



ŞİLAN ARSLAN İLİKLERDEN

İKTİSAT
ANABİLİM DALI

EKİM 2024



T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK
LİSANS TEZİ

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR
ENERJİ VE YENİLEMİYEN ENERJİ
TÜKETİMİNİN EKONOMİK
BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

ŞİLAN ARSLAN İLİKLERDEN

İKTİSAT
ANABİLİM DALI

EKİM 2024

**T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ VE YENİLEMİYEN ENERJİ
TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAZIRLAYAN
ŞİLAN ARSLAN İLİKLERDEN**

**DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ NİGAR ALEV**

VAN – 2024

KABUL VE ONAY

Şilan ARSLAN İLİKLERDEN tarafından hazırlanan “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji ve Yenilemeyen Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.	
Jüri Üyeleri	İmza
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Nigar ALEV Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, İktisat Anabilim Dalı Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.	
Başkan: Prof. Dr. Zafer KANBEROĞLU Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, İktisat Anabilim Dalı Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.	
Üye: Dr. Öğr. Üyesi Muhyettin ERDEMLİ Siirt Üniversitesi, İktisat Anabilim Dalı Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.	
Üye : Unvanı Adı SOYADI Üniversite Adı, Anabilim Dalı Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.	
Yedek Üye : Unvanı Adı SOYADI Üniversite Adı, Anabilim Dalı Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.	
Yedek Üye : Unvanı Adı SOYADI Üniversite Adı, Anabilim Dalı Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.	
Tez Savunma Tarihi:	14/10/2024
Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini ve imzaların sahiplerine ait olduğunu onaylıyorum. Doç. Dr. Ercan ÇALIŞ Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü	

ETİK BEYAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu

Bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. (14.10.2024)

(ŞİLAN ARSLAN İLİKLERDEN)

(Yüksek Lisans Tezi)

Şilan ARSLAN İLİKLERDEN

VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
Ekim, 2024

TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ VE YENİLEMİYEN ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

ÖZET

Ekonomik büyüme, ülkelerin gelişmişlik düzeyini belirleyen temel faktörlerden biri olup, her zaman farklı değişkenlerle birlikte incelenmiştir. Bu bağlamda, ekonomik büyümenin kaynaklarının araştırılması ve iktisadi politikaların oluşturulması, sürdürülebilir büyüme için büyük önem taşımaktadır. Küreselleşme süreciyle birlikte, ülkeler ekonomik büyüme sürecine girmiştir ve bu süreçte enerji, büyümenin temel girdisi olarak büyüme modellerinde önemli bir yer tutmaktadır. 1973 ve 1979 yıllarındaki petrol krizleri, enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini daha da vurgulamıştır. Bu çalışmada, Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi ile yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, ARDL sınır testi yöntemiyle analiz edilmiştir. 1990-2021 dönemi için Türkiye’ye ait zaman serisi verileri kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, değişkenler ADF (Genişletilmiş Dickey-Fuller) ve PP (Phillips-Perron) birim kök testlerine tabi tutulmuş ve tüm değişkenlerin birinci farkta durağan olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, uzun dönem analizinde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur. Kısa dönemde, yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artış, ekonomik büyümeyi %0.304426 oranında artırırken, yenilenemeyen enerji tüketimindeki %1’lik bir artış ise ekonomik büyümeyi %0.954432 oranında artırmaktadır. Uzun dönemde ise, yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketimindeki %1’lik bir artış sırasıyla ekonomik büyümeyi %0.280938 ve %3.654517 oranında artırmaktadır. Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler

: Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Yenilenemeyen Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, ARDL

Sayfa Sayısı

: x + 80

Tez Danışmanı

: Dr. Öğr. Üyesi Nigar ALEV

(M. Sc. Thesis)

Şilan ARSLAN İLİKLERDEN

VAN YUZUNCU YIL UNIVERSITY
INSTITUTE OF SOCIAL SCIENCES
DEPARTMENT OF ECONOMICS

October, 2024

THE IMPACT OF RENEWABLE ENERGY AND NON-RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION ON ECONOMIC GROWTH IN TURKEY

ABSTRACT

Economic growth is one of the key factors determining the development level of countries and has always been analyzed in conjunction with various variables. In this context, the investigation of the sources of economic growth and the formulation of economic policies are of great importance for achieving sustainable growth. With the process of globalization, countries have entered a phase of economic growth, and in this process, energy plays a central role as a fundamental input in growth models. The oil crises of 1973 and 1979 further highlighted the impact of energy on economic growth. In this study, the effects of renewable and non-renewable energy consumption on economic growth in Turkey are analyzed using the ARDL bounds testing approach. Time series data for Turkey from 1990 to 2021 were used. According to the findings, the variables were subjected to ADF (Augmented Dickey-Fuller) and PP (Phillips-Perron) unit root tests, and it was determined that all variables were stationary at the first difference. Additionally, long-term cointegration relationships were found between the variables. In the short term, a 1% increase in renewable energy consumption raises economic growth by 0.304426%, while a 1% increase in non-renewable energy consumption raises economic growth by 0.954432%. In the long term, a 1% increase in renewable energy consumption raises economic growth by 0.280938%, and a 1% increase in non-renewable energy consumption raises economic growth by 3.654517%. According to the results of the Granger causality test, a unidirectional causality relationship was observed between renewable energy consumption, non-renewable energy consumption, and economic growth.

Keywords : Energy Consumption, Non-Renewable Energy Consumption
Economic Growth, ARDL

Page Number : x + 80

Thesis Advisor : Dr. Öğr. Üyesi Nigar ALEV

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ÖNSÖZ.....	x
GİRİŞ	1
1. EKONOMİK BÜYÜME VE TEORİK ÇERÇEVRE.....	4
1.1. Ekonomik Büyümenin Dinamikleri	5
1.1.1. Nüfus ve İşgücü	5
1.1.2. Fiziksel Sermaye.....	6
1.1.3. Beşeri Sermaye	7
1.1.4. Teknoloji Gelişmeler	9
1.1.5. Doğal Kaynaklar.....	10
1.2. Büyüme Teorileri	10
1.2.1. Merkantalist ve Fizyokrat Büyüme Modeli.....	11
1.2.2. Klasik Ekonomik Büyüme Modeli	12
1.2.3. Keynesyen Büyüme Modeli	14
1.2.4. Harrod-Domar Büyüme Modeli	14
1.2.5. Solow (Neoklasik) Büyüme Modeli	17
1.2.6. İçsel Büyüme Modeli.....	18
1.3. Enerji ve Büyüme İlişkisini Gösteren Temel Hipotezler	20
1.3.1. Büyüme Öncülüğünde Enerji (Koruma) Hipotezi.....	23
1.3.2. Enerji Öncülüğünde Büyüme Hipotezi.....	23
1.3.3. Geri Besleme Hipotezi.....	24
1.3.4. Yansızlık Hipotezi	24
2. ENERJİ KAVRAMI	25
2.1. Dünyada ve Türkiye’de Enerji Görünümü.....	25
2.1.1. Dünyada Enerji Görünümü.....	27
2.2.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları.....	27
2.2.1.1. Petrol.....	27

2.2.1.2. Doğal Gaz	30
2.2.1.3. Kömür	32
3.2.1. Dünya Yenilenebilir Enerji Kaynakları Görünümü.....	34
2.2.1.1. Güneş Enerjisi.....	35
3.2.1.2. Rüzgar Enerjisi	36
3.2.1.3. Hidroelektrik Enerjisi	37
3.2.1.4. Biyokütle Enerjisi	38
2.1.2. Türkiye’de Enerji Görünümü	39
2.1.2.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları.....	39
2.1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	45
2.3.Literatür İncelemesi	52
3.EKONOMETRİK ANALİZ.....	58
3.1. Çalışmanın Yöntemi.....	58
3.1.1. Çalışmanın Veri Seti ve Modeli	59
3.2.Ekonometrik Testler ve Bulgular	62
3.2.1.ADF Birim Kök Testi	62
3.2.2. PP Birim Kök Testi.....	63
3.2.3.Granger Nedensellik Analizi	68
4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	702
KAYNAKÇA	72
EK 1. ÖZGEÇMİŞ	
EK 2. LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU	

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 2.1. Dünya Petrol Rezervi (Milyon Varil)	28
Tablo 2.2. Dünya Petrol Üretimi (Milyon Ton).....	29
Tablo 2.3. Dünya Petrol Tüketimi (Milyon Ton).....	29
Tablo 2.4. Dünya Doğal Gaz Rezervi (Trilyon m ³)	31
Tablo 2.5. Dünya Doğal Gaz üretimi (Milyar m ³)	31
Tablo 2.6. Dünya Doğal Gaz Tüketimi (Milyar m ³)	32
Tablo 2.7. Dünya Petrol Üretimi (Milyon ton)	33
Tablo 2.8. Dünya Petrol Tüketimi (Milyon Ton).....	33
Tablo 2.9. Dünya Yenilenebilir Enerji Üretimi (Terawatt-saat)	35
Tablo 2.10. Dünya Güneş Enerji Üretimi (Terawatt-saat)	36
Tablo 2.11. Dünya Rüzgar Enerjisi Üretimi (Terawatt-hours)	37
Tablo 2.12. Dünya Hidroelektrik Enerjisi Üretimi (Terawatt-saat)	38
Tablo 2.13. Dünya Biyokütle Enerji Üretimi (Terawatt-saat)	39
Tablo 3.1. Değişkenlerin Tanıtılması.....	59
Tablo 3.2. Tanımlayıcı İstatistikler (1990-2021)	61
Tablo 3.3. Türkiye İçin Korelasyon Matrisi.....	62
Tablo 3.4. ADF Birim Kök Test Sonuçları	63
Tablo 3.5. VAR Modeli Gecikme Uzunluğu	64
Tablo 3.6. ARDL Modelini (1,3,0) Sonuçları.....	65
Tablo 3.7. F Sınır Test İstatistik Değerleri	65
Tablo 3.8. ARDL (1,3,0) Sınır Testi Sonuçları (Bağımlı Değişken: Ekonomik Büyüme (LNGDP)	66
Tablo 3.9. Tanısal Testler Sonuçları	67
Tablo 3.10. Granger Nedensellik Testi Sonuçları	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Enerji Kaynaklarının İncelenmesi.....	27
Şekil 2.2. Türkiye’de Üretilen Petrol Miktarı (Milyon Ton)	40
Şekil 2.3. Türkiye’de Tüketim Petrol Miktarı (Milyon Ton).....	40
Şekil 2.4. Türkiye'nin Petrol İthalatının 2021 yılı Kaynak Ülkelere Göre Dağılımı..	41
Şekil 2.5. Türkiye’de Kömür Üretim miktarı (Terajoule).....	42
Şekil 2.6. Türkiye’de Kömür Tüketimi (Metrik Ton).....	42
Şekil 2.7. Türkiye’de Doğal Gaz Üretimi (Terajoule)	44
Şekil 2.8. Türkiye’de İthal Edilen Sıvılaştırılmış Doğalgaz (LNG) Miktarları (*Milyar M3)	44
Şekil 2.9. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kapasitesi (Terawatt/Saat)	46
Şekil 2.10. Türkiye’nin Güneş Enerjisi Kullanımı (Terawatt/Saat)	47
Şekil 2.11. Rüzgar Enerjisinin Kurulu Gücü (Megawatt).....	48
Şekil 2.12. Rüzgar Enerjisinin Kurulu Gücü (Megawatt).....	49
Şekil 2.13. Biyokütle Enerjisinin Kurulu Gücü (Megawatt).....	50
Şekil 2.14. Jeotermal Enerjisinin Kurulu Gücü (Megawatt).....	51
Şekil 3.1. Değişkenlerin (Ham) Zaman İçindeki Seyri	60
Şekil 3.2. Değişkenlerin Logaritmik Değerlerin Zaman İçindeki Seyri	60
Şekil 3.3. Değişkenlerin Zaman İçindeki Seyri (Birinci farkı)	60
Şekil 3.4. CUSUM ve CUSUMQ Grafikleri.....	68

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
AB	: Avrupa Birliği
BP	: British Petrol
GSMH	: Gayri Safi Milli Hâsıla
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
CO2	: Karbon Emisyonu
EF	: Ekolojik Ayak İzi
IEA	: Uluslararası Enerji Şirketi
REN	: Yenilenebilir Enerji Tüketimi
OIL	: Yenilenemeyen Enerji Tüketimi

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitim süresince ve bu bilimsel çalışmanın her aşamasında kıymetli önerileriyle bana yol gösteren bilgi, ilgi sabır ve her türlü desteğini benden esirgemeyen, değerli vaktini bana ayıran ve bu zor süreçte beni motive eden, sabırla bu zor süreci yöneten çok kıymetli danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Nigar Alev hocama sonsuz şükranlarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca Yüksek Lisans eğitim-öğretimim boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sürekli yanımda olan ve üzerimde çok emeği olan hayatımı paylaştığım sevgili eşim Ferhat Fahri'ye ve canım kızlarım Royem, Aze ve Arin'e sonsuz teşekkür ederim.

GİRİŞ

Enerji, tarihsel olarak insanlığın ilk uygarlıklardan itibaren, ısınma, aydınlatma ve barınma gibi temel yaşamsal ihtiyaçları karşılamak amacıyla bilinçli ya da bilinçsiz olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, modern teknolojilerin işleyişi için de hayati bir kaynak teşkil etmektedir. Uygarlıkların tarihsel gelişimi incelendiğinde, enerjinin, insanlığın temel gereksinimlerini karşılamada önemli bir rol oynadığı ve bu gereksinimlerin artışıyla paralel olarak enerjinin kullanımı ve önemin de zaman içinde yükseldiği gözlemlenmektedir. Modern uygarlıkların ortaya çıkışı, evrimi ve sürdürülebilirliği büyük ölçüde enerjiye bağlıdır. İnsanlık, enerji ile sürekli bir etkileşim içinde olmuştur.

Enerji, İlkçağlardan günümüze kadar süreklilik arz eden bir kullanım alanına sahip olmuştur. Diğer yandan, enerji kaynaklarının ucuzluğu ve erişilebilirliğinin kolay olması hem bireyler hem de sektörler için temel unsurlar arasında yer almıştır. İngiltere’de başlayan Sanayi Devrimi ile birlikte enerjinin önemi belirgin hale gelmiştir. Üretim sürecinin enerjiye bağlı olduğu farkındalığı, zaman içinde giderek artmıştır. Sanayi Devrimi’nin bir sonucu olarak, buharlı makinelerin icadı, ülkelerin kitle üretim süreçlerine geçmesini sağlamış ve bu da ekonomik büyüme performansını etkilemiştir. Bu dönemde fosil yakıtların kullanımı yaygınlaşmış, ilk olarak kömür enerji kaynağı olarak devreye girmiştir. Fosil enerji kullanımının başlangıcı bu şekilde gerçekleşmiştir. Birinci Dünya Savaşı’nın yarattığı yıkım, enerji talebinin artmasına yol açmıştır. Ardından, İkinci Dünya Savaşı ve küreselleşmenin etkisiyle, ülkelerin enerji arz güvenliği ve tedarikine ilişkin kaygılar daha da ön plana çıkmıştır. Enerjinin kullanılmaya başlanması ile birlikte sanayileşme, nüfus artışı, kentleşme ve teknolojiye dayalı üretim sürekli bir ivme kazanmıştır. Ayrıca, insanların şehir merkezlerine göç etmesiyle birlikte enerji talebinde sürekli bir artış gözlemlenmiştir (Uçar ve Çoban, 2023).

Enerji talebinin ve kullanımının artışı, beraberinde savaşlar, çevre kirliliği ve insan sağlığına olumsuz etkiler gibi çeşitli sorunları gündeme getirmiştir. Dünya üzerindeki ülkelerin jeolojik ve coğrafi yapıları, genel olarak birbirinden farklılık göstermekte, bu nedenle doğal kaynaklar ve enerji kaynakları eşit bir şekilde dağılmamıştır. Bazı ülkelerde doğal kaynaklar bol iken, diğerlerinde bu kaynaklar

sınırlı bir şekilde bulunmaktadır. Bununla birlikte, enerji kaynakları nedeniyle bazı ülkelerin tarih sahnesinden silinmesi durumu da yaşanmıştır. Enerji, birçok sorunu beraberinde getirdiği gibi, aynı zamanda ülkeler arasında ticari ilişkiler, kültürel bağlar ve ekonomik işbirlikleri gibi olumlu etkileşimleri de teşvik etmiştir. Bunun yanı sıra, enerji, ülkeler arasında bir köprü işlevi görmekte ve uluslararası ilişkilerde önemli bir rol oynamaktadır (Kapçak, 2022: 1).

Enerjinin küreselleşme sürecine girmesi, her dönemde çeşitli sorunları beraberinde getirmiştir. Özellikle, dünyanın en büyük savaşları olan Birinci ve İkinci Dünya Savaşları, ülkelerin enerji politikalarında önemli değişikliklere yol açmıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrasında, ülkeler hızlı bir ekonomik büyüme yarışına girmiştir ve bu savaşların etkisiyle enerjiye duyulan ilgi ve önemin artması sağlanmıştır. 1970’li yıllardan sonra enerji, önemli ampirik çalışmalara konu olmuş ve bu alanda yapılan araştırmalar, enerjinin diğer ekonomik değişkenlerle olan ilişkisini incelemiştir. Böylece enerji, büyümenin temel girdilerinden biri olarak kabul edilmeye başlanmış ve üretim fonksiyonlarındaki rolü giderek daha fazla vurgulanmıştır. 1973 ve 1979 yıllarında meydana gelen petrol krizleri, üretim azalması ve petrol fiyatlarındaki hızlı artışlarla birlikte petrol şirketleri, tüketiciler ve ülkeler üzerinde ciddi maliyetler yaratmıştır. Bu gelişmeler, petrol krizlerinin ardından, ülkelerin enerji politikalarında daha etkin ve dikkatli bir yaklaşım benimsemelerine neden olmuştur (Schramm, 2024).

Sanayi Devrimi ile birlikte enerji faktörünün önemi artmış ve bu artan önem, 1973-1979 yıllarındaki petrol krizleriyle pekişmiştir. Şehirleşme, nüfus artışı, ülkelerin ekonomik büyüme yarışına girmesi, üretim artışı, çevresel sorunlar ve siyasi problemler gibi bir dizi zorlukla birlikte, enerji, ekonomik büyüme ve ekonomik teorilerin temel unsurlarından biri haline gelmiştir. Geleneksel büyüme teorilerinde enerji faktörüne yeterince yer verilmemesi, yeni büyüme modellerinin gelişmesine olanak sağlamıştır. Enerji iktisadının ortaya çıkışı, Solow’un (Neoklasik) büyüme modeliyle başlamış olup, bu modelin enerjiye atıfta bulunmaması ve büyümenin girdisi olarak kabul etmemesi, birçok ekonomist tarafından eleştirilmiştir. 1980’li yıllardan sonra çevreci ve enerji iktisatçıları, ekonomik büyümenin birincil girdisi olarak enerjiyi kabul etmişlerdir (Murray ve Nan, 1992).

Türkiye, enerji konusunda dışa bağımlı bir ülke olup, fosil yakıtlar gibi enerji kaynakları, petrol, kömür ve doğal gaz gibi, iç piyasayı karşılayacak yeterlilikte bulunmamaktadır. Bu durum, dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de enerji politikalarında önemli değişikliklere yol açmaktadır. Sürdürülebilir büyüme ve kalkınma için enerji arzının sürekliliği büyük önem taşımaktadır. Fosil yakıtların tükenebilirliği, çevresel zararlara yol açması ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratması, alternatif enerji kaynaklarına yönelimi artırmıştır. Bu alternatif enerji kaynakları arasında güneş, rüzgâr, hidrolik, biyokütle ve jeotermal enerji öne çıkmaktadır. Türkiye’nin jeolojik ve coğrafi yapısı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına uygunluk göstermektedir. Bu nedenle, her geçen gün yenilenebilir enerji alanına yapılan yatırımlar ve gösterilen ilgi artmaktadır.

Bu tez çalışmasında enerji, farklı ekonometrik değişkenlerle ilişkilendirilerek ekonometrik uygulamalara konu edilmiştir. Çalışma, Türkiye’ye özgü bir analiz içermektedir. Türkiye’de yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, 1990-2021 yıllarına ait verilerle ARDL sınır testi yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Tez, dört ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, ekonomik büyüme ve teorik çerçeve ele alınmıştır. İkinci bölümde, enerji kavramı detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Üçüncü bölümde ise, ekonometrik analiz yer almaktadır. Dördüncü ve son bölümde ise sonuçlar ve değerlendirme sunulmuştur.

1. EKONOMİK BÜYÜME VE TEORİK ÇERÇEVRE

Ekonomik büyüme, makroekonominin temel alanlarından birini oluşturmakta olup, aynı zamanda birçok farklı çalışma alanına da konu olmuştur. Bu bağlamda, büyüme kavramı hakkında farklı tanımlar yapılmıştır. Genel olarak, ekonomik büyüme, bir ülkenin belirli bir dönemde (yıl bazında) üretilen mal ve hizmetlerin toplamı olarak tanımlanmaktadır (Pehlivan, 2022).

Ekonomi literatüründe büyüme kavramı, toplumların refah düzeyinin iyileştirilmesi açısından önemli bir yer tutmaktadır. İktisat biliminin temel ilkelerinden biri, sınırlı kaynaklarla sınırsız insan ihtiyaçlarını karşılamaktır. Bu bağlamda, toplumların ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla talep edilen mal ve hizmetlere ulaşmak ve üretmek, iktisadi faaliyetlerin ana hedefleri arasında yer almaktadır. Büyüme olgusu her dönemde farklılık gösterebilmekle birlikte, bir dönemin diğerine geçişi sırasında refahın artması beklenen bir durumdur. Bu artış, mal ve hizmetlerin miktarındaki çoğalma ile tanımlanabilir. Bir ülkenin ekonomik büyümesi için, reel olarak GSYİH'nin bir önceki yıla kıyasla daha fazla artması gerekmektedir. Bu artış hem istihdamın artmasına hem de bireylerin mutluluğuna katkı sağlamaktadır. Ekonomik büyüme, nominal ve reel olarak iki şekilde hesaplanmaktadır. Nominal büyüme, bir ülkenin ekonomisinde fiyat artışlarıyla birlikte o dönemde üretilen mal ve hizmetlerin miktarını da dikkate alırken; reel büyüme, GSYİH'nin fiyat artışlarından bağımsız olarak gerçekleşen büyümeyi ifade eder. Her ülke, kendi ekonomik yapısına göre farklı büyüme yöntemleri kullanabilir. Üretim kapasitesindeki artış, doğrudan olarak toplumların refah seviyelerini yükseltmektedir; bu sayede ülke büyürken, bireylerin de ekonomik durumu iyileşmektedir. Ekonomik büyüme, uzun vadeli bir süreç olup disiplinli bir yaklaşım gerektiren bir olgudur. Uzun dönemde, çeşitli zorluklarla karşılaşılabilen ve makroekonomik anlamda arz ile doğrudan ilişkili bir kavram olarak ele alınmaktadır (Kibritçioğlu, 1998: 3).

Ekonomik büyüme, iki şekilde gerçekleşmektedir. İlk büyüme türü, ekonominin tam istihdam dengesinde, yani tam kapasite ile üretim faktörlerinin artışına dayalı olarak meydana gelir. İkinci büyüme türü ise, ekonomi tam istihdamda iken mevcut girdilere yeni girdilerin eklenmesi sonucu ortaya çıkan büyümедir. Ancak, ekonomi teorileri ve ekonomistlerin daha fazla ilgi gösterdiği büyüme türü, tam istihdamda gerçekleşen büyüme biçimidir. Üretim sürecine dahil edilen üretim

faktörlerinin (emek, sermaye vb.) artışı, sayısal olarak üretim artışı olarak değerlendirilmektedir (Shafiei, 2013: 25).

Ekonomik büyümeyi ölçmede kullanılan çeşitli göstergeler bulunmaktadır. Bu göstergeler arasında GSYİH, GSMH, kişi başına düşen GSYİH, insani gelişim endeksi ve satın alma gücü paritesi gibi değişkenler önemli bir yer tutmaktadır. Ancak, dünya ülkeleri ekonomik entegrasyon içinde olduklarından, ülkelerin siyasi sınırları belirli olsa da ekonomik sınırların ortadan kalkması sonucunda, belirli bir dönemde yurt içinde üretilen mal ve hizmetlerin parasal karşılığını gösteren GSYİH kullanılması daha gerçekçi bir değerlendirme sunmaktadır (Kibritçioğlu, 1998: 215).

1.1. Ekonomik Büyümenin Dinamikleri

Büyüme, her ülkenin ulaşmayı arzu ettiği bir hedeftir. Politikacılar, ülkelerin büyüme kaynaklarını önemli bir aşama olarak görmektedir ve bu kaynaklar, ekonomik politika oluşturma süreçlerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Büyüme, ülkeler arasında ekonomik politikaların popülerliğini koruyan bir konu olma özelliğini taşımaktadır. Sürdürülebilir büyüme sağlanabilmesi ve bu büyümenin kalıcı hale getirilmesi, derinlemesine araştırılması gereken önemli bir konu olarak öne çıkmaktadır. Ekonomik büyümenin temel girdileri, farklılık gösterebilen unsurlar içerebilir. Üretim faktörlerindeki artışlar, ekonomik büyümeyi tanımlamada temel bir belirleyici olarak kabul edilebilmektedir. Büyüme sürecine dâhil edilen tüm faktörler, büyümenin kaynakları olarak kabul edilmektedir.

1.1.1. Nüfus ve İşgücü

Dünya ülkelerinin kalkınma ve büyümesini destekleyen temel girdilerden biri nüfustur. Nüfus hem fiziksel hem de zihinsel kapasiteyi ifade etmekte olup, üretim sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Nüfus artışı, emek gücündeki artışı beraberinde getirerek kalkınma sürecine katkıda bulunmaktadır. Nüfusun üretim üzerindeki etkisi büyüktür, ancak çalışma çağındaki nüfusun tamamı üretim sürecinde yer almayabilir. Askerlik, sağlık hizmetleri ve eğitim gibi faktörler, bireylerin üretim dışında kalmasına neden olabilir. Bu bağlamda, bu faktörler göz önünde bulundurularak, çalışma yaş grubundaki nüfus dışarıda bırakılır ve toplam işgücü hesaplanır (Ertürkmen, 2024).

Nüfus, piyasa arzını belirleyen önemli faktörlerden biri olup, aynı zamanda üretim sürecine katkı sağlamakla birlikte talep yönünü de şekillendirmektedir. Ekonominin talep yönü, tüketim ve üretilen malların bölüşümünü kolaylaştıran aktif ve rasyonel bir faktör olarak işlev görmektedir (Taban, 2008: 17).

Nüfus, niceliksel olarak ekonomik büyüme ve kalkınmaya olumlu katkı sağlamakla birlikte, niteliksel anlamda da önemli bir rol oynamaktadır. Aktif nüfus, üretim sürecine katkı sağladığı bilinmektedir; ancak nüfusun niteliksel olarak donanımlı olması, yani eğitilmiş ve yetkin bireylerden oluşması, ülkenin gelişmişliğine büyük katkı sağlamaktadır. Nüfusun sayıca fazla olup, nitelik açısından yetersiz olması, üretim sürecini olumsuz yönde etkileyebilir. Ayrıca, niteliksiz bir işgücü, düşük üretim ve kalitesiz mal ve hizmet üretimine yol açabilir. Nüfusun sağlıklı, eğitilmiş ve teknolojik gelişmelere uyum sağlama kapasitesi, işgücünün verimliliğini artırmaktadır. Nitelikli beşerî sermaye, üretim sürecini destekleyerek diğer üretim faktörlerine de katkı sağlamaktadır. Bu durum, işgücünün bilgi, beceri ve birikimiyle doğrudan ilişkilidir (Manga vd., 2015).

Ülkedeki nüfus artışı, birçok makroekonomik faktörü etkileyen önemli bir unsurdur. Özellikle, nüfus artışı istihdam düzeyini belirleyen temel bir faktördür. İstihdam, bir ülkenin büyüme göstergelerini temsil etmenin yanı sıra, aynı zamanda o ülkenin gelişmişlik düzeyini de yansıtmaktadır.

1.1.2. Fiziksel Sermaye

Bir ülkenin büyüme kaynakları değerlendirildiğinde, fiziksel sermaye bu kaynaklardan biri olarak önemli bir yer tutmaktadır. Sermaye birikimi, ülkelerin ürettiği mal ve hizmetlerin hacmini belirleyen temel faktörlerden biridir. Fiziksel sermaye, üretim sürecinde ekonomik büyümeye katkı sağlayan ve mal ile hizmet üretiminin üst sınırını belirleyen önemli bir girdi unsurudur (Önal, 2009: 5). Sermaye birikimi, kullanılan her türlü alet, makina, teçhizat ve bilgisayar yazılımı gibi doğrudan kullanılan yatırım unsurlarının yanı sıra, barajlar, yollar ve santraller gibi altyapı yatırımlarını da kapsar. Ayrıca, fiziksel varlıkların değerini hesaplarken sağlık, eğitim ve Ar-Ge yatırımları gibi fiziksel olmayan varlıklar da göz önünde bulundurulmaktadır. Sermaye birikiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, ölçeğe göre artan getiri sağlaması, teknolojik yeniliklerin kullanımını teşvik etmesi, deneme-

yanılma yoluyla öğrenme imkânı sunması ve yüksek verimliliğe yol açması gibi önemli unsurları içermektedir (Usman vd., 2021).

Fiziksel sermaye, üretim sürecinin bir sonucu olarak ortaya çıkan önemli bir girdidir. Sermaye birikimi üç aşamadan oluşmaktadır ve bu aşamaların temelini tasarruf oluşturur. Yüksek tasarruf oranları, sermaye birikimini sağlayarak ülkelerin finansal altyapısını ve ekonomik gelişimini güçlendirir. Sermaye birikimi, aynı zamanda kolay kredi erişimini mümkün kılar. Tasarruflar, yatırımların gerçekleştirilmesi için girişimci bireylerin varlığını da desteklemektedir. Ülkelerin mal ve hizmet üretiminde sadece fiziksel sermaye değil, aynı zamanda beşerî sermaye de önemli bir yer tutmaktadır. Fiziksel sermaye, sürdürülebilir büyüme ve kalkınma için gerekli olsa da tek başına yeterli değildir. Fiziksel sermaye ile beşerî sermayenin (işgücü) birlikte varlığı, verimliliği artıracak ve yeterli işgücüyle dengelenmiş sermaye, ekonomik büyümeyi destekleyecektir (Pehlivan, 2022).

Fiziksel sermaye ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu söylenebilir. Sermaye birikimindeki artış, yakınsama teorilerine göre, ülkelerin refah seviyelerine ulaşmasında önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, fiziksel sermayeye farklı derecelerde önem vermektedir. Gelişmekte olan ülkeler, beşerî sermaye, teknoloji ve Ar-Ge gibi yüksek verimli sermayelere ağırlık verirken, gelişmiş ülkeler veya az gelişmiş ülkeler daha düşük verimli sermayelere odaklanmaktadır. Çünkü gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler, düşük kaliteli sermaye birikimi nedeniyle yatırımlarını daha düşük seviyelerde tutmaktadır. Bu durum, yatırımcıların sağladığı faydayı azaltmaktadır. Az gelişmiş ülkelerdeki düşük sermaye yatırımları, düşük talebe, dar bir pazara ve bu dar pazarın düşük verimliliğe yol açmasına neden olmaktadır. Bu süreç, düşük sermaye birikiminin bir sonucu olarak kısır bir döngüye dönüşmektedir ve az gelişmiş ülkelerin düşük sermaye birikimlerinin neden olduğu durumu açıklamaktadır (Rands Barros, 2016: 68).

1.1.3. Beşerî Sermaye

Beşerî sermaye, sürdürülebilir büyüme ve kalkınma için kritik girdilerden biri olarak kabul edilmektedir ve birçok iktisatçı tarafından temel bir koşul olarak değerlendirilmektedir. Sermaye birikimi fiziksel sermaye ile ilişkilendirilirken, beşerî

sermaye işgücünün niteliğini vurgulamaktadır. Beşerî sermaye, göz ardı edilmemesi gereken önemli bir üretim faktörü olarak öne çıkmaktadır (Kapçak, 2022). Beşerî sermaye, sosyal bir kavram olup, belirgin bir tanıma sahip değildir. Ancak genel anlamda, toplumları oluşturan bireylerin üretim sürecine katılımını sağlayan bilgi, birikim, beceri ve yeteneklerin, diğer üretim unsurlarıyla birlikte daha verimli bir üretime olanak tanıyan pozitif bir değer olarak değerlendirilebilir (Husz, 1998: 20).

Fiziksel sermaye, ekonomik modellerde sermaye olarak ön planda yer almaktadır. Ancak, beşerî sermaye unsuru tüm büyüme modellerinde temel bir girdi olarak kabul edilmektedir. Üretim sürecinde bilgi, beceri, teknoloji ve eğitim gibi faktörler önemli bir rol oynamaktadır. Bu unsurlar, işgücü niteliğini artırmaya yönelik ileriye dönük bir yatırım aracı olarak değerlendirilmektedir. Fiziksel sermaye ile birlikte beşerî sermayeye de önem veren toplumların, daha yüksek büyüme oranları sergilediği gözlemlenmektedir (Saygılı ve Cihan, 2006).

Bilgi, yaşamın her aşamasında önemli bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır. Bilgi, dışsallık yaratarak, tüm bireyler tarafından kullanılabilen kamusal bir mal olarak değerlendirilir. Ancak, bilgiye duyulan ihtiyaç nedeniyle tüm bireyler tarafından dışlanmaz. Bu durum, bilgiyi, sermaye türlerinden biri olarak tanımlar. Bilgi, herkes tarafından kullanılan ve ikamesi bulunmayan, büyümenin önemli bir girdisi olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, bilgi üretiminin maliyeti genellikle sıfıra yakındır. Bu nedenle, üretimi artırmaya yönelik bilgi üretimi ve Ar-Ge gibi faaliyetler çoğunlukla teşvik edilmemektedir. İçsel büyüme modelleri, yaratıcılığı, Ar-Ge'yi, yaparak öğrenme süreçlerini ve teknolojik bilgi üretimini desteklemektedir. Diğer yandan, sağlık, eğitim ve kültürel alanlarda yapılan yatırımlar da ekonomik büyümeyi destekleyen unsurlar arasında yer almaktadır (Kar ve Ağır, 2006). Klasik ekonomi ekolüne mensup iktisatçılar ise sermaye kavramını yalnızca makine, teçhizat ve ekipmanlar gibi unsurları dikkate alarak ele almışlardır. 1960'lı yıllardan 1980'lere kadar, bilgi, beceri, yetenek ve eğitim gibi unsurlar göz ardı edilerek, büyümenin temel kaynağı olan beşerî sermayenin potansiyeli engellenmiştir. Kas gücüne dayalı bir üretim sistemi, beşerî sermayenin keşfedilmesini geciktirmiştir (Keskin, 2011: 126). Beşerî sermaye, ekonomik büyüme sürecini anlamak için uzun vadeli bir strateji olarak şekillenmektedir. Geleneksel ekonomi modelleri, beşerî sermayeyi göz ardı ederek üretim sürecini şekillendirirken, daha sonra içsel büyüme modeli, beşerî sermayeyi

büyüme sürecine dahil ederek, diğer modellerden farklı bir üretim şekli geliştirmiştir (Kibritçioğlu, 1998).

Beşerî sermaye, verimliliği artıran önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Teknolojik altyapının geliştirilmesi ve ekonomik büyümenin teşvik edilmesi gibi çeşitli alanlarda etkili rol oynamaktadır. Ayrıca, değişen iş hayatı koşullarına uyum sağlanması, kadın istihdamının artırılması, nitelikli iş gücü yapısının güçlendirilmesi, dış ticarete rekabet gücünün artırılması, işsizlik ve yoksulluğun azaltılması ile gelir dağılımının iyileştirilmesi gibi alanlarda da belirgin etkiler yaratmaktadır (Saygılı ve Cihan, 2006).

1.1.4. Teknoloji Gelişmeler

Kısa vadede, ekonomik verimliliği artırıcı önemli bir büyüme girdisi olarak teknolojik gelişmeler, üretim süreçlerini daha verimli hale getirmektedir. Bu bağlamda, teknolojik yenilikler, sürdürülebilir kalkınma ve büyüme için gerekli olan temel faktörlerden biridir. Ülkeler, üretim süreçlerinde bilgi ve teknolojiye ihtiyaç duyarak, daha düşük maliyetle ürün üretmeyi ve üretim kapasitelerini artırmayı hedeflemektedirler. Bu durum, artan üretim kapasitesinin daha büyük bir çıktı sağlayarak ekonomik büyümeyi desteklemesine olanak tanımaktadır. Teknolojik gelişmeler, üretim süreçlerini optimize eden ve daha az girdi ile daha fazla çıktı elde edilmesini mümkün kılan bir unsurdur, bu da ürün kalitesinin artırılmasını sağlamaktadır (Yaman ve Sungur, 2020).

Teknolojik ilerlemeler, uluslararası düzeyde dış ticaretin rekabet gücünü artırırken, aynı zamanda sermaye birikimini ve ihracatın artmasını teşvik etmektedir. Geçmişte ülkeler, askeri gücüyle güçlü olduklarını kanıtlarken, günümüzde bilgi ve teknolojik güç daha fazla ön plana çıkmıştır. Bu bağlamda, gelişmişlik seviyesi büyük ölçüde bilgi ve teknolojiyi kullanabilme kapasitesiyle ilişkilidir. Teknolojik gelişmelere sahip ülkeler, girdileri etkin bir şekilde işleyerek çıktılarda maksimum verimlilik sağlamaktadırlar (Konak, 2018).

Bilim ve teknoloji, toplumlar, kurumlar ve ülkelerin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik bir değişim ve yenileme süreci olarak değerlendirilebilir. Teknolojik gelişmeler, ekonomik bölüşüm üzerinde farklı etkiler yaratarak, genellikle sermaye yoğun, emek yoğun ve nötr teknolojik gelişme olmak üzere üç ana kategoriye

ayrılmaktadır. Üretim sürecinde tüm üretim faktörlerinin aynı anda ve aynı oranda kullanılması durumu, nötr (yansız) teknolojik gelişme olarak tanımlanmaktadır. Öte yandan, sermaye yoğun ve emek yoğun teknolojik gelişmeler, üretim sürecinde sermaye ya da emek faktörlerine yönelik bir kayma meydana getirmektedir. Bu tür teknolojik gelişmeler, yanlı (biased) teknolojik gelişmeler olarak nitelendirilmektedir. Sermaye yoğun teknolojik gelişmelerde sermaye kullanımının artmasıyla emekten tasarruf sağlanırken, emek yoğun teknolojik gelişmelerde ise sermaye kullanımından tasarruf edilmektedir (Karşıyakalı, 2008).

1.1.5. Doğal Kaynaklar

Üretime önemli katkılar sağlayan bir diğer faktör ise doğal kaynaklardır. Genel olarak doğal kaynak denildiğinde, akla ilk olarak toprak gelmekle birlikte, bu kavram yalnızca toprakla sınırlı değildir. Ülkelerin sahip olduğu yer altı ve yer üstü zenginliklerin tümü doğal kaynaklar kapsamına girmektedir. Fiziksel sermayenin aksine, doğal kaynaklar, üretilmiş üretim araçları değildir ve doğada sınırlı olarak mevcuttur. Doğal kaynaklar, dünya genelinde eşit bir şekilde dağılmadığı için, bazı ülkeler için dezavantaj teşkil edebilir. Ayrıca, doğal kaynakların arzı sabit olduğu için, ekonomik büyüme ve kalkınma açısından tek başına yeterli değildir. Doğal kaynaklar, bazı ülkelerde bol, bazılarında ise kıt olabilmektedir. Bunun yanı sıra, doğal kaynakları sürdürülebilir büyüme için etkin bir şekilde kullanabilen ülke sayısı oldukça sınırlıdır (Kar ve Taban, 2005).

Doğal kaynaklar, çoğaltılabilen üretim faktörleri olmadığından, büyüme yaratma kapasitesi oldukça sınırlıdır. Ancak, doğal kaynaklara ve hammaddelere sahip olan ülkelerin ekonomik performansları genellikle pozitif yönde etkilenmektedir. Örneğin, petrol açısından zengin ülkeler, dünya petrol fiyatlarındaki artışlarla birlikte ihracat gelirlerini artırmakta, bu da ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilemektedir (Sloman, 2004).

1.2. Büyüme Teorileri

Ekonomik büyüme, iktisadi teorilerde merkezi bir konu olarak önemli bir yer tutmaktadır. Büyümenin belirleyicilerini ve itici güçlerini açıklamak amacıyla pek çok farklı model geliştirilmiştir. Teknolojik gelişmelerin etkisiyle, ekonomistler nicel

yöntemler kullanarak daha gelişmiş büyüme modelleri ortaya koymuşlardır (Ayres, 1996). Bu tez çalışmasında, geleneksel büyüme modelleri arasında yer alan Merkantilizm, Fizyokrasi ve Klasik büyüme teorileri açıklanmıştır. Ayrıca, Keynesyen Büyüme Modeli, Harrod-Domar Büyüme Modeli, Solow'un Neoklasik Büyüme Modeli ve İçsel Büyüme Modeli gibi öne çıkan dört ekonomik büyüme modeli de detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Bu modellerin karşılaştırılmasıyla, ekonomik büyümenin temel itici güçleri ve bu güçlerin politika yapıcılar üzerindeki etkilerine dair kapsamlı bir anlayış geliştirilmiştir.

1.2.1. Merkantalist ve Fizyokrat Büyüme Modeli

Merkantalistler, bir ulusun ekonomik gücünün yalnızca altın ve gümüş birikimiyle değil, aynı zamanda nüfus artışı, dış ticaretin teşviki ve ihracat tarifelerinin azaltılması gibi faktörlerle desteklenen bir büyüme modeliyle şekillendiğini savunmuşlardır. Ayrıca, işçi sınıfı (yoksullar) için daha düşük ücretler ve sabit bir küresel servet dağılımı varsayımı gibi faktörlerin büyümenin belirleyicileri olduğuna inanmışlardır. Bu düşünceler, çağdaş ekonomik büyüme anlayışının temellerini oluşturduğu kabul edilmektedir (Harley, 2004). Merkantalist okul, özellikle servetin nasıl tanımlandığı konusunda yoğun eleştirilere maruz kalmıştır. Merkantalist iktisatçılar, bir ülkenin büyüme potansiyelini altın ve gümüş birikimiyle ölçebileceğini savunmuşlardır. Ancak bu model, tarihsel olarak birçok ünlü iktisatçı tarafından eleştirilmiştir; özellikle David Hume ve Adam Smith gibi ekonomistler, bu teoriyi ciddi şekilde sorgulamışlardır. Onlara göre, paranın sınırsız hareketi, sadece paraya sahip olmanın aksine, paranın yalnızca ticaret dengesini sağlayan bir araç olduğu ifade edilmiştir. Bu bağlamda, büyümenin kaynağının yalnızca para olmadığı vurgulanmıştır. Değerli madenler biriktirmenin, yurtiçi fiyatların yükselmesine yol açarak diğer ülkelerin rekabet gücünü artırdığı, dolayısıyla ticaret dengesinde sürekli fazla oluşturduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, Merkantalist kavramların modern küresel ekonomide hâlâ belirli bir ölçüde geçerliliğini koruduğu da kabul edilmelidir. Ayrıca, uluslararası ticaret işlemleri, bir devletin ekonomik gücü ile siyasi gücü arasındaki bağlantıyı gösteren önemli göstergelerden biri olarak kabul edilmektedir. Diğer taraftan, ülkelerin ticaret dengelerinde istikrarlı bir fazla sağlaması, ekonomik

büyüme hakimiyetini ve siyasi otoritenin gücünü pekiştiren temel unsurlar arasında yer almaktadır (Geeraerts, 2011).

Fizyokrat iktisatçılar, devletin ekonomiye müdahale etmemesi gerektiğini savunmuşlardır. Quesnay ve Robert-Jacques Turgot gibi önde gelen Fizyokratlar, devlet müdahalesine karşı çıkarak, ekonomik büyümenin tek kaynağının toprak ve tarım olduğunu öne sürmüşlerdir (Johnson, 1966). Bu görüş, merkantilist yaklaşımın, zenginliği artırmayı hedefleyen ihracat teşviki ve ithalat sınırlamaları gibi politikalarıyla çelişmektedir. Fizyokratlara göre, ekonomik ilerlemenin sağlanabilmesi için tarım sektörünün genişlemesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu düşünce, ülkelerin sahip olduğu ekonomik koşulların farklılık göstermesi veya merkantilist düşünceye bir tepki olarak şekillenmiştir. Fizyokratlar, sanayi sektörünü ihmal etmiş ve büyümenin yalnızca tarım sektöründen kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir. Bu nedenle, bu görüş hem bir eksiklik olarak değerlendirilmiş hem de sonraki iktisatçılar tarafından eleştirilmiştir (Formaini, 2001).

Sanayi sektörü, tüm ülkelerde ekonomik büyüme açısından önemli bir kaynak olarak öne çıkmaktadır. Özellikle petrol zengini ülkelerde, tarım ve diğer sektörler genellikle ihmal edilmekte, bu durum sonucunda tarım sektörünün büyüme içindeki payı zamanla azalmaktadır. Ancak, her ülkenin büyüme kaynakları farklılık gösterebileceği gibi, sanayi ve tarım sektörlerinin her ikisinin de desteklenmesi önemlidir. Aynı zamanda, toplumların gıda ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için tarım sektörünün sürdürülebilir bir şekilde güçlendirilmesi gerekmektedir.

1.2.2. Klasik Ekonomik Büyüme Modeli

Klasik iktisat düşüncesi, sanayi devrimi sürecinde ortaya çıkan ve dönemin ekonomik koşullarına ışık tutan bir düşünce ekolüdür. Bu ekolün önde gelen temsilcileri arasında Adam Smith, Thomas Robert Malthus, Joseph Schumpeter ve David Ricardo yer almaktadır. Klasik iktisat anlayışından önce, bir ülkenin kalkınmışlık ve büyüme seviyesi, değerli madenlerin birikimiyle ölçülmekteydi ve bu birikim, ülkenin zenginliğini belirleyen temel gösterge olarak kabul edilmekteydi. Ayrıca, para arzı ve devlet hazinesinin büyüklüğü de bir zenginlik göstergesi olarak görülmekteydi. Bu anlayışa göre, bir ulusun zenginliği, vatandaşlarının refahı ile değil, savaş gibi olağanüstü durumlarda hayatta kalabilmek için yeterli mal ve kaynağa sahip

olma durumu ile açıklanıyordu. Klasik düşünce ekolünün şekillenmesinde, sanayi devriminin önemli bir etkisi bulunmakta olup, bu dönemde ekonomik büyümenin ve genişlemenin temel itici gücü olarak kapitalist sınıfın kazançlarıyla sağlanan sermaye birikimi ön plana çıkmıştır (Barro ve Sala-i-Martin, 2004).

Adam Smith'in 1776 yılında yayımlanan *Ulusların Zenginliği* adlı eserinde, ekonomik büyüme ve zenginliğin temel kaynağının emek olduğunu vurgulamaktadır. Smith, özellikle uzmanlaşma ve iş bölümü kavramlarına odaklanmış ve bu faktörlerin sanayi sektöründeki verimliliği artırmada önemli bir rol oynayacağını ileri sürmüştür. Ayrıca, devletin ekonomiye müdahale etmemesi gerektiğini savunarak, serbest piyasa mekanizmalarının işleyişine olan güvenini ifade etmiştir. Smith, kapitalist sınıfın kârlarından elde edilen tasarrufların, toplumdaki ekonomik dengeyi ve ulusal zenginliği belirleyen ana unsurlar olduğunu iddia etmiştir (Rosenberg, 1970). Ekonomik büyümeyi hızlandırmanın en etkili yolunun sanayi sektörü olduğunu belirtmiş ve uzmanlaşma ile iş bölümü gibi kavramların, kar oranlarını artırma potansiyeline sahip olduğunu savunmuştur (Gwartney ve Stroup, 1993). Smith'e göre, azalan karların temel nedeni, artan ücretler ve sınırlı kaynakların etkisiyle ortaya çıkan üretim maliyetlerindeki artışlardır. Ayrıca, teknik ilerlemenin yavaş bir hızda gerçekleşmesi, ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkileyebilir. Sermaye birikiminin seviyesi, ekonomik büyüme performansını belirleyen en önemli faktörlerden biri olarak görülmektedir (Gwartney ve Stroup, 1993).

Klasik büyüme modeline göre, toplum üç ana sınıfa ayrılmaktadır: toprak sahipleri, işçi sınıfı ve kapitalist sınıf. Ricardo bu sınıflar arasında kapitalist sınıfı, ekonomik genişleme açısından en üretken ve en önemli unsurlar olarak tanımlamaktadır. Adam Smith'in de savunduğu gibi, tasarruflar ekonomik ilerlemenin temel itici gücüdür (Bagchi, 1982). Ricardo, elde edilen karların büyük ölçüde imalat sektöründen elde edildiğini ifade etmektedir. Ayrıca, serbest ticaretin benimsenmesi ile birlikte, uzmanlaşma ve iş bölümü ilkelerinin, ülkenin genel üretimini ve dolayısıyla ekonomik büyümesini iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu vurgulamaktadır. Bununla birlikte, Ricardo, tarım sektöründeki "azalan getiriler" nedeniyle gelirlerin azaldığına inanmakta olup, düşük nüfus artışının korunmasının önemini dile getirmiştir (Barro ve Sala-i-Martin, 2004).

Malthus ve Ricardo, hızlı nüfus artışının ekonomik etkilerine ilişkin benzer endişeleri dile getirmişlerdir. Malthus, nüfus artış hızı ile mevcut doğal kaynaklar arasındaki dengesizliğe dikkat çekmiş ve bu dengenin bozulmasının ekonomik durgunluğa yol açacağını savunmuştur. Malthus, dünya nüfusunun artışının doğal kaynakları zorladığını ve bu durumu “azalan verimler yasası” çerçevesinde değerlendirmiştir. Bu bağlamda, Malthus üremeyi sınırlamayı, evlenme yaşını geciktirmeyi ve nüfus artışını yavaşlatmaya yönelik doğum kontrol önlemlerini sıkılaştırmayı önermiştir. Bu önerilerin, Çin’de nüfus artışı ile mevcut doğal kaynaklar arasındaki dengesizlikle ilgili endişelere yanıt olarak uygulandığı söylenebilir. Çin’in tek çocuk politikası, aşırı nüfusun olumsuz etkilerini sınırlamayı amaçlamaktadır. Ancak, Çin halkı, sürdürülebilir ekonomik büyümeyi tehdit eden yaşlanan nüfus sorunuyla karşı karşıya kaldığı için bu politikayı değiştirmeye yönelik çabalar içindedir (Salih vd., 2022). Malthus’un görüşlerine göre, eğer nüfus artışı teknolojik ilerlemenin önüne geçerse, ekonomik durgunluk kaçınılmaz hale gelir. Bununla birlikte, Malthus’un sermaye birikiminin ekonomik büyümedeki rolüne dair görüşleri, Ricardo ve Adam Smith’in ilkeleriyle benzerlik göstermektedir.

Son olarak, Schumpeter (1911), icatların ve girişimcilerin ekonomik büyümeye nasıl katkı sağladığını açıklamıştır. Girişimci, yeni bir iş geliştiren kişi olarak tanımlanmış ve bu bireylerin, çeşitli endüstriyel faktörleri birleştirerek yeni ürünler ve üretim yöntemleri geliştiren kişiler oldukları vurgulanmıştır (Chou ve Chin, 2004). Schumpeter, girişimcilerin, belirli bir ürün veya üretim yöntemini geliştiren kişiler olarak, endüstriyel süreci dönüştüren ve daha yüksek üretkenlik ile dolayısıyla daha hızlı ekonomik büyüme sağlayan yenilikçi unsurlar olduklarını belirtmiştir. Girişimciler, Klasik ekonomi büyüme modelinde, ekonomik gelişmeye ivme kazandıran yeniliklerin öncüsü olarak tanımlanmaktadır (Schumpeter, 1947).

1.2.3. Keynesyen Büyüme Modeli

Keynesyen ekonomik büyüme teorisi, 1929’daki Büyük Buhran sırasında John Maynard Keynes tarafından geliştirilmiştir. Bu teori, özellikle ekonomik büyümenin kısa vadeli yönlerine odaklanmaktadır ve yüksek işsizlikle başa çıkmada daha etkili olduğu için dikkat çekici bir düşünce okulu haline gelmiştir. Çünkü, önceki ekonomik politikaların yetersizliklerini ortaya koymuş ve bu boşlukların doldurulması

gerektiğini vurgulamıştır. Keynesyen büyüme teorisi, iki ana ilkeye dayanmaktadır. İlk ilke, devlet harcamalarının toplam talebin önemli bir bileşeni olduğu görüşüdür. İkinci ilke ise, ekonominin tam istihdam seviyesinde çalışabilmesi için devlet müdahalesinin gerekli olduğu fikrini savunmaktadır (Arestis, 1990).

Keynes (1936), tasarrufların işsizlik ve yavaş ekonomik büyümeye yol açtığını, ekonomik büyümenin temel güçlerinin ise yatırım ve tüketim olduğunu vurgulamıştır. Klasik teorilerde sıklıkla kabul edilenin aksine, Keynesyen ekonomi anlayışına göre büyümenin birincil itici gücü tasarruflar değil, tüketimdir. Keynes, ekonomik gerileme dönemlerinde düşük toplam talebin önemli bir sorun teşkil ettiğine ve hükümet harcamalarının ekonomik faaliyetlerin canlandırılmasında merkezi bir rol oynadığına inanmıştır. Diğer bir deyişle, yetersiz toplam talep, ekonomik durgunluğun bir nedeni olarak değil, bir belirtisi olarak kabul edilmiştir. Keynes, artan hükümet harcamalarının talebi artırarak ekonomiyi canlandırmaya yardımcı olabileceğini savunmuştur. 1929-1933 yılları arasındaki Büyük Buhran, bu kavramların ortaya çıkmasına yol açan koşulları oluşturmuş ve Keynes, hükümetin sorunu çözmek için müdahale etmemesi durumunda, zayıf büyüme veya potansiyel olarak durgunluk ve depresyon ile karşılaşılacağı görüşünü ileri sürmüştür (Lee, 2012).

Keynes tarafından önerilen teori, Friedman (1972) önderliğindeki bir grup ekonomist tarafından eleştirilmiştir. Bu ekonomistler, ekonomik faaliyete devlet müdahalesinin en aza indirilmesinin gerekliliğini vurgulamışlardır. Bu görüş, Keynes'in hükümetin ekonomik faaliyetlerdeki rolünün genişlemesini savunan yaklaşımına zıt bir düşünciyi temsil etmektedir. Milton Friedman ve ekibi, Keynesyen modeli benimsememiştir. Vergi oranlarının düşürülmesi, tüketicilerin ve üreticilerin ekonomideki davranışlarını değiştirecek önlemler ve devlet harcamalarının artırılması gibi sonuçları değerlendirmek amacıyla bu model aracılığıyla çeşitli politika senaryoları incelenmiştir (Bhattarai, 2005). Aşağıda, 1 numaralı denklem, Keynes'in bakış açısını ifade etmektedir:

$$Y = C + I + G + (X - IM) \quad (1)$$

Y: Ekonomik Büyüme

C: Tüketim

I: Yatırım

G: Kamu Harcamaları

X: İhracat

IM: İthalatı temsil etmektedir.

Daha fazla devlet harcaması ve yatırım gibi faktörler, ekonomik büyüme üzerindeki çarpan etkisini Keynes'in büyüme modelinin temel ilkeleri olarak şekillendirmektedir. Keynes, yatırımlardaki her artışın, gelir üzerinde bir çarpan etkisi yaratarak potansiyel olarak daha fazla istihdama yol açacağını savunmaktadır (Cogan vd., 2010).

Keynes, ayrıca paranın yeniden dağıtılmasını savunmuş ve yoksulların adil bir pay alma haklarını vurgulamıştır. Bu yaklaşım, servet dağılımının yalnızca zengin kapitalist sınıfların lehine olması gerektiğini savunan Klasik teorinin karşıtıdır. Keynes, kapitalist sistemin, bireylerin gelirlerinin önemli bir kısmını tasarruf etmeye teşvik ettiğini, bunun ise toplam talepte bir azalmaya yol açarak ekonomik genişlemeyi sınırladığını ileri sürmüştür. Gelir arttıkça, toplam tüketim artmakta ve bu artış, toplam talebi yükselterek üretim döngüsünü harekete geçirmektedir. Sonuç olarak, Keynes, yeni istihdam fırsatlarının ortaya çıkacağını, işsizliğin azalacağını ve dolayısıyla daha yüksek bir ekonomik büyümenin sağlanacağını savunmuştur (Keynes, 1936).

Birçok ekonomist, Keynes'in teorisini desteklerken, aynı zamanda bu teoriyi eleştiren iktisatçılar da önemli bir sayıdadır (Ahiakpor, 2001; Simpson, 2010). Zaman içinde Keynes'e yönelik eleştiriler artmıştır. Schumpeter (1951), Keynes'in fikirlerini ve önerilerini "yabancı toprağa nakledilemeyen, orada ölen ve ölmeden zehirlenen bir fidan" olarak tanımlamıştır. Keynes, özellikle sanayileşmiş ülkelerin karşılaştığı ekonomik zorluklara çözüm önerileri sunmuştur. Bununla birlikte, ekonomik strateji ve araçları, gelişmekte olan ülkelerdeki dönüştürücü değişiklikleri uygulamaya çalışan bireyler arasında da geniş bir destek bulmuştur. Bazı ekonomistlere göre, gelişmiş kapitalist ülkelerde kamu yatırımları genellikle bütçe açıkları veya enflasyon yoluyla finanse edilmektedir. Ayrıca, atıl üretim kapasitelerinin yeniden tahsis edilmesiyle, istihdam ve milli gelirden artış sağlanabileceği vurgulanmaktadır (Tymoigne, 2021).

Keynes, özellikle sanayileşmiş ülkelerin karşılaştığı ekonomik zorluklara çözüm sunmak amacıyla çeşitli önerilerde bulunmuştur. Bununla birlikte, Keynes'in ekonomik stratejileri ve araçları, gelişmekte olan ülkelerdeki yapısal dönüşümleri gerçekleştirmeye çalışan bireyler arasında da geniş bir destek bulmuştur. Bazı ekonomistlere göre, gelişmiş kapitalist ülkelerde kamu yatırımları, genellikle bütçe

açıkları veya enflasyon yoluyla finanse edilmektedir. Ayrıca, atıl üretim kapasitelerinin yeniden tahsis edilmesiyle, istihdamın artması ve milli gelirin yükselmesi olasılığına dikkat çekilmiştir (Tymoigne, 2021).

1.2.4. Harrod-Domar Büyüme Modeli

Harrod-Domar Büyüme Modeli'ne göre, ekonomide yapılan yatırımların ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Artan yatırımlar, ekonomik büyümenin itici gücü olarak kabul edilmektedir. Bunun nedeni, yatırımın ulusal ekonominin üretkenliği üzerinde hem efektif talep hem de üretim kapasitesinde önemli bir artışa yol açmasıdır; bu da ekonominin arz yönüyle ilgilidir. Ekonomik büyümenin en eski modellerinden biri olan Harrod-Domar modeli, basitliği ile tanınmakta olup, gelişmekte olan birçok ülkenin ekonomik stratejilerinde popüler bir seçim olarak görülmektedir. Keynes, yatırımların gelir artırıcı etkisi üzerine geliştirdiği tezde, yatırımların aynı zamanda kapasite artırıcı etkilerinin de bulunduğunu savunmuştur (Gillis vd., 1992).

Zhang'a (2018) göre, model, kapalı bir ekonomi varsayımına dayanmaktadır ve uzun vadeli tüketimin, milli gelirin sabit bir oranını temsil ettiği (yani, uzun vadeli marjinal tüketim eğiliminin sabit olduğu) kabulüne dayanır. Model ayrıca, sermaye ve gelir arasındaki ilişkiyi ölçen sermaye katsayısı ile genel fiyat seviyesinin istikrarına dayanmaktadır (Modigliani, 1966). Harrod'un yatırım fonksiyonu ve tasarruf fonksiyonu, Domar modeliyle birlikte bu varsayımlara dayanarak 2 numaralı denklemlerle tanımlanmıştır.

$$g = \left(\frac{k}{s}\right) = \left(\frac{\Delta Y}{Y}\right) \quad (2)$$

g : Ekonomik büyüme

s: Tasarruf

k: Sermaye katsayısı

y : Ulusal üretim

Harrod-Domar modelinin ekonomik büyümeye önemli ve ilgi çekici katkılar sunmuş olmasına rağmen, modelin ekonomik büyüme literatürüne yaptığı sonrasındaki eklemeler ve girişimlerle birlikte bir dizi önemli dezavantaj barındırdığı açıkça görülmektedir (Dwivedi, 2005; Hagemann, 2009). İkinci Dünya Savaşı sonrasında Avrupa'da uygulanan ABD'nin Marshall Planı, Harrod-Domar modelinin

başarılı bir örneğini oluşturmuştur (Pankaj, 2005; Mun Heng, 2015). Bununla birlikte, model, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomik durumlarının karşılaştırılabilir olduğunu yanlış bir şekilde varsaymakta ve büyüme sürecinin yalnızca tasarruflarla ilişkili olduğunu kabul etmektedir. Ancak her ülkenin tasarruf açığını kapatma yöntemleri farklılık gösterebilir; gelişmekte olan ülkeler tasarruf açığını, yabancı yatırımları teşvik ederek veya dış krediler sağlayarak kapatabilirler. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerdeki tasarruflar üzerinde, siyasi istikrarsızlık ve sosyal okuryazarlık gibi önemli sosyal faktörlerin de etkisi olduğu unutulmamalıdır. Model, yalnızca sermaye gibi ekonomik faktörlere odaklanmakta, sosyal ve politik değişkenler gibi ekonomik olmayan faktörleri göz ardı etmekte, ayrıca doğal kaynaklar ve insan gücü gibi unsurları da yeterince dikkate almamaktadır. Harrod-Domar modelinin metodolojik çerçevesi, teknolojik gelişmelerin etkisi ve özellikle petrol ihraç eden ülkelerin ekonomik gelişimi gibi önemli diğer faktörleri değerlendirmemektedir (Hagemann, 2009).

1.2.5. Solow (Neoklasik) Büyüme Modeli

Neoklasik büyüme modeli, 1980'lerin ortalarına kadar geçerli olan ve Amerikalı iktisatçı Robert Solow tarafından geliştirilmiş bir modeldir. Bu model, aynı zamanda Solow büyüme modeli olarak da bilinir. Solow, Harrod-Domar büyüme modelini geliştirerek önemli ilerlemeler kaydetmiştir. 1956 yılında ortaya koyduğu bu modelde, nüfus ve teknolojinin sabit kaldığı varsayılmaktadır. Zaman içinde bu model, nüfus artışı, teknoloji ve uluslararası ilişkilerin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini dikkate alacak şekilde geliştirilmiştir. Solow büyüme modelinin temelinde, tasarruf oranı, sermaye birikimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmektedir (Barro ve Sala-i-Martin, 2004).

Solow büyüme modeli, çağdaş ekonomik büyüme teorisinin en önemli ve öne çıkan modellerinden biri olarak literatürde geniş bir yer tutmaktadır. Bu model, ekonomik büyümenin temel belirleyicilerini ölçmeyi amaçlamaktadır. Model, girdiler ile çıktılar arasındaki ilişkiyi tanımlayan Neoklasik bir üretim işlevi üzerine inşa edilmiştir. Girdi değişimi, azalan verimlilik ve ölçeğe bağlı sabit getiriler varsayımıyla açıklanmaktadır. Solow, bir yandan üretilen miktar ile üretim girdileri olan “emek ve

sermaye” arasındaki ilişkiyi analiz ederken, diğer yandan bu ilişkiyi yansıtan standart bir üretim işlevini genişletmiştir (Solow, 1956).

$$Y = Af(K, L) \quad (3)$$

Y: Çıktı

A: Teknoloji

K: Sermaye

L: Emek

Bu fonksiyonel denklemden hareketle, Solow büyüme modeli, yaşam koşullarını iyileştirmek ve ekonomik büyümeyi teşvik etmek amacıyla nüfus artışı, yatırım ve teknolojik gelişmeler gibi ek faktörleri dikkate alacak şekilde geliştirilmiştir. Model, nüfus artışının ekonomik büyüme oranlarını düşürürken, yatırım ve teknolojik ilerlemelerin ekonomik büyümeyi artırıcı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, sermaye birikiminin tek başına ekonomik büyümeyi açıklamakta yetersiz kaldığını ve yüksek ekonomik büyümenin yalnızca yüksek tasarruf oranlarıyla geçici ve düzensiz bir şekilde elde edilebileceğini göstermektedir. Solow büyüme modeli, nüfus artışı ile istikrarlı ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi daha kesin bir şekilde anlamamıza olanak tanımış ve uluslararası yaşam standartlarındaki eşitsizlikleri açıklamıştır. Bu bağlamda, yüksek nüfus artışının sermaye stokunu azaltarak kişi başına düşen geliri düşürdüğü ve yaşam standartlarının gerilemesine neden olduğu vurgulanmıştır (Solow, 1956).

Solow modeli, ekonomik genişlemenin öncesinde teknolojik ilerlemenin yaşam standartlarının yükseltilmesindeki kritik rolünü vurgulamıştır. Teknoloji ve teknik bilgi birikimindeki ilerlemelerin üretim süreci üzerindeki etkilerini incelemiş ve ekonomik büyümedeki herhangi bir artışın ilk olarak hayati yönleri etkilediği sonucuna varmıştır. Toplumun refahı, teknolojik ilerlemenin sağladığı üretimdeki sürekli kazanımların bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, hükümetlerin ulaşım, iletişim ve diğer ekonomik altyapı alanlarında gelişmeler sağlayarak teknolojik ilerlemeye öncelik vermesi ve verimliliği olumlu yönde etkileyebilecek uygun politikaları uygulamaları gerektiği vurgulanmaktadır (Pankaj, 2005).

Teknolojik ilerlemenin, kaynak tüketimiyle ilgili sorunları çözme potansiyeline sahip olduğu pek çok yol bulunmaktadır. Solow’a (1974) göre, sürekli üretim sağlamak için gerekli olan doğal kaynakların azalması söz konusu olabilir.

Yirminci yüzyılın sonlarında kömürden petrole geçiş, bunun modern bir örneği olarak gösterilmektedir. Ancak yeni teknolojik gelişmeler, talebi alternatif kaynaklara kaydırarak bu kaynakların yerini alabilir. Nihayetinde, daha ileri düzeydeki teknolojilerin geliştirilmesi, üretim sürecindeki maliyetleri düşürebilir ve kaynak arama çalışmalarını kolaylaştırarak daha fazla kaynağın bulunabilirliğini artırabilir (Dünya Ticaret Örgütü, 2010).

Son olarak, ekonomik büyüme üzerine yapılan son araştırmalar, gelişmekte olan ülkeler ve petrol zengini ülkeler üzerine yapılan incelemelerin, Solow modelinin en yaygın kullanılan model olduğunu ortaya koyduğunu göstermektedir (Awokuse, 2007).

Son olarak, ekonomik büyüme üzerine gerçekleştirilen güncel araştırmalar, gelişmekte olan ülkeler ve petrol zengini ülkeler üzerine yapılan çalışmalarda, Solow modelinin en yaygın ve en çok kullanılan model olduğunu ortaya koymaktadır (Awokuse, 2007).

1.2.6. İçsel Büyüme Modeli

Solow büyüme modeli, modern ekonomi literatüründe önemli bir yer edinmiştir. Bu model, tasarruf ve sermayenin yalnızca geçiş dönemlerinde ekonomik büyümeyi etkileyebileceğini savunmaktadır. Robert Solow, geliştirdiği ekonomik modelde teknolojiyi büyümenin kaynağı olarak belirtmiş, ancak teknolojik gelişmeyi dışsal bir faktör olarak kabul etmiştir. Bu yaklaşım, Solow büyüme modelinin temel eksikliklerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu eksiklik, yeni ekonomik büyüme modellerinin gelişimine zemin hazırlamıştır (Ünsal, 2005). Bu yeni model, Paul Romer ve Robert Lucas tarafından geliştirilen İçsel Büyüme Modeli'dir. Solow büyüme modelinde sermaye yalnızca fiziksel sermaye ile sınırlıyken, İçsel Büyüme Modeli'nde sermaye hem fiziksel hem de beşerî sermayeyi kapsamaktadır. Solow modelinin büyüme ve üretkenliği emek ile fiziksel sermaye gibi faktörlere bağlamasının aksine, İçsel Büyüme Modeli, bu faktörleri doğrudan teknolojik ilerlemeye bağlamaktadır. Aşağıda, içsel büyüme modelini açıklayan bir model sunulmaktadır.

$$Y = F(K, L, A) \quad (4)$$

K = Beşerî ve fiziksel sermaye

L= Emek

A = Teknoloji

Teknolojik ilerlemenin, insanların yaşam standartlarını iyileştirmedeki önemi, içsel büyüme teorisinin temel vurgusunu oluşturmaktadır. İçsel büyüme modelinde, yeni keşifler ve üretim yöntemlerinin tamamı bu model çerçevesinde yer almakta ve Ar-Ge harcamaları ile yatırımları, teknolojik ilerlemenin başlıca itici güçleri olarak kabul edilmektedir (Romer, 1994).

Ar-Ge'ye yapılan sürekli yatırımlar, hızlı teknik iyileşmeyi pozitif bir şekilde desteklemektedir. Bu durum, ülkelerin daha yüksek harcamalar yapmasını ve özel sektörü Ar-Ge faaliyetlerine katılmaya teşvik eden bir ortamın yaratılmasını gerektirmektedir. Bir ülkenin ekonomik büyümesini sürdürülebilir kılabilmesi için teknolojik gelişmelerin desteklenmesi ve bu alanda önemli bütçe ayırma çabaları gereklidir.

Dışsal ve içsel büyüme modellerinin çeşitli sınırlamaları bulunsada ekonomik ortamlara uyarlanabilirlikleri sayesinde bu modeller, ekonomi literatüründe en çok tanınan araçlar arasında yer almaya devam etmektedir. Bu modellerin eksikliklerine rağmen, farklı ekonomik sistemlere uyarlanabilmesi, onları ekonomik büyümeyi analiz etmek için değerli araçlar haline getirmektedir. Asheghian (2011), Romer ve Lucas'ın modellerinin gücünü, uzun vadeli ekonomik büyümenin yalnızca teknolojik gelişmelere dayanmadığı anlayışı üzerinden savunmaktadır. Bu modeller, teknolojik ilerlemelerin yanı sıra kurumsal çerçeveler ve ülkeye özgü özellikler gibi ek faktörler tarafından da desteklendiğini belirtmektedir. Kanada ekonomisinin büyümesine katkıda bulunan faktörleri inceleyen Asheghian'ın araştırmasının bulguları, bu görüşü doğrulamaktadır (Chirwa ve Odhiambo, 2018).

İçsel büyümenin temel belirleyicileri arasında eğitim politikası, sağlık politikası ve teknoloji politikası yer almakta olup, ayrıca doğrudan etkisi olmasada kültürel, dinsel ve bölgesel faktörler de ekonomik büyüme sürecinde önemli etkiler yaratmaktadır (Üzümcü, 2012: 223). İçsel büyüme teorisi, teknolojik ilerlemenin dışsal faktörlerden kaynaklandığını savunan neoklasik büyüme teorisinin aksine, teknik gelişmenin ve yeni bilgi üretiminin ekonomik sistemin içsel ürünleri olduğunu ileri sürmektedir. Bu durum, ekonomik sistemi dışsal unsurlardan bağımsız kılarak, büyümeyi etkileyen faktörlerin çeşitli ekonomik ve sosyal güçler tarafından

şekillendirildiğini ortaya koymaktadır. Beşerî sermayeye odaklanmak, içsel büyüme hipotezinin önemli bulgularından biri olup, modelin temelini oluşturmaktadır. “Beşerî sermaye” terimi, bireylerin bilgi, yetenek ve becerilerinin yanı sıra, bu unsurların ekonominin büyümesine sağladığı katkıları ifade etmektedir. Beşerî sermayeyi geliştirmek ve teknik ilerlemeyi teşvik etmek için genellikle eğitim, öğretim ve araştırma-geliştirme yatırımlarının yapılması gerektiği kabul edilmektedir. Bu hipoteze göre, daha yüksek beşerî sermaye seviyelerine sahip ülkeler, genellikle daha hızlı büyüyen ve bu büyümeyi uzun vadede sürdürebilen ekonomilere sahip olmaktadır. Ayrıca, bilgi yayılımı kavramı, içsel büyüme hipotezinin önemli bir bileşenidir. Bu kavram, bilginin rekabetçi bir mal olmadığı ve şirketler ile bireyler arasında değiş tokuş edilebileceği veya aktarılabileceği görüşünü savunmaktadır (Onyimadu, 2015).

Romer (1990), teknolojiyi veya bilgiyi tanımlamakta ve ekonomik büyümede bu faktörün evrensel olarak kabul edilen bir etkisi olduğunu vurgulamaktadır. Ancak, o döneme kadar, büyümenin nasıl etkilendiği konusunda net bir anlayışın bulunmadığını belirtmektedir. Romer’in başarısının temelinde, fikirleri diğer geleneksel ekonomik mallardan ayırması yatmaktadır. Romer’e (1990) göre, bilgi, rakip olmaması nedeniyle diğer tüm ekonomik mallardan farklıdır ve bir fikir, yalnızca bir yerde kullanılmakla kalmayıp, aynı zamanda başka bir yerde de kullanılabilir; bu durum, imkânsız değildir (Setterfield, 2013).

Bu bağlamda, yeni kavramların üretilmesi ve teknolojik yeniliklerdeki ilerlemeler, toplumsal düzeyde olumlu dışsallıklara yol açabilmektedir. Bilgi paylaşımını, iş birliğini ve fikri mülkiyet haklarının korunmasını teşvik eden politikalar, yeniliği teşvik etme ve ekonomik ilerlemeyi destekleme süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. İçsel büyüme teorisi hem teknolojik ilerlemeyi hem de ekonomik genişlemeyi teşvik etmede girişimcilik ve piyasa rekabet gücünün önemini vurgulamaktadır. Girişimciler, genellikle yeni olasılıkları keşfetmek, bunlardan yararlanmak, yenilikçi ürünler ve süreçler geliştirmek ve üretkenlik artışlarını teşvik etmek gibi önemli roller üstlenen birincil araçlar olarak kabul edilmektedir. Pazardaki rekabet, işletmeleri yeni ürünler geliştirmeye ve rekabet avantajı elde etmek amacıyla en son teknolojiyi kullanmaya teşvik eder. Bu durum, çıktının artmasına yol açarak ekonominin genişlemesine katkı sağlamaktadır (Jones vd., 1999).

1.3. Enerji ve Büyüme İlişkisini Gösteren Temel Hipotezler

Literatürde yer alan geleneksel ve modern ekonomik büyüme modellerinin incelenmesinin ardından, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki korelasyonun belirginliği ortaya çıkmaktadır. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi, dört temel hipoteze dayanmaktadır. Bu hipotezler, araştırmacıların kapsamlı ve uzun süreli çalışmalarının sonucunda geliştirilmiştir. Elde edilen bulgular, aşağıda detaylı olarak açıklanan hipotezler doğrultusunda, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü, çift yönlü ve nötr nitelikte ilişkilerin varlığını ortaya koymaktadır.

1.3.1. Büyüme Öncülüğünde Enerji (Koruma) Hipotezi

Enerji ve büyüme arasındaki ilişkiye dayanan koruma hipotezi, ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliği öne sürmektedir. Koruma hipotezine göre, ekonomik büyümede yaşanan bir artış, enerji talebinde bir artışa yol açmaktadır (Özdemir, 2019: 304). Ayrıca, sektörler ve işletmeler üretim kapasitelerini artırdıkça, enerji yoğun faaliyetler ve hizmetlerin de arttığı gözlemlenmektedir. Bu durum, enerji kaynaklarına olan talebin artmasına neden olmaktadır. Genel olarak, koruma hipotezi, ekonomik büyümenin, gelir artışından kaynaklanan ihtiyaçlar doğrultusunda artan enerji tüketimini yönlendirdiğini savunmaktadır. Bu, enerji tasarrufu politikalarının ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etki yaratmadan uygulanabileceği anlamına gelmektedir.

1.3.2. Enerji Öncülüğünde Büyüme Hipotezi

Enerji-büyüme ilişkisi bağlamında, büyüme hipotezi enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir akış olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, enerji-büyüme bağlantısı tek yönlü nedensellik ilişkisini ortaya koymaktadır. Başka bir deyişle, artan enerji kullanımı, daha fazla ekonomik refah ile sonuçlanmaktadır. Enerji kaynakları, sanayi, ulaşım ve konut gibi çeşitli sektörlerde kullanıldığından, ekonomik faaliyetlerin genişlemesi ve gelişmesi için gerekli girdileri sağlamaktadır. Enerji kaynaklarının mevcudiyeti ve etkin kullanımı, daha yüksek üretkenlik, artan üretim çıktısı ve genel ekonomik kalkınma üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki nedensel etkisi, enerjinin üretim sürecinde

temel bir girdi olarak oynadığı önemli rolü kabul etmektedir. Bu hipotez, ekonomik faaliyetlere güç sağlamak ve sürdürülebilir büyüme için gerekli altyapıyı desteklemek amacıyla yeterli ve güvenilir bir enerji arzının gerekliliğini vurgulamaktadır. Politika yapımında ise bu hipotezin bir sonucu olarak, enerji tüketimini azaltmaya yönelik politikaların ekonomik büyümeyi engelleyebileceği öne sürülmektedir (Tayyar, 2019).

1.3.3. Geri Besleme Hipotezi

Geri bildirim hipotezi, ekonomik ilerleme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi veya geri bildirim döngüsü olduğunu öne sürmektedir. Bu hipotez, enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde bir etkisi olduğunu ve bunun tersinin de geçerli olduğunu ifade etmektedir. Geri bildirim hipotezine göre, enerji tüketimindeki bir artış, ekonomik büyümeyi desteklemekte ve teşvik etmektedir. Enerji kaynakları, endüstriler, ulaşım ve diğer ekonomik faaliyetlere güç sağlamak için kullanıldığından, bu durum daha yüksek üretkenlik, artan üretim çıktısı ve ekonomik genişleme ile sonuçlanmaktadır. Bu, enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki doğrudan etkisini göstermektedir. Ancak, geri bildirim hipotezi aynı zamanda ters nedenselliği de vurgulayarak, ekonomik büyümenin enerji tüketimindeki artışı tetikleyebileceğini ileri sürmektedir. Ekonomiler büyüdükçe, genişleyen ekonomik faaliyetleri sürdürebilmek ve desteklemek için daha fazla enerji talebi ortaya çıkmaktadır. Endüstriler, işletmeler ve hanehalkları, faaliyetlerini devam ettirebilmek için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyarak, enerji talebindeki artışı tetiklemektedir (Adom, 2011: 19).

1.3.4. Yansızlık Hipotezi

Enerji tüketimi ile büyüme arasındaki tarafsızlık (yansızlık) hipotezi, enerji tüketimi ile ekonomik genişleme arasında anlamlı bir nedensel ilişkinin bulunmadığını öne sürmektedir. Bu hipoteze göre, enerji tüketimindeki değişikliklerin ekonomik genişleme üzerinde önemli bir etkisi olmadığı gibi, ekonomik büyümenin de enerji tüketimi üzerinde herhangi bir etkisi bulunmamaktadır. Dolayısıyla, bu hipotez, enerji tüketimi ile ekonomik büyümenin birbirinden bağımsız ve bağlantısız değişkenler olduğunu ileri sürmektedir (Esso, 2010: 139).

2. ENERJİ KAVRAMI

İlk çağlardan itibaren insanlık, enerji kavramını farkında ya da farkında olmadan kullanmıştır. Enerji, kökeni çok eskilere dayanan ve Yunanca kökenli bir terimdir. Sürdürülebilir bir yaşam için enerji, hayati bir öneme sahiptir. Yunancada “iş” anlamına gelen enerji terimi, iş yapma ve etkinlik ile ilişkilendirilmiştir. Zamanla enerji, iş üretebilme kabiliyeti, kudret, dinamizm ve kuvvet gibi kavramlarla eşanlamlı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Enerji, fiziksel olarak ölçülebilen ve başka bir türe dönüştürülebilen bir kavramdır (Karluk, 2009). Ancak, enerji kaynaklarının enerjiye dönüştürülmesi sırasında ortaya çıkan gazlar, çevre kirliliğine yol açmakta ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Bilginoğlu, 1991).

İnsanlar, hayatta kalabilmek ve faaliyetlerini sürdürebilmek için kas gücü, hayvan gücü, akarsu, rüzgâr, güneş ve nükleer kaynaklar gibi çeşitli faktörleri kullanarak enerji üretmişlerdir. Çünkü enerji, üretim ve tüketim süreçlerinde vazgeçilmesi mümkün olmayan bir unsurdur. Sanayi devrimi ile birlikte, enerjiye dair farkındalık artmış ve bu süreç, özellikle İngiltere’de, kitle üretim tesislerinin kurulmasıyla ivme kazanmıştır. Bu tesislerin gücünü ve üretimini artırmak amacıyla, fosil yakıtlardan olan kömür ilk kez kullanılmaya başlanmıştır. Sanayi devrimi, enerjiye hayatın her alanında bir üretim girdisi olarak bakılmasına neden olmuştur. Birinci ve ikinci dünya savaşlarının yarattığı yıkımla birlikte enerjiye olan talep önemli ölçüde artmıştır. 1973 ve 1979 yıllarında yaşanan enerji krizleri, enerjinin sürdürülebilir büyüme ve kalkınma için temel bir girdi olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur. 1948 yılında Einstein, enerjinin bir madde olduğunu ve maddenin yoktan var edilemeyeceğini, var olan bir maddenin ise yok edilemeyeceğini belirtmiştir. Bu görüş, termodinamik ilkeleri çerçevesinde, enerjinin dönüşüme uğrasa bile Dünya üzerinde varlığını sürdüreceğini göstermektedir (Akova, 2018).

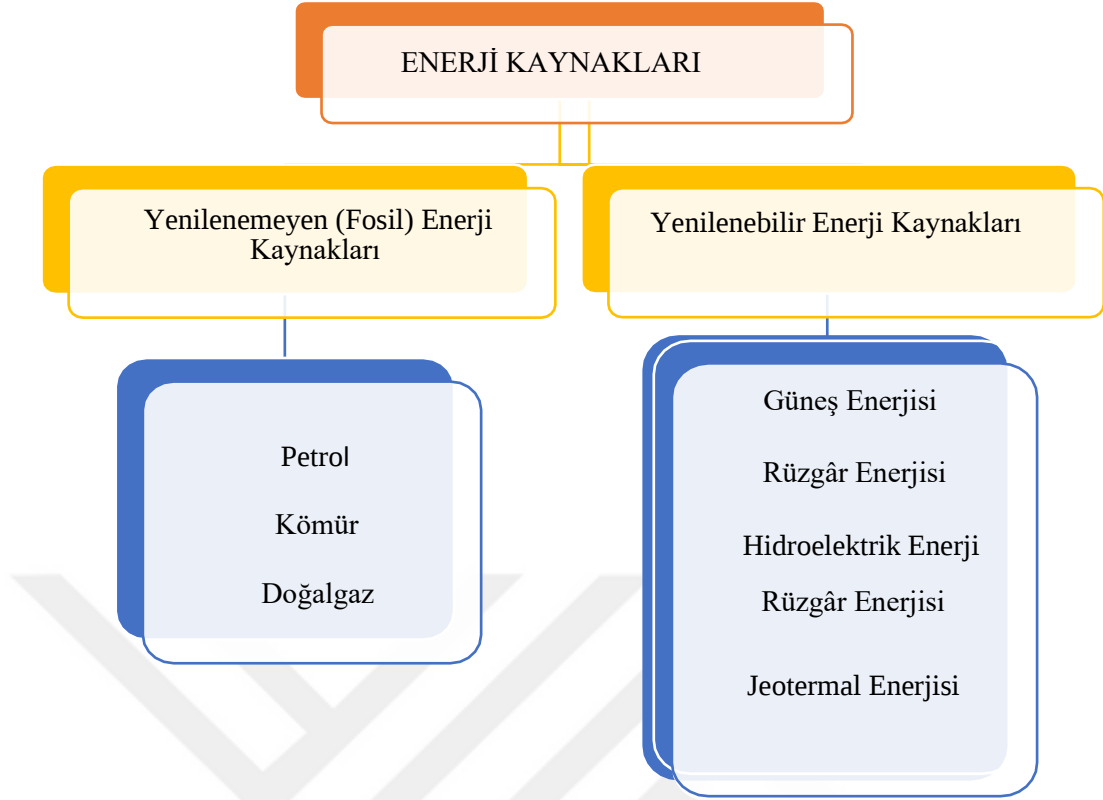
Sanayi devrimi ile başlayan endüstriyel seri üretim, üretim potansiyelini artırırken enerjiye olan bağımlılığı da önemli ölçüde yükseltmiştir. Hızla artan enerji talebinin karşılanabilmesi için çeşitli enerji kaynaklarına yönelik arayışlar başlamış ve enerji sektörü, gün geçtikçe büyüyen bir rekabet alanı haline gelmiştir. Nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme ve artan insan ihtiyaçları doğrultusunda enerji talebi sürekli bir artış göstermiştir. Bu bağlamda, enerjinin güvenli bir şekilde temin edilmesi, kesintisiz bir arz sağlanması ve düşük maliyetle tüketilmesi, toplumsal kalkınmaya,

ekonomik büyümeye ve üretimde sürekliliğe önemli katkılar sağlamaktadır. Dolayısıyla, enerjinin sürekli, ucuz ve zamanında temin edilmesi, modern toplumlar için kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmiştir (Keskinkılıç, 2019).

Enerjinin sürekli kullanımı, kullanılan enerji türünün de önemli olduğunu göstermektedir. Dünya genelinde enerji kaynakları eşit bir şekilde dağılmamıştır; bazı ülkelerde enerji kaynakları bolken, diğerlerinde bu kaynaklar sınırlıdır. Bu enerji kaynaklarının bolluğu ve kıtlığı, ülkelerin kalkınma düzeylerini önemli ölçüde etkilemektedir. Sanayi devrimiyle birlikte kullanılmaya başlanan fosil yakıtlar (kömür, petrol ve doğalgaz), yenilenemeyen enerji kaynakları olarak bilinmektedir. Yenilenebilir olmayan bu enerji kaynakları hem tükenebilir olmaları hem de çevresel bozulmayı artırarak insan sağlığını olumsuz etkilemeleri nedeniyle endişe kaynağıdır. Ayrıca, fosil yakıt ithalatı yapan ülkeler için, bu kaynaklar ciddi bir ekonomik yük oluşturmaktadır. Bu nedenlerle, 1980'li yıllardan itibaren enerji politikalarında değişim yönünde bir eğilim gözlemlenmiştir. Enerjinin sürekliliğini sağlamak ve insan sağlığına zarar vermeyen, çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artmıştır. Ancak, yenilenebilir enerji kaynaklarının yüksek maliyetleri nedeniyle fosil yakıtların kullanımı devam etmektedir. Yine de yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar ve bu kaynakların kullanımı her geçen gün artmaktadır (Doğanay ve Coşkun, 2017:1).

2.1. Dünyada ve Türkiye’de Enerji Görünümü

Günlük yaşamda kullanılan enerji, belirli bir kaynaktan elde edilmektedir. Bu enerji kaynakları, yenilenemeyen (fosil) enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynakları (jeotermal, biyokütle, hidroelektrik, rüzgar ve güneş) olmak üzere iki ana kategoride sınıflandırılmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynakları, doğada sınırlı bulunan ve tükenme riski taşıyan kaynaklardır. Buna karşılık, yenilenebilir enerji kaynakları; çevre dostu, temiz ve insan sağlığına olumsuz etkisi bulunmayan, sınırsız bir potansiyele sahip enerji kaynaklarıdır. Şekil 2.1’de enerji kaynakları türlerine göre sınıflandırılmaktadır.



Şekil 2.1. Enerji Kaynaklarının İncelenmesi

2.1.1. Dünyada Enerji Görünümü

Dünya genelindeki enerji kaynakları, yenilenemeyen enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere iki ana kategoride ele alınmaktadır.

2.2.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Bu enerji kaynaklarının oluşum süreçleri oldukça uzun zaman almakta olup, kullanıldıktan sonra yerine konulması da çok uzun yıllar gerektiren kaynaklardır. Yenilenemeyen enerji kaynakları, bir kez kullanıldıktan sonra tükenme riski taşıyan kaynaklar olarak tanımlanabilir (Yakıncı ve Kök, 2017:45). Petrol, kömür ve doğal gaz gibi yenilenemeyen enerji kaynakları, sırasıyla açıklanacaktır.

2.2.1.1. Petrol

Enerji, her zaman toplumların ihtiyaçlarını karşılamak için kullandığı önemli bir gereksinim olmuştur. İnsanoğlu, başlangıçta barınma ve beslenme gibi temel ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla genellikle hayvansal ürünler ve odun gibi doğal kaynaklardan yararlanmıştır (Şimşek ve Yiğit, 2017). Ancak, nüfusun hızla artması, doğal kaynakların paylaşımı konusunda sürekli bir sorun yaratmıştır. Enerji

kaynaklarının azalmasıyla birlikte, insanlar bu ihtiyacı alternatif enerji kaynakları ile karşılamaya yönelmişlerdir. Enerjinin önemi, ekonomik ve sosyal açıdan farkındalık oluşturmuş ve bu farkındalık, enerji kaynaklarının değerinin arttığı, insan refahına katkı sağladığı ve sürdürülebilir büyümeyi desteklediği bilincinin gelişmesine yol açmıştır. 18. yüzyılda petrol rezervlerinin keşfi, dünya ekonomisinde büyük bir etki yaratmıştır. Başlangıçta evlerde aydınlatma amacıyla kullanılan petrol, sanayi devrimi ile birlikte çok daha çeşitli alanlarda kullanılmaya başlanmıştır (Yalçın, 2022).

Dünya petrol rezervleri, bölgesel olarak Tablo 2.1’de sunulmuştur. Tablo verilerinin incelenmesi sonucunda, en büyük petrol rezervlerinin Orta Doğu’da bulunduğu tespit edilmiştir. 2000 yılında Orta Doğu’nun petrol rezervleri 696,7 milyon varil iken, 2020 yılına gelindiğinde bu miktar 835,9 milyon varile yükselmiş ve sürekli bir artış eğilimi göstermektedir. Orta Doğu’yu sırasıyla Kuzey Amerika, Afrika, Asya Pasifik, Avrasya ve Avrupa bölgeleri takip etmektedir. Diğer taraftan, dünya genelindeki toplam petrol rezervlerine bakıldığında, 2000 yılında 1300,9 milyon varil olan rezerv miktarının, 2020 yılında 1732,4 milyon varile çıktığı ve bu dönemde sürekli bir artış gösterdiği gözlemlenmiştir.

Tablo 2.1. Dünya Petrol Rezervi (Milyon Varil)

Bölgeler	2000	2005	2010	2015	2020
Kuzey Amerika	236.5	222.8	220.3	229.2	242.9
Güney ve Orta Amerika	96.0	101.4	320.1	322.8	323.4
Avrupa	21.0	17.7	13.6	13.9	13.6
Avrasya	120.1	121.8	144.2	140.8	146.2
Orta Doğu	696.7	755.5	765.9	802.9	835.9
Afrika	92.9	111.7	124.9	127.6	125.1
Asya Pasifik	37.7	41.5	47.8	46.6	45.2
Toplam Dünya	1300.9	1372.5	1636.9	1683.9	1732.4
OECD	262.7	244.6	238.5	246.8	260.0
OECD olmayan ülkeler	1038.2	1127.9	1398.3	1437.1	1472.4

Kaynak: BP Enerji İstatistikleri

Dünya petrol üretimi, Tablo 2.2’de sunulmuştur. Orta Doğu, petrol rezervlerinde olduğu gibi petrol üretiminde de ilk sırada yer almaktadır. 2000-2021 yılları arasında, Orta Doğu’nun petrol üretimi sürekli bir artış göstermiştir. Dünya petrol üretiminde ikinci sırada ise Kuzey Amerika bulunmaktadır. Diğer bölgeler ise sırasıyla Avrasya, Asya Pasifik, Afrika, Güney ve Orta Amerika ile Avrupa’dır. 2000 yılında dünya toplam petrol üretimi 3598,1 milyon ton iken, 2005 yılında 3931,6

milyon ton, 2010 yılında 3979,2 milyon ton, 2015 yılında 4364,9 milyon ton, 2020 yılında 4170,9 milyon ton ve 2021 yılında 4221,4 milyon ton olarak belirlenmiştir.

Tablo 2.2. Dünya Petrol Üretimi (Milyon Ton)

Bölgeler	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Kuzey Amerika	643.0	638.2	639.4	910.9	1058.7	1074.7
Güney ve Orta Amerika	344.8	374.7	379.0	410.6	305.0	303.5
Avrupa	335.6	273.3	200.0	166.6	167.8	162.2
Avrasya	392.8	575.6	660.3	684.5	660.5	674.3
Orta Doğu	1128.9	1222.5	1210.1	1406.2	1294.9	1315.8
Afrika	371.4	464.5	486.9	386.4	330.7	344.7
Asya Pasifik	381.6	382.9	403.5	399.6	353.3	348.2
Toplam Dünya	3598.1	3931.6	3979.2	4364.9	4170.9	4221.4
OECD	1042.2	954.5	898.9	1140.7	1280.4	1285.6
OECD olmayan ülkeler	2555.9	2977.1	3080.3	3224.2	2890.6	2935.7

Kaynak: BP Veri İstatistikleri

Dünyada üretilen petrol, aynı zamanda gerekli bölgelerde tedarik edilerek tüketilmektedir. Dünya petrol tüketimi, Tablo 2.3'te sunulmaktadır. Dünya genelinde petrol tüketiminde ilk sırada Asya Pasifik bölgesi yer almakta olup, bunu Kuzey Amerika takip etmektedir ve Kuzey Amerika ikinci en büyük petrol tüketim bölgesi olarak öne çıkmaktadır. Toplam dünya petrol tüketimi, oldukça yüksek bir düzeye ulaşmıştır, çünkü petrol, her sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle, 2000 yılında dünya petrol tüketimi 3568,3 milyon ton, 2005 yılında 3887,2 milyon ton, 2010 yılında 3982,0 milyon ton, 2015 yılında 4219,5 milyon ton, 2020 yılında 4018,6 milyon ton ve 2021 yılında 4245,7 milyon ton olarak tespit edilmiştir. 2015 yılında bir düşüş yaşanmış, ancak 2021 yılında tekrar bir artış eğilimi gözlemlenmiştir.

Tablo 2.3. Dünya Petrol Tüketimi (Milyon Ton)

Bölgeler	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Kuzey Amerika	1058.3	1121.7	1008.6	1003.2	890.4	958.0
Güney ve Orta Amerika	228.9	240.6	275.0	295.9	237.6	260.9
Avrupa	774.3	800.8	730.4	677.2	607.6	637.5
Avrasya	157.6	159.3	167.3	183.3	184.1	193.9
Orta Doğu	235.9	287.1	345.3	388.2	361.5	374.9
Afrika	118.3	137.9	163.4	182.4	165.9	180.1
Asya Pasifik	995.1	1139.8	1292.0	1489.1	1571.5	1640.3
Toplam Dünya	3568.3	3887.2	3982.0	4219.5	4018.6	4245.7
OECD	2233.9	2302.9	2083.2	2032.1	1803.2	1914.1
OECD olmayan ülkeler	1334.4	1584.3	1898.8	2187.4	2215.4	2331.6

Kaynak: BP Enerji İstatistikleri

2.2.1.2. Doğal Gaz

Doğal gazın oluşum süreci, milyonlarca yıl süren bir evrimsel süreçtir. Bu süreç, milyonlarca yıl önce ölmüş ve çürümüş organik maddelerin, özellikle bitki ve hayvan kalıntılarının kaynaşmasıyla başlar. Bu maddeler, katı hale geldikten sonra zamanla yüksek basınç altında petrol ve doğal gaza dönüşmektedir. Doğal gazın oluşum süresi, petrol ile paralel bir zaman diliminde gerçekleşir. Bu nedenle, doğal gaz, petrolün bir türevi veya başka bir versiyonu olarak açıklanabilir. Doğal gazın oluşumunda, petrol bileşenlerinin de yer aldığı gözlemlenmiştir. Petrol, sıvı halde yerin derinliklerinden çıkarılırken, daha derin katmanlarda doğal gaz ile birlikte bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, doğal gaz, petrole kıyasla daha fazla miktarda yer yüzeyine yakın alanlarda bulunmaktadır. Antarktika kıtası hariç, dünya genelinde çeşitli bölgelerde az ya da çok miktarda doğal gaz bulunmakta ve üretilmektedir (Aydın, 2014).

Sanayileşme ve kentleşmenin artışıyla birlikte, petrol ve kömüre kıyasla daha temiz bir enerji kaynağı olan doğal gaza olan talep de önemli ölçüde artmıştır. Bilinen ilk doğal gaz kuyusu, 1821 yılında William Hart tarafından Amerika'nın Fredonia köyünde keşfedilmiştir. O dönemde, doğal gazın taşınması zor olduğu için genellikle yerel kullanımla sınırlı kalmıştır. İkinci Dünya Savaşı'nın ardından, doğal gazın uzak mesafelere taşınabilmesi amacıyla boru hatları inşa edilmiştir. Bu gelişme, doğal gazın ekonomik katkılarının giderek daha fazla artmasına olanak sağlamıştır (Sarıkaya, 2021).

Dünya doğal gaz rezervi, Tablo 2.4'te sunulmaktadır. Orta Doğu, en büyük doğal gaz rezervlerine sahip coğrafi bölge olarak öne çıkmaktadır. İkinci en büyük doğal gaz rezervine sahip bölge ise Avrasya'dır. 2000 yılında dünya genelindeki toplam doğal gaz rezervi 138,0 trilyon metreküp iken, 2005 yılında 153,4 trilyon metreküp, 2010 yılında 179,0 trilyon metreküp ve 2015 yılında 181,2 trilyon metreküp olarak kaydedilmiştir. Dünya doğal gaz rezervi, 2000-2020 yılları arasında sürekli bir artış eğilimi göstermektedir.

Tablo 2.4. Dünya Doğal Gaz Rezervi (Trilyon m³)

Bölgeler	2000	2005	2010	2015	2020
Kuzey Amerika	7.3	7.5	10.5	10.7	15.2
Güney ve Orta Amerika	6.8	6.8	8.1	8.3	7.9
Avrupa	5.4	5.7	4.7	4.2	3.2
Avrasya	38.6	39.2	51.3	52.4	56.6
Orta Doğu	58.3	69.8	77.8	77.0	75.8
Afrika	11.9	13.6	14.0	14.0	12.9
Asya Pasifik	9.8	10.9	13.5	14.7	16.6
Toplam Dünya	138.0	153.4	179.9	181.2	188.1
OECD	13.6	14.3	17.6	16.5	20.3
OECD olmayan ülkeler	124.4	139.0	162.4	164.7	167.8

Kaynak: BP Enerji İstatistikleri

Bölgesel olarak dünya doğal gaz üretimi, Tablo 2.5’te sunulmaktadır. En büyük doğal gaz üretimi, Kuzey Amerika bölgesine aittir. 2000 yılında 728,3 milyar metreküp olan doğal gaz üretimi, 2021 yılında 1135,8 milyar metreküpe ulaşmıştır. Dünya doğal gaz üretiminde ikinci sırada ise Avrasya bölgesi yer almaktadır.

Toplam dünya doğal gaz üretimi, 2000 yılında 2400,7 milyar metreküp iken, 2005 yılında 2757,8 milyar metreküp, 2010 yılında 3150,2 milyar metreküp, 2015 yılında 3511,1 milyar metreküp, 2020 yılında 3861,5 milyar metreküp ve 2021 yılında 4036,9 milyar metreküp olarak kaydedilmiştir. Bu veriler, toplam dünya doğal gaz üretiminin sürekli bir artış trendi izlediğini göstermektedir. Öte yandan, Güney ve Orta Amerika, dünya genelinde petrol üretiminde en düşük seviyelerde yer almaktadır.

Tablo 2.5. Dünya Doğal Gaz üretimi (Milyar m³)

Bölgeler	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Kuzey Amerika	728.3	712.9	775.9	949.0	1112.1	1135.8
Güney ve Orta Amerika	101.7	139.4	160.4	178.0	155.3	153.3
Avrupa	309.9	327.6	309.1	260.8	218.7	210.4
Avrasya	644.2	725.9	739.5	754.3	809.9	896.0
Orta Doğu	204.1	309.9	474.6	600.9	687.8	714.9
Afrika	135.1	170.1	201.5	208.0	231.2	258.5
Asya Pasifik	277.5	372.0	488.1	560.0	646.4	669.0
Toplam Dünya	2400.7	2757.8	3150.2	3511.1	3861.5	4036.9
OECD	1055.2	1062.8	1130.9	1281.0	1483.5	1503.0
OECD olmayan ülkeler	1345.5	1695.0	2019.3	2230.1	2378.0	2533.8

Kaynak: BP veri istatistikleri

Tablo 2.6’da dünya doğal gaz tüketimi yıllara ve bölgelere göre sunulmaktadır. En fazla doğal gaz tüketen bölge, OECD bölgesidir. İkinci sırada ise Kuzey Amerika

yer almaktadır. 2000 yılında toplam doğal gaz tüketimi 2399,4 milyar metreküp, 2005 yılında 2743,8 milyar metreküp, 2010 yılında 3158,9 milyar metreküp ve 2021 yılında ise 4037,5 milyar metreküp olarak belirlenmiştir. Doğal gaz tüketiminde en düşük seviyeye sahip bölge Afrika iken, ikinci sırada ise Güney ve Orta Amerika bulunmaktadır.

Tablo 2.6. Dünya Doğal Gaz Tüketimi (Milyar m³)

Bölgeler	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Kuzey Amerika	753.5	735.5	805.8	934.7	1028.9	1034.1
Güney ve Orta Amerika	98.3	127.1	147.3	177.8	147.2	163.3
Avrupa	558.5	627.6	622.9	509.2	542.0	571.1
Avrasya	451.8	498.5	529.0	527.5	550.1	610.8
Orta Doğu	183.3	266.3	380.5	478.3	556.9	575.4
Afrika	55.7	80.8	98.1	132.5	153.6	164.4
Asya Pasifik	298.3	408.0	575.2	715.7	866.9	918.3
Toplam Dünya	2399.4	2743.8	3158.9	3476.9	3745.6	4037.5
OECD	1247.5	1423.3	1552.9	1623.5	1758.6	1794.9
OECD üye olmayan ülkeler	1051.9	1220.5	1606.0	1853.3	2087.0	2242.6

Kaynak: BP Enerji istatistikler

2.2.1.3. Kömür

Fosil yakıtlar sınıfında yer alan kömür, farklı renk ve kaliteye sahip olabilir. Kömür, karbon, hidrojen ve oksijen elementlerinin birleşiminden oluşur ve ısı ile basınç etkisiyle milyonlarca yıl süren bir süreç sonucunda meydana gelen önemli bir enerji kaynağıdır. Sanayi Devrimi ile birlikte, kömür üretim aşamasında en fazla kullanılan yakıt olmuştur. Kömür, her üretim sektöründe kullanılan önemli bir enerji kaynağıdır ve doğal gaz ve petrolden sonra dünyada üçüncü sırada yer almaktadır. Her sektörde yaygın olarak kullanıldığı gibi, özellikle konut ısınmasında da önemli ölçüde tüketilmektedir. Enerjiye zamanında ve sürekli erişim, ekonomik büyüme ve kalkınmaya olumlu katkılar sağlamaktadır. Birçok ülke, kömür tüketimini sürdürmektedir. Bu nedenle, kömür kullanımının yol açtığı zararlı gazlardan etkilenmemek amacıyla ileri teknoloji çözümleri kullanılmaktadır (Yalçın, 2022).

Tablo 2.7. Dünya Petrol Üretimi (Milyon ton)

Bölgeler	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Kuzey Amerika	24.6	24.9	23.8	19.6	11.9	12.9
Güney ve Orta Amerika	1.4	2.0	2.3	2.7	1.6	1.8
Avrupa	11.6	10.7	9.6	7.8	5.4	5.7
Avrasya	6.5	7.3	8.3	9.8	10.6	11.4
Orta Doğu	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04
Afrika	5.4	5.9	6.1	6.3	6.2	6.0
Asya Pasifik	46.7	75.1	100.4	115.4	122.7	129.4
Toplam Dünya	96.4	126.1	150.8	161.8	158.6	167.5
OECD	42.4	44.3	043.9	41.3	29.8	13.6
OECD üye olmayan ülkeler	54.0	81.8	106.8	120.5	128.7	135.9

Kaynak: BP veri istatistikleri

Tablo 2.7’de, dünya petrol üretimi yıllara ve bölgelere göre bölgesel olarak sunulmaktadır. Veriler, Asya Pasifik bölgesinin, kömür üretiminde bölgesel olarak birinci sırada yer aldığını göstermektedir. Asya Pasifik bölgesi, 2000 yılında 40,6 milyon ton, 2005 yılında 75,1 milyon ton, 2010 yılında 100,4 milyon ton, 2015 yılında 115,4 milyon ton, 2020 yılında 122,7 milyon ton ve 2021 yılında ise 129,4 milyon ton üretim gerçekleştirmiştir. Bu veriler, bölgedeki üretimin sürekli bir artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Diğer taraftan, en düşük petrol üretimine sahip coğrafi bölge Orta Doğu’dur. Genel olarak, toplam dünya kömür üretiminin 2000-2021 yılları arasında sürekli bir artış eğiliminde olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 2.8. Dünya Petrol Tüketimi (Milyon Ton)

Bölgeler	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Kuzey Amerika	24.1	24.5	22.4	16.9	9.9	11.2
Güney ve Orta Amerika	0.8	0.8	1.1	1.4	1.3	1.4
Avrupa	16.5	16.3	15.3	14.2	9.4	10.0
Avrasya	5.2	5.1	5.2	5.4	5.0	5.1
Orta Doğu	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
Afrika	3.4	3.7	4.1	4.0	4.1	4.2
Asya Pasifik	48.0	79.0	102.3	116.0	120.7	127.6
Toplam Dünya	98.7	130.2	151.1	158.6	151.0	160.1
OECD	46.4	48.1	45.9	40.2	27.5	29.6
OECD olmayan ülkeler	52.2	82.0	105.1	118.3	123.5	130.4

Kaynak: BP Veri İstatistikleri

Tablo 2.8’de, dünya petrol tüketimi coğrafi bölgelere göre sunulmuştur. Verilere göre, Asya Pasifik bölgesi, petrol tüketiminde birinci sırada yer almaktadır. 2000 yılında 48 milyon ton, 2005 yılında 79 milyon ton, 2010 yılında 102,3 milyon ton, 2015 yılında 116,0 milyon ton, 2020 yılında 120,7 milyon ton ve 2021 yılında ise

127,6 milyon ton petrol tüketilmiştir. Bu veriler, Asya Pasifik bölgesinde yıllar itibariyle sürekli bir artış eğiliminin olduğunu göstermektedir. İkinci sırada ise Kuzey Amerika yer almaktadır. En az petrol tüketen bölge ise Orta Doğu'dur. Bunun nedeni, Orta Doğu'nun yüksek petrol ve doğal gaz rezervlerine ve üretim kapasitesine sahip olması, dolayısıyla enerji ihtiyacını ağırlıklı olarak bu kaynaklardan karşılıyor olmasından kaynaklanıyor olabilir. Dünya genelinde toplam petrol tüketimi ise 2000 yılında 98,7 milyon ton, 2005 yılında 130,2 milyon ton, 2010 yılında 151,1 milyon ton, 2015 yılında 158,6 milyon ton, 2020 yılında 151,0 milyon ton ve 2021 yılında 160,1 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Dünya petrol tüketiminde, 2015 yılına kadar süregelen bir artış görülürken, 2020 yılında bu artış eğilimi yerini düşüşe bırakmıştır.

3.2.1. Dünya Yenilenebilir Enerji Kaynakları Görünümü

Fosil yakıtlar olarak bilinen petrol, kömür ve doğal gaz gibi enerji kaynaklarının zamanla sağlık ve çevre üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu bilinmektedir. Bu olumsuz etkilerin azaltılması ve enerji sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla ülkeler, enerji politikalarında değişiklikler yapma yoluna gitmişlerdir. Bu doğrultuda, yenilenemeyen enerji kaynaklarına alternatif olarak, temiz, çevre dostu ve tükenmeyen enerji kaynakları olarak tanımlanan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim giderek artmıştır.

Tablo 2.9, dünya genelindeki yenilenebilir enerji üretim miktarlarını göstermektedir. Coğrafi bölgelere göre, yenilenebilir enerji üretiminde birinci sırada Asya Pasifik bölgesi yer almaktadır. Veriler incelendiğinde, 2000-2021 yılları arasında sürekli bir artış eğilimi gözlemlenmektedir. Asya Pasifik bölgesini takiben Avrupa bölgesi ikinci sırada yer almakta olup, üçüncü sırada ise OECD bölgesi bulunmaktadır. En düşük yenilenebilir enerji üretimini gerçekleştiren bölge ise Avrasya'dır. Dünya genelindeki toplam yenilenebilir enerji üretimi, 2000 yılında 217,2 terawatt-saat, 2005 yılında 363,9 terawatt-saat, 2010 yılında 761,1 terawatt-saat, 2015 yılında 637,2 terawatt-saat, 2020 yılında 3146,6 terawatt-saat ve 2021 yılında ise 3657,2 terawatt-saat olarak belirlenmiştir.

Tablo 2.9. Dünya Yenilenebilir Enerji Üretimi (Terawatt-saat)

Bölgeler	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Kuzey Amerika	88.3	110.2	201.7	372.2	633.2	741.1
Güney ve Orta Amerika	14.8	22.7	50.3	106.1	199.1	229.3
Avrupa	63.5	152.2	313.9	626.1	922.7	946.5
Avrasya	0.1	0.5	0.6	1.4	6.8	9.6
Orta Doğu	0.04	0.1	0.4	2.3	15.7	18.5
Afrika	2.5	3.8	6.3	19.3	45.4	49.0
Asya Pasifik	48.0	74.4	188.0	509.7	1323.7	1690.1
Toplam dünya	217.2	363.9	761.1	1637.2	3146.6	3657.2
OECD	175.3	300.0	569.7	1112.8	1766.1	1910.1
OECD olmayan ülkeler	41.9	63.9	191.4	524.3	1380.5	1747.2

Kaynak: BP

2.2.1.1. Güneş Enerjisi

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi, en temiz ve tükenmez kaynak olarak öne çıkmaktadır. Güneş enerjisi, enerjiyi ışık formunda yayarak kullanıma sunar. Dünya genelinde, coğrafi olarak orta kuşakta yer alan ülkeler, güneş enerjisinden daha fazla faydalanmaktadır. Güneş enerjisinden elektrik üretimi, ilk kez 1816 yılında Robert Stirling tarafından icat edilen bir makine ile başlamıştır. Güneş enerjisiyle çalışan ilk makine ise 1860 yılında Agust Mouchout tarafından geliştirilen, buhar türbiniyle çalışan makine olarak tarihe geçmiştir. Agust Mouchout'a yönelik eleştirilerde bulunan William Adams, günümüzdeki kule tipi güneş enerjisi sistemlerinin temelini atmış olarak kabul edilmektedir (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2009: 9-15). Güneş enerjisinin kullanımı, ülkelerin teknolojik altyapısı, enerji ihtiyaçları, nitelikli iş gücü, yapılan yatırımlar ve coğrafi koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Tablo 2.10, dünya genelindeki güneş enerjisi üretiminin coğrafi bölgelere göre dağılımını göstermektedir. Genel olarak, tüm coğrafi bölgeler incelendiğinde, 2010 yılından sonra ülkelerin üretim düzeylerinde belirgin bir artış gözlemlenmektedir. Toplam dünya güneş enerjisi üretimi, 2000 yılında 0,4 terawatt-saat, 2005 yılında 4,2 terawatt-saat, 2010 yılında 33,9 terawatt-saat, 2015 yılında 254,7 terawatt-saat, 2020 yılında 846,2 terawatt-saat ve 2021 yılında ise 1032,5 terawatt-saat olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 2.10. Dünya Güneş Enerji Üretimi (Terawatt-saat)

Bölgeler	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Kuzey Amerika	0.50	0.8	3.3	42.5	145,8	182,4
Güney ve Orta Amerika	0.002	0.01	0.1	2.8	26,0	38,2
Avrupa	0.10	1.5	0.0	108.2	175,7	195,6
Avrasya	0.00	0	0.10	0.4	3,4	4,1
Orta Doğu	0.01	0	0.10	1.8	12,7	15,2
Afrika	0.0	00.02	0.20	3.3	16,1	16,5
Asya Pasifik	0.00	1.9	6.7	95.6	466,7	581,5
Toplam Dünya	0.4	4.2	33.9	254.7	846,2	1032,5
OECD	1.1	4.0	32.6	194.1	442,5	523,3
OECD olmayan ülkeler	0.04	0.2	1.3	60.6	403,8	509,2

Kaynak: BP

3.2.1.2. Rüzgar Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, temel olarak güneşten aldığı ısının etkisiyle meydana gelen hava akımlarından kaynaklanmaktadır. Güneş ışınlarının yeryüzüne farklı açılarda ulaşması sonucunda, sıcaklık ve basınç farkları oluşmakta, bu farklar ise rüzgârın meydana gelmesine yol açmaktadır. Isı enerjisi, kinetik enerjiye dönüşerek rüzgârı oluşturan hava kütesinin hareketine neden olur (Özdamar, 2000: 133).

Rüzgâr enerjisi, rüzgârın türbinler aracılığıyla elektrik üretmesi sürecini ifade etmektedir. Yeryüzündeki yer şekilleri, rüzgârın hızı, esme sıklığı ve yönü gibi faktörler, rüzgâr enerjisinin üretimini doğrudan etkilemektedir. Rüzgâr enerjisi türbinleri, sera gazları, nükleer atıklar ve toz gibi çevreyi ve insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek maddeler üretmemektedir. Ayrıca, teknolojik gelişmeler ve çeşitli boyutlardaki türbinler sayesinde birim maliyetler düşürülmektedir. Bununla birlikte, yıllar içinde bakım ve onarım maliyetlerinde bir artış gözlemlenmektedir. Rüzgârın düzensiz esmesi nedeniyle, rüzgâr enerjisi türbinleri her zaman enerji üretmeyebilir. Bu durum, ülkelerin rüzgâr enerjisi üretim tesislerini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle, rüzgâr enerjisinin etkin kullanımını sağlamak için enerji depolama sistemlerinin kullanılması daha verimli olabilir (Hayli, 2001). Ayrıca, rüzgâr enerjisi iklim koşullarına bağlı olarak bölgesel farklılıklar gösterebilir.

Tablo 2.11’de, rüzgâr enerjisi üretimi bölgesel olarak sunulmuştur. Dünya genelindeki tüm bölgelerde rüzgâr enerjisi üretiminin sürekli bir artış gösterdiği görülmektedir. Ancak, en yüksek üretim kapasitesine sahip bölge OECD bölgesidir. Bu durum, rüzgâr enerjisinin yaygınlık ve farkındalığının arttığını göstermektedir.

Tablo 2.11. Dünya Rüzgâr Enerjisi Üretimi (Terawatt-hours)

Bölgeler	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Kuzey Amerika	5,9	19,6	105,6	228,4	396,7	439,6
Güney ve Orta Amerika	0,3	0,5	3,4	31,5	85,5	108,2
Avrupa	22,4	71,6	153,4	318,9	512,7	503,0
Avrasya	0,0091	0,008	0,009	0,3	2,5	4,6
Orta Doğu	0,03	0,1	0,2	0,3	2,6	2,9
Afrika	0,2	0,8	2,3	8,9	21,3	24,4
Asya Pasifik	2,6	12,0	81,5	243,1	575,1	779,2
Toplam Dünya	31,4	104,6	346,4	831,3	1596,4	1861,9
OECD	28,7	95,2	269,5	559,4	935,4	976,7
OECD olmayan ülkeler	2,7	9,5	76,9	271,9	661,1	885,2

Kaynak: BP

3.2.1.3. Hidroelektrik Enerjisi

Su, insan yaşamının sürdürülebilmesi ve diğer canlıların hayatta kalabilmesi için hayati öneme sahip bir kaynaktır. Tarihsel süreçte, insanlar suyu ve su gücünü çeşitli şekillerde kullanmışlardır. Hidrolik enerji, yüksek yerlerden akan suyun kinetik enerjiye dönüşmesiyle elde edilmektedir. Depolanan veya biriken suyun yerçekimi etkisiyle ortaya çıkan potansiyel enerji, önce kinetik enerjiye, ardından suyun türbinleri döndürerek jeneratörleri çalıştırmasıyla elektrik enerjisine dönüşür (Aydın, 2010).

Tablo 2.12’de, dünya genelindeki hidroelektrik enerji üretiminin bölgesel dağılımı sunulmaktadır. Genel olarak, hidroelektrik enerji üretimi yıllar itibariyle sürekli bir artış eğilimi göstermektedir. Bununla birlikte, hidroelektrik enerjinin üretimi için iklim koşullarının uygun olması gerektiği ve özellikle yer şekillerinin engebeli olmasının bu enerji türünün üretimi açısından önemli bir faktör olduğu vurgulanmalıdır. Dünya genelindeki toplam hidroelektrik enerji üretimi, 2000 yılında 2646,7 terawatt-saat, 2005 yılında 2911,3 terawatt-saat, 2010 yılında 2429,2 terawatt-saat, 2015 yılında 3878,4 terawatt-saat, 2020 yılında 4346,0 terawatt-saat ve 2021 yılında ise 4273,8 terawatt-saat olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 2.12. Dünya Hidroelektrik Enerjisi Üretimi (Terawatt-saat)

Bölgeler	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Kuzey Amerika	662,6	656,1	645,8	659,5	696,3	673,3
Güney ve Orta Amerika	550,3	619,2	694,0	663,2	691,2	660,1
Avrupa	617,7	571,7	649,8	636,1	657,9	649,7
Avrasya	208,4	223,5	216,8	215,4	263,2	266,3
Orta Doğu	10,7	23,9	17,4	16,8	28,1	19,5
Afrika	75,3	88,8	107,7	120,4	146,4	153,4
Asya Pasifik	521,7	728,0	1097,7	1566,9	1862,9	1851,6
Toplam Dünya	2646,7	2911,3	2429,2	3878,4	4346,0	4273,8
OECD	1395,2	1335,2	1398,4	1422,3	1483,3	1440,3
OECD olmayan ülkeler	1251,5	1576,1	2030,8	2456,1	2862,7	2833,6

Kaynak: BP

3.2.1.4. Biyokütle Enerjisi

İlk çağlardan itibaren toplumlar, avcılık ve toplayıcılıkla geçimlerini sağlamışlardır. İnsanlar, tarım, ağaçlar ve bitkilerden elde edilen ürünlerle önemli ölçüde faydalanmışlardır. Günümüzde biyokütle enerji kaynakları denildiğinde, odun, tezek ve kentsel atıklar gibi unsurlar ön plana çıkmaktadır. Bu atıklar, yakılmak veya modern teknolojilerle, örneğin parçalama ve gazlaştırma yöntemleriyle işlenerek katı, sıvı ve gaz hale getirilerek biyokütle enerjisine dönüştürülmektedir. Biyokütle enerjisi, insanlığın kullandığı en eski enerji kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir (Yapraklı, 2013: 44-45).

Tablo 2.13, dünya genelinde biyokütle enerjisi üretimine dair kapsamlı bir genel bakış sunmaktadır. Veriler incelendiğinde, 2000-2021 yılları arasında biyokütle enerji üretiminin sürekli bir artış eğilimi gösterdiği gözlemlenmektedir. Dünya genelindeki biyokütle enerji üretimi, 2000 yılında 184,8 terawatt-saat, 2005 yılında 255,1 terawatt-saat, 2010 yılında 380,8 terawatt-saat, 2015 yılında 551,1 terawatt-saat, 2020 yılında 703,9 terawatt-saat ve 2021 yılında ise 762,8 terawatt-saat olarak kaydedilmiştir.

Tablo 2.13. Dünya Biyokütle Enerji Üretimi (Terawatt-saat)

Bölgesel	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Kuzey Amerika	81,9	89,9	92,8	101,4	90,7	92,1
Güney ve Orta Amerika	14,6	22,2	46,8	71,7	87,6	84,0
Avrupa	41,0	79,0	136,9	198,9	234,4	247,9
Avrasya	0,1	0,5	0,6	0,7	0,9	0,9
Orta Doğu	0,03	0,05	0,1	0,2	0,4	0,4
Afrika	2,3	3,0	3,8	7,2	8,1	8,0
Asya Pasifik	45,0	60,5	99,8	171,0	281,9	329,4
Toplam Dünya	184,8	255,1	380,8	551,1	703,9	762,8
OECD	145,5	200,8	267,6	359,3	388,2	410,1
OECD olmayan ülkeler	39,2	54,3	113,1	191,8	315,7	352,7

Kaynak: BP

2.1.2. Türkiye’de Enerji Görünümü

Bir ülkenin büyümesi, kalkınması ve uzun vadeli istikrarını sürdürebilmesi için enerji kaynakları, zorunlu ve temel girdilerden biri olarak önemli bir rol oynamaktadır. Endüstriyel üretim, aydınlatma, ısınma, ulaşım ve konut gibi yaşamın her alanında enerjiye ihtiyaç duyulmakta olup, enerjisiz bir yaşam düşünülmesi dahi mümkün değildir (Beşer vd., 2024).

Enerjiye bağımlı ülkeler için, enerjinin sürekliliğini sağlamak sürekli bir endişe kaynağı oluşturmaktadır. Türkiye, enerjiye bağımlı ülkeler kategorisinde yer almakta olup, iç piyasadaki enerji ihtiyacını karşılayacak yeterli düzeyde petrol, kömür ve doğal gaz kaynaklarına sahip değildir. Bu nedenle, Türkiye enerji ihtiyacının büyük bir kısmını ithalat yoluyla temin etmektedir.

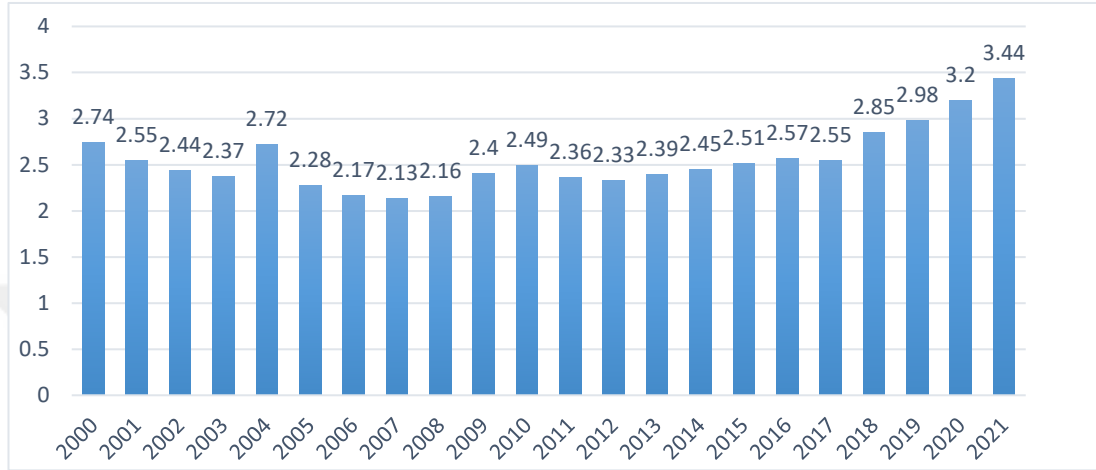
2.1.2.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

2.1.2.1.1. Petrol

Yenilenemeyen enerji kaynakları arasında, kullanımı tarihsel olarak çok eskilere dayanan ve her dönemde stratejik öneme sahip bir enerji kaynağı olarak petrol öne çıkmaktadır. Petrol, dünya genelinde tüm ülkelerin kontrol etmeye çalıştığı bir kaynaktır çünkü her üretim sektöründe kullanılan ve sürdürülebilir kalkınma için büyük bir öneme sahip bir enerji kaynağıdır. Bununla birlikte, petrol, dünya üzerinde eşit şekilde dağılmamış olup, bu durum her ülkenin rezerv kaynaklarının farklılık göstermesine yol açmaktadır. Günümüzde, devletler arası ilişkiler ve savaşların temelinde, petrol kaynaklarına hâkim olma mücadelesi yer almaktadır.

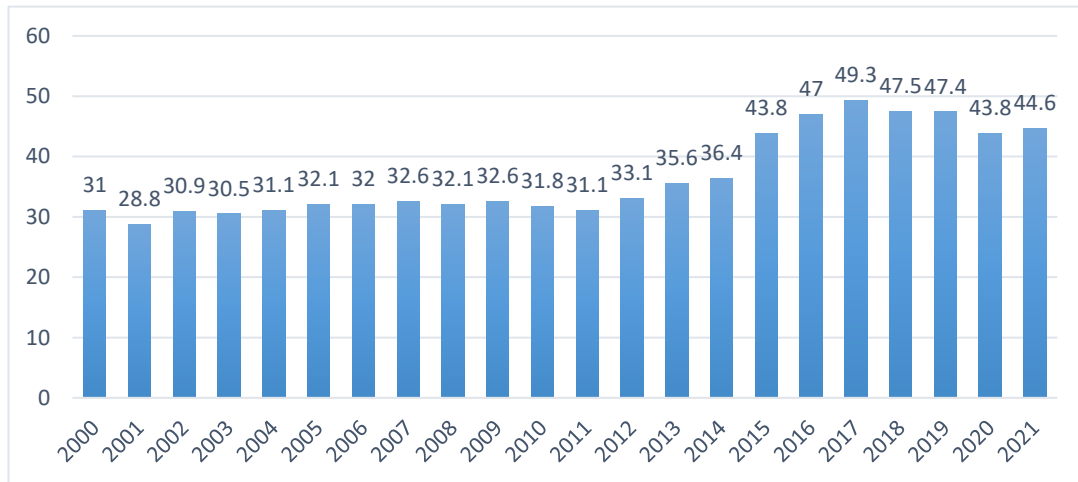
Petrol, önemli bir stratejik kaynak olarak, keşfi M.Ö. 4. yüzyıla kadar uzanmaktadır. İlkel insanlar, ham petrolü doğrudan kuyulardan sızarak

keşfetmişlerdir. Daha sonra, Çinliler, bambu ağaçları kullanarak sondaj yöntemiyle yer altındaki petrolü çıkarmayı başarmışlardır. O dönemde farklı uygarlıklar, petrolü çeşitli alanlarda kullanmaya başlamışlardır. Örneğin, Çinliler petrolü aydınlatma ve ısınma amacıyla kullanırken, Asurlular inşaat sektöründe, Mısırlılar ise mumyalama işlemlerinde petrolü kullanmışlardır (Yapraklı, 2013; Aydın, 2014).



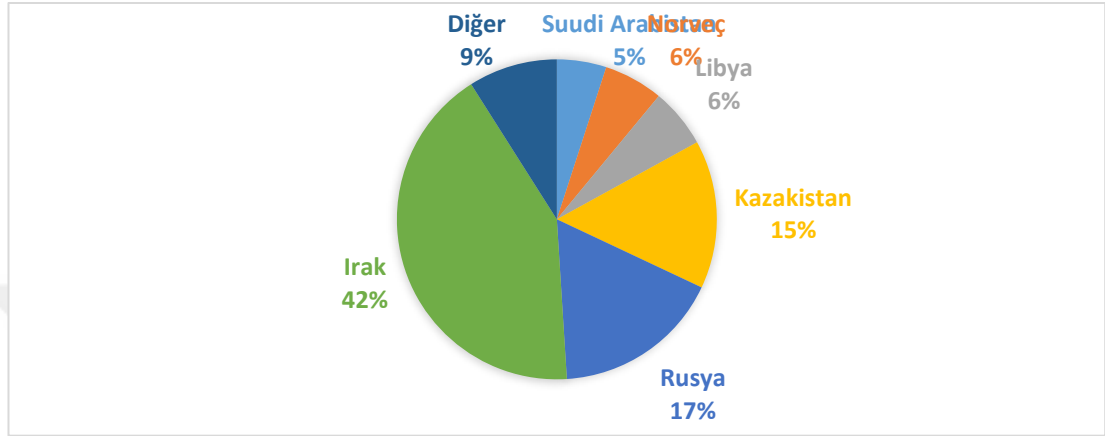
Şekil 2.2. Türkiye’de Üretilen Petrol Miktarı (Milyon Ton)

Şekil 2.2’de, Türkiye’deki petrol üretimi milyon ton cinsinden sunulmuştur. Veriler incelendiğinde, genel olarak bir daralma eğilimi gözlemlense de belirli yıllarda üretimde artış yaşandığı söylenebilir. Özellikle 2017 yılında en düşük üretim seviyelerine ulaşılmışken, 2021 yılında ise 3,44 milyon ton ile en yüksek üretim seviyesine ulaşılmıştır.



Şekil 2.3. Türkiye’de Tüketim Petrol Miktarı (Milyon Ton)

Türkiye’de petrol tüketim miktarı yıllar itibariyle Şekil 2.3’te sunulmaktadır. Türkiye, enerji açısından dışa bağımlı bir ülke olup, bu durum yüksek tüketim oranlarına yol açmaktadır. 2001 yılında en düşük petrol tüketim seviyeleri gözlemlenirken, 2014 yılından itibaren tüketimde hızlı bir artış trendi başlamıştır. En yüksek petrol tüketimi, 49,3 milyon ton ile 2017 yılında gerçekleşmiştir.



Şekil 2.4. Türkiye’nin Petrol İthalatının 2021 yılı Kaynak Ülkelere Göre Dağılımı

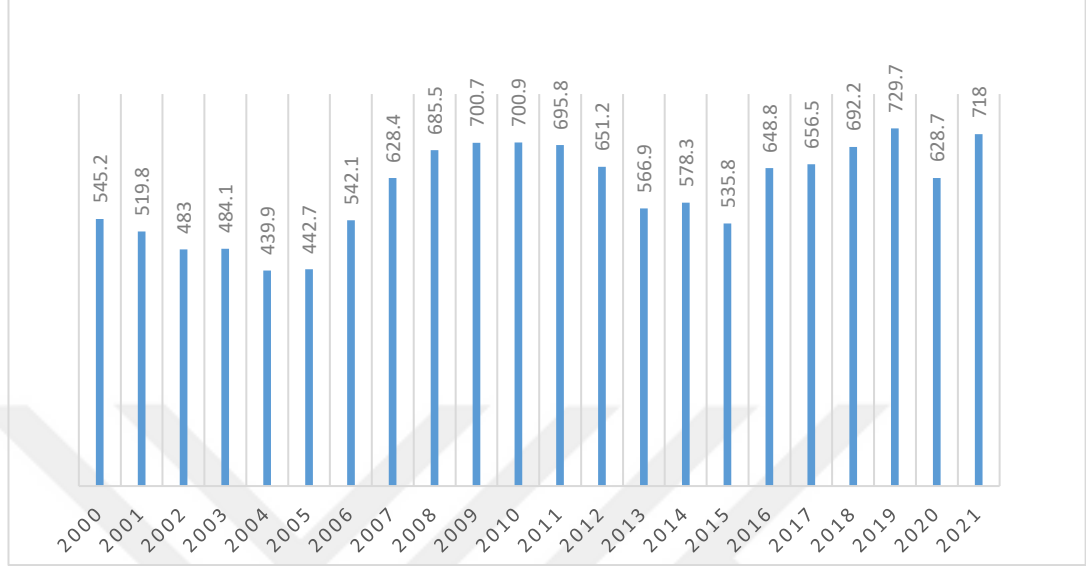
Türkiye, petrol enerjisi kaynağı açısından ithalatçı ülkeler arasında yer almaktadır. Bu doğrultuda, Şekil 2.4’te Türkiye’nin petrol ithalatı gerçekleştirdiği ülkeler detaylı bir şekilde sunulmaktadır. Türkiye, petrol ithalatında en büyük paya sahip ülke olarak %42 oranla Irak’ı önde tutmaktadır. Irak’ı takiben, sırasıyla Rusya ikinci, Kazakistan üçüncü, Norveç dördüncü, Libya beşinci ve Suudi Arabistan altıncı sırada yer almaktadır. Bu ülkeler, Türkiye’nin petrol ihtiyacının büyük bir kısmını karşılayan başlıca tedarikçiler olarak öne çıkmaktadır.

2.1.2.1.2. Kömür

Sanayi Devrimi ile birlikte, kitle üretim sürecinde kömür, en fazla kullanılan fosil yakıtlardan biri haline gelmiştir. Emniyetli, taşınması kolay ve ucuz olması nedeniyle tercih edilen katı enerji kaynağıdır. Kömür, hemen hemen her sektörde kullanılmakta olup, özellikle ısınma amaçlı yoğun olarak tercih edilmektedir. Bununla birlikte, kömür kullanımının yaygınlaşması, çevre kirliliği ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri gibi çeşitli sorunları da beraberinde getirmektedir.

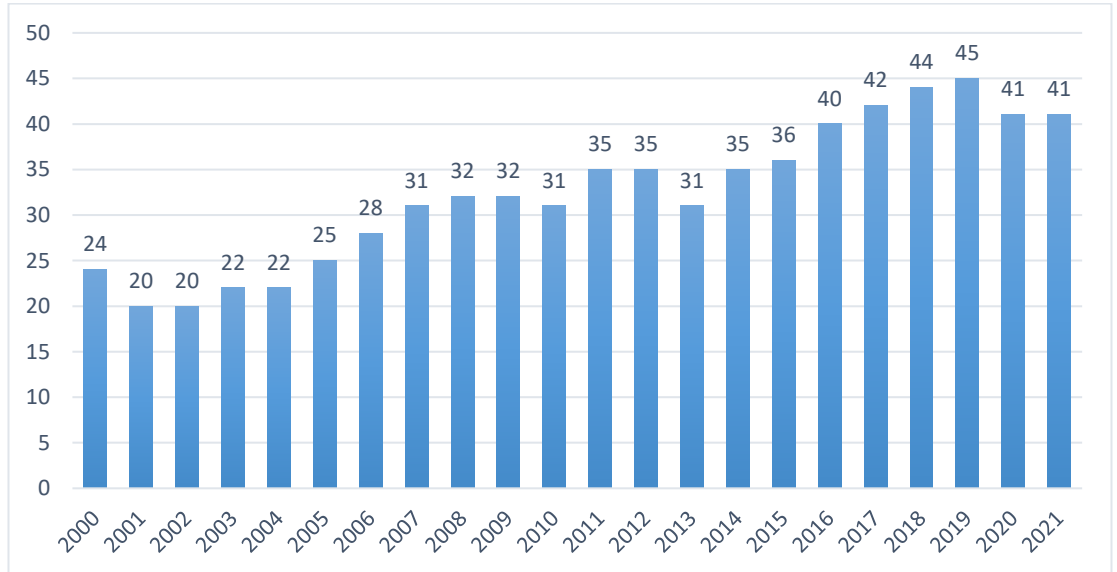
Türkiye’de kömürün kullanımı, 1822 yıllarına kadar uzanmakta olup, Zonguldak (Ereğli bölgesinde) sert taşların gerçek kömür olduğu anlaşılan kadar önemli bir gelişim göstermiştir. Şekil 2.5’te, Türkiye’de üretilen kömür miktarı

sunulmaktadır. Türkiye’de kömür üretimi özellikle Karadeniz Bölgesi’nde yoğun olarak gerçekleştirilmektedir. Ancak, iç üretim, iç piyasadaki talebi karşılamadığından, gerekli olan kömür miktarı ithalat yoluyla temin edilmektedir.



Şekil 2.5. Türkiye’de Kömür Üretim miktarı (Terajoule)

Şekil 2.5 incelendiğinde, kömür üretim miktarının son 20 yılda dalgalı bir seyir izlediği gözlemlenmektedir. Kömür üretimi, 2000 ile 2005 yılları arasında bir düşüş eğilimi gösterirken, 2005 yılından sonra bir artış meydana gelmiştir. En düşük üretim seviyesi, 2004 yılında 439,9 Terajoule ile kaydedilmiş olup, en yüksek üretim ise 2019 yılında 729,2 Terajoule ile gerçekleşmiştir.



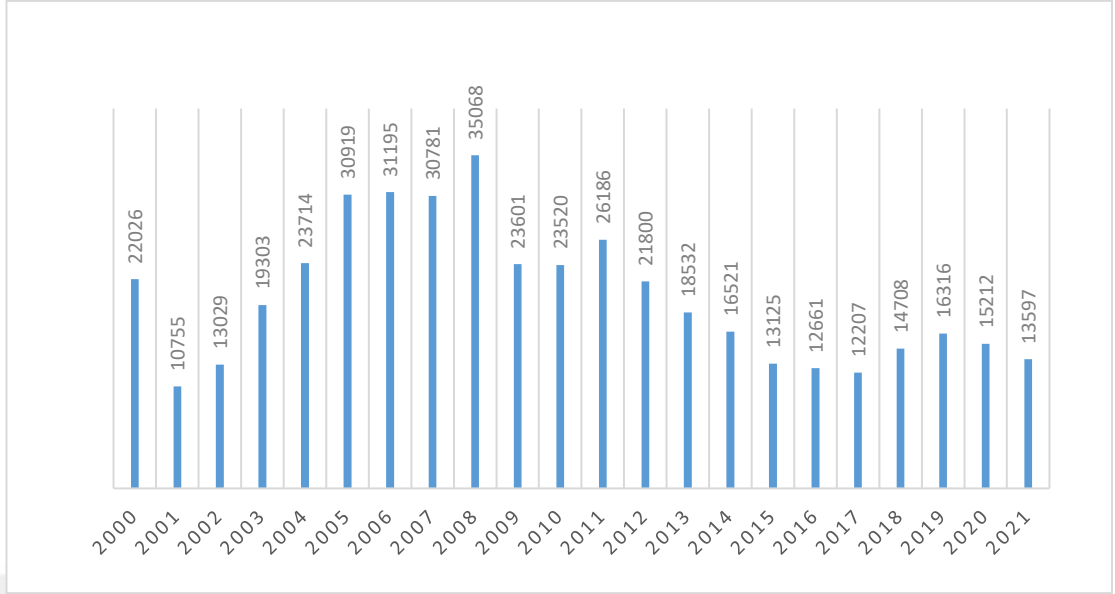
Şekil 2.6. Türkiye’de Kömür Tüketimi (Metrik Ton)

Fosil yakıtlardan biri olan kömürün Türkiye’deki tüketim miktarı, Şekil 2.6’da gösterilmektedir. Genel eğilim, üretimdeki dalgalanmalara rağmen tüketimde bir artış yönünde şekillenmiştir. 2000 yılında 24 metrik ton olan kömür tüketimi, 2021 yılında 41 metrik tona yükselmiştir. En düşük tüketim seviyeleri 2001 ve 2002 yıllarında gözlemlenirken, en yüksek tüketim ise 45 metrik ton ile 2019 yılında gerçekleşmiştir. Bu veriler, kömür tüketiminin zaman içinde arttığını ve 2019 yılında zirveye ulaştığını göstermektedir.

2.1.2.1.3. Doğal Gaz

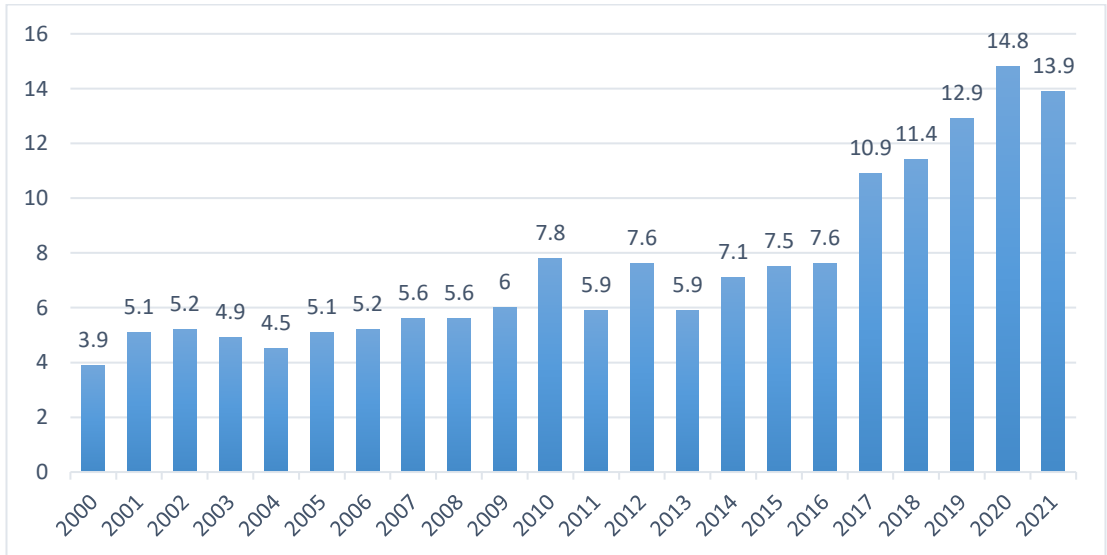
Gelişmekte olan ülkelerde fosil yakıtlara olan talep, sürekli bir artış göstermektedir. Bu fosil yakıtlar arasında doğal gaz, enerji kaynağı olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynakları olan petrol ve kömürün ardından, üretim süreçlerinde önemli bir yer tutan doğal gaz, çevresel etkileri açısından daha sürdürülebilir bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Öztürk ve Göktepe, 2024). Dünya genelinde yüksek bir enerji potansiyeline sahip olan doğal gaz, aynı zamanda ülke ekonomileri üzerinde de önemli bir rol oynamaktadır.

Doğal gazın kullanımı, diğer fosil yakıtlar gibi çok eski çağlara dayanmaktadır. M.Ö. 900 yıllarında Çinliler, doğal gazı ısınma ve aydınlatma amacıyla kullanmışlardır. Ancak, tarihsel süreçte değeri tam olarak anlaşılmayan ve önemsiz olmayan doğal gaz, 1973 yılındaki petrol kriziyle birlikte yeniden değer kazanmış ve bu dönemde doğal gaza olan talep önemli ölçüde artmıştır. Türkiye’de ise doğal gaz kullanımına, 1976 yılında Türkiye Petroller Ortaklığı öncülüğünde başlanmıştır (Yapraklı, 2013).



Şekil 2.7. Türkiye’de Doğal Gaz Üretimi (Terajoule)

Şekil 2.7’de, 2000-2021 yılları arasında Türkiye’nin doğal gaz üretimi gösterilmektedir. Doğal gaz üretiminde yıllar itibariyle belirgin dalgalanmalar gözlemlenmektedir; üretim, periyodik olarak düşüş ve artışlar sergilemektedir. Türkiye’de en düşük doğal gaz üretimi 10.755 terajoule ile kaydedilirken, en yüksek üretim 35.068 terajoule ile 2008 yılında gerçekleşmiştir. 2009 yılından itibaren üretimdeki artışlar sınırlı kalmış ve genel eğilim, üretimde bir düşüş eğilimi göstermektedir.



Şekil 2.8. Türkiye’de İthal edilen Sıvılaştırılmış Doğalgaz (LNG) miktarları(*Milyar M3)

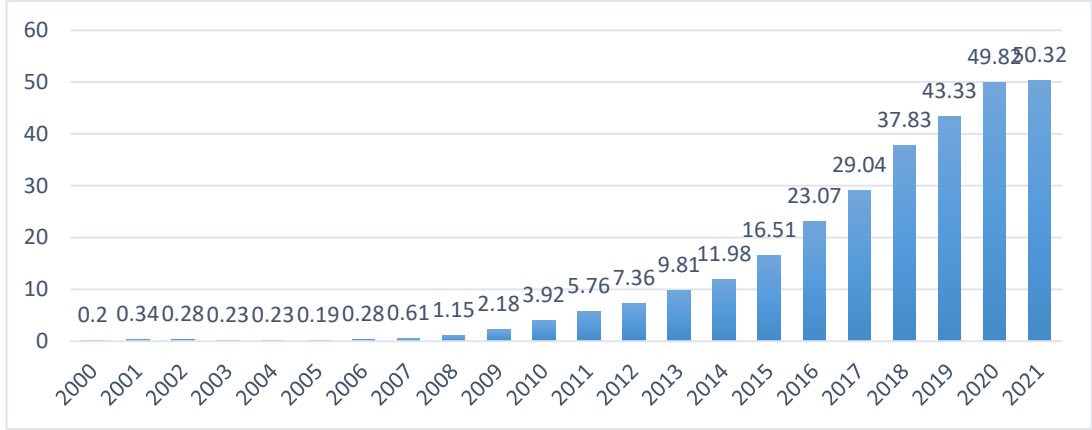
Türkiye’de üretilen doğal gaz, diğer enerji kaynaklarında olduğu gibi iç piyasayı karşılamaya yetmemektedir. Bu nedenle, yetersiz kalan üretim, doğal gaz ihraç eden ülkelerden temin edilmektedir. Şekil 2.8’de, 2000-2021 yılları arasında Türkiye’nin doğal gaz ithalat miktarı gösterilmektedir. 2000 yılında 3,9 milyar metreküp olan ithalat, 2021 yılında 13,9 milyar metreküpe yükselmiştir. Türkiye’nin en yüksek doğal gaz ithalatı ise 2020 yılında gerçekleşmiştir. Genel olarak veriler incelendiğinde, Türkiye’nin doğal gaz ithalatının sürekli bir artış eğiliminde olduğu söylenebilir.

2.1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Dünya nüfusu, zamanla artan bir hızla büyümektedir. Nüfus artışı ile birlikte enerji ve doğal kaynaklara olan talep de paralel olarak artmaktadır. Bu durum, tükenmekte olan enerji kaynaklarına alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılmasını ve kullanımını daha da önemli hale getirmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, güneş, rüzgâr, hidrolik, biyokütle ve jeotermal enerji gibi unsurlar olarak sıralanabilir (Mathews, 2014: 732).

Yenilenebilir enerji, kullanılan kaynağın kısa bir süre içerisinde yerine yenisinin konulabilmesi özelliğiyle tanımlanmaktadır. Güneş ışığından elde edilen enerji ile rüzgâr enerjisinin hızla yenilenebilmesi, bu kaynakların tükenmeyen enerji türleri olarak gösterilmesine olanak tanımaktadır. Yenilenebilir enerjinin, fosil yakıtlara kıyasla çevreyi koruma ve doğal hayatın devamlılığını tehdit etmeme gibi avantajları bulunmaktadır. Bu bağlamda, çevresel faktörleri dikkate alarak sürdürülebilir ve kalıcı bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir (Quaschnig, 2016: 22). 2000-2021 yılları arasında Türkiye’de kurulu güç kapasitesinin yıllar bazında değişimi, Şekil 2.9’da gösterilmektedir.

Türkiye’de kurulu güç kapasitesinin yıllar itibariyle incelendiğinde, sürekli bir artış eğiliminin gözlemlendiği söylenebilir. 2000 yılında 0,2 terawatt-saat seviyesinde olan kurulu güç kapasitesi, 2021 yılı itibariyle 50,32 terawatt-saat düzeyine ulaşmıştır. Özellikle 2007 yılından itibaren, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik farkındalık artmış ve bu alandaki yatırımlar ile önemin belirgin bir şekilde yükseldiği görülmüştür.



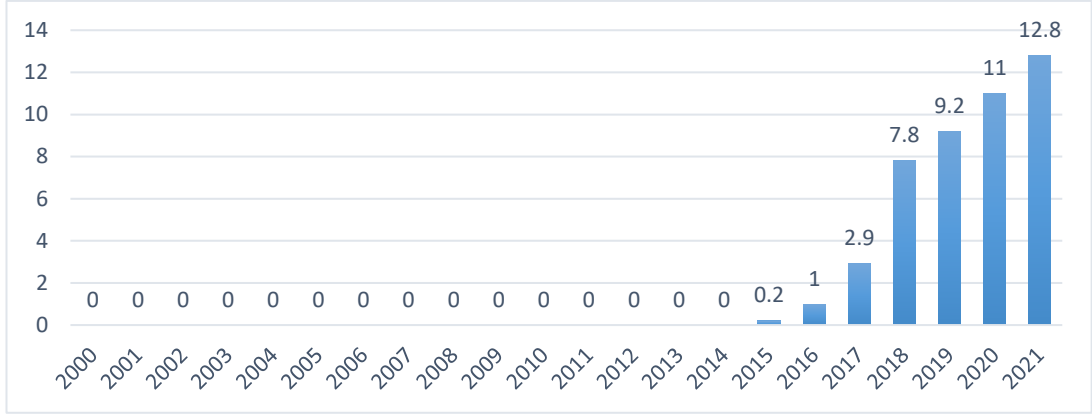
Şekil 2.9. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kapasitesi (Terawatt/Saat)

Dünyada olduğu gibi, Türkiye’de de yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi zaman içinde önemli bir artış göstermiştir. Fosil yakıtların çevresel zararlara yol açması ve tükenebilir olmaları, yenilenebilir enerjiye olan ilgiyi her geçen gün artırmıştır. Türkiye açısından yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidrolik enerji, biyokütle enerjisi ve jeotermal enerji öne çıkmaktadır. Bu kaynaklar, Türkiye’nin sürdürülebilir enerji politikaları çerçevesinde, çevresel etkileri azaltma ve enerji bağımsızlığını artırma hedefleri doğrultusunda stratejik bir öneme sahiptir.

2.1.2.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, tüm canlılar için kritik bir enerji kaynağıdır. Bu enerji, güneşin çekirdeğinde gerçekleşen füzyon süreci ile ortaya çıkar. Güneş çekirdeğindeki hidrojen gazı, füzyon yoluyla helyuma dönüşerek büyük miktarda enerji üretir. Bu enerjinin küçük bir kısmı, yaklaşık 150 milyon kilometrelik bir mesafeyi kat ederek Dünya’ya ulaşır. Dünya’ya ulaşan enerji miktarı, gezegenin toplam enerji tüketiminin çok üzerinde olup, bir gün içinde Dünya’ya ulaşan enerji, dünya nüfusunun bir yıl boyunca harcadığı enerjinin 1,5 katı kadar bir değeri ifade etmektedir (Aydın, 2014).

Orta kuşakta yer alan Türkiye gibi ülkeler, güneş enerjisinden daha fazla yararlanma potansiyeline sahip olup, bu potansiyelin verimli bir şekilde kullanılması, büyük ölçüde devletlerin enerji politikalarına, teknolojik gelişmişlik düzeyine ve bu teknolojilere dayalı olarak yetişmiş insan gücüne bağlıdır. Türkiye’deki güneş enerjisi kullanımı, Şekil 2.10’da görsel olarak sunulmaktadır.



Şekil 2.10. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Kullanımı (Terawatt/Saat)

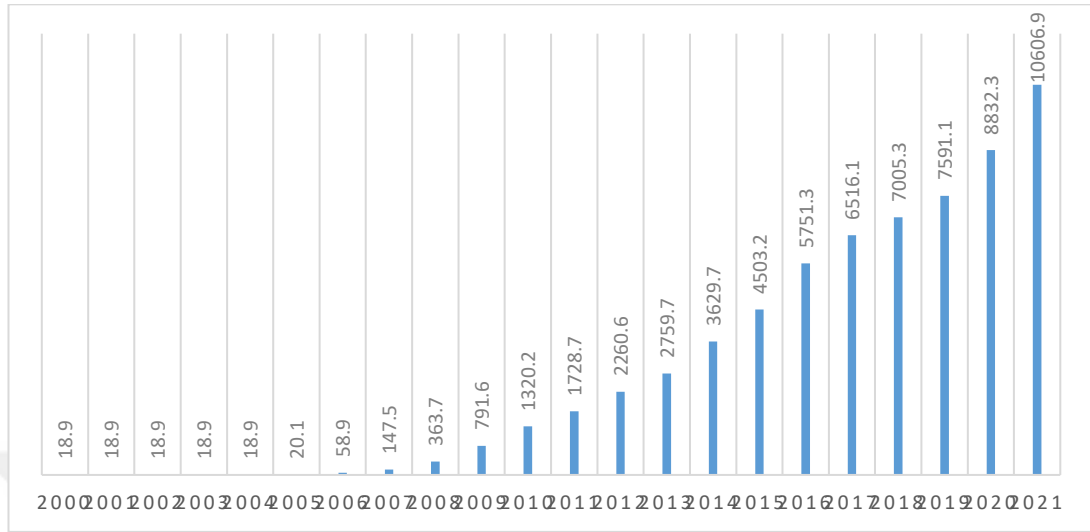
Türkiye'nin güneş enerjisi kullanımı, Şekil 2.10 incelendiğinde, 2010 yılı öncesinde oldukça düşük seviyelerde veya neredeyse yok denecek düzeyde olduğu gözlemlenmektedir. Ancak, 2014 yılından itibaren Türkiye'de güneş enerjisi kullanımı ve bu alandaki yatırımlar önemli bir artış göstermeye başlamıştır. 2015 yılında 0,2 terawatt-saat, 2016 yılında 1 terawatt-saat, 2017 yılında daha yüksek bir üretim seviyesine ulaşılmış, 2018 yılında 7,8 terawatt-saat, 2019 yılında 9,2 terawatt-saat, 2020 yılında 11 terawatt-saat ve 2021 yılında ise 12,8 terawatt-saat enerji üretimi gerçekleşmiştir. Bu veriler, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelini giderek daha etkin bir şekilde kullanmaya başladığını göstermektedir.

2.1.2.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisinin oluşumunun temel kaynağı, güneşin etkisiyle meydana gelen basınç farklarıdır. Bu nedenle rüzgâr, tükenmeyen doğal bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Ülkelerin coğrafi yapıları, rüzgâr enerjisinin verimliliğini belirleyen önemli bir faktör olup, bu yapılar rüzgârın şiddetini ve yönünü doğrudan etkilemektedir (Koçaslan, 2010: 54).

Rüzgâr enerjisi, kendini sürekli yenileyen bir kaynak olarak nitelendirilmektedir. Yenilenebilir olma özelliği, bu enerji kaynağının çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli avantajlar sunduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, rüzgâr enerjisinin taşıma gereksinimi olmaması ve yüksek teknolojiye duyulmayan ihtiyacı, onu cazip kılan özellikler arasında yer almaktadır. Güneş ve dünya var oldukça, rüzgârın da devam edeceği öngörüldüğünden, bu enerji kaynağı uzun vadede sürdürülebilir bir çözüm olarak değerlendirilmekte ve önemli bir alternatif enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir (Şenel ve Koç, 2015: 47). Rüzgâr enerjisinden

elektrik üretimi, enerji maliyetlerini düşürme potansiyeline sahip olup, ekonomik açıdan da fayda sağlamaktadır.



Şekil 2.11. Rüzgâr Enerjisinin Kurulu Gücü (Megawatt)

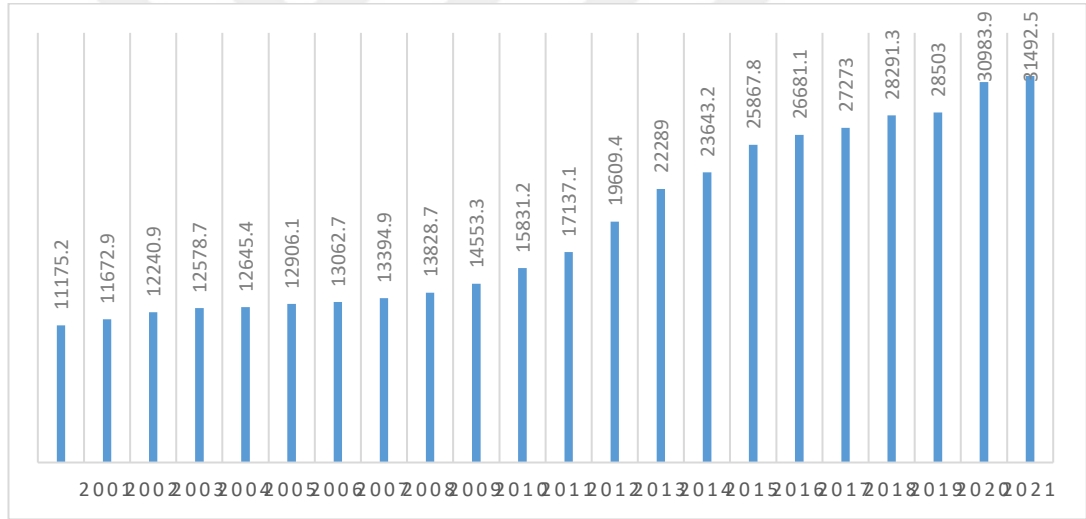
Türkiye'nin 2000 ile 2021 yılları arasındaki kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesine ilişkin veriler, Şekil 2.11'de sunulmuştur. 2007 yılına kadar rüzgâr enerjisinin kurulu gücünde belirgin bir artış gözlemlenmemektedir. Ancak, 2007 yılı sonrasında rüzgâr enerjisine yapılan yatırımlar ve kullanım kapasitesi önemli bir şekilde artmıştır. 2008 yılında 363,7 megawatt, 2009 yılında 791,6 megawatt, 2010 yılında 1320,2 megawatt, 2011 yılında 1720,7 megawatt, 2012 yılında 2260,6 megawatt, 2013 yılında 2759,7 megawatt, 2014 yılında 3629,7 megawatt, 2015 yılında 4503,2 megawatt, 2016 yılında 5751,3 megawatt, 2017 yılında 6516,1 megawatt, 2018 yılında 7005,3 megawatt, 2019 yılında 7591,1 megawatt, 2020 yılında 8832,3 megawatt ve 2021 yılında 10606,9 megawatt'a ulaşmıştır. Bu veriler ışığında, yıllar itibariyle Türkiye'de rüzgâr enerjisi kurulu güç kapasitesinin sürekli bir artış eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır. Dünya genelinde yenilenebilir enerjiye yönelik artan ilgi ve Türkiye'nin bu alandaki yatırım stratejileri, söz konusu artışın temel nedenleri arasında yer almaktadır.

2.1.2.2.3. Hidrolik Enerji

Hidrolik enerjisi, Yunanca kökenli bir terim olup "su" anlamına gelmektedir. Bu enerji kaynağı, yukarıdan akan suyun elektrik enerjisine dönüştürülmesiyle elde edilir. Hidroelektrik enerji üretimi, genellikle yüksek ve büyük barajlara ihtiyaç duyar. Barajların alt kısmında bulunan tribünler, suyun kinetik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürmek amacıyla mil jeneratörlerine bağlanır. Baraj kapaklarının açılmasıyla

yüksekten düşen su, kinetik enerjisini tribünlere ileterek onları harekete geçirir, böylece elektrik enerjisi üretilir. Hidroelektrik santraller, aralıklarla enerji üretiminde kullanılmakta olup, bu durum onları yenilenebilir enerji kaynakları arasında elektrik üretiminde önemli bir konuma yerleştirir. Diğer enerji kaynaklarına kıyasla daha esnek bir yapıya sahip olan hidroelektrik santraller, iklim koşullarına bağlı olarak kesintili enerji üretebilme özelliği taşır (Pandey ve Karki, 2016: 24).

Hidroelektrik enerjisinin üretimi ve kurulu gücü, ülkelerin coğrafi yapıları ve iklim özellikleri tarafından belirlenmektedir. Ancak, her ülkenin sahip olduğu hidrolik enerji potansiyeli tam olarak elektrik enerjisine dönüştürülmemektedir. Toplumsal fayda gözetilerek, kurulacak tesislerin çevresel etkileri, doğal yaşama olan olumlu ve olumsuz etkileri dikkate alınarak değerlendirilir. Bu süreçte, enerji üretiminin yanı sıra çevresel ve sosyal faktörler bir bütün olarak ele alınmaktadır (TMMOB, 2011).



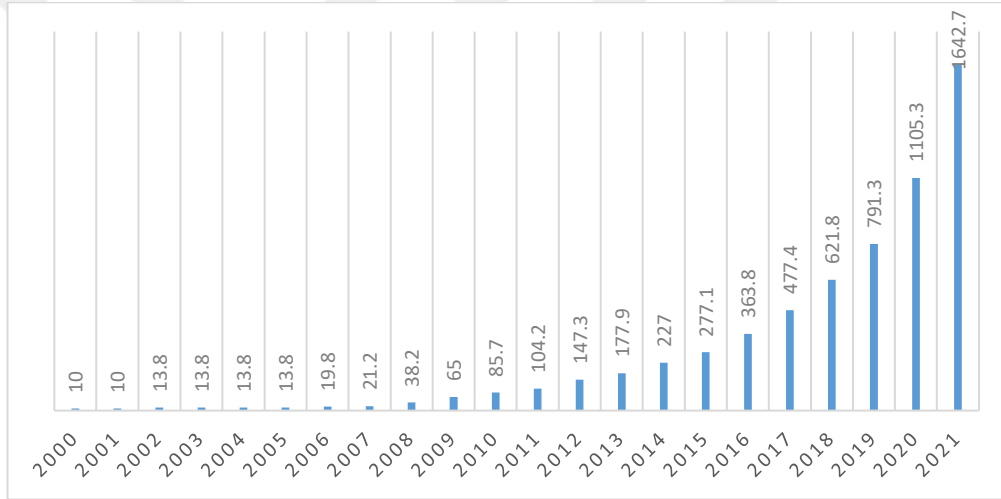
Şekil 2.12. Rüzgâr Enerjisinin Kurulu Gücü (Megawatt)

Türkiye'nin hidrolik kurulu gücü, Şekil 2.12'de gösterildiği üzere, 2000-2021 yılları arasında değerlendirilmiş ve genel olarak sürekli bir artış eğilimi sergilemiştir. 2001 yılında 11.175,2 megawatt olan kurulu güç, 2021 yılı itibarıyla 31.492,5 megawatta ulaşmıştır. Bu artış, Türkiye'nin hidrolik enerji potansiyelinin her geçen yıl daha fazla değerlendirildiğini göstermektedir. Bu gelişim, hidrolik enerjiye yapılan yatırımların ve bu enerji kaynağının öneminin arttığının bir göstergesidir. Ayrıca, hidrolik enerjiye yönelik yatırımların ülke ekonomisi üzerindeki olumlu etkilerini işaret etmektedir. Dünyadaki diğer ülkeler de hidrolik enerjiye önem verirken, Türkiye'nin coğrafi yapısı da bu enerji kaynağının üretim kapasitesine uygun bir nitelik

taşımaktadır. Bu durum, Türkiye'nin hidrolik enerji alanındaki potansiyelinin artırılması gerektiğini vurgulamaktadır.

2.1.2.2.4. Biyokütle Enerjisi

Tarihte ilk kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyokütle enerjisi, genel olarak hayvan ve bitki atıklarından elde edilmektedir. Biyokütle enerji kaynağı, birçok farklı kaynak içermesi nedeniyle işleyişi açısından karmaşık bir yapı arz etmektedir. Biyokütlenin en önemli kaynaklarından biri olan orman alanları, bu bağlamda büyük bir öneme sahiptir. Bununla birlikte, ormansızlaşmanın artması çevreciler tarafından eleştirilen bir durumdur. Aşırı biyokütle kullanımı, beraberinde çevresel sorunlar ve sürdürülebilirlik açısından ciddi problemlere yol açabilmektedir (Palz, 2015).



Şekil 2.13. Biyokütle Enerjisinin Kurulu Gücü (Megawatt)

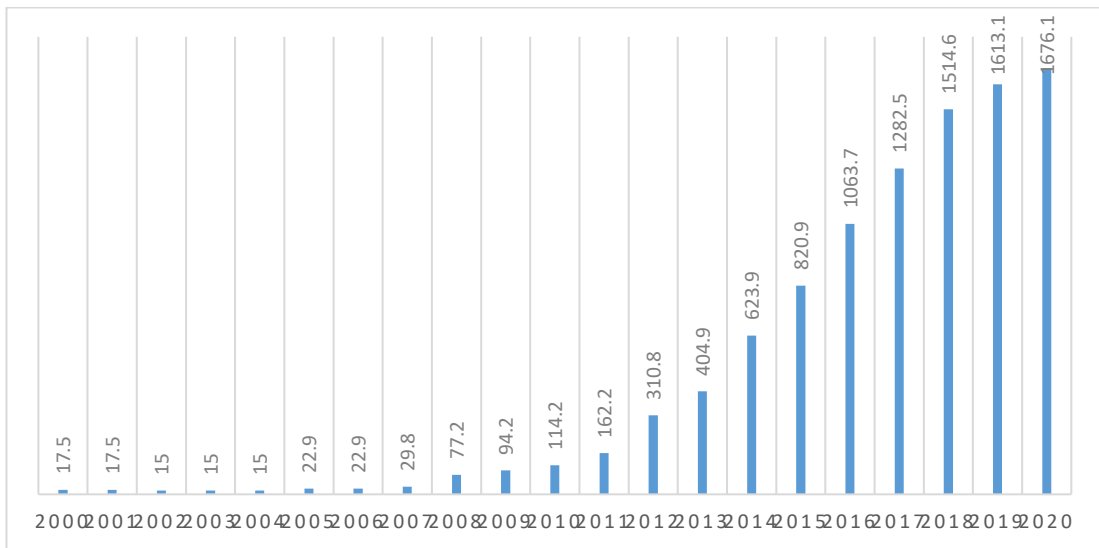
Türkiye'nin 2000-2021 yılları arasındaki biyokütle enerji kurulu gücü kapasitesi incelendiğinde, 2010 yılına kadar biyokütle kurulu gücünün oldukça düşük seviyelerde olduğu gözlemlenmektedir. Ancak 2010 yılından itibaren biyokütle kurulu gücünde sürekli bir artış eğilimi görülmektedir. Bu artış eğilimi, Türkiye'nin biyokütle enerji yatırımlarına ve kullanımına daha fazla önem verdiğinin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

2.1.2.2.5. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, Yunanca kökenli bir terim olup, yer kabuğunun derinliklerinden elde edilen bir enerji kaynağıdır. Bu enerji, yerin çeşitli derinliklerinde oluşan ve kırıklı yapıya sahip bölgelerde bulunan sıcak su ve buhar

şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu su, yerin derinliklerinde yer alan ve normal sıcaklıkların üzerinde olan yer altı sularına göre daha fazla mineral, tuzlar ve gazlar içermektedir. Jeotermal enerji potansiyelinin belirlenmesi ve kullanımı, jeoloji, jeofizik ve jeokimya alanlarındaki araştırmalarla gerçekleştirilir. Ayrıca, jeotermal enerji, sağlık sektöründe ve seracılık gibi alanlarda da önemli ölçüde kullanılmaktadır. Jeotermal enerji kaynaklarının değerlendirilmesinde, kullanılan sondaj makineleri ile yer altı ısısının ölçülmesi ve bu enerjinin nasıl kullanılacağına dair bilgiler elde edilmektedir (Arslan vd., 2001: 21-27).

Türkiye’de jeotermal enerjinin kurulu gücü, yıllar itibariyle Şekil 2.14’te gösterilmektedir. Türkiye, kırıklı bir yapıya sahip olduğundan, jeotermal enerji potansiyeline sahip bir ülkedir. Ancak bu kaynağın ne ölçüde kullanıldığı, çeşitli faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. 2000 ile 2010 yılları arasında jeotermal kurulu güç kapasitesinin düşük seviyelerde seyrettiği gözlemlenmektedir. Ancak 2010 yılından sonra, jeotermal enerji kurulu gücünde belirgin bir artış yaşanmıştır. 2010 yılında 114,2 megawatt, 2011 yılında 162,2 megawatt, 2012 yılında 310,8 megawatt, 2013 yılında 404,9 megawatt, 2014 yılında 623,9 megawatt, 2015 yılında 820,9 megawatt, 2016 yılında 1063,7 megawatt, 2017 yılında 1282,5 megawatt, 2018 yılında 1514,6 megawatt, 2019 yılında 1613,1 megawatt ve 2020 yılında 1676,1 megawatt seviyelerine ulaşmıştır. Bu veriler, Türkiye’de jeotermal enerji kullanımının son yıllarda önemli ölçüde arttığını ve bu kaynağın etkin kullanımına yönelik yatırımların artış gösterdiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 2.14. Jeotermal Enerjisinin Kurulu Gücü (Megawatt)

2.3. Literatür İncelemesi

Bu bölümde, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini inceleyen önceki literatüre dair kısa bir özet sunulmaktadır.

İnançlı ve İnan (2012) tarafından yapılan çalışmada ise, Türkiye örneği üzerinden yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1960-2014 dönemi için saklı eşbütünleşme yaklaşımı ile incelenmiştir. Çalışmanın analiz bulguları, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki pozitif ve negatif bileşenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Bu sonuçlar, iki değişken arasındaki etkileşimin hem olumlu hem de olumsuz yönlerinin uzun dönemde belirgin olduğunu ortaya koymaktadır.

Hindistan ekonomisini ele alan Shahbas vd. (2017), ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki asimetrik ilişkiyi incelemişlerdir. Bu çalışmada, değişkenler arasındaki ilişkiyi NARDL yaklaşımı ile analiz etmişlerdir. Elde edilen bulgular, uzun dönemde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu ortaya koymuş, ayrıca enerji tüketiminin negatif bileşenlerinin ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisi olduğunu gösteren kanıtlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar, enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki asimetrik etkilerine dair önemli bulgular sunmaktadır.

Apaydın vd. (2019) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, Türkiye'nin 1965-2017 dönemine ait verileri kullanılarak doğrusal olmayan gecikmeli dağıtılmış otoregresif (NARDL) model ile analiz gerçekleştirilmiştir. Durağanlık testleri için ADF, PP, Ng-P ve KPSS gibi klasik birim kök testlerinin yanı sıra, Zivot ve Andrews tarafından önerilen yapısal kırılmalı birim kök testi de kullanılmıştır. Birim kök testlerinin sonuçlarına göre, değişkenlerin birinci dereceden durağan olduğu ve uzun dönemde bu değişkenler arasında asimetrik bir ilişkinin bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında doğrudan bir ilişki olduğu bulunmuş, ancak yenilenebilir enerji tüketimindeki pozitif ve negatif şokların ekonomik büyüme üzerinde asimetrik etkiler yarattığı belirlenmiştir. Çalışma bulgularına göre, yenilenebilir enerji tüketimindeki yüzde birlik artış ekonomik büyümeyi yaklaşık yüzde 0,4 oranında artırırken, yüzde birlik düşüş ise büyümeyi yüzde 0,7 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Pakistan örneği üzerinden inceleyen Baz vd. (2019), 1971-2014 yılları arasındaki verileri kullanarak NARDL yaklaşımını uygulamışlardır. Elde edilen bulgular, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, enerji tüketiminin pozitif bileşenlerinin ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediği bulunmuş, bunun yanı sıra pozitif enerji tüketimi bileşenlerinde ekonomik büyümeye doğru asimetrik bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Bu çalışmalar, enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini ve bu ilişkiye dair nedensellik yönlerini daha derinlemesine incelemektedir.

Özcan ve Öztürk (2019) ise 17 gelişmekte olan ülke için 1990-2017 dönemi verilerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Panel nedensellik testi kullanılarak yapılan analizde, Polonya hariç diğer ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Polonya’da ise yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Rahman ve Velayuthan (2020) tarafından yapılan çalışmada ise, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi Güney Asya ülkeleri için incelenmiştir. Bu çalışmada Pedroni (1999, 2004) ve Kao (1999) testleri uygulanmış, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini belirlemek için Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik testi kullanılmıştır. Bulgular hem yenilenebilir hem de yenilenemez enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediğini göstermektedir. Nedensellik testine göre ise, yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Wang ve Wang (2020), OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 2005-2016 dönemi için incelemişlerdir. Araştırmalarında, ilişkilerin doğrusal olmayan yapısını analiz etmek amacıyla panel eşik regresyon modeli kullanmışlardır. Elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını ve belirli eşik değerlerinin bu ilişkiyi şekillendirdiğini ortaya koymuştur.

Mohsin vd. (2021), 25 Asya ülkesini kapsayan 2000-2006 dönemine ait yıllık verilerle gerçekleştirdikleri panel veri analizinde, yenilenebilir enerji, yenilenemez enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenlerini modellemişlerdir. Araştırmalarına

göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında hem kısa hem de uzun dönemde bir ilişki bulunmuş ve bu ilişkinin geri besleme hipotezini doğruladığı sonucuna varılmıştır.

Adebayo vd. (2022) çalışmalarında, Türkiye örneği üzerinden tarım, finansal gelişme, ekonomik büyüme, kentleşme, yenilenebilir enerji ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada, 1985-2019 dönemine ait zaman serisi verileri kullanılmış ve paramedik olmayan Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel kaliteyi artırdığı ve ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etki yarattığı sonucuna varılmıştır.

Abbasi vd. (2022), 1970-2018 yılları arasında yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketiminin sanayi sektörü üzerindeki etkilerini asimetrik Bayes ve NARDL yöntemleriyle analiz etmişlerdir. Çalışma, yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik artışın sanayi sektörüne %0,46 oranında katkı sağladığını, buna karşın negatif şokların sanayi sektörünü %1,04 oranında daralttığını ortaya koymuştur. Ayrıca, yenilenemeyen enerji kaynaklarının %1'lik pozitif şokunun sanayi sektörünün büyümesini %0,47 oranında azalttığı, negatif şokların ise büyümeyi %4,13 oranında düşürdüğü belirlenmiştir.

Chang ve Fang (2022) tarafından yapılan çalışmada, BRICS ve N-11 ülkeleri örnek olarak ele alınmıştır. 1995-2019 dönemine ait verilerle yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, model tahmini için ortalama grup tahmincisi ve momentlerin nicelik yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, BRICS ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye uzun dönemde pozitif yönde etki yaptığı; N-11 ülkelerinde ise ekonomik büyümekten yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunduğu tespit edilmiştir.

Djellouli vd., (2022) tarafından yapılan çalışmada, yenilenebilir enerji, yenilenemez enerji tüketimi ve doğrudan yabancı yatırımların çevresel bozulma üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Çalışma, 2000-2015 yılları arasında 20 Afrika ülkesini kapsayarak, Çevresel Kuznets Eğrisi (CKE) ve PHH hipotezlerini test etmiştir. ARDL analizine göre, yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonlarını olumsuz yönde etkilediği, buna karşın yenilenemez enerji tüketiminin karbon

emisyollarını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Çalışmanın diğeri bir bulgusu ise, incelenen ölkelerde Çevresel Kuznets Eğrisinin geçerli olmadığıdır.

Gyimah vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada, 1990-2015 dönemi için Gana ekonomisi incelenmiş ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Granger nedensellik testi ve aracılık modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde doğrudan pozitif bir etkisi bulunduğunu göstermektedir.

Li vd., (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, Güney Akdeniz ölkeleri için 1980-2020 dönemi verileri kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışmada, model tahmini için ARDL sınır testi ve değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek için Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Ampirik bulgular, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını göstermiştir. Çalışma sonuçlarına göre, İsrail, Lübnan ve Türkiye’de yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında belirgin bir ilişki olduğu saptanmış; İsrail ve Lübnan için yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi etkilediği, Türkiye için ise etkilerin çift yönlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yenilenebilir enerji tüketiminin finansal gelişme ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ve nedenselliği Çin için hem ulusal hem de bölgesel düzeyde inceleyen Wang vd., (2022) tarafından yapılan çalışmada, 1997-2017 yılları arasındaki veriler kullanılarak panel veri yöntemi uygulanmıştır. Araştırma bulguları hem ulusal düzeyde hem de bölgesel düzeyde yenilenebilir enerji tüketimi, finansal katma değeri ve Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Panel PMG-ARDL analizine göre, finansal gelişme ve ekonomik büyümenin, Çin genelinde uzun vadede yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Kapçak (2023b) çalışmasında, yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki asimetrik ilişkiyi Çin, Peru, Endonezya, Tayland, Kolombiya, Ekvador, Brezilya ve Meksika gibi seçilmiş orta-yüksek gelirli ölkeler için 1965-2018 dönemi verilerini kullanarak saklı eşbütönleşme yaklaşımıyla analiz etmiştir. Çalışmanın bulgularına göre hem yenilenebilir enerji

tüketiminin hem de yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir.

Kapçak (2023a) çalışmasında, Türkiye ekonomisi için 1980-2019 dönemi verilerini kullanarak doğrudan yabancı yatırımlar ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada gizli eşbütünleşme yaklaşımı uygulanmış ve değişkenlerin durağanlık analizi için genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) birim kök testleri kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji tüketiminin negatif bileşeninin doğrudan yabancı yatırımların negatif bileşenine doğru asimetrik bir nedensellik ilişkisi gösterdiğini ortaya koymuştur.

Kapçak vd. (2023) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise, Türkiye ekonomisi için tarımsal enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki ele alınmıştır. 1990-2018 yılları arasında toplanan yıllık verilerle gerçekleştirilen asimetrik analiz sonucunda, tarımsal enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bileşenlerde eşbütünleşmenin olduğu bulunmuştur. Ayrıca, tarımsal enerji tüketiminin pozitif bileşeninden ekonomik büyüme pozitif bileşenine doğru tek yönlü asimetrik bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Kapçak (2024) çalışmasında ise döngüsel ekonomi modelini ele almış ve bu modelde ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, geri dönüştürülebilir hammadde ticareti (döngüsel ekonomi bileşeni) ve çevresel kaliteyi gösteren bir gösterge olarak ekolojik ayak izi kullanmıştır. 16 AB üyesi ülke için yapılan bu çalışmada Panel AMG tahminci yaklaşımı kullanılmıştır. Ampirik bulgular, döngüsel ekonomi modelinin çevre üzerindeki etkileri hakkında önemli bulgular ortaya koyarken, yenilenebilir enerji tüketiminin birçok ülkenin çevresel kalitesini artırdığına dair kanıtlar da tespit edilmiştir.

Kapçak ve İşleyen (2024) çalışmalarında, yenilenebilir enerji tüketimi, tarım sektörü ve karbon emisyonları (CO₂) arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışma, Türkiye için 1990-2019 dönemine ait verilerle yapılmış olup, tahmin modeli olarak ARDL sınır değer testi kullanılmış ve değişkenlerin yönü Granger (1969) nedensellik testiyle belirlenmiştir. Bulgular, değişkenlerin uzun vadede eşbütünleşik olduğunu ortaya koymakta ve yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonlarını azalttığını, tarım sektörünün ise karbon emisyonlarını artırdığını göstermektedir. Ayrıca, tarım

sektörü ile ekonomik büyüme ve karbon emisyonları arasında tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi, tarım sektörü ve karbon emisyonları arasındaki etkileşimi vurgulamaktadır.

Alev ve Ersezer (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, MINT ülkeleri (Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye) arasında gelir eşitsizliği (Gini Katsayısı), yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki 2002-2020 dönemi için incelenmiştir. Çalışmada, Panel VAR ve Panel Granger nedensellik testi gibi yöntemler kullanılmıştır. Panel VAR analizinden elde edilen bulgular, gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu, ekonomik büyümenin ise pozitif ancak istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Etki-tepki analizi sonuçları, gelir eşitsizliğindeki artışa yönelik şokların yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme üzerinde genellikle artırıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Varyans ayrıştırma analizi ise, gelir eşitsizliğinin incelenen dönem boyunca hem yenilenebilir enerji tüketimi hem de ekonomik büyüme üzerinde önemli şoklara neden olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, Panel Granger nedensellik analizi bulguları, yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir.

Enerji ile ilgili niteliksel ve niceliksel çalışmalar, 1970’lerden sonra hız kazanmış ve literatürün zenginleşmesine önemli katkılar sağlamıştır. Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar, günümüzde büyük bir öneme sahiptir. Mevcut çalışmanın bulguları, önceki araştırmaların sonuçlarıyla genellikle benzerlik göstermektedir. Ancak, bu çalışmalarda gözlemlenen farklılıklar da bulunmaktadır. Bu farklılıklar, kullanılan yöntemler, incelenen bölgeler, ülkelerin yapısal farklılıkları, beşerî sermaye kalitesi, teknolojik farklılıklar gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanabilir.

3. EKONOMETRİK ANALİZ

3.1. Çalışmanın Yöntemi

Pesaran ve Shin (1995) ile Pesaran vd. (1996) tarafından literatüre kazandırılan ve daha güçlü tahminler yapabilen Otoregresif Dağıtılmış Gecikme (ARDL) sınır testi, değişkenler arasındaki uzun dönem ve kısa dönem ilişkileri ortaya koymaktadır (Nkoro vd., 2016: 77). Zaman serilerinin uzun dönemli analizlerinde bilgi kaybını önlemek ve serilerin bozulmadan modellenmesini sağlamak amacıyla eşbütünleşme teknikleri kullanılmaktadır. Bu bağlamda, literatürde Engle & Granger (1987) ve Johansen (1988, 1995) gibi geleneksel eşbütünleşme yöntemleri öne çıkmaktadır. Ancak bu yöntemler, yalnızca değişkenlerin birinci farklarının durağan olduğu durumlarda geçerli olup, değişkenler farklı düzeylerde birim kök içeriyorsa bu yaklaşımlar uygulanamamaktadır. Pesaran vd. (1996) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi, bu sınırlamaları ortadan kaldırarak daha esnek bir analiz imkânı sunmaktadır (Polat ve Gemici, 2017: 397). Ayrıca, geleneksel eşbütünleşme yaklaşımlarından farklı olarak, ARDL testi alternatif avantajlar sağlamaktadır (Odhambo, 2009). Bunlar:

- Değişkenler, I(1) veya I(0) düzeyinde durağanlık gösterebileceğinden, seriler arasındaki uzun dönem ilişkisini tespit etmek mümkündür.
- Bu modelin bir diğer avantajı, kısıtsız hata düzeltme modelini kullanarak klasik eşbütünleşme testlerine kıyasla daha güvenilir sonuçlar sağlamasıdır.
- Model, değişkenler arasında hem uzun dönemli hem de kısa dönemli ilişkiler hakkında bilgi sunmaktadır.
- Özellikle gözlem sayısının sınırlı olduğu durumlarda bile, model daha güvenilir ve sağlam sonuçlar üretmektedir.

ARDL analiz denklemi eşitlik 5'te gösterilmiştir.

$$LNGDP_{2t} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_{1i} LNGDP_{2t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_{2i} LNOIL_{t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_{3i} LNREN_{t-i} + \beta_4 LNGDP_{2t-1} + \beta_5 LNOIL_{t-1} + \beta_6 LNREN_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Analiz için, değişkenler arasında eşbütünleşmenin varlığı öncelikle doğrulanmalıdır. Bu amaçla, $H_0 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = 0$ (eşbütünleşme yoktur) hipotezi ile $H_1 \neq \beta_4 \neq \beta_5 \neq \beta_6 \neq \beta_7 \neq 0$ (eşbütünleşme vardır) hipotezi karşılaştırılmaktadır. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin doğrulanması, F ve Walt testleri ile sınımlanmaktadır. F istatistik değeri, üst kritik değerden ($F\text{-stat} > I(1)\text{kritik}$) büyükse, H_0 hipotezi reddedilerek eşbütünleşmenin varlığı kabul edilir. Öte yandan, F istatistik değeri alt kritik değerden ($F\text{-stat} < I(0)\text{kritik}$) düşükse, H_1 hipotezi reddedilerek değişkenler arasında eşbütünleşme olmadığı sonucuna ulaşılır. Fakat, F istatistik değeri alt ve üst sınır arasında ($I(0)\text{kritik} < F\text{-stat} < I(1)\text{kritik}$) yer alıyorsa, bu durum belirsizlik olduğunu ifade etmektedir (Pesaran vd., 2001).

3.1.1. Çalışmanın Veri Seti ve Modeli

Bu tez çalışmasında kullanılan yenilenebilir enerji tüketimi (REN), yenilenemeyen enerji tüketimi (OIL) ve ekonomik büyüme (GDP) gibi değişkenlerin hangi veri tabanlarından elde edildiği açıklanmaktadır. Türkiye, enerji tedarikinde dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Bu bağlamda, Türkiye'ye odaklanan bu çalışmada, 1990-2021 dönemi arasındaki veri seti incelenmiştir. Modelde, yenilenebilir enerji tüketimi (REN), yenilenemeyen enerji tüketimi (OIL) ve ekonomik büyüme (GDP) değişkenleri kullanılmıştır. Değişkenlerin doğal logaritmaları alınarak modele dahil edilmiştir. Bu şekilde, modelde logaritması alınan değişkenler LNREN, LNOIL ve LNGDP olarak gösterilmiştir. Değişkenlerle ilgili detaylı bilgi, Tablo 3.1'de sunulmaktadır.

Tablo 3.1. Değişkenlerin Tanıtılması

Değişkenler	Kısaltmalar	Bağımlı/Bağımsız Değişken	Kaynak
Ekonomik büyüme	GDP	Bağımlı Değişken	Dünya Bankası
Yenilenebilir enerji tüketimi	REN	Bağımsız Değişken	Dünya Bankası
Yenilenemeyen enerji tüketimi	OIL	Bağımsız Değişken	Uluslararası Enerji Şirketi (IEA)

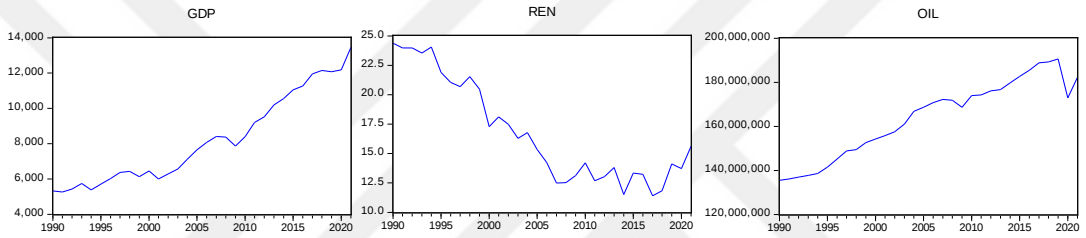
Not: Tablo yazar tarafından oluşturulmuştur.

Modele dahil edilen değişkenler üzerine yapılan ekonometrik analiz, bir tahmin denklemi çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. Bu tezde, yenilenebilir enerji tüketimi

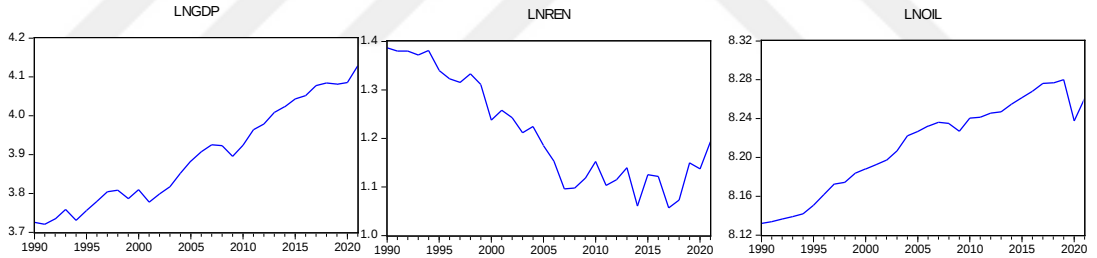
ile yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri, ekonometrik yöntemlerin aşamaları kullanılarak incelenecektir. Model, 2 denklemi şeklinde olup, Kapçak (2023a), Jebli ve Youssef (2017), Qiao vd. (2019), Kapçak & İşleyen (2024) ve Kapçak (2023b) gibi yazarların daha önceki çalışmalarına referansla hazırlanmıştır.

$$LNGDP = \beta_0 + \beta_1 LNREN + \beta_2 LNOIL + u_t \quad (6)$$

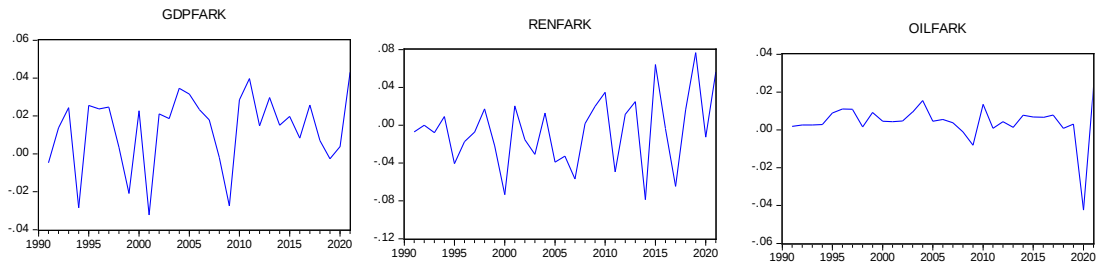
Eşitlik 6 modelinde yer alan β_0 sabit terimi, β_1 ve β_2 ise değişkenlerin katsayılarını temsil etmektedir. u_t hata terimi olarak belirlenmiştir. Ayrıca, değişkenlerin zaman içindeki seyri, ham değerler, logaritmik değerler ve birinci farkları sırasıyla Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Değişkenlerin (Ham) Zaman İçindeki Seyri



Şekil 3.2. Değişkenlerin Logaritmik Değerlerin Zaman İçindeki Seyri



Şekil 3.3. Değişkenlerin Zaman İçindeki Seyri (Birinci Farkı)

Serilerin zaman içindeki seyri incelendiğinde, değişkenlerin logaritmalarının alınmasıyla zaman içindeki eğilimlerinin değişmediği gözlemlenmiştir. Bu durum, ekonometrik modellerin tahmini için herhangi bir olumsuz etki yaratmamaktadır.

Genel olarak, serilerin pozitif bir trend izlediği anlaşılmaktadır. Ancak, serilerin dalgalanmalardan arınmış olup olmadığı ve durağanlık durumu hakkında kesin bir bilgi vermemektedir. Bu nedenle, serilerin durağanlık durumları analitik testler aracılığıyla belirlenebilmektedir. Bu bağlamda, durağanlık analizleri ADF birim kök testi ile yapılmaktadır. Modelin ekonometrik analizi gerçekleştirilmeden önce, serilere ait tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon katsayıları sırasıyla Tablo 3.2 ve Tablo 3.3'te sunulmuştur.

Türkiye özelinde, değişkenlerin ortalama değerlerinin maksimum ve minimum değerlerden belirgin bir şekilde uzak olmadığı gözlemlenmiştir. Serilerin denge noktasından sapmalarını ifade eden standart sapma, LNGDP, LNREN ve LNOIL değişkenleri için sırasıyla 0.128791, 0.109274 ve 0.047239 olarak belirlenmiştir. Değişkenlerle ilgili bir diğer tanımlayıcı istatistik, çarpıklık katsayısıdır. Çarpıklık katsayısı, değişkenlerin dağılımlarının pozitif ya da negatif işaretleriyle ilgili bilgi verir. LNGDP ve LNREN katsayıları pozitif olduğundan sağa doğru, LNOIL ise negatif işaretiyle sola doğru çarpıktır. Son olarak, basıklık katsayısı, değer 3'ten büyük, küçük ya da eşit olmasına göre değerlendirilir. Değişkenlerin basıklık katsayıları 3'ten küçük olduğu için, serilerin normal dağılıma kıyasla daha basık olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.2. Tanımlayıcı İstatistikler (1990-2021)

	LNGDP	LNREN	LNOIL
Ortalama	3.895229	1.211827	8.211924
Medyan	3.889573	1.189614	8.226897
Maksimum	4.128720	1.386856	8.280016
Minimum	3.720732	1.056905	8.132078
Std. Sapma	0.128791	0.109274	0.047239
Çarpıklık	0.285621	0.317386	-0.347696
Basıklık	1.714928	1.683935	1.840733
Normallik d.	2.636969	2.846619	2.436627
Gözlem	32	32	32

Tablo 3.3'te serilerin korelasyon katsayıları sunulmaktadır. Değişkenlerin anlamlı bir şekilde yorumlanabilmesi için katsayıların -1 ile 1 arasında bir değere sahip olması gerekmektedir; bu, sağlıklı ve geçerli yorumların yapılmasına olanak tanır.

LNGDP ile LNREN ve LNOIL arasında pozitif bir korelasyon gözlemlenmişken, LNREN ve LNOIL arasında negatif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.3. Türkiye İçin Korelasyon Matrisi

	LNGDP	LNREN	LNOIL
LNGDP	1.000	0.852	0.935
LNREN	0.852	1.000	-0.943
LNOIL	0.935	-0.943	1.000

3.2.Ekonometrik Testler ve Bulgular

3.2.1.ADF Birim Kök Testi

Serilerin tanımlayıcı istatistiklerinin (ortalama, medyan, minimum ve maksimum değerler, çarpıklık, basıklık, standart sapma, Jacque-Bera normallik testi ve ikili korelasyon) sunulmasının ardından, ARDL analizinin ilk aşaması birim kök testleridir. Bu testler, her bir değişkenin bütünleşme derecesi hakkında bilgi sağlamaktadır. ARDL modellerinin sınır testi varsayımının geçerli olabilmesi için, her değişkenin I(0) veya I(1) seviyesinde olması gerekmektedir; ancak, hiçbir koşul altında I(2) durumu söz konusu olmamalıdır. De Vita vd. (2006), bağımlı değişkenin I(1) olması gerektiğini belirtmişken, bu durum mevcut literatürde yaygın olarak savunulmamaktadır. Literatürde sıklıkla kullanılan birim kök testleri arasında artırılmış Dickey-Fuller (ADF), Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS), Phillips-Perron (PP), Ng-Perron testi ve yatay kesit artırılmış IPS-CIPS (Pesaran, 2007), LS (Lee ve Strazicich, 2003) gibi birçok farklı test bulunmaktadır (Menegaki, 2019: 16). Her bir test, farklı veri özelliklerine göre tanımlanmakta olup, değişkenlerin I(2) seviyesinde durağan olup olmadığını test etmek amacıyla bu birim kök testleri uygulanmıştır.

ADF birim kök testi Y_t serisinin durağan olup olmadığını üç farklı model içermektedir.

Sabit terimsiz ve trendsiz model

$$\Delta Y_t = \alpha_1 t + \gamma Y_{t-1} + \beta \sum_{i=1}^n \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Sabit terimli model

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 t + \gamma Y_{t-1} + \beta \sum_{i=1}^n \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Sabit ve trendli model

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 t + \gamma Y_{t-1} + \alpha_2 Trend + \beta \sum_{i=1}^n \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (9)$$

Artırılmış Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi, en küçük kareler yöntemi ile tahmin yapmayı gerektirmektedir. Serilerin durağanlığına ilişkin olarak, α_1 katsayısının istatistiksel olarak anlamlı ve negatif olması gerektiği kabul edilmektedir.

3.2.2. PP Birim Kök Testi

Phillips ve Perron tarafından 1988 yılında literatüre kazandırılan bu birim kök testi, ADF (Augmented Dickey-Fuller) birim kök testine kıyasla daha güçlü sonuçlar verebilmektedir. Özellikle, parametrik olmayan düzeltmeler içermesi, bu testin önemli bir avantajını oluşturur. PP (Phillips-Perron) birim kök testi, ADF (Artırılmış Dickey-Fuller) birim kök testinde yer alan hipotezleri içerir ve asimptotik bir dağılıma sahiptir. Bu özellik, PP testinin ADF testine benzer şekilde çalışmasını sağlar. Ayrıca, genişletilmiş bir regresyon denklemi kullanılmakta olup, bu denklem ilgili eşitlik 10'da gösterilmektedir.

$$\Delta X_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_{t-1} + \alpha_3 t + \beta \sum_{i=1}^n \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (10)$$

Kurulan hipotezler, değişkenlerde birim kök olup olmadığını test etmektedir. Modele dahil edilen değişkenlerin birim kök test sonuçları Tablo 3.4'te sunulmaktadır.

Tablo 3.4. ADF ve PP Birim Kök Test Sonuçları

	Değişkenler	ADF Test Değeri	Kritik Değer		
			%1	%5	%10
Sabit	LNGDP	0.554890	-3.661661	-2.960411	-2.619160
	Δ LNGDP	-5.465859***	-4.296729	-3.568379	-3.218382
	LNREN	-1.661288	-3.661661	-2.960411	-2.619160
	Δ LNREN	-6.342458***	-3.670170	-2.963972	-2.621007
	LNOIL	-1.740071	-3.670170	-2.963972	-2.621007
	Δ LNOIL	-6.569306***	-3.670170	-2.963972	-2.621007
Sabit -Trendli	LNGDP	-2.467348	-4.284580	-3.562882	-3.215267
	Δ LNGDP	-5.465859***	-4.296729	-3.568379	-3.218382
	LNREN	-1.048447	-4.284580	-3.562882	-3.215267
	Δ LNREN	-5.523904***	-4.309824	-3.574244	-3.221728
	LNOIL	-1.787572	-4.284580	-3.562882	-3.215267
	Δ LNOIL	-6.961984***	-4.296729	-3.568379	-3.218382

	Değişkenler	PP Test Değeri	Kritik Değer		
			%1	%5	%10
Sabit	LNGDP	1.795291	-3.661661	-2.960411	-2.619160
	ΔLNGDP	-5.975564***	-3.670170	-2.963972	-2.621007
	LNREN	-1.658272	-3.661661	-2.960411	-2.619160
	ΔLNREN	-6.433944***	-3.670170	-2.963972	-2.621007
	LNOIL	-1.643290	-3.661661	-2.960411	-2.619160
	ΔLNOIL	-6.560418***	-3.670170	-2.963972	-2.621007
Sabit -Trendli	LNGDP	-2.373423	-4.284580	-3.562882	-3.215267
	ΔLNGDP	-7.204369***	-4.296729	-3.568379	-3.218382
	LNREN	-0.696573	-4.284580	-3.562882	-3.215267
	ΔLNREN	-6.703954***	-4.296729	-3.568379	-3.218382
	LNOIL	-1.694409	-4.284580	-3.562882	-3.215267
	ΔLNOIL	-6.998837***	-4.296729	-3.568379	-3.218382

Not: ***, simgeleri %1 düzeyinde durağan oldukları göstermektedir.

Tablo 3.4'te hesaplanan ADF ve PP birim kök test sonuçları, sabit ve sabitli-trendli model için %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde raporlanmıştır. Başlangıçta, değişkenlerin düzey değerleri incelendiğinde birim kök içerdiği gözlemlenmiştir, bu nedenle H0 hipotezi reddedilmemektedir. Ancak, değişkenlerin birinci farkları alındığında durağan hale geldikleri ve H0 hipotezinin reddedildiği tespit edilmiştir. Böylece sonraki ekonometrik aşamalar için seriler hazır hale gelmiştir.

Sınır testinde kullanılacak maksimum gecikme uzunlukları, VAR (Vector Autoregression) modeli aracılığıyla belirlenmektedir. Akaike bilgi kriteri (AIC) doğrultusunda, modelin uygun gecikme uzunluğu Tablo 3.5'te gösterildiği üzere 1 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3.5. VAR Modeli Gecikme Uzunluğu

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	151.4111	NA	5.00e-09	-10.60079	-10.45806	-10.55716
1	226.7899	129.2208*	4.39e-11*	-15.34214*	-14.77119*	-15.16759*
2	228.7714	2.972255	7.44e-11	-14.84081	-13.84166	-14.53536
3	238.3977	12.37667	7.60e-11	-14.88555	-13.45819	-14.44919
4	245.3903	7.492112	1.00e-10	-14.74217	-12.88660	-14.17490

LR: Ardışık geliştirilmiş test istatistiği, AIC: Akaike bilgi kriteri, SC: Schwarz bilgi kriteri, HN:Hannan-Quinn bilgi kriteri

VAR modeli kullanılarak değişkenlerin gecikme uzunlukları belirlendikten sonra, ARDL sınır testine geçilmektedir. İlk olarak, modelin gecikme uzunluğu belirlenmektedir ve bu gecikme uzunluğu Akaike Bilgi Kriteri (AIC) doğrultusunda tespit edilmiştir. ARDL modelinin gecikme uzunlukları, Tablo 3.6’da sunulmaktadır.

Tablo 3.6. ARDL Modelini (1,3,0) Sonuçları

Bağımlı Değişken: Ekonomik Büyüme (LNGDP)				
Değişkenler	Katsayı	St. hata	t-istatistiği	Olasılık
LNGDP(-1)	0.761681	0.084555	9.008122	0.0000
LNREN	0.006693	0.103016	0.064969	0.9488
LNREN(-1)	0.289477	0.124030	2.333936	0.0301
LNREN(-2)	0.085200	0.109018	0.781522	0.4436
LNREN(-3)	-0.106765	0.123101	-0.867299	0.3961
LNOIL	0.870942	0.339662	2.564139	0.0185
C	-6.290824	2.788758	-2.255780	0.0354
Test İstatistikleri				
R^2	0.985917	Düzeltilmiş R^2		0.980988

ARDL modelinin (1,3,0) gecikme yapısı belirlendikten sonra, değişkenlerin uzun dönemde eşbütünleşik olup olmadığını tespit etmek için en önemli test F testidir. F istatistik değeri, %1, %5 ve %10 kritik seviyelerde, alt sınır I(0) ve üst sınır I(1) değerleriyle karşılaştırılarak hesaplanmaktadır. F testi istatistik değerleri, Tablo 3.7’de sunulmuştur.

Tablo 3.7. F Sınır Test İstatistik Değerleri

	Değer	k
F- İstatistik	5,014309	2
Sınır Testi Değerleri	Alt Sınır I(0)	Üst Sınır I(1)
Kritik değerler		
%10	2,63	3,35
%5	3,01	3,81
%1	4,14	4,85

Tablo 3.7’de görüldüğü üzere, F test istatistiği 5,014309 olarak tespit edilmiştir. Bu değer, %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde, üst sınır I(1) değerleri olan 4,85, 3,81 ve 3,35’ten büyük olduğundan, yenilenebilir enerji tüketimi,

yenilenemeyen enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenlerinin uzun dönemde eşbütünleşik olduğu, yani birlikte hareket ettiği sonucuna varılmıştır.

Tablo 3.8’de ise değişkenlerin kısa ve uzun dönem değerleri sunulmaktadır. Değişkenlere ait katsayılar, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde nasıl bir etki yarattığını anlamak amacıyla belirlenmiştir. Kısa dönem sonuçları incelendiğinde, yenilenebilir enerji tüketiminin 1. ve 2. gecikmede ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği gözlemlenmektedir. 1. ve 2. gecikmelerde yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik artış sırasıyla ekonomik büyümeyi %0,232056 ve %0,304426 oranında artırmaktadır. Ayrıca, yenilenemeyen enerji tüketimi olarak petrol de modele dahil edilmiştir. Petrol tüketiminde gerçekleşen %1’lik bir artış, ekonomik büyümeyi %0,954432 oranında artırmaktadır.

Tablo 3.8. ARDL (1,3,0) Sınır Testi Sonuçları (Bağımlı Değişken: Ekonomik Büyüme (LNGDP))

Kısa Dönem Sonuçları				
Değişken	Katsayı	St.hata	t. ist	Olasılık
D(LNREN)	0.003100	0.086498	0.035833	0.9718
D(LNREN(-1))	0.232056	0.095821	2.421773	0.0251
D(LNREN(-2))	0.304426	0.096186	3.164966	0.0049
D(LNOIL)	0.955432	0.289558	3.299618	0.0036
ECT(-1)	-0.228099	0.050084	-4.554349	0.0002
Uzun Dönem Katsayılar				
Değişken	Katsayı	St.hata	t. ist	Olasılık
LNREN	0.280938	0.551586	0.509327	0.0161
LNOIL	3.654517	1.448545	2.522889	0.0202
C	-26.396622	12.539138	-2.105138	0.0481

Tablo 3.8’de yer alan uzun dönem katsayıları değerlendirildiğinde, yenilenebilir enerji tüketimi ve petrol tüketiminin, bağımlı değişken olan ekonomik büyümeyi %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde açıkladığı tespit edilmiştir. LNREN değeri 0,280938, LNOIL ise 3,654517 olarak hesaplanmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi ve petrol tüketimindeki %1’lik artış, sırasıyla ekonomik büyümeyi 0,280938 ve 3,654517 oranlarında artırmaktadır. Kısa ve uzun dönem karşılaştırıldığında, Türkiye’nin enerji tüketimine bağımlı bir ülke olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum, Türkiye’nin enerji ihtiyacının büyük bir kısmını ithalat yoluyla karşılamasına neden olmaktadır. Hem kısa dönemde hem de uzun dönemde enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemesi, Türkiye’nin tüm

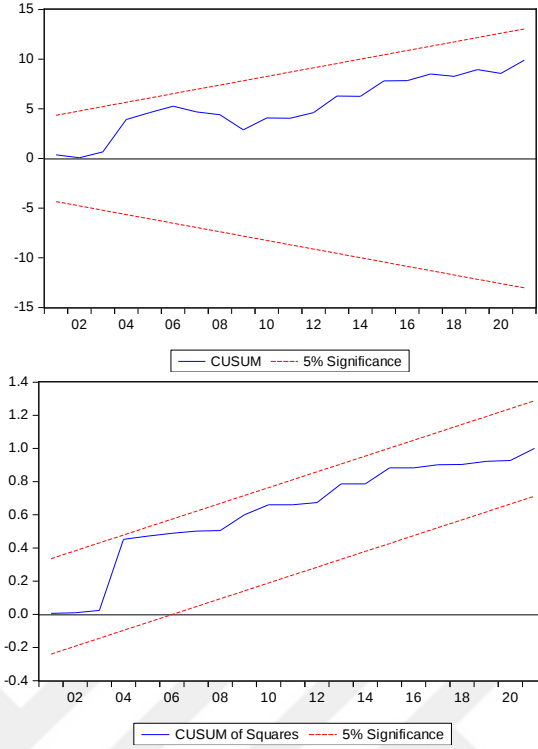
sektörlerde enerjiye bağımlı olmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu nedenle, sürdürülebilir büyüme ve kalkınma için enerji, birincil girdi olarak kabul edilebilir.

ARDL modelinin tahmininde kullanılan yöntemin güvenilir sonuçlar verebilmesi için, yönteme bağlı tanısal varsayımların hesaplanması gerekmektedir. Bu tanısal testler, ARDL modelinin uyum iyiliği açısından önemli bir yer tutmaktadır. Tablo 9’da, bu tanısal testlerin sonuçları sunulmaktadır. Bu testler, ters hipotez içermekte olup, test değerlerinin olasılık değerlerinden büyük olması gerektiği vurgulanmaktadır.

Tablo 3.9. Tanısal Testler Sonuçları

Testin Adı	Test değerleri	Olasılık Değeri	Testin Amacı
Breusch-Godfrey LM Testi	1.109749	0.8996	Otokorelasyonun varlığını tespit etmek için test edilir. Sonuç: Otokorelasyon sorunu bulunmamaktadır.
Heteroskedasticity Testi	1.465193	0.2356	Değişen varyans sorununu bulmak için test edilir. Sonuç: Değişen varyans sorunu bulunmamaktadır.
Jarque-Berra (normallik) Testi	3.218365	0,2000	Hata terimlerin normal dağılıp dağılmadığını tespit etmek için uygulanan bir testtir. Sonuç: Normallik sorunu bulunmamaktadır.
Ramsey Reset Testi	1.029976	0,3089	Spesifikasyon hatasını tespit etmek için ve modelin doğru kurulup güvenilirliğini ölçen bir testtir. Sonuç: Model güvenilir kurulmuştur.

Bu tez çalışmasının son aşamasında, ARDL modelinin kararlılık ve güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla Brown vd. (1975) tarafından literatüre kazandırılan CUSUM ve CUSUMQ testlerine başvurulmuştur. Modelde katsayılarda meydana gelebilecek herhangi bir kırılma, modelin güvenilirliğini olumsuz yönde etkileyecektir. Test sonuçları, modelin %5 anlamlılık düzeyinde kararlı olduğunu ortaya koymaktadır. Çizilen grafiklerde, mavi çizginin kırmızı çizgiler arasında yer alması, modelin kararlı olduğunu göstermektedir. Şekil 3.4’te CUSUM ve CUSUMQ testlerine ait grafikler sunulmaktadır.



Şekil 3.4. CUSUM ve CUSUMQ Grafikleri

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla uygulanan CUSUM ve CUSUMQ testlerinden elde edilen sonuçlar, %5 anlamlılık düzeyinde, uzun dönemde değişkenlerin birlikte hareket ettiğini ve kritik sınırlar arasında yer aldığını göstermektedir.

3.2.3. Granger Nedensellik Analizi

Değişkenler arasındaki korelasyon analizi sebep sonuç ilişkisi hakkında bilgi vermemektedir. X ve Y serilerin yani iki farklı serinin birbirlerini nasıl etkilediği ve aynı zamanda değişkenlerin yönünü tespit etmek için Granger (1969) tarafından ekonomi literatürüne kazandırılan Granger nedensellik testi ile sınanmaktadır. Nedensellik analizi yapılırken dikkatli kullanılması gerekmektedir. Çünkü Granger nedensellik testi gecikme uzunluklarına çok hassasiyet göstermektedir. Değişkenlerin yönünü ve aralarındaki ilişkiyi tespit eden birçok nedensellik yaklaşımları bulunmaktadır. Değişkenlerin uzun dönemde eşbütünleşik olması aralarında nedensellik ilişkisinin olması anlamını taşımamaktadır. Ancak bu tez çalışmasında yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi (petrol) ve ekonomik

büyüme arasındaki yönü tespit etmek için Granger (1969) nedensellik yaklaşımı başvurulmuştur. Granger (1969) nedensellik için tahmin edilen denklem model 11 ve model 12’de belirtilmiştir.

$$Y_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i Y_{t-i} \sum_{i=1}^n \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (11)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^n \delta_i X_{t-i} \sum_{i=1}^n \theta_i Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (12)$$

Model 11 ve Model 12’de n gecikme uzunluğunu, α_i ve β_i , δ_i ve θ_i değişken tahmin katsayılarını, ε_{1t} ve ε_{2t} ise hata terimleri yer almaktadır. Granger nedenselliğin X serisinden Y serisine doğru gidip gitmediğini test edebilmek için boş hipotez (H_0) sınanmalıdır (Chiou-Wei vd.,2008).

Tablo 3.10. Granger Nedensellik Testi Sonuçları

H ₀ Hipotezi	F Testi	Olasılık	Sonuç	Değerlendirme
LNREN ≠ LNGDP	4.0335	0.0456	LNREN → LNGDP	Tek yönlü nedensellik vardır.
LNGDP ≠ LNREN	0.0054	0.9439		
LNOIL ≠ LNGDP	3.4456	0.096	LNOIL → LNGDP	Tek taraflı nedensellik vardır.
LNGDP ≠ LNOIL	0.1120	0.7403		
LNOIL ≠ LNREN	6.81876	0.0143	LNREN → LNOIL	Çift taraflı nedensellik vardır.
LNREN ≠ LNOIL	4.97504	0.0339		

Tablo 3.10 incelendiğinde, değişkenlerin yönü hakkında bilgi, istatistiksel değerlerle yorumlanabilmektedir. Genel olarak, bağımsız değişkenin bağımlı değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisi gözlemlenmektedir. F ve olasılık değerleri %5 kritik değeriyle değerlendirilmiştir. Bulgulara göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile petrol tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu sonuç, yenilenebilir enerji tüketimindeki ve petrol tüketimindeki herhangi bir değişikliğin ekonomik büyüme üzerinde etkiler yaratabileceğini göstermektedir. Diğer bir bulguya göre ise, yenilenebilir enerji tüketimi ile petrol tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunduğu görülmüştür. Yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen bir değişim, petrol tüketimi üzerinde bir değişikliğe yol açarken; petrol tüketimindeki bir değişim de yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde etkiler yaratmaktadır.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Enerji, geçmişten günümüze kadar hem bireyler hem de toplumlar açısından önemli bir ekonomik kaynak olarak etkisini sürdürmüştür ve üretimden tüketime kadar etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Enerji kullanımı, ilk çağlardan itibaren varlık göstermiştir; ancak enerjiye olan farkındalık ve önemi, sanayi devrimiyle birlikte artmıştır. Sanayi devrimiyle başlayan bu süreç, 1973 ve 1979 yıllarındaki petrol krizleriyle birlikte, enerjinin ekonomik ve siyasi bir faktör olarak araştırılmasına yol açmıştır. Ülkeler ve politika yapıcılar, enerjinin etkinliğini fark ederek, sürdürülebilir büyüme için enerji politikaları geliştirmiştir. Petrol krizleri, üretim ve büyüme performansında daralmalar yaratmış ve özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan, dışa bağımlı ülkeler için olumsuz etkiler doğurmuştur. Bu durum, ülke ekonomilerinde durgunluğa yol açmıştır. Bu dönemin ardından, enerji sürdürülebilirliğini sağlamak ve mevcut enerji kaynaklarını korumak amacıyla, fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme eğilimi artmıştır. Ayrıca, enerji verimliliğini artırıcı, kalıcı ve etkili politikalar geliştirilmiştir.

Enerji, ekonomik büyümenin itici gücü olarak kabul edilmesine rağmen, geleneksel ekonomi teorilerinde (özellikle Solow modellerinde) yer almamaktadır. Bu modellerde enerji yerine, üretim fonksiyonunda toprak ve doğal kaynaklar kullanılmış, büyümenin temel unsurları olan emek ve fiziksel sermaye üzerinde durulmuştur. Geleneksel büyüme modelleri, enerjiyi üretim sürecinde ara unsur olarak değerlendirmiştir. Ancak daha sonraları içsel büyüme modeli iktisatçıları, içsel olarak kullanılan teknolojik gelişmelerin uygulanabilmesi için enerji faktörünü ara mal olarak ele almışlardır.

Türkiye örneğinde enerji tüketimi, özellikle sanayi ve ulaşım sektörlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye'nin enerjiye olan bağımlılığı ve enerji tüketimi her geçen yıl artış göstermektedir. Bu tez çalışmasında, Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi ile yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, ARDL yaklaşımıyla incelenmiştir. İlk olarak, değişkenler ADF ve PP birim kök testlerine tabi tutulmuş ve modelin kabulü doğrultusunda, değişkenlerin birinci farkında durağan oldukları, yani birim kök içermedikleri bulunmuştur. ARDL eşbütünleşme testi ile hem uzun dönem ilişkileri hem de kısa ve uzun dönemdeki ilişkiler ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgular, değişkenlerin uzun dönemde

eşbütünleşik olduklarını göstermektedir. Kısa dönemde, yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen %1’lik bir artış, ekonomik büyümeyi %0.304426 oranında artırırken, yenilenemeyen enerji tüketimindeki %1’lik artış, ekonomik büyümeyi %0.954432 oranında artırmaktadır. Uzun dönemde ise, yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketiminde meydana gelen %1’lik artış, ekonomik büyümeyi sırasıyla %0.280938 ve %3.654517 oranında artırmaktadır. Son olarak, değişkenlerin yönünü belirlemek amacıyla Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile yenilenemeyen enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular incelendiğinde, Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi ve fosil yakıtlar, hem kısa vadeli hem de uzun vadeli ekonomik büyüme performansını etkilemektedir. Bu bağlamda, Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yatırım yapması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Fosil yakıtların etkinliğinin azaltılması, ülke ekonomisine olumlu katkılar sağlayabilir, zira Türkiye, fosil enerji kaynaklarına büyük ölçüde dışa bağımlıdır. Bu bağımlılığın azaltılması ve enerjinin sürekliliğinin sağlanması, sürdürülebilir bir ekonomik büyüme için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, fosil yakıtların çevreye ve insan sağlığına verdiği olumsuz etkiler dikkate alındığında, çevre dostu ve temiz enerji kaynaklarına yönelik etkin ve kalıcı enerji politikalarının geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

- Abbasi, K. R., Hussain, K., Radulescu, M., & Ozturk, I. (2022). Asymmetric Impact of Renewable and Non-Renewable Energy on the Industrial Sector in Pakistan: Fresh Evidence from Bayesian and Non-Linear ARDL. *Renewable Energy*, 187, 944-957.
- Adebayo, T. S., Agyekum, E. B., Kamel, S., Zawbaa, H. M., & Altuntaş, M. (2022). Drivers of Environmental Degradation in Turkey: Designing an SDG framework Through Advanced Quantile Approaches. *Energy Reports*, 8, 2008-2021.
- Adom, P. K. (2011) Electricity Consumption-Economic Growth Nexus: The Ghanaian Case. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 1, 18-31.
- Ahiakpor, J. C. W. (2001). On the Mythology of the Keynesian Multiplier. *American Journal of Economics and Sociology*, 60 (4), 745–773.
- Akova, İ. (2018). *Enerji ve Alternatif Enerji Kaynakları*. 2021 tarihinde AUZEF: http://auzefkitap.istanbul.edu.tr/kitap/cografya_lisans_ao/enerji_ve_alternatif_enerji_kaynaklari.pdf
- Alev, N., & Ersezer, Ö. (2024). Gelir Eşitsizliği, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Var Yaklaşımından Kanıtlar. *Mecmua*, (17), 92-107.
- Apaydın, Ş., Güngör, A., & Taşdoğan, C. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Asimetrik Etkileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6 (1), 117-134.
- Arestis, P. (1990). Post-Keynesianism: A New Approach to Economics. *Review of Social Economy*, 48 (3), 222-246.
- Arslan, S., Darıcı, M., & Karahan, Ç. (2001). Türkiye’nin Jeotermal Enerji Potansiyeli. *Jeotermal Enerji Semineri*, 21-27.
- Asheghian, P. (2011). Economic Growth Determinants and Foreign Direct Investment Causality in Canada. *International Journal of Business and Social Science*, 2 (11), 1–10.
- Awokuse, T. O. (2007). Causality Between Exports, Imports and Economic Growth: Evidence from Transition Economies. *Economics Letters*, 94 (3), 389-395.
- Aydın, F. F. (2010). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35, 317-340.
- Aydın, L. (2014). *Enerji Ekonomisi ve Politikaları*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Ayres, R. U. (1996). Limits to The Growth Paradigm. *Ecological Economics*, 19 (2), 117-134.
- Bagchi, A. K. (1982). *The Political Economy of Underdevelopment*. UK: Cambridge University Press.

- Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (2004). *Economic Growth*. UK: Cambridge University Press.
- Baz, K., Xu, D., Ampofo, G. M. K., Ali, I., Khan, I., Cheng, J., & Ali, H. (2019). Energy Consumption and Economic Growth Nexus: New Evidence From Pakistan Using Asymmetric Analysis. *Energy*, 189, 116254.
- Beşer, N. Ö., Uğurlu, S., & Beşer, M. (2024). Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımlar ile Yenilenebilir Enerji Tüketimi İlişkisi. *İstihdam, Yatırım ve Büyüme*, 107.
- Bhattacharai, K. R. (2005). *Keynesian Models for Analysis of Macroeconomic Policy*, UK: University of Hull Press.
- Bilginoğlu, M. A. (1991). Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Sorunu ve Alternatif Enerji Politikaları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9, 122-147.
- Brown, R. L., Durbin, J., & Evans, J. M. (1975). Techniques for Testing the Constancy of Regression Relationships over Time. *Journal of the Royal Statistical Society*, 37 (2), 149-192.
- Chang, C. L., & Fang, M. (2022). Renewable Energy-Led Growth Hypothesis: New Insights from BRICS and N-11 economies. *Renewable Energy*, 188, 788-800.
- Chiou-Wei, S. Z., Chen, C. F., & Zhu, Z. (2008). Economic Growth and Energy Consumption Revisited-Evidence from Linear and Nonlinear Granger Causality, *Energy Economics*, 30 (6), 3063-3076.
- Chirwa, T. G., & Odhiambo, N. M. (2018). Exogenous and Endogenous Growth Models: A Critical Review, *Comparative Economic Research*, 21(4), 63-84.
- Chou, Y. K., & Chin, M. S. (2004). Financial Innovations and Technological Innovations as Twin Engines of Economic Growth. *University of Melbourne*.
- Cogan, J. F., Cwik, T., Taylor, J. B., & Wieland, V. (2010). New Keynesian Versus Old Keynesian Government Spending Multipliers. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34 (3), 281-295.
- De Vita, G., Klaus, E., & Lester C. H. (2006). An empirical Analysis Of Energy Demand in Namibia. *Energy Policy*, 34, 3447-63.
- Djellouli, N., Abdelli, L., Elheddad, M., Ahmed, R., & Mahmood, H. (2022). The Effects of Non-Renewable Energy, Renewable Energy, Economic Growth, and Foreign Direct Investment on The Sustainability of African Countries. *Renewable Energy*, 183, 676- 686.
- Doğanay, H. & Coşkun, O. (2017). *Enerji Kaynakları*. 3. Baskı, Ankara: Pegem Akademi.
- Dumitrescu, E. I. & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger Non-causality in Heterogeneous Panels. *Economic Modelling*, 29 (4), 1450-1460.
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (2009). Dünya’da ve Türkiye’de Güneş Enerjisi. <https://docplayer.biz.tr/28558-Dunya-da-ve-turkiye-de-gunes-enerjisi.html>, (17.01.2024).

- Dünya Ticaret Örgütü (2010). Trade in Natural Resources Executive Summary. *Foreign Trade Review*, 45 (3), 75-104.
- Dwivedi, D. N. (2005). Macroeconomics: Theory and Policy, *Tata McGraw-Hill Education*, 16 (1), 320.
- Engel, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Cointegration and Error Correction Representation, Estimation and Testing. *Econometrica*, 55, 251-276.
- Ertürkmen, G. (2024). Ne Eğitimde Ne de İstihdamda Olan Genç Nüfus: Türkiye Üzerine Bir Araştırma. *İstihdam, İşsizlik, İşgücü Alanında Güncel Çalışmalar*, 133-146.
- Esso, L. J. (2010). Threshold Cointegration and Causality Relationship Between Energy Use and Growth in Seven African Countries. *Energy Economics*, 32 (6), 1383-1391.
- Formaini, R. L. (2001). The Engine of Capitalist Process: Entrepreneurs in Economic Theory. *Economic and Financial Policy Review*, Q(IV), 2-11.
- Friedman, M. (1972). Have Monetary Policies Failed? *The American Economic Review*, 62 (1/2), 11-18.
- Geeraerts, G. (2011). China, the EU, and the New Multipolarity. *European Review*, 19 (1), 57-67.
- Gillis, M., Perkins, D. H., Roemer, M. & Snodgrass, D. R. (1992). *Economics of Development*, 3rd ed, USA: Norton and Company, New York.
- Granger, C. W. (1969). Investigating Causal Relations By Econometric Models and Cross-Spectral Methods. *Journal of The Econometric Society*, 424-438.
- Gwartney, J. D. & Stroup, R. L. (1993). What Everyone Should Know About Economics and Prosperity, The Fraser Institute: Vancouver, BC, Canada.
- Gyimah, J., Yao, X., Tachega, M. A., Sam Hayford, I., & Opoku-Mensah, E. (2022). Renewable Energy Consumption and Economic Growth: New Evidence from Ghana. *Energy*, 248, 123559.
- Hagemann, H. (2009). Solow's 1956 Contribution in the Context of the Harrod-Domar Model. *History of Political Economy*, 41(1), 67-87.
- Harley, C. K. (2004). Trade: Discovery, Mercantilism and Technology. *The Cambridge Economic History of Britain*, 1, 1700-1860.
- Hayli, S. (2001). Rüzgâr Enerjisinin Önemi Dünya'da ve Türkiye'deki Durumu. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11 (1), 1-26.
- Husz, M. (1998). Human Capital, Endogenous Growth, and Government Policy (Vol. 2274): *European University Studies*, Peter Lang Pub Incorporated.
- İnançlı, S. & İnal, V. (2012). Türkiye'de Alternatif Enerji Üretimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Saklı Eşbütünleşme Testi ile Analizi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20 (4), 102-106.
- Jebli, M. B. & Youssefi S. B. (2017). Renewable Energy Consumption and Agriculture: Evidence For Cointegration and Granger Causality For Tunisian

- Economy. *International Journal of Development World Ecology*, 24, 149-158.
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegrating Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231-254.
- Johansen, S. (1995). *Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*. Oxford: Oxford University Press.
- Johnson, J. (1966). The Role of Spending in Physiocratic Theory. *The Quarterly Journal of Economics*, 80 (4), 616-632.
- Jones, L. E., Manuelli, R., & Stacchetti, E. (1999). Technology (and policy) Shocks in Models of Endogenous Growth. *Staff Report*, 281, Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- Kao, C. (1999). Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data. *Journal of Econometrics*, 90, 1-44.
- Kapçak, S. (2022). *Seçilmiş Yüksek-Orta Gelirli Ülkelerde Yenilenebilir Enerji ve Yenilenemeyen Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Bir Saklı Eşbütünleşme Yaklaşımı*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kapçak, S., Çetin, M., & Can, A. (2023). Türkiye Ekonomisinde Tarımsal Enerji Tüketimi-Ekonomik Büyüme İlişkisi: Bir Saklı Eşbütünleşme Analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (3), 605-619.
- Kapçak, S. (2023a). Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımlar ile Yenilenebilir Enerji Tüketimi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15 (3), 401-420.
- Kapçak, S. (2023b). Gelişmekte Olan Ülkelerde Yenilenebilir-Yenilenemeyen Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyümeye Etkisi: Saklı Eşbütünleşme Yaklaşımı. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32 (2), 409-423.
- Kapçak, S. & İşleyen, Ş. (2024). The Relationship Between Renewable Energy, Agriculture and Carbon Emissions: The Case of Turkey. *Border Crossing*, 14(1), 45-58.
- Kapçak, S. (2024). Döngüsel Ekonomi Bileşenlerinin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkisi: Panel Veri Analizi. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 8 (1), 124-138.
- Kar, M., & Ağır, H. (2006). Türkiye’de Beşeri Sermaye ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Eşbütünleşme Yaklaşımı ile Nedensellik Testi, 1926-1994. *Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 6 (11), 51-68.
- Kar, M., & Taban, S. (2005). *İktisadi Gelişmenin Temel Dinamikleri ve Kaynakları: İktisadi Kalkınmada Sosyal, Kültürel ve Siyasal Faktörlerin Rolü*. Bursa: Ekin Kitabevi.
- Karluk, R. (2009). *Cumhuriyetin İlanından Günümüze Türkiye Ekonomisinde Yapısal Dönüşüm*. 12. Baskı, İstanbul: Beta Yayınları.

- Karşıyakalı, B. (2008). *Türkiye’de Ekonomik Büyümenin Kaynaklarının Analizi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi), 22. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Keskin, A. (2011). Ekonomik Kalkınmada Beşeri Sermayenin Rolü ve Türkiye. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25 (3-4), 125-153.
- Keskinkılıç, S. (2019). *Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karaman: Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi /Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*, **Macmillan**: UK, Cambridge University Press.
- Kibritçioglu, A. (1998). İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 53 (01), 207-230.
- Koçaslan, G. (2010). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi Çerçevesinde Türkiye’nin Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Yeri ve Önemi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 1, 53-61.
- Konak, A. (2018). Yüksek Teknoloji İçeren Ürün İhracatının İhracat Hacmi ve Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi; Seçilmiş OECD Ülkeleri ve Türkiye Örneği. *Journal of Management Economics Literature Islamic and Political Sciences*, 3 (2), 56-80.
- Lee, D. R. (2012). The Keynesian Path to Fiscal Irresponsibility. *Cato Journal*, 32 (3), 473-492.
- Lee, J., & Strazicich, M. C. (2003). Minimum LM Unit Root Test with Two Structural Breaks. *Review of Economics and Statistics*, 85, 1082-1089.
- Li, R., Wang, X., & Wang, Q. (2022). Does Renewable Energy Reduce Ecological Footprint at The Expense of Economic Growth? An Empirical Analysis of 120 Countries. *Journal of Cleaner Production*, 346, 131207.
- Manga, M., Bal, H., Algan, N., & Kandır, E. D. (2015). Beşeri Sermaye, Fiziksel Sermaye ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: BRICS Ülkeleri ve Türkiye Örneği. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24 (1), 45-60.
- Mathews, A. P. (2014). Renewable Energy Technologies: Panacea for World Energy Security and Climate Change? *Procedia Computer Science*, 32, 731-737.
- Menegaki, A. N. (2019). The ARDL Method in the Energy-Growth Nexus Field; Best Implementation Strategies. *Economies*, 7 (4), 105.
- Modigliani, F. (1966). The life Cycle Hypothesis of Saving, The Demand For Wealth and The Supply of Capital. *Social Research*, 33, 160-217.
- Mohsin, M., Kamran, H. W., Atif Nawaz, M., Sajjad Hussain, M., & Dahri, A. S. (2021). Assessing The Impact of Transition from Nonrenewable to Renewable Energy Consumption on Economic Growth-Environmental Nexus from Developing Asian Economies. *Journal of Environmental Management*, 284, 111999.

- Mun Heng, T. (2015). Modern Economic Development Concepts. *Economic Planning and Industrial Policy in The Globalizing Economy: Concepts, Experience and Prospects*, 29-42.
- Murray, D. A., & Nan, G. D. (1992). The Energy Consumption and Employment Relationship: A Clarification. *Journal of Energy and Development*, 16, 121-231.
- Nkoro, E., & Uko, A. K. (2016). Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Cointegration Technique: Application and Interpretation. *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 5 (4), 63-91.
- Odhiambo, N. M. (2009). Energy Consumption and Economic Growth Nexus in Tanzania: An ARDL Bounds Testing Approach. *Energy Policy*, 37, 617-622.
- Onyimadu, C. O. (2015). An Overview of Endogenous Growth Models: Theory and Critique. *International Journal of Physical and Social Sciences*, 5(3), 498-514.
- Önal, H. (2009). *Ekonomik Büyümenin Belirleyicileri ve Sanayileşme Stratejileri* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi. /Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özcan, B. & Öztürk, İ. (2019). Renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus in Emerging Countries: A Bootstrap Panel Causality Test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 30-37.
- Özdamar, A. (2000). Dünya ve Türkiye’de Rüzgar Enerjisinden Yararlanılması Üzerine Bir Araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6 (2), 133-145.
- Özdemir, S. (2019). Alternatif ve Nükleer Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Fransa Örneği. *Ekonomi, Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 4 (3), 302-313.
- Öztürk, O., & Göktepe, H. (2024). Modern Havacılık Sektöründe Alternatif Enerji Kaynakları: Sürdürülebilirlik Hedeflerine Doğru Adımlar. *Journal of Aerospace Science and Management*, 2 (1), 21-42.
- Palz, W. (2015). Bioenergy: Global Potentials and Markets. *Biomass Power for the World*, 117-139.
- Pandey, B., & Karki, A. (2016). *Hydroelectric Energy: Renewable Energy and The Environment*: CRC Press.
- Pankaj, A. K. (2005). Revisiting Foreign Aid Theories. *International Studies*, 42 (2), 103-121.
- Pedroni, P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61, 653-670.
- Pedroni, P. (2004). Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to the PPP Hypothesis. *Econometric Theory*, 20 (3), 597-625.

- Pehlivan, Ö. S. (2022). *Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Finansal Gelişme ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Ekonomisi için Asimetrik Bir Analiz*. Yayınlanmamış Doktora Tezi). Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1995). *An Autoregressive Distributed Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis*. Cambridge Working Papers in Economics 9514, Faculty of Economics, University of Cambridge.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (1996). *Testing for the Existence of a Long-run Relationship (No. 9622)*. Faculty of Economics, University of Cambridge
- Pesaran, M. H., Shin, Y. & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to The Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16, 289-326.
- Pesaran, M. H. (2007). A Simple Panel Unit Root Test in the Presence Of Cross-Section Dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22, 265-312.
- Polat, M., & Gemici, E. (2017). Analysis of the Relationship Between BIST and BRICS Stock Markets in Terms of Portfolio Diversification: Cointegration Analysis with ARDL Boundary Test. *Journal of Economics Finance and Accounting*, 4 (4), 393-403.
- Qiao, H., Zheng, F., Jiang, H., & Dong, K. (2019). The Greenhouse Effect of The Agriculture-Economic Growth-Renewable Energy Nexus: Evidence From G20 Countries. *Science of Total Environment*, 671, 722–731.
- Quaschnig, V. (2016). *Understanding Renewable Energy Systems*. Earthscan London, ISBN 978-113878-196-2, 2nd edition 2016.
- Rahman, M. M., & Velayutham, E. (2020). Renewable and Non-Renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus: New Evidence From South Asia. *Renewable Energy*, 147, 399-408.
- Rands Barros, A. (2016). *Intergenerational Transmission of Human Capital and Its Role in Physical Capital Accumulation*. In A. Rands Barros (Ed.), *Roots of Brazilian Relative Economic Backwardness* (pp. 67-83): Academic Press.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98 (5), 71-102.
- Romer P. M. (1994). Increasing Returns and Long-term Growth. *The Journal of Political Economy*, 94 (5), 1002-1037.
- Rosenberg, N. (1968). Adam Smith, Consumer Tastes, and Economic Growth, *Journal of Political Economy*, 76 (3), 361-374.
- Salih, H. A., Majeed, B. N., & Hayder, L. A. (2022). The Role of Investment on Economic Growth; An Empirical Case of Iraq For the Period of 2004 to 2020. *Journal of Kurdistan for Strategic Studies*, 6.
- Sarıkaya, H. (2021). Türkiye’de Üretimden Tüketime Doğal Gaz Süreci. *MAPEG Dergi*, 2 (5), 16-30.
- Saygılı, Ş., & Cihan, C. (2006). Türkiye Ekonomisinde Beşeri Sermaye-Verimlilik Artışı İlişkisi. *İktisat İşletme ve Finans*, 21 (240), 18-35.

- Schramm, L. (2024). Some Differences, Many Similarities: Comparing Europe's Responses to The 1973 Oil Crisis and The 2022 Gas Crisis. *European Political Science Review*, 16 (1), 56-71.
- Schumpeter, J. A. (1911). *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University Press,
- Schumpeter, J. A. (1947). Theoretical Problems of Economic Growth. *The Journal of Economic History*, 7 (S1), 1-9.
- Schumpeter, J. A. (1951). *Historical Approach to The Analysis of Business Cycles*. In Conference on Business Cycles (pp. 149-162). NBER.
- Setterfield, M. (2013). Endogenous growth. *The Oxford Handbook of Post-Keynesian Economics*, 1, 231.
- Shafiei, S. (2013). *Economic Growth, Energy Consumption, and Environment: Assessing Evidence from OECD Countries*. (Doctoral Dissertation) Curtin University.
- Shahbas, M., Van-Hong, T., Mahalik, M.K. & Roubaud, D. (2017). Energy Consumption, Financial Development and Economic Growth in India: New Evidence from a Nonlinear and Asymmetric Analysis. *Energy Economics*, 63, 199-212.
- Simpson, B. P. (2010). *Keynes's Theory of Depression: A Critique*. School of Business and Management- National University, USA.
- Sloman, J. (2004). *İktisat Makro*. (Çev. Ahmet Çakmak), (1. Basım), İstanbul: Bilim Teknik Yayınevi.
- Solow, R. M. (1956). A Contribution to The Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), 65-94.
- Solow, R. M. (1974). The Economics of Resources or The Resources of Economics. *The American Economic Review*, 1-14.
- Şenel, M. C., & Koç, E. (2015). Dünyada ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Durumu- Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 56 (663), 46-56.
- Şimşek, T. & Yiğit, E. (2017). BRICS-T Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Petrol Fiyatları, CO2 emisyonu, Kentleşme ve Ekonomik Büyüme Üzerine Nedensellik Analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12 (3), 117-136.
- Taban, S. (2008). *İktisadi Büyüme Kavram ve Modeller*. (Birinci basım). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Tayyar, A. E. (2019). Türkiye'de Sektörel Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme İlişkisi: Mwald Temelli Nedensellik Analizlerinin Uygulanması. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54 (4), 1937-1956.
- Tymoigne, E. (2021). *Seven Replies to The Critiques of Modern Money Theory*. Levy Economics Institute. Working Papers Series.

- Uçar, M., & Çoban, S. (2023). Ulaştırma Sektöründeki Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Çevresel Kalite İlişkisi. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 13 (1), 485-506.
- Usman, A., Wirawan, H., & Zulkifli. (2021). The Effect of Human Capital And Physical Capital on Regional Financial Condition: The Moderating Effect of Management Control System. *Heliyon*, 7 (5), e06945.
- Ünsal, E. M. (2005). *Makro İktisat*. (6. Basım), Ankara: İmaj Yayıncılık.
- Üzümcü, A. (2012). *İktisadi Büyüme*, (1. Baskı), İstanbul: Beta Yayınları.
- Wang, Q., & Wang, L. (2020). Renewable Energy Consumption and Economic Growth in OECD Countries: A Nonlinear Panel Data Analysis. *Energy*, 207, 118200.
- Wang, Q., Dong, Z., Li, R., & Wang, L. (2022). Renewable Energy and Economic Growth: New Insight From Country Risks. *Energy*, 238, 122018.
- Yakıncı, Z. D., & Kök, M. (2017). Yenilenebilir Enerji ve Toplum Sağlığı. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 5 (1), 43-55.
- Yalçın, M. (2022). *Fosil Yakıt Tüketimi, Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karaman: Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi /Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yaman, H., & Sungur, O. (2020). İleri Teknoloji İhracatı ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine Yönelik Ekonometrik Bir Analiz. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20 (1), 63-80.
- Yapraklı, S. (2013). *Enerjiye Dayalı Büyüme*, İstanbul, Beta Yayıncılık.
- Zhang, W. B. (2018). *Economic Growth Theory: Capital, Knowledge, and Economic Structures*. Routledge.

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ARSLAN İLİKLERDEN, Şilan
Uyruğu : T.C.
ORCID : 0009-0002-1881-235X

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı / Van YYÜ	2024
Lisans	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü / Van YYÜ	2007

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
.....		

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

.....

Hobiler



T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü



Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu

Öğrenci Bilgileri	
Adı-Soyadı	Şilan ARSLAN İLİKLERDEN
Öğrenci No	21920002053
Anabilim Dalı	İktisat
Programı	Tezli Yüksek Lisans
Statüsü	☒ Yüksek Lisans ☐ Doktora

Tez Bilgileri	
Başlığı/Konusu	Türkiye’de Yenilenebilir Enerji ve Yenilemeyen Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi

Tez Orijinallik Raporu Bilgileri*	
Sayfa Sayısı (Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümleri)	71
İntihal Tespit Programı	TURNITIN
Benzerlik Oranı (%)	16
Tarih	1.10.2024

*** Orijinallik raporu, aşağıdaki filtreler kullanılarak oluşturulmuştur:**

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi İnceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içemediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimizi ve yukarıda vermiş olduğumuz bilgilerin doğru olduğunu beyan ederiz.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Danışman		Öğrenci
Adı Soyadı	Dr. Öğr. Üyesi Nigar ALEV	Şilan ARSLAN İLİKLERDEN
İmza		
		Tarih

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Kampüs.
Telefon: 444 5 065, 0 432 225 10 52, 0432 225 17 01
e-posta: yyu.sbe@yyu.edu.tr