde bulunan reel GSYİH değişkeni sabit terimli olarak seçilen modelde %1 anlamlılık seviyesinde H_1 kabul edilerek serinin durağan olmadığı sonucuna varılır. GSYİH değişkeninin 1. Düzey farkı alındığında sabit terim seçilerek yapılan testte %1 anlamlılık seviyesinde durağan hale geldiği görülmekte ve H_0 kabul edilmektedir. YEN değişkeni ise düzey seviyesinde hem sabit terimli hem de sabit terimli ve trendli model kullanarak yapılan KPSS testinde %1 anlamlılık düzeyinde H_0 kabul edilerek ve seri durağan hale gelmektedir.

Birim kök testleri yapılarak değişkenlerin durağanlıklarının 1. Derece farkları alındığında ortaya çıktığı görülmüştür. Birim kök testlerinin ardından VAR modeli yapılırken değişkenler dışsaldan (YEN) içsele (GSYİH) doğru eklenmiştir. Bağımlı değişken olarak GSYİH, bağımsız değişken olarak ise YEN seçilmiştir. VAR modelini yaparken uygun bir gecikmenin belirlenmesi gerekir. Uygun bir gecikme bize analizin sağlıklı bir şekilde tahmin edilmesinde yardımcı olur. Uygun gecikme uzunluğu aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 12. Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	52.51248	NA*	8.13e-05*	-3.741665*	-3.645677*	-3.713123*
1	56.29916	6.731883	8.27e-05	-3.725864	-3.437900	-3.640237
2	58.78181	4.045800	9.32e-05	-3.613467	-3.133528	-3.470756
3	62.55488	5.589738	9.63e-05	-3.596658	-2.924743	-3.396862
4	63.47227	1.223180	0.000125	-3.368316	-2.504425	-3.111436

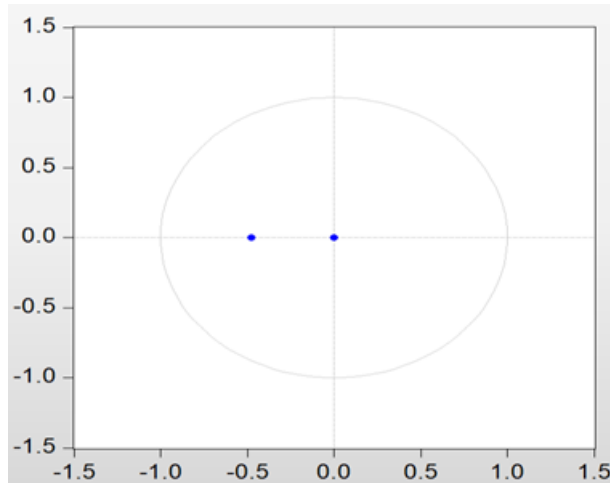
Not:* bilgi kriterlerine göre seçilen uygun gecikme uygunluğunu göstermektedir.

LR: Lagrange Oran Testi, FPE: Son Tahmin Hatası, AIC: Akaike Bilgi Kriteri, SIC: Schwarz Bilgi Kriteri, HQ: Hannan-Quinn Bilgi Kriteri.

Tabloda VAR modeli için uygun gecikme hızları belirlenirken bilgi kriterleri değerlerinin yanında bulunan yıldızlar bize yol göstermektedir. Tablo incelendiğinde yıldızların hepsinin 0 gecikmede bulunduğu görülmektedir. Genel görüşe göre uygun gecikmenin 0 olması durumunda 1 gecikmenin alınması yapılan testin daha doğru sonuç vermesi açısından önemlidir. Bu yüzden VAR modeli için uygun gecikme sayısı 1 alınmıştır.

VAR modelinin yapılabilmesi için toplam üç koşul vardır. Bu üç koşulunda sağlanması gerekmektedir. Bunlardan ilki istikrarlı olma koşuludur.

Şekil 6. VAR Karakteristik Polinomların Durağanlığı



VAR modelinin doğru sonuç verebilmesi için analizde kullanılan serilerin durağan olması gerekmektedir. Durağanlığın varlığı ise polinomun ters kök değerlerinin çemberin içerisinde bulunmasıyla sağlanmaktadır. Yukarıdaki şekil

incelendiğinde serilerin değerlerinin çemberin içerisinde bulunduğu gözükmemektedir. Bu bağlamda VAR modelinin durağan olduğu ve farklı varyansların bulunmamasıyla istikrar koşulunun sağlandığı anlaşılmaktadır.

VAR modelinin yapılabilmesinin ikinci bir şartı da otokorelasyon koşulunun sağlanmasıdır.

Tablo 13. Otokorelasyon Koşulu LM Testi Sonuçları

Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	df	Prob.
1	1.480573	4	0.8301	0.368123	(4, 48.0)	0.8301
2	4.988802	4	0.2884	1.286107	(4, 48.0)	0.2886
3	2.673758	4	0.6138	0.672992	(4, 48.0)	0.6140
4	3.233854	4	0.5195	0.818682	(4, 48.0)	0.5196
Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	df	Prob.
1	1.480573	4	0.8301	0.368123	(4, 48.0)	0.8301
2	5.747954	8	0.6754	0.715493	(8, 44.0)	0.6766
3	8.943519	12	0.7077	0.732902	(12, 40.0)	0.7113
4	9.951120	16	0.8692	0.585878	(16, 36.0)	0.8737

Otokorelasyon LM testi yapısal olarak bir problemin olup olmadığını incelemek için kullanılmaktadır. Otokorelasyon koşulunun sağlanabilmesi için prob. değerlerinin 0.05 seviyesinden büyük olması (H_0 kabul olması) gerekmektedir. Tablo incelendiğinde prob. değerleri 0.05 düzeyinden büyük olduğu için otokorelasyon koşulu sağlanmıştır.

VAR modelini diğer bir şart olan değişen varyans koşulu aşağıdaki tabloda incelenmektedir.

Tablo 14. Değişen Varyans Koşulu Testi

Chi-sg	Df	Prob.
10.04916	15	0.8166

Değişen varyans koşulunun değerlendirilebilmesi için White Heteroskedasticity (With Cross Terms) testi yapılmıştır. Değişen varyans koşulunun sağlanabilmesi için Prob değerinin 0.05 düzeyinden büyük olması gerekmektedir. $0.8166 > 0.05$ olduğu için değişen varyans yoktur ve koşul sağlanmıştır.

Granger nedensellik testi yapılarak değişkenler arasındaki ilişki incelenmektedir. Granger nedensellik testinde kullanılan hipotezler aşağıda belirtilmiştir.

H_0 : Bağımsız değişken bağımlı değişkenin nedeni değildir.

H_1 : Bağımsız değişken bağımlı değişkenin nedendir.

Prob. değeri > 0.05 ise H_0 kabul, H_1 ret edilir.

Prob. değeri < 0.05 ise H_0 ret edilir, H_1 kabul.

GSYİH ve YEN değişkeni arasında hangi yönde bir ilişkinin varlığını Granger nedensellik analiziyle test ederek aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 15. Granger Nedensellik Testi Analizi

Dependent variable: DLYEN			
Excluded	Chi-sg	Df	Prob.
DLGSYİH	0.051273	1	0.8209
All	0.051273	1	0.8209
Dependent variable: DLGSYİH			
Excluded	Chi-sg	Df	Prob.
DLYEN	0.359561	1	0.5488
All	0.359561	1	0.5488

Granger nedensellik analizi sonuçlarına göre GSYİH'dan YEN'e doğru bir nedensellik bulunamamıştır. Çünkü Prob. değeri (0.5488) > 0.05 olduğu için H_0 kabul edilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları üretiminden (YEN), ekonomik büyümeye

(GSYİH) doğru nedenselliğin varlığı incelendiğinde, prob. değerinin 0.05 seviyesinden yüksek olduğu için H_0 kabul edilir. YEN'den GSYİH'ye doğru bir nedensellik bulunamamıştır. Bunun başlıca sebepleri arasında Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının üretiminin hala istenilen seviyeye gelememiş olması ve diğer fosil yakıtlara oranla önemli bir artışın yaşanmaması olarak gösterilebilir. Bir diğer neden olarak da yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulum aşamasındaki maliyetlerinin yüksek olması ve yeterli teşvikin alınmamasıyla birlikte potansiyeli çok yüksek olmasına rağmen yeterli kurulu güce erişilememiş olmasıdır.



SONUÇ

Enerji, toplumların, ülkelerin, firmaların bir parçası haline gelmiştir. Enerjinin her noktada kullanıyor ve kullanılmak zorunda olması onu önemli bir ihtiyaç haline getirmiştir. Sanayileşmenin en önemli girdilerinden biri olan enerjinin, kullanım düzeylerinin ve hangi kaynağın kullanılacağına belirlenmesi, devletlerin enerji politikalarının ana unsurunu oluşturmaktadır. Günümüzde sanayide ve diğer her noktada kullanılan enerjinin büyük bir bölümünü yenilenemeyen enerji (fosil enerji) kaynakları oluşturmaktadır. Dünyada yaşanan çevre kirliliği, sera gazı emilimi, iklim değişiklikleri gibi sorunların ana nedenlerinin başında fosil enerji kullanımı gelmektedir. Bunların üzerine yapılan anlaşmalarda fosil enerji kaynaklarının kullanımının yakın gelecekte daha da azaltılmasına yönelik kararlar almışlar ve yeşil büyüme altında bir reçete hazırlamışlardır. Bunların yanı sıra son dönemlerde artan enerji talebinin gelecekte sadece fosil enerji kaynaklarıyla karşılanamayacağı ve tükenmesi ile karşı karşıya kalınacağı araştırmalar ile gözler önüne serilmiştir. Bu yüzden tükenmeyen enerji kaynaklarına yönelen ülkeler yenilenebilir enerji kaynakları üzerine çalışmalar yapmışlardır. Rusya ile Ukrayna arasında çıkan savaş nedeniyle enerjiye ulaşım sıkıntıları yaşanmış ve yaşanan bu kıtlık yüzünden fiyatlarda artış meydana gelmiştir. Ekonomileri derin bir şekilde etkileyen enerji krizi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi arttırmış ve bunlar üzerine teşvik politikaları acil devreye sokulmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının hem çevre açısından temiz olması, hem ülkelerin kendi sınırları içerisinde kendi kaynaklarını üretme imkanı vermesi açısından çok önemli bir yere sahiptir. Türkiye’de de son dönemlerde bu yönde adımlar atılmaya başlanmış ve başlamak zorunda kalmıştır. Çünkü Türkiye enerji açısından dışa bağımlı bir ülke konumunda bulunmaktadır. Enerji miktarının büyük bir kısmını dışarıdan karşılayan Türkiye’nin, ekonomik açıdan da zor durumlar yaşamasına sebep olmuştur. Bu yüzden politika geliştiriciler son dönemde bu noktalar üzerine çalışmalarını yapmaktadırlar. Türkiye coğrafya olarak yenilenemeyen enerji kaynakları açısından oldukça yüksek potansiyele sahiptir. Fakat bu potansiyelin çok altında bir üretim düzeyine sahip olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları ile ekonomik büyüme ilişkisi incelenmiştir. 1990-2021 yılları arasındaki veriler ele alınarak VAR analizine dayalı Granger Nedensellik testi yapılmıştır. İki değişken kullanılarak yapılan modelde değişkenlerden ilki yenilenebilir enerji üretimi (YEN) olarak seçilmiştir. İkinci değişken olarak da Türk Lirası cinsinden reel GSYİH seçilmiştir. Yapılan Granger Nedensellik Testi analizin sonucuna göre hem YEN'den GSYİH'ye doğru hem de GSYİH'dan YEN'e doğru bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Bunun ana sebebi olarak yenilenebilir enerji kaynaklarını üretiminin Türkiye'de hala istenilen düzeyde olmamasından kaynaklanmaktadır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli açısından çok zengin bir ülke olmasına karşılık Dünya'da hala bu alanda ön plana çıkamamıştır. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı olmasından dolayı, enerjide yaşanabilecek bir problem veya kriz ekonomik açıdan çok zor duruma düşürecektir. Bu noktada yenilenebilir enerjinin toplam enerji kaynakları içindeki oranında önemli bir artışın olmaması da iki değişken arasında bir ilişki bulunmamasında çok önemli bir payı vardır. Çünkü ekonomik büyümenin etkilenebilmesi için dışa bağımlı olduğumuz yenilenemeyen enerji kaynaklarını düşürmemiz yani yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji içindeki payının artması gerekir. Bir diğer neden ise toplumun ve firmaların bu yönde yeterince bilinçlendirilmemiş olmalarıdır.

Bu çalışmanın sonucuna bakarak verilebilecek öneriler arasında en başta yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik edici politikaların arttırılmasıdır. Sübvansiyonlar sağlanarak yenilenebilir enerji üretimini arttırmak hedeflenmelidir. Toplumun, firmaların, yöneticilerinin enerji açısından bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Üniversitelerde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik çalışmalar arttırılmalı, inovasyonların önleri açılmalarıdır. Enerji tüketiminde tasarrufa ve verimliliğe önem verilmelidir. Bölgesel çalışmalar yaparak, hangi bölgenin, hangi kaynaktan maksimum verim alabileceği araştırılmalı ve bu bölgeler belirlenmelidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulum sahaları açısından verimli arazilerin seçilmeyip, atıl kalmış verimsiz arazilerin seçilmesi geleceğimiz açısından çok önemlidir. Kurulum aşamasında oluşan maliyeti düşürücü çalışmalar yapılmalı ve bu alanda politikalar güdülmelidir. Ayrıca organize sanayi bölgelerinde yenilenebilir enerji kaynakları teşvik edilip kullandıkları enerjinin bir kısmını yenilenebilir enerjiden sağlamaları hem gelecek dönemlerde enerjide dışa bağımlılığımızı düşürür hem de sanayinin enerjideki

bağımsızlığını kazanıp üretim maliyetlerinin düşmesine olanak sağlanabilir. Daha yaşanabilir bir geleceğe sahip olabilmemiz için bu sayılan öneriler uygulanabilir.



KAYNAKÇA

- Abu Eleyan Mohammed IM., Yükselen Piyasa Ekonomilerinde Enerji Talebi Ve Cari İşlemler Üzerindeki Etkileri, Doktora Tezi, İzmir: Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2021.
- Acaroğlu Mustafa, “Alternatif Enerji Kaynakları Güneş Enerjisi, Rüzgâr Enerjisi, Biyokütle Enerjisi, Biyogaz Enerjisi, Biyomotorin, Yakıt Pilleri, Bor Enerjisi”, *Atlas Yayın Dağıtım*, Sayı: 209, 2003.
- Ahmet Özen, Mahmut Ünsal Şaşmaz ve Ercan Bahtiyar, “Türkiye’de Yeşil Ekonomi Açısından Yenilenebilir Bir Enerji Kaynağı: Rüzgâr Enerjisi”, *Karamanoğlu MehmetBey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, Sayı: 28, Cilt: 17, 2015, ss. 85-93.
- Ahuja Deepti ve Deepak Pandit, "Kamu Harcamaları ve Ekonomik Büyüme: Gelişmekte Olan Ülkelerden Kanıtlar", *FIIB İş İncelemesi*, Cilt: 9, Sayı: 3, 2020, ss. 228-236.
- Akdağ Seyit Ahmet, Rüzgar Enerjisi Potansiyel Analizinde Karışım Dağılımları Temelli Tekniklerin Kullanılması, Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, 2018.
- Akiş Elife, "İktisadi Büyüme ve Kalkınma", İstanbul: İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, 2010.
- Aksu Levent, "İktisat Ekollerinin İktisadî Büyüme Konusundaki Düşünceleri ve Modellerinin Analizi", 2014.
- Akyüz Hayriye Esra, "Vektör Otoregresyon (Var) Modeli İle İklimsel Değişkenlerin İstatistiksel Analizi", *International Journal of Engineering Research and Development*, Cilt: 10, Sayı: 2, 2018, ss. 183-192.
- Alkire Jessie, Wind Energy: Putting the Air to Work, 2018.

- Alper Fındık Özlem, "Ekonomik Büyümenin Belirleyicileri: Yapısal Kırılmalar Altında Türkiye Örneği" *Fiscaeconomia*, Cilt: 3, Sayı: 1, 2019, ss. 202-227.
- Alper Fındık Özlem, "Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1990-2017 Türkiye Örneği", *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 8, Sayı: 2, 2018, ss. 223-242.
- Altaş İ. H. ve E. Şahin. "Dünya’da ve Türkiye’de Dalga Enerjisi", *Elektrik Mühendisliği*, Sayı: 465, 2019, ss. 43-53.
- Altuntaşoğlu Zerrin Taç, "Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi, Mevcut Durum, Sorunlar", *Mühendis ve Makine Dergisi*, Cilt: 52, Sayı: 617, 2011, ss. 56-63.
- Amer Aldawoud, Abdelsalam Aldawoud ve Mamdouh El Haj Assad, “Life-cycle Cost Analysis for a Hydroelectric Energy System” Science and Engineering Technology International Conferences (ASET), 2022.
- Apaydın Şükrü, Afşin Güngör ve Celal Taşdoğan, "Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Asimetrik Etkileri", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 1, 2019, ss. 117-134.
- Apergis Nicholas ve Dan Constantin Danuletiu, "Renewable Energy And Economic Growth: Evidence From The Sign Of Panel Long-Run Causality", *International Journal of Energy Economics and Policy*, Cilt: 4, Sayı: 4, 2014, ss. 578-587.
- Ar F. Figen, N. Funda Akdağ, Yüksel Malkoç ve Mustafa Çalışkan, “Biyokütle Enerjisi ve Biyomotorin”, *TMMOB IV Enerji Sempozyumu*, 2004, ss. 583-594.
- Arrow Kenneth J. "The Economic Implications Of Learning By Doing", *The Review Of Economic Studies*, Cilt: 29, Sayı: 3, 1962, ss. 155-173.
- Arslan Sinan, Mustafa Darıcı ve Çetin Karahan, “Türkiye’nin Jeotermal Enerji Potansiyeli”, *Jeotermal Enerji Semineri*, 2001

- Aslanoğlu Mehmet, "Solow Büyüme Modelinde ve İçsel Büyüme Teorisinde Teknolojik Değişme", *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 15, Sayı: 2, 1994, ss. 1-10.
- Ataseven Mustafa Serdar, Samsun İlindeki Rüzgar Enerjisi Potansiyelinin Belirlenmesi ve Farklı Rüzgar Türbinleri Kullanılarak Enerji Analizlerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi: İzmir, 2019.
- Atgür Musa, "Kamu Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Wagner Yasası'nın ve Keynesyen Hipotez'in Türkiye'de Geçerliliği Üzerine Bir İnceleme", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 34, Sayı: 3, 2020, ss. 895-915.
- Atılğan Emre ve M. Köksal, "Politik İktisat ve Adam Smith", Ed. Hakan Kapucu, Murat Aydın vd., Yön Yayınları, 2010.
- Atukeren Erdal, "Granger-Nedensellik Sınamalarına Yeni Yaklaşımlar", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Sayı: 25, 2011, ss. 137-153.
- Ay Ahmet ve Pınar Yardımcı "Türkiye’de Beşeri Sermaye Birikimine Dayalı Ak Tipi İçsel Ekonomik Büyümenin Var Modeli İle Analizi", *Maliye Dergisi*, Sayı: 155, 2008, ss. 39-54.
- Aydın İbrahim, "Balıkesir’de Rüzgâr Enerjisi", *Doğu Coğrafya Dergisi*, Cilt: 18, Sayı: 29, 2013, ss. 29-50.
- Ayo-Imoru Ronke M., Aliahmed A. Ve Bokoro Pitshou N., “Analysis of a Hybrid Nuclear Renewable Energy Resource in a Distributed Energy System for a Rural Area in Nigeria”, *Energies*, Cilt: 15, Sayı: 20, 2022, ss.1-14.
- Aytekin Barış, "Adam Smith’in İktisadi Büyüme Düşüncesinden Bugüne Bakmak: Krizlerin Sürekliliği", *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, Cilt: 5, Sayı: 1, 2017, ss. 28-36.

- Bademlioğlu Ali Hüsnü, Jeotermal Enerji Kullanılarak Sıvı Hidrojen Üretimi İçin Geliştirilen ORC Destekli Çok Fonksiyonlu Bir Sistemin Modellenmesi, Termodinamik Optimizasyonu Ve Eksergoekonomik Analizi, Doktora Tezi, Bursa: Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2020.
- Bahçe Abdullah Burhan, Beril Okumuşoğlu ve Hüseyin İpek, “Elektronik Ödeme Sistemlerinde Kredi ve Banka Kartının Kullanımı ile Vergi Gelirleri Arasındaki İlişki: Var Granger Nedensellik Testi ile Analizi (2014- 2022)”, 2022.
- Barro Robert J., "Economic Growth İn A Cross Section of Countries", *The Quarterly Journal of Economics*, Cilt: 106, Sayı: 2, 1991, ss. 407-443.
- Barro Robert J., "Government Spending in a Simple Model of Endogeneous Growth", *The University of Chicago Press*, Cilt: 98, Sayı: 5, 1990, ss. 103-125.
- Batu Ağırkaya Melahat ve Hikmet Akyol, "Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Artması Ekonomik Büyümeyi Ne Ölçüde Teşvik Etmektedir: OECD Ülkeleri Örneği", *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, Cilt: 13, Sayı: 2, 2021, ss. 161-183.
- Baykul Ayşegül, "Bölgesel Ekonomik Büyüme Üzerinde Ar-Ge Faaliyetlerinin Etkileri: Türkiye’de Düzey I Bölgelerinde Ampirik Bir İnceleme", *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 2, 2018, ss. 143-154.
- Bayraç H. Naci ve Melih Çildir, "AB Yenilenebilir Enerji Politikalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi", *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, Cilt: 13, Sayı: 13, 2017, ss. 201-212.
- Bayraç Hüseyin Naci ve Başak Özarslan, “Biyokütle Enerjisi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ampirik Bir Analizi: Türkiye Örneği”, *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 17, 2018, ss. 1-17.
- Bekar Nurgül, "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye’nin enerji jeopolitiği", *Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi*, Cilt:3, Sayı:1, 2020, ss. 37-54.

- Bentley Roger W., Introduction to Peak Oil' Lecture Notes in Energy, Ed. Charles A.S. Hall, SUNY College of Environmental Science and Forestry Syracuse, Sayı: 34, 2019.
- Bockris J. O'M., T. N. Veziroğlu, D. Smith, Güneş Enerjisi, Çev. E. İnan, İletişim Yayınları, 1993.
- Boğa Semra, "Türkiye'de Vergi Gelirleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Asimetrik İlişki: Nardl Eşbütünleşme Yaklaşımı", *3. Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, Cilt: 55, Sayı: 1, 2020, ss. 487-507.
- Bolivar Nelson, Physics of Energy Sources, *Arcler Press*, 2019.
- Bozkurt Süleyman ve Rıfat Tür, "Dünyada ve Türkiye'de Hidroelektrik Enerji, Gelişimi ve Genel Değerlendirme", *Su Yapıları Sempozyumu Kitabı*, 2015, ss. 322-330.
- Bryson Robetson, Wave Energy Assessments: Quantifying the Resource and Understanding the Uncertainty, Ed. Zhaoqing Yang ve Andrea Copping, *Marine Renewable Energy Resource Characterization and Physical Effects*, 2017 ss.1-36.
- Burton Tony, Nick Jenkins, David Sharpe ve Ervin Bossanyi, Wind energy handbook, John Wiley & Sons, 2011.
- Büyükyılmaz Ayça ve Mehmet Mert, "Co2 Emisyonu, Yenilenebilir Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ms-Var Yaklaşımı İle Modellenmesi: Türkiye Örneği", *Zeitschrift für die Welt der Türken*, Cilt: 7, Sayı: 3, 2015.
- Canik Baki, Mehmet Çelik ve Zafer Arıgün, "Jeotermal Enerji," *Ankara: AÜ FF Yayınları*, 2000.
- Canpolat Esra, Görünürde İlişkisiz Regresyon Modellerine Dayalı Kalıntılarla Genişletilmiş Fourier Fonksiyonlu Panel Birim Kök Testi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2017.
- Cantrell, Jonathan Luke, A Comparative Examination of Nuclear-Renewable Hybrid Energy System Strategies, Doktora tezi, The University of Texas at Austin, 2022.

- Cengiz Emir Kaan, Türkiye'nin Enerji Kaynakları, Enerji Politikası Ve Cari Açık-Enerji İthalatı İlişkisi, İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimsel Enstitüsü, 2017.
- Ceren Ayas, Filiz Demirayak, Filiz Karaosmanoğlu, Galena İş, Gürkan Kumbaroğlu, İlhan Or, Oğuz Can, Orhan Yenigün, Yıldız Arıkan, "İklim Çözümleri: 2050 Türkiye Vizyonu", Ed. Deniz Öztok, WWF-Türkiye, WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı) İstanbul, Türkiye (2009)
- Cesaratto Sergio, "Neoklasik Teoride Tasarruf ve Ekonomik Büyüme", *Cambridge Ekonomi Dergisi*, 1999, ss. 771-793.
- Chen Yiyang, Rogemar Mamon, Fabio Spagnolo ve Nicola Spagnolo, "Renewable Energy And Economic Growth: A Markov-Switching Approach", *Energy*, Sayı: 244, 2022, ss. 1-24.
- Christiano Lawrence J., "Christopher A. Sims And Vector Autoregressions", *The Scandinavian Journal of Economics*, Cilt: 114, Sayı: 4, 2012, ss. 1082-1104.
- Christopher Flavin ve Nicholas Lenssen, (1994) "Enerjide Arayışlar Yaklaşan Enerji Devriminin El Kitabı", *Wordwatch Çevresel Uyarı Dizisi*, Ed. Linda Starke, Çev. Yaman Köseoğlu, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı, Yayın No: 12
- Colin Harwey, Update Of World Geothermal Development, Ed. T. S. Uyar, M. Sağlam, E. Sulukan, B. Kuban, 2013.
- Coşkun Ogün ve H. Doğanay, "Enerji Kaynakları", *Pegem Akademi Yayınları*, 2017.
- Cronin Matthew, Essays on Nonparametric Benchmarking of Energy Firms and Natural Gas Market Integration, Doktora tezi, Clemson University, 2022
- Çakır Mutlu Tarık, "Türkiye'nin Rüzgâr Enerji Potansiyeli ve AB Ülkeleri İçindeki Yeri", *Politeknik Dergisi*, Cilt: 13, Sayı: 4, 2010, ss. 287-293.

- Çavaş Mehmet “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi, Avantajları, Ekonomik ve Doğal Çevre Üzerindeki Etkileri”, *Büyükçınar, 1 st International Congress on Vocational and Technical Sciences (UMTEB-I)*, Ed. Salih Öztürk ve Ayşe Beyza 2017.
- Çelikkaya Ali, “Dünyada Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına Sağlanan Vergi Teşviklerinin Değerlendirilmesi”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 20, Sayı: 1, 2018, ss. 357-384.
- Çınar Mehmet ve Ramazan Öz "Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisine Yenilenebilir Enerji Bağlamında Bir Öneri", *Journal of Academic Value Studies*, Cilt: 3, Sayı: 13, 2019,ss. 40-54.
- Çınar Serkan ve Mine Yılmaz, "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği", *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 30, Sayı: 1, 2015, ss. 55-78.
- Çıtak Emre ve Pınar Buket Kılınç Pala, “Yenilenebilir Enerjinin Enerji Güvenliğine Etkisi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 3, Sayı: 25, 2016, ss.79-102.
- Çiftçi Cemil ve Gökhan Aykaç, "İçsel Büyüme Modelleri ve Küreselleşme Sürecinde Gelişmekte Olan Ülkelerin Konumları", *Sosyoekonomi*, Cilt: 14, Sayı: 14, 2011, ss. 159-180.
- Çil Yavuz Nilgün "Durağanlığın Belirlenmesinde KPSS ve ADF Testleri: İMKB Ulusal-100 Endeksi İle Bir Uygulama", *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, Cilt: 54, Sayı: 1, 2004, ss. 239-247.
- Demirel Yaşar, *Energy: Production, Conversion, Storage, Conservation, and Coupling*, 2016.
- Demirgil Bünyamin ve Yunus Emre Birol, "Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye İçin Bir Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi", *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 21, Sayı: 1, 2020, ss. 68-83.

Demirtaş Metin ve Vedat Gün, “Avrupa ve Türkiye'deki Biyokütle Enerjisi”, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt: 3, Sayı: 1, 2007, ss. 49-56.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, “DSİ 2021 Yılı Faaliyet Raporu”
https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/Sayfa/759/1107/DosyaGaleri/2021_yili_faaliyet_raporu.pdf, 10.06.2023.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, “DSİ 2022 Yılı Faaliyet Raporu”,
<https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/Sayfa/759/1107/DosyaGaleri/dsi2022faaliyetraporu.pdf> . 10.06.2023.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, “DSİ 2010 Yılı Faaliyet Raporu”
<https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/KonuIcerik/759/1107/DosyaGaleri/ds%C4%B1-2010-faal%C4%B1yet-raporu.pdf>, 10.06.2023.

Dickmann Nancy, *Energy From Water: Hydroelectric, Tidal, and Wave Power*, 2016,
<https://970e22ceb1309b85a3bb416ee262012c4031f684-ebscohost.vetisonline.com/eds/ebookviewer/ebook/ZTAwMHh0cl9fMTc5Njg1MV9fQU41?sid=dcea1f72-d664-43f1-8bcb-8c61d4b40714@redis&vid=2&format=EB&rid=5>
02.04.2023

Dinçer Furkan, "Türkiye'de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi Potansiyeli-ekonomik Analizi ve AB Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Değerlendirme", *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt: 14, Sayı: 1, 2011.

Doğan Büşra "Post Keynesyen İktisadın Etkilendiği Okullar, Temel Varsayımları ve Diğer Okullara Yönelik Eleştirileri",
<https://www.akademikkaynak.com/wp-content/uploads/2019/12/1-Post-Keynesyen-%C4%B0ktisat%C4%B1n-Etkilendi%C4%9Fi-Okullar-Temel-Varsay%C4%B1mlar%C4%B1-ve-Di%C4%9Fer-Okullara-Y%C3%B6nelik-Ele%C5%9Ftirileri.pdf>, (28.03.2023).

Drăgoi Doina, "Harrod-Domar Economic Growth Model In Classical And Neoclassical Theory Name And Surname", *Annals of Constantin Brancusi University of Targu-Jiu. Economy Series*, Sayı: 6, 2019.

- Duran Feride, "Kamu Harcamalarının Ekonomik Büyümeye Etkisi: Türkiye Uygulaması", *Selçuk Üniversitesi Akşehir Meslek Yüksekokulu Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 14, 2022, ss. 25-42.
- Durğun Burhan ve Funda Durğun, "Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasında Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği", *International Review of Economics and Management*, Cilt: 6, Sayı: 1, 2018, ss. 1-27.
- Dursun Emre Hasan, Rüzgâr Enerjisi Dönüşüm Sistemlerinin MPPT Kontrolü İle Enerji Verimliliğinin İyileştirilmesi, Doktora Tezi, Konya: Konya Teknik Üniversitesi, 2020.
- Duygu Ergin ve İlknur Cısdık, "Biyokütle Enerjisi İçin Yetiştiriciliğin Etkileri Konusunda Araştırmalar II. Bilgi Birikimi Işığında Türkiye'deki Sosyo-ekonomik Etki Potansiyeli", *Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi*, Cilt: 3, Sayı: 1, 2011, ss. 9-24.
- Dülger Fikret ve Mehmet Fatih Cin, "Türkiye’de Döviz Kuru Dinamiklerinin Belirlenmesinde Parasalcı Yaklaşım ve Eşbütünleşme Yöntemiyle Sınama", *ODTÜ Gelişme Dergisi*, Cilt: 29, Sayı: 2, 2002, ss. 47-68.
- Dünya Güneş Enerjisi, <https://www.enerji.gen.tr/dunyada-gunes-enerjisi.html>, 15.06.2023.
- Eğilmez Mahfi, *Malthus’a Farklı Bir Bakış*, 2018. <https://www.mahfiegilmez.com/2018/01/malthusa-farkl-bir-baks.html>, 14.03.2023.
- EİA, <https://www.eia.gov/energyexplained/coal/> 18.12.2022.
- Elevli Sermin, Termik Santrallerde Kömür Fiyatlarının Analizi Ve Fiyatlandırma Modellerinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003.
- Eltis Walter, "Adam Smith’s Theory of Economic Growth", *The Classical Theory of Economic Growth*, 2. Baskı, 2000, ss. 68–105, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-230-59820-1_3 (12.04.2023).

Elüstün Hakkı Gökhan, “Dalga Enerjisi”, *İzmir Kalkınma Ajansı*, <https://kalkinmasozlugu.izka.org.tr/dalga-enerjisi/>, 2021, 10.05.2023.

Enerjisaüretim, <https://www.enerjisauretim.com.tr/blog/ruzgar-enerjisi-surdurulebilir-dunyanin-yesil-yolu>, 2023, 16.05.2023.

Erarslan Cemil, Ferhat Pehlivanoglu ve Zeynep Narman "Türkiye’de Finansal Derinleşme ve Cari Açık İlişkisinin VAR Modeli İle Analizi", *Karamanoğlu MehmetBey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 23, Sayı: 41, 2021, ss. 238-251.

Erataş Filiz, Hayriye Başcı Nur ve Serkan Çınar, "Para Arzının Post Keynesyen Yorumu: Gelişmiş Ülkeler Örneği", *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Sayı: 15, 2015, s. 398-409.

Erdem Ekrem ve Cüneyt Dumrul, "Keynesyen ve Neo-Klasik Yaklaşımlarda Finansal Sistem ve İktisadî Büyüme", *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 33, Sayı: 2, 2014,ss. 45-86.

Erdoğan Selahattin, "Enerji, Çevre Ve Sera Gazları", *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 10, Sayı: 1, 2020, ss. 277-303.

Erdoğan Selim, Engin Dücan, Mehmet Şentürk, Aslı Şentürk, "Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Üretimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Üzerine Ampirik Bulgular", *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 11, Sayı: 2, 2018, ss. 233-246.

Esen Ethem ve Kemal Yıldırım, "Post Keynesyen Ekonominin Metodolojik Temelleri" *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 1, 2020, ss. 147-160.

Eygü Hakan, "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: 1995–2020 Türkiye Örneği", *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, Cilt: 8, Sayı: 2, 2022, ss. 387-397.

- Farzana Kabir, Data-Driven Integration of Renewable Energy in Smart Grid, Doktora tezi, University of California, 2022.
- Fisunoğlu Mahir ve Bilge Köksel Tan, "Keynes devrimi ve Keynesyen iktisat", *Ekonomik Yaklaşım*, Cilt: 20, Sayı: 70, 2009, ss. 31-60.
- Friedrich Klinger ve Lukas Müller, "History of Wind Energy and an Outlook for the Future", Ed. T. S. Uyar-M., Sağlam E. Sulukan, B. Kuban, 3rd International 100% Renewable Energy Conference (Irenec 2013) Proceedings, Çağın Ajans Basım Yayın, 2013.
- Gençoğlu Muhsin Tunay ve Mehmet Cebeci, "Dünya’da ve Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi", *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, İzmir, 2001.
- Göv Abdullah, "Cezalı Tahmincilere Dayalı Granger Nedensellik Analizi ve Uygulamaları", 2019.
- Gruescu Sandra, "Population Ageing And Economic Growth: Education Policy And Family Policy In A Model Of Endogenous Growth", *Springer Science & Business Media*, ED. Werner A. Miiller ve Martina Bihn, 2007.
- Guerrini Luca, "The Solow–Swan Model with a Bounded Population Growth Rate", *Journal of Mathematical Economics*, Cilt: 42, Sayı: 1, 2006, ss. 14-21.
- Gül Ekrem ve Hakan Yavuz, "Türkiye’de Kamu Harcamaları İle Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 1963-2008 Dönemi", *Maliye Dergisi*, Sayı: 160, 2011, ss. 72-85.
- Güler Önder, "Dünyada ve Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi", *V. Enerji Sempozyumu*, 2005, ss. 161-167.
- Güner Esra Deniz ve Emine Su Turan, "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Küresel İklim Değişikliği Üzerine Etkisi", *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, Cilt:3, Sayı: 1, 2017, ss. 48-55.

Güneş Enerjisi, <https://www.enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes>
16.06.2023.

Gürsoy Umur, Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, *Türk Tabipleri Birliği Yayınları*, Birinci Baskı, Ankara, 2004.

Hacche Graham, "The Emergence Of Modern Growth Theory—The Harrod-Domar Models" , *The Theory of Economic Growth: An Introduction*, 1979,ss. 3-19.

Hasheminasaba Hamidreza, Sarfaraz Hashemkhani Zolfani, Edmundas Kazimieras Zavadskas, Mohammadreza Kharrazi ve Marinko Skare, A Circular Economy Model For Fossil Fuel Sustainable Decisions Based On MADM Techniques, *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, Cilt: 35, Sayı: 1, 2020: ss. 564–582, <https://9e54a07dff2a96854bad0c0f08f1711c40fc3428ebcohost.vetisonline.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=228be7f6-4404-40d3-8b59-9495bdeca75a%40redis> 10.01.2023

Heinz Kopetz, “100% Renewables: The Contribution of Bioenergy-European Examples and Global Concepts’ ED. T. S. Uyar- M. Sağlam- E. Sulukan- B. Kuban, 3rd International 100% Renewable Energy Conference (Irenec 2013) Proceedings, Çağın Ajans Basım Yayın, 2013.

Hochstein Alan, "The Harrod-Domar Model in a Keynesian Framework", *International Advances in Economic Research*, Sayı: 23, 2017, ss. 349-350.

Hollander Samuel, "The Wage Path İn Classical Growth Models: Ricardo, Malthus and Mill", *Oxford Economic Papers*, Cilt: 36, Sayı: 2, 1984, ss. 200-212.

Höök Michahel, Coal and Peat: Global Resources and Future Supply, Ed. Ripudaman Malhotra, 2013, ss. 311-342.

Sektörüm Dergisi, <https://www.sektorumdergisi.com/dalga-enerjisinin-kullanim-alanlari/>,
(04.05.2023).

İEA, <https://www.iea.org/topics/energy-security>, (20.01.2023).

İEA, <https://www.iea.org/reports/renewables-2022/executive-summary>, (16.06.2023).

İlkılıç Zeynep, "Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi ve Rüzgâr Enerji Sistemlerinin Gelişimi", *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 2/2, 2016,ss. 1-13.

Jaegersberg Gudrun, J. Ure, Renewable Energy Clusters Recurring Barriers to Cluster Development in Eleven Countries Ed. E. G. Carayannis, *George Washington University Washington, DC, USA*, 2017.

Jennings Terry Catusus, Alternative Energy: Hydroelectric Energy, 2016.
<https://970e22ceb1309b85a3bb416ee262012c4031f684-ebscohost.vetisonline.com/eds/ebookviewer/ebook/ZTAwMHh0cl9fMTQ0MzAzOF9fQU41?sid=a5991e91-6100-4bfa-99cc-8ce453fba74@redis&vid=0&format=EB&rid=1>, 24.01.2023

Jones Beverly, Oil Energy Projects: Easy Energy Activities for Future Engineers!, Children's Book and Media Review, Cilt: 40, Sayı: 2, 2019.

Kapluhan Erol, "Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Güneş Enerjisinin Dünya’daki ve Türkiye’deki Kullanım Durumu", *Coğrafya Dergisi*, Sayı: 29, 2014, ss. 70-98.

Karakaş Eray ve Berna Balcı İzgi, "Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ampirik Analizi: OECD Örneği", *Kent Akademisi*, Cilt: 11, Sayı: 1, 2018, ss. 99-107.

Karakoç Hikmet, Enerji Ekonomisi, *Demir Döküm Teknik Yayınları*, Anadolu Üniversitesi, 1997.

Karataş Togan, Hasret Yağmur Aydın ve Mustafa Duman “İktisat Okulları ve Ekonomik Büyüme”, ED. Nihat Altuntepe, *Türkiye’de İktisat Politikaları ve Ekonomik Büyüme (2000-2021)*, Gazi Kitabevi, 2023, ss. 39-71.

Karayılmazlar Selman, Nedim Saraçoğlu, Yıldız Çabuk ve Rıfat Kurt, “Biyokütlenin Türkiye’de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi”, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 13, Sayı: 19, 2011, ss. 63-75.

- Kasperowicz Rafał, Yuriy Bilan ve Dalia Štreimikienė, "The Renewable Energy And Economic Growth Nexus In European Countries", *Sustainable Development*, Cilt: 28, Sayı: 5, 2020, ss. 1086-1093.
- Kendirli Berna ve Belgin Çakmak, "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sera Isıtmasında Kullanımı", *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, Cilt: 2, Sayı: 1, 2010, ss. 95-113.
- Kılıç Fatma Çanka, "Güneş Enerjisi, Türkiye'deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri", *Mühendis ve Makine*, Cilt: 56, Sayı: 671, 2015, ss. 28-40.
- Kınacı Hasan ve Fazlı Yıldız, *Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Sektörüne Yönelik Devlet Teşviklerinin Değerlendirilmesi*, Bursa: Ekin Yayınevi, 2019.
- Kibritçioğlu Aykut, "İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri ", *AÜ Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, , Cilt: 53, Sayı: 1-4, 1998, ss. 207-230.
- Koç Erdem ve Kadir Kaya, "Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu", *Mühendis ve Makine*, Cilt: 56, Sayı: 668, 2015, ss. 36-47.
- Koç Özgür Emre, "İçsel Büyüme/Teknoloji Yoğun Büyüme Modelleri Kapsamında Türkiye'de Teknoloji Geliştirme Bölgelerine Yönelik Vergi Uygulamaları", *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, Cilt: 25, Sayı: 2, 2018, ss. 477-499.
- Kumbur Halil, Zafer Özer, H. Duygu Özsoy ve Emel Deniz Avcı, "Türkiye'de Geleneksel Ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli Ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması", *Yeksem 2005, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Dergisi*, 2005, ss. 19-21.
- Kurz Heinz D. ve Neri Salvadori, *Classical Economics and Modern Theory: Studies in Long-Period Analysis*, Londra: Routledge Publishing, 1. Baskı, 2003.
- Kuşkaya Sevdâ, "Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Kantil Regresyon ile Modellenmesi: ABD Örneği", *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 10, Sayı: 1, 2023, ss. 234-245.

Kutlu, Sinem, and László Horváth. "Post Keynesyen Makro İktisadın Metodolojik Temelleri Üzerine Bir İnceleme", *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 32, Sayı: 1, 2017, ss. 95-129.

Külekçi Özlem Candan, "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi", *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, Cilt: 1, Sayı: 2, 2009, ss. 83-91.

Lachner Elizabeth, *Exploring Energy Technology Fossil Fuels*, 2019.

Lange Bernhard, *Offshore Wind Power Meteorology*, Ed. Joachim Peinke, Peter Schaumann, Stephan Barth, 2007, ss. 1-5.

Letiche John M., "Adam Smith and David Ricardo on economic growth", *The Punjab University Economist*, Cilt: 1, Sayı: 2, 1960, ss. 7-35.

Lila Nazan, "Neoklasik İktisat Teorisi", *International Journal of Islamic Economics and Finance Studies*, 2020, ss. 242-248.

Lund J. W., *Renewable Energy Systems*, Ed. Martin Kaltschmitt, Nickolas J. Themelis vd., 2013, ss. 744-760.

Malhotra Ripudaman, *Fossil Energy, Selected Entries from the Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*, 2013.

Mathew Sathyajith., *Wind Energy-Fundamentals, Resource Analysis and Economics*, Springer, 2006.

McCabe Peter J., *Oil and Natural Gas: Global Resources*, Ed. Ripudaman Malhotra, 2013, ss. 7-24.

Melton Michella, A. Hudson ve S. Ladislaw, *Energy 101: Introduction to Natural Gas*, 2015a.

Melton Michella, A. Hudson ve S. Ladislaw, *Energy 101: Introduction to Oil*, 2015b.

Meshari Alshammari ‘Hydroelectric Energy: Challenges, Solutions and Future Trends’ Proc. of the International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET 2022), Prague-Czech Republic.

Meyer I., L. Braby, M. Krug ve B. Backeberg, Mapping the Ocean Current Strength and Persistence in the Agulhas to Inform Marine Energy Development’ Zhaoqing Yang ve Andrea Copping, *Marine Renewable Energy Resource Characterization and Physical Effects*, 2017, ss.179-216.

Michaelides Efsthios E. (Stathis), *Alternative Energy Sources*, Springer, 2012.

MTA–Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, <https://mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari> , 20.06.2023.

Mulugeta Emeru Girma, "Etiyopya Örneğinde Kamu Harcamalarının Ekonomik Büyümeye Etkisi", *Bilimsel Dünya Dergisi*, 2023.

Muravleva Ekaterina, “Modeling and Analysis of a 12kW Solar-Wind Hybrid Renewable Energy System”, Lincoln: Nebraska Üniversitesi, 2022.

Naimoğlu Mustafa. "Fourier Yaklaşımıyla Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Enerji Kayıpları Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Almanya Örneği", *Journal of Economics and Research*, Cilt: 2, Sayı: 1, 2021, ss. 59-68.

National Research Council (U.S.), *Atmosphere-Biosphere Interactions : Toward A Better Understanding Of The Ecological Consequences Of Fossil Fuel Combustion : A Report*, 1981, <https://9e54a07dff2a96854bad0c0f08f1711c40fc3428-ebscohost.vetisonline.com/eds/ebookviewer/ebook?sid=1cf72e7b-ce3b-4fa6-b43d-2e866eb0679c%40redis&vid=0&format=EB>, (09.01.2023).

Nationalgeographic, <https://education.nationalgeographic.org/resource/putting-wind-work> 18.12.2022.

Ntanos Stamatios, Michalis Skordoulis, Grigorios Kyriakopoulos, Garyfallos Arabatzis, Miltiadis Chalikias, Spyros Galatsidas, Athanasios Batzios ve Apostolia Katsarou, "Renewable Energy And Economic Growth: Evidence From European Countries", *Sustainability*, Cilt: 10, Sayı: 8, 2018, ss. 1-13.

Nyantakyi Osei-Adu, Renewable Energy in Ohio: Review of Institutional Capacity and Policy, Yüksek lisans tezi, The College of Arts and Sciences of Ohio University, 2021.

Nyasha Sheilla ve Nicholas M. Odhiambo, "The Impact Of Public Expenditure On Economic Growth: A Review Of International Literature", *Folia Oeconomica Stetinensia*, Sayı: 19, Cilt: 2, 2019, ss. 81-101.

Ocal Oguz ve Alper Aslan, "Renewable Energy Consumption–Economic Growth Nexus İn Turkey", *Renewable and sustainable energy reviews*, Sayı: 28, 2013, ss. 494-499.

Oktayer Nagihan ve Nazan Susam, "Kamu Harcamaları-Ekonomik Büyüme İlişkisi: 1970-2005 Yılları Türkiye Örneği", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 22, Sayı: 1, 2010, ss. 145-164.

Ollhoff J., Fossil Fuels-Future Energy, 2010, <https://9e54a07dff2a96854bad0c0f08f1711c40fc3428-ebscohost.vetisonline.com/eds/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzQwMTgyMF9fQU41?sid=228be7f6-4404-40d3-8b59-9495bdeca75a@redis&vid=1&format=EB&rid=7>
10.01.2023

Oltulular Sabiha, Para Politikası Şoklarının Asimetrik Etkileri ve İktisadi Doktrinler Açısından Değerlendirilmesi: Ekonometrik Bir Analiz, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2015.

Oskay Cansel, "Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Rüzgâr Enerjisinin Önemi ve Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Yatırımlarına Yönelik Teşvikler", *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 1, 2014, ss. 76-94.

Our Word İn Data, Yenilenebilir Enerji Kaynakaları Üretimi, <https://ourworldindata.org/grapher/renewable-energy-gen?country=~TUR>, 20.06.2023.

Örer Gürkan, Turgut Gürsel, Aydoğan Özdamar ve Necdet Özbalta, “Dalga Enerjisi Tesislerine Genel Bakış”, 2003.

Öymen Gözde ve Ömeroğlu Mert, "Yenilenebilir Enerjinin Sürdürülebilirlik Üzerindeki Rolü", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Yıl: 19, Sayı: 39, 2020, ss. 1069-1087.

Özcan Evren Can, Sultan Ünlüsoy ve Eren Tamer, “ANP ve TOPSIS Yöntemleriyle Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Yatırım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi”, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Cilt: 5, Sayı: 2, 2017, ss. 204-219.

Özdamar Aydoğan, "Dünya ve Türkiye’de Rüzgâr Enerjisinden Yararlanılması Üzerine Bir Araştırma”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 2, 2000, ss. 133-145.

Özden Bilal ve Cüneyt Kesbiç, "İşsel Büyüme Modelleri Çerçevesinde Türkiye’de Teknolojik Gelişmenin Nüfus Üzerine Etkisi (Romerian Bakış Açısı)", *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 1, Sayı: 4, 2020, ss. 331-349.

Özel Hasan Alp, "Ekonomik Büyümenin Teorik Temelleri", *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 2, Sayı: 1, 2012, ss. 63-72.

Özgener Önder, "Türkiye’de ve Dünya’da Rüzgâr Enerjisi Kullanımı", *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt: 4, Sayı: 3, 2002, ss. 159-173.

Özsağır Arif, "Dünden Bugüne Büyümenin Dinamiği", *Karamanoğlu MehmetBey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, Yıl: 10, Sayı: 14, 2008, ss. 332-347.

Özşahin Şerife, Mehmet Mucuk ve Mustafa Gerçek, "Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi", *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, Cilt: 4, Sayı: 4, 2016, ss. 111-130.

- Öztürk Salih ve Uğur Çınar, "İçsel Büyüme Teorileri Kapsamında AR-GE Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Türkiye İçin Zaman Serisi Analizi", *Al Farabi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 2, 2021, ss. 54-71.
- Öztürk, İlhan. "Energy Dependency and Energy Security: The Role of Energy Efficiency and Renewable Energy Sources". *The Pakistan Development Review*, 2013, ss. 309-330.
- Philibert Cédric, *Interactions Of Policies For Renewable Energy And Climate*, International Energy Agency, *Working Paper*, 2011.
- Rakesh, *Fossil Fuels*. Jstor.
- Rathore N.S. ve N.L. Panwar, *Renewable Energy Sources For Sustainable Development*, New India Publishing Agency, 2021.
- Recep Tarı ve Hilal Bozkurt, "Türkiye’de İstikrarsız Büyümenin VAR Modelleri İle Analizi (1991.1-2004.3)", *Istanbul University Econometrics and Statistics e-Journal*, Sayı: 4, 2006, ss. 1-16.
- Resmi Gazete, *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanıma İlişkin Kanun*, Cilt: 44, Sayı 25819, 2005.
- Robert C., 'Energy: Past, Present, Future- Fossil Fuels' 2012.
- Sabbağ Jale. "Thomas R. Malthus’un ve Karl Marx’ın Yoksulluk ve Nüfus Kavramlaştırması", *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*, cilt:12 Sayı: 1, 2020, ss 37-51.
- Sabonnadière Jean Claude, "Renewable Energies", *Wiley-Iste*, Birinci Baskı, 2009.
- Sağlam Mustafa ve Tanay Sıdkı Uyar, "Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli", *Elektrik Mühendisleri Odası*, Sayı: 19, 2005, ss. 1-5.

- Sarıtunalı Hatice Nur, "Çevresel Güvenlik ve Enerji Arz Güvenliği Bağlamında Türkiye'nin Enerji Politikası", *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, Cilt: 4, Sayı: 2, 2021, ss. 409-421.
- Satman Abdurrahman, "Dünyada ve Türkiye'de Jeotermal Enerji", *11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 2013, ss. 17-20.
- Sekin Sefa, "Rüzgâr Enerjisi", *Öneri Dergisi*, Cilt: 2, Sayı: 12, 1999, ss. 113-117.
- Serezli Esra, Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Makroekonomik Faktörler İle İlişkisi: İşletme Yatırımlarına Yönelik Sürdürülebilir Strateji Önerileri, Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Medipol Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2022.
- Shahbaz Muhammad, Chandrashekar Raghutla, Krishna Reddy Chittedi, Zhilun Jiao ve Xuan Vinh Vo, "The Effect Of Renewable Energy Consumption On Economic Growth: Evidence From The Renewable Energy Country Attractive Index", *Energy*, Sayı: 207, 2020, ss. 1-14.
- Skidelsky Robert, Keynes: The Return Of The Master, *PublicAffairs*, 2010.
- Smith Raub W. ve S. Can Gülen, Natural Gas Power, Ed. Ripudaman Malhotra, 2013, ss. 527-596
- Smith Zachary Aldenve Taylor Katrina D., Renewable and Alternative Energy Resources: A Reference Handbook, ABC-CLIO, 2008.
- Song Dongdong ve JİA Boya ve Jiao Hongtao, "Review of Renewable Energy Subsidy System in China", *Energies*, Cilt: 15, Sayı: 19, 2022.
- Stec Małgorzata ve Grzebyk Mariola, "Statistical Analysis of the Level of Development of Renewable Energy Sources in the Countries of the European Union", *Energies*, Cilt: 15, Sayı: 21, 2022, ss.1-18.
- Stober Ingrid ve Kurt Bucher, Geothermal Energy: From Theoretical Models to Exploration and Development, *Springer*, 2. Baskı, 2021.

- Sundararajan Arjun, Development Of A Computer Model To Simulate Battery Performance For Use In Renewable Energy Simulations, Doktora tezi, Wright State University, 2021.
- Şanlısoy Selim, “Kamu Harcamaları-Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği”, *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 17, 2016.
- Şenol Halil, Emre Aşkın Elibol, Ünsal Açikel ve Merve Şenol, “Türkiye’de Biyogaz Üretimi için Başlıca Biyokütle Kaynakları”, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 2, 2017, ss. 81-92.
- Şentürk Utku ve Aydoğan Özdamar, "Dalga Enerjisi Türbinleri ve Bir Türbinin İncelenmesi".
- Şimşek Şakir, "Dünya’da ve Türkiye’de Jeotermal Gelişmeler", *III. Geothermal Resources Symposium Proceedings*, 2015, ss. 1-17.
- Şiriner İsmail ve Yılmaz Doğru, "Türkiye Ekonomisinin Büyüme Dinamikleri Bir Değerlendirme Üzerine", *Yönetim Bilimleri Dergisi*, Cilt: 3, Sayı: 2, 2005, ss. 163-184.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, <https://www.enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes>, 20.06.2023.
- Taban Sami ve Muhsin Kar, "Beşeri Sermaye ve Ekonomik Büyüme Nedensellik Analizi, 1969-2001", 2006, ss. 159-182.
- Taban Sami ve Muhsin Kar, "İnsan Sermayesi Ve Ekonomik Büyüme: Nedensellik Analizi, 1969-2001", *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 1, 2006, ss. 159-182.
- Takım Abdullah, "Türkiye’de GSYİH İle İhracat Arasındaki İlişki: Granger Nedensellik Testi", *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 14, Sayı: 2, 2010, ss. 315-330.
- Tanyeri İbrahim, "Keynes'in İstihdam ve Ücret Analizi", *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 16, Sayı: 1, 1998, ss. 29-46.

- Tarasov Vasily E. ve Valentina V. Tarasova, " Harrod–Domar Growth Model with Memory and Distributed Lag", *Aksiyomlar*, Cilt: 8, Sayı: 1, 2019.
- Taşova Muhammed, "Türkiye'nin Güneş Enerjisi Parametre Değerleri ve Güneş Enerjisinden Faydalanma Olanakları", *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 3, 2018, ss. 10-17.
- Tezcan Ün Ümran, "Dalga Enerjisi: Teknolojisi, Ekonomisi, Çevresel Etkisi ve Dünyadaki Durumu", *II. Yenilenebilir Enerji Sempozyumu*, 2003.
- Tiwari Aviral Kumar, "A Structural VAR Analysis Of Renewable Energy Consumption, Real GDP And CO2 Emissions: Evidence From India", *Economics Bulletin*, Cilt: 31, Sayı: 2, 2011, ss. 1793-1806.
- Topal Murat ve E. Işıl Arslan, "Biyokütle Enerjisi ve Türkiye", *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, 2008, ss. 241-248.
- Turan Türkan, "Neoklasik Büyüme Modeli ve Koşullu Yakınsama Hipotezi", *Maliye Araştırma Merkezi Konferansları*, Sayı: 39, 2001.
- Turan Zübeyir ve Yusuf Öztürk, "Keynes Sistemi ve Bekleyişlerin Sisteme Katkısı", *Niğde Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 9, Sayı: 2, 2016, ss. 259-269.
- Türker Munise Tuba, "İçsel Büyüme Teorilerinde İçsel Büyümenin Kaynağı ve Uluslararası Ticaret Olgusuyla İlişkisi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 25, 2009, ss. 87-94.
- Türkiye Çevre Vakfı, Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, *Türkiye Çevre Vakfı Yayını: Ankara*, 2006.
- Uçak Ayhan, "Adam Smith: Modern Büyüme Teorilerinin İlham Kaynağı", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Cilt: 195, Sayı: 2015, ss. 663-672.

- Uğurlu Erginbay, “Durağanlık, Birim Kök Sınamaları- Stationarity, Unit Root Tests”, *Lambert Academic Publishing*, 2019.
- Ulucak Recep, "Ekonomik Büyüme Modellerinde Çevre: Ekolojik Ayak İzini Esas Alan Bir Uygulama", *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 35, Sayı: 4, 2017, ss. 115-147.
- Ulusoy Ahmet ve Ceyda Bayraktar Daştan, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel Teşviklerin Değerlendirilmesi”, *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 17, 2018, ss. 123-160.
- Unit Root Tests, <https://faculty.washington.edu/ezivot/econ584/notes/unitroot.pdf>, ss.111-139, (20.05.2023).
- Usher Bruce, “Renewable Energy: A Primer For The Twenty-First Century”, Columbia University Press, 2019.
- Usupbeyli Akın ve Sefer Uçak, "Türkiye’de Yenilenebilir Enerji-Büyüme İlişkisi", *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 16, Sayı: 4, 2018, ss. 223-238.
- Uygur İlyas, Hamit Saruhan, Recep Demirci ve Arif Özkan, “Batı Karadeniz Bölgesindeki Dalga Enerjisi Potansiyelinin Araştırılması”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt: 12, Sayı: 1, 2006, ss. 7-13.
- Ünsal Erdal M., "İktisadi Büyüme", *BB101 Yayınları*, 2. Baskı, 2016.
- Ünüvar İclal ve Sibel Kesinkılıç, "Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: G20 Ülkeleri Örneği (2000-2016)", *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, Cilt: 16, Sayı: 2, 2020, ss. 251-266.
- Valodka İgnas ve Valodkiene Gitana, “The İmpact Of Renewable Energy On The Economy Of Lithuania”, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2015, ss. 123-128.
- Van den Berg Hendrik, “Growth Theory After Keynes, Part I: The Unfortunate Suppression Of The Harrod-Domar Model", *Felsefi Ekonomi Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 1, 2013, 2-23.

- Varınca Kamil B. ve M. Talha Gönüllü "Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma", *Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi*, 2006, ss. 270-275.
- Wang Qiang, Lili Wabg ve Rongrong Li, “Renewable Energy And Economic Growth Revisited: The Dual Roles Of Resource Dependence And Anticorruption Regulation”, *Journal of Cleaner Production*, Sayı: 337, 2022, ss. 1-11.
- Wang Qiang, Zequn Dong, Rongrong Li ve Lili Wang, "Renewable Energy And Economic Growth: New Insight From Country Risks", *Energy*, Sayı: 238, 2022.
- Wheeler J. C., Eye on energy Fossil Fuels, 2008, <https://9e54a07dff2a96854bad0c0f08f1711c40fc3428-ebscohost.vetisonline.com/eds/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzQwMTU0MV9fQU41?sid=228be7f6-4404-40d3-8b59-9495bdeca75a@redis&vid=1&format=EB>, (10.01.2023).
- Wolters Jürgen ve Uwe Hassler, "Unit Root Testing", *Allgemeines Statistisches Archiv*, Sayı: 90, 2006, ss. 43-58.
- World Bank, Reel GSYİH, <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KN>, 20.11.2022.
- Xu Jiajun ve Gallagher Kevin P., “Transformation Towards Renewable Energy Systems: Evaluating the Role of Development Financing Institutions’ Studies in Comparative International Development”, 2022, Cilt: 57, Sayı: 4, 2022, ss. 577-601.
- Yapıcı Hamza, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Akıllı Şebekelere Entegrasyonu İçin Yeni Bir Optimizasyon Metodunun Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Konya: Konya Teknik Üniversitesi, 2019.
- Yardımcı Pınar, "İşsel Büyüme Modelleri ve Türkiye Ekonomisinde İşsel Büyümenin Dinamikleri", *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, Sayı: 10, Yıl: 9, 2006, ss. 96-114.

- Yasser G. Hegazy, “Estimation of the Power Production of Wind Energy Farms Using Monte Carlo Similation”, Ed. T. S. Uyar- M. Sağlam- E. Sulukan- B. Kuban, 3rd International 100% Renewable Energy Conference (Irenec 2013) Proceedings, Çağın Ajans Basım Yayın, 2013.
- Yerebakan Metin, “Güneş Kollektörü Uygulamaları”, *İstanbul Ticaret Odası Yayınları*, 2010.
- Yıldırım Selim, "Aghion-Howitt Büyüme Modeli Çerçevesinde Ekonomik Özgürlük Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Panel Veri Analizi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 25, 2009.
- Yılmaz Hüseyin ve Burçak Polat, "Türkiye’de Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi”, *Abant İst International Conference On Scientific Researches*, ss. 592-603.
- Yülek Murat A., "İçsel Büyüme Teorileri, Gelişmekte Olan Ülkeler ve Kamu Politikaları Üzerine", *Hazine Dergisi*, Sayı: 6, 1997.
- Zaim Arda ve Hande Çavşı, "Türkiye’deki Jeotermal Enerji Santrallerinin Durumu", *Mühendis ve Makine*, Cilt: 59, Sayı: 691, 2018, ss. 45-58.
- Zappa M., Fossil Fuels, 1981, https://9e54a07dff2a96854bad0c0f08f1711c40fc3428-ebscohost.vetisonline.com/eds/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzQwMjU0OV9fQU41?s_id=f742f302-8b96-44ae-b641-2e0bb2151028@redis&vid=2&format=EB, (09.01.2023).
- Zeynalli Latif ve Murteza Hasanoğlu, "Azerbaycan'da Kamu Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisine İlişkin Bir Değerlendirme", *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, Cilt: 5, Sayı: 3, 2022, ss. 544-553.