

T.C.
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
LOJİSTİK ANABİLİM DALI
LOJİSTİK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ ve TEDARİK ZİNCİRİNİN
EKONOMİK ETKİLERİ

Yüksek Lisans Tezi

Umay KIZIL KARAKUŞ

200001187

İstanbul, 2024

T.C.
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
LOJİSTİK ANABİLİM DALI
LOJİSTİK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ ve TEDARİK ZİNCİRİNİN
EKONOMİK ETKİLERİ

Yüksek Lisans Tezi

Umay KIZIL KARAKUŞ
200001187

Danışman: Prof. Dr. Okşan KİBRİTÇİ ARTAR

İstanbul, 2024

ONAY



Özet

Geleneksel enerji kaynaklarının yıllar içinde rezervinin sonlanacağı gerçeği ve dışa bağımlılık problemi yenilenebilir enerji alternatifini geliştirmiştir. Geleneksel enerji kaynakları tedarik ve maliyet sıkıntısının yanında doğaya geri dönülemez tahripler oluşturabilmektedir. Enerji ihtiyacı gün geçtikçe artarak, hayatın her bölgesinde ve bütün dünyada canlılar topluluğunun, insanoğlu ve medeniyetlerinin hayatının varoluşu ile doğrudan ilgidir. Ekonomik büyüme ve sosyal iyileşmeyi gerçekleştirmek ve toplum refahını ve sıhhatini geliştirmek adına enerji ve enerji ile alakalı faaliyetlere olan ihtiyaç büyümektedir.

Çalışma 1991-2020 yılları arasındaki 30 adet yıllık gözlemden oluşmaktadır. GDP Türkiye ekonomisi için 2015 yılları ile sabit dolar cinsinden Gayri Safi Yurt İçi Hasıla iken, RNE toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji tüketim yüzdesini ifade etmektedir. Çalışmada serilerin durağan olup olmadıkları Augmented Dickey–Fuller (ADF) birim kök testi ve Phillips–Perron (PP) birim kök testleri ile sınanmıştır. Değişkenler için ADF ve PP birim kök testi bulguları ile uyumlu bulguların elde edildiği görülmektedir. Bu durumda araştırma modellerinde yer alan değişkenlerin her ikisinin de birinci mertebeden durağan (I(1)) değişkenler oldukları saptanmıştır. Değişkenler arasında %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak bir eş bütünleşme ilişkisi vardır. Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulandığında yenilenebilir enerji tüketim oranından Gayri Safi Yurt İçi Hasılaya doğru bir nedenselliğin olmadığı saptanmış olup; Gayri Safi Yurt İçi Hasıladan yenilenebilir enerji tüketim oranına doğru istatistiksel olarak önemli bir nedensellik saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji tüketimi, Gayri Safi Yurt İçi Hasıla, ARDL sınır testi, Toda-Yamamoto

Abstract

The fact that the reserves of traditional energy sources will run out over the years and the problem of external dependency have led to the development of a renewable energy alternative. In addition to supply and cost problems, traditional energy sources can cause irreversible damage to nature. The need for energy is increasing day by day and is directly related to the existence of living communities, human beings and civilizations in every region of life and all over the world. The need for energy and energy-related activities is growing in order to realize economic growth, social improvement and to improve social welfare and health.

This study consists of 30 annual observations between 1991 and 2020. While GDP is the Gross Domestic Product for the Turkish economy in constant dollars for 2015, RNE represents the percentage of renewable energy consumption in total energy consumption. In the study, whether the series are stationary or not was tested with Augmented Dickey–Fuller (ADF) unit root test and Phillips–Perron (PP) unit root tests. It has seen that ADF and PP unit root test findings were obtained for the variables. In this case, it was determined that both variables in the research models were first order stationary variables. There is a statistical cointegration relationship between the variables at the 1% significance level. When the Toda-Yamamoto causality test was applied, it was determined that there was no causality from the renewable energy consumption rate to the Gross Domestic Product; A statistically significant causality was detected from Gross Domestic Product to renewable energy consumption rate.

Keywords: Renewable energy consumption, Gross Domestic Product, ARDL limit test, Toda-Yamamoto

İÇİNDEKİLER

ONAY	i
Özet	ii
Şekiller,Tablolar ve Grafikler Listesi	v
Kısaltmalar	vi
GİRİŞ	1
1.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ve KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ	3
1.1. Birincil Enerji Tüketimi ve Türkiye’de Birincil Enerji Kaynakları	7
1.2. Enerji Kaynak Kullanımında Sera Emisyonları	9
1.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	10
1.3.1. Biyokütle Enerjisi	11
1.3.2. Jeotermal Enerji	15
1.3.3. Rüzgâr Enerjisi	18
1.3.4. Güneş Enerjisi	21
1.3.5. Hidroelektrik Enerji	23
2.YENİLENEBİLİR ENERJİ TEDARİK ZİNCİRİ	27
2.1. Yenilenebilir Enerji Tedarik Zinciri	27
2.1.1.Biyokütle Tedarik Zinciri	29
2.1.2.Jeotermal Enerji Tedarik Zinciri	31
2.1.3. Rüzgâr Enerjisi Tedarik Zinciri	32
2.1.4. Güneş Enerjisi Tedarik Zinciri	33
2.1.5. Hibrit Kullanım	34
2.1.6. Hidroelektrik Enerji Tedarik Zinciri	35
3.TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ	36
3.1.Yenilenebilir Enerjinin Ekonomik Büyümeye Etkisi	36
3.2. Literatür Taraması	48
4.METODOLOJİ ve YÖNTEM	50
4.1.Verit Seti	50
4.2. Araştırma Modeli	50
4.3. Veri Analizi	51
4.4. Bulgular	54
SONUÇ ve ÖNERİLER	64
EKLER	66
KAYNAKÇA	92

Şekiller,Tablolar ve Grafikler Listesi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1:Yenilenebilir Enerji Tedarik Zincirinin Alanı	27
Şekil 2:Biyokütle enerji akışları.....	30
Şekil 3:Jeotermal enerji süreç akışları	31
Şekil 4:Rüzgar enerjisi üretim akışları	32
Şekil 5:Güneş enerjisi üretimi akışları	33
Şekil 6:Hidroelektrik proses akış türleri	35

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Gayri Safi Yurtiçi Hasıla İlişkisini İnceleyen Ampirik Çalışmalar.....	48
Tablo 2: Değişken Betimsel İstatistikleri	54
Tablo 3: ADF ve PP Birim Kök Testi Bulguları	56
Tablo 4: Yapısal Kırılmalı DF Birim Kök Testi Bulguları	57
Tablo 5: Model Tahmin Bulguları.....	60
Tablo 6: VAR Modeli İçin Bilgi Kriteri Karşılaştırmaları	62
Tablo 7:Toda Yamamoto Nedensellik Analizi Bulguları	63

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1: Değişken Zaman Seyir Grafikleri	55
Grafik 2: Değişkenler Arası Saçılım Grafiği.....	58
Grafik 3: Akaike Bilgi Kriteri Karşılaştırmaları	59
Grafik 4: Cusum Ve Cusum Kare Testi Bulguları	62

Kısaltmalar

AB: Avrupa Birliği

BCM: Milyar Metreküp

BP: British Petroleum

BRICS: Brasil, Russia, India, China, South Africa

CC: İklim Değişikliği

CD: Karbondioksit Emisyonları

CPI: Tüketici fiyat endeksi

EI: Enerji yoğunluğu

EİGM: Enerji İşleri Genel Müdürlüğu

EKC: Çevresel Kuznets Eğrisi

ES: Enerji yapısı

ETKB: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

EJ: Exajoule

FD: Finansal Gelişme

FDI: Doğrudan yabancı yatırım

FOSS: Fosil Yakıtların Yakılması

GDP: Gross Domestic Product

GFC: Gerçek Brüt Sabit Sermaye

GSYİH: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla

HC: Beşeri Sermaye

HE: Sağlık Harcamaları

HES: Hidroelektrik Santrali

IEA: Uluslararası Enerji Ajansı

IRENA: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı

K: Sermaye

kW: Kilowatt

kWh: Kilowatt saat

KP: Kyoto Protokolü

L: İşgücü

MTA: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
MWh: Megawatt
NREC: Yenilenemeyen Tüketim
OP: Açıklık
PHS: Pompalı Hidroelektrik Depolama
PS: Nüfus yapısı
PV: Fotovoltaik
PY: Kişi başına gelir
RES: Rüzgâr Enerji Santrali
TEİAŞ: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEP: Ton Eşdeğer Petrol
TIN: Ulaştırma Altyapı Yatırımı
TR: Ticari açıklık
TUIK: Türkiye İstatistik Kurumu
UL: Kentleşme düzeyi
UNFCCC: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
URB: Kentleşme
VECM: Vektör Hata Düzeltme Modeli
YEGM: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

GİRİŞ

Dünyadaki iktisadi ve sosyal ilerlemenin ana etmenlerinden biri enerjidir. Birçok ülke adına yenilenebilir enerji kısmında, iktisadi uygulamalar ile popülasyondaki artma enerji kullanımının artmasına neden olmaktadır(Sadorsky, 2021).Üretim endüstrisi global enerji arzının takribî yarısını harcamaktadır. İktisadi etkinlik ile sosyal değişkenler enerji kullanımını fazlalaştırmaktadır.

Enerji güncel olarak sosyal ve iktisadi iyileşme, gıda imalatı, fakirliğe son verilmesi,sıhhat,sulh,güvenlik adına kamuya mühim tesiri olan ciddi bir kavramdır. Fosil enerjiye dair gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda; yeryüzündeki harcanan enerji hızı, fosil enerji oluşma hızının 300 bin katıdır (Kaya, Şenel , & Koç, 2018). Geleneksel enerji kaynakları dışa bağımlılık ve olası rezerv sıkıntıları doğurabileceği gibi kullanımında doğaya geri dönülmez tahripler oluşturmaktadır. Geçmişten günümüze doğal organizmalardan dönüşen fosil yakıtlar, doğaya geri dönüşü olmayacak şekilde sorunlar yaşatabilecek, tükenebilir kaynaklardır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının yıllar içinde rezervlerinin yeterli olmayacağı düşüncesi ve dışa bağımlılık sorunu yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmiştir.

Dünyada teknolojinin gelişmesi ile de bağlantılı olarak elektrik enerjisine olan ihtiyaç çoğalmaktadır. Nüfusun artması ve teknoloji beraberinde elektrik talebi getirmektedir. Enerji gereksiniminin artması ile mevcutta yeterli enerji kaynağı olan ülkeler kuvvetli pozisyonadırlar. Endüstrisi büyümüş devletler önceliği konvansiyonel olmayan enerjiden yararlanma yolunda dikkatli biçimde farklı kaynak araştırması yapmaktadırlar.

Tedarik zinciri açısından ele alındığında enerjisi tükenmez, nakliye problemi olmayan enerjiye dönüştürülmesi zor olmayan bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr kaynağı havada mevcut olup doğaya zarar vermemektedir. Rüzgâr enerjisini üretmek için onu farklı bir enerji haline getirmek lazımdır.

Yenilenebilir enerji tüketim oranı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin Türkiye bazında incelendiği çalışmada;yenilenebilir enerjinin ekonomik etkileri kapsamında taşıdığı öneme dikkat çekilerek ilk bölümde yenilenebilir enerji kavramı ve gelişim süreci açıklanmıştır. Çalışmanın kavramsal çerçevesi belirtildikten sonra ikinci bölümde yenilenebilir enerji konusunda tedarik zinciri kavramı ve önemi detaylandırılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı,potansiyeli açıklanmıştır. Çalışmanın son bölümünde Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımı, Türkiye’de yenilenebilir enerjinin ekonomiye katkısının ölçülmesine yönelik bir analiz yapılmıştır.



BİRİNCİ BÖLÜM

1.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ve KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

Yenilenebilir enerji nötr tabii kaynaklardan edinilebilen tüm zamanlarda tabii şekilde tekrar yenilenen edinilen enerjinin ismidir. Yenilenebilir enerji kaynakları, tekrar yenilendiklerinden dolayı tükenen enerji kaynaklarının işlev olarak zıttıdır. Biyokütle, güneş, hidrojen, jeotermal, rüzgâr vb. gibi yenilenebilir enerji kaynakları enerji ihtiyacını giderebilmek için alternatif olmaktadır. Enerjiyi ortaya çıkarabildiği periyotta; ortaya çıkan enerjinin faydalanılmayan kısmını ya da tümünü, diğer zamanlarda faydalanmak için muhafaza edilmesi yenilenebilir enerjinin benimsenmesinde büyük oranda rol oynamaktadır.

Enerjiyi ortaya çıkaran teknoloji ve enerjinin kaynağı, enerji kaybını etkiler. Enerji kaynaklarının çeşitliliği ve çeşitlilikte ayrı ayrı nitelikleri bulunduğu için hepsinin etki ve sonuçları farklılık gösterir. Geleneksel enerji kaynaklarından yararlanmak yerine, yenilenebilir enerji minimum çevre reaksiyonu ile düşen CO₂ emisyonları sebebiyle yararlanmasında ciddi bir artışa sebep olmaktadır. Sera gazlarının yalnızca atmosfere yayıldığı ortamda etkisi değil, atmosferik hareketler ile dünya geneline etki ettiği ve küresel olarak etki gerçekleştirildiği bilinmektedir (Dulkadiroğlu, 2018). Genelini yanıcı fosil yakıt menşeli karbondioksit oluşturur.CO₂emisyonlarının 5/2 kısımlik oranı üretim endüstrisinden kaynaklıdır (Aslani, Helo, Feng, Antila, & Hiltunen, 2013).Orman ve dikili alanların tahribi, arazilerin potansiyellerine göre kullanılmaması başka çeşitli durumlar da CO₂ ile CH₄ yayılımına neden olmaktadır.

Yenilenebilir enerji menşelerine oranı geleneksel enerji kaynaklarına kıyasla daha azdır. Uzun zamanda bu durum sürdürülebilir olmamaktadır. Yenilenebilir enerji, maksimum verimliliği sağlama, doğanın yapısını en az hasarla muhafaza etme, hayat standartlarını yükseltme gibi amaçların ana konularından biridir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının artmasına; atmosferdeki toksik gazların oranının azalmasının sebep olduğu belirlenmiştir (Kholaf, Xiao, & Tang, 2022). İklim değişikliği terimiyle bağdaştırılmış olan Kyoto Protokolü (KP) ile sera gazı emisyon yükselişine sınırlamalar 14 Şubat 2005 tarihinde uygulanmaya başlanmıştır. (Mercan & Karakaya, 2013). İklim sorunları nedeniyle; sera gazı muhasebesi bir diğer adıyla karbon muhasebesi, herhangi bir tesisin ne kadar sera gazı yaydığının kontrol ve takibinin yapıldığı bir sistem ortaya çıkmıştır. Sera gazı emisyonlarının güvenilir ve gerçek ölçümlerinin sağlanmasına karbon muhasebesi denir (Öktem, 2020). İklim değişikliğiyle alakalı insan etkinlikleriyle bağlantılı gaz emisyonu karbon ayak izi olarak adlandırılır.

Enerjideki yıllık arzın artması ile enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kavramları üzerinde yoğunlaşmış; dünyada milletler arası sözleşme ve planlar üzerine çalışılmıştır. Yoğun iklimsel akıbeti iyileştirmek ve sürdürülebilir bir dünya adına, küresel sıcaklık artımını endüstriden evvelki noktaların 1,5 °C fazlasına limitlemek, 2050 senesine dek Paris Anlaşması'na göre karbon nötrlüğünü istemektedir (Ong, Chang, Tsai, & Chen, 2024). Doğadaki problemleri baz almak yenilenebilir enerjiye yönelmek adına problemleri uygulama haritası şeklinde kullanma ileri zamanlarda sürdürülebilirliği ortaya çıkaracaktır.

21.yy başlangıcından günümüze, genellikle Çin, Hindistan ve başka gelişen ekonomilerin fosil kaynak kullanımındaki yükseliş sebebiyle karbon emisyonları, geçmiş senelere karşı sistematik biçimde artmıştır (Turgut & Budak, 2022). Türkiye de bu durumla karşı karşıya kalan ülkelerden biridir. Çünkü enerjisini en fazla fosil yakıttan sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, geleneksel kaynaklar yerine geçebilir minimum zarar ve minimum tehlike içeren enerji çıktısını ortaya çıkarabilmektedir. Bunun yanında yenilenebilir enerji donanımları ve bunun gibi malzemelerden gerçekleşen memnuniyetin, çevreyi koruma ve yenilenebilir enerji kavramının yaygınlaşmasında büyük bir etkisi mevcuttur. Örnek vermek gerekirse

Covid-19 esnasında toplumda geleneksel enerji kaynaklarının tüketilmesi toplumda çevre ile sürdürülebilirlik açısından farkındalık yaratmıştır; bu durum insanları doğayı muhafaza etme ve sürdürülebilirlik hakkında fikir geliştirmeye özendirmiştir (Kholaf, Xiao, & Tang, 2022).

Yenilenebilir enerji tedarik zincirlerinde doğaya zararı olmayan materyal kullanımı, imalat akışında enerjinin daha az harcanması sürdürülebilir olduğunu göstermektedir. Yenilenebilir enerji tedarik zincirinde sürdürülebilirlikte iyileşme, firmaların global yarış kuvvetini muhafaza etmeleri adına önemli bir başlık olmakla beraber; yerinde adımlarla hayata geçirilmediğinde yatırımda mühim zayıflığa neden olacaktır (Ong, Chang, Tsai, & Chen, 2024). Enerji kullanımı üç ana faktöre bağlı olarak gerçekleşmekte ve gelişmektedir; piyasa şartlarının geçerliliği, doğa sağlığını muhafaza etme ile teknolojik yeniliklerdir (Atılğan, 2000). Türkiye’de fosil kaynaklar ve yenilenebilir enerji gibi henüz ortaya çıkmamış ya da gelişmesi mümkün olan kaynaklar mevcuttur. Enerji kaynakları daha çok fosil yakıt olan ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarını daha fazla kullanan ülkelere göre daha fazla sera gazı emisyonuyla karşı karşıya kalır. Türkiye’de tüketilen enerji büyük bir oranda birincil enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Bkz. Ek4.

Türkiye’de enerji gereksinimindeki sistematik yükselme, dışarı bağımlılığı ve dolayısıyla enerji problemlerine sebep olmaktadır. Yıllardır Türkiye’nin önemli meselelerinin ilk sırasında, genel enerji ve bilhassa elektrik enerjisi bulunmaktadır. Türkiye’de harcanan petrolün büyük kısmı başka ülkelerden tedarik edilmektedir. Problem yalnızca Türkiye’de yaşanmamaktadır. Türkiye’de yeteri kadar fosil yakıt rezervi olmaması, yenilenebilir ve opsiyonel kaynaklı enerjiden yeteri kadar yararlanılmaması, enerji verimliliği hakkında yürütülen faaliyetlerin güncel durumda etkinleştirilememiş olması; birincil enerji arzında 3/4 gibi fazlaca bir oran da dışa bağımlılığa neden olmaktadır (Yılankırkan & Doğan , 2020). Türkiye’nin birincil enerji kaynağı petrol ve doğalgazdır. Elektrik imal etmek için temel yakıtlardan çok nitelikli kömür ve doğalgazın büyük bir oranı ithal olmaktadır.

Ek 13’deki Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı kaynağından alınmış veriler ile gerçekleştirilen grafiğe göre; 2022 Yılı Türkiye Enerji Arz Toplamı (Bin Tep)

değerleri: Yerli Üretim 508.830 (Bin Tep), İthalat 125.129 (Bin Tep), İhracat 10.893 (Bin Tep), İhrakiye 4.796 (Bin Tep) şeklindedir.

İktisadi gelişim ile enerji harcaması birbiriyle bağlantılıdır. Türkiye enerjide dış alımı ile enerji ihtiyacının çoğunu kömür ve doğalgaz gibi başka ülkelerden satın alınan enerji menşelerinden karşılamaktadır (Melikoglu, 2017). Birincil enerji kaynağı petrol ve doğalgaz olduğu için elektrik imal etmek için temel yakıtlardan çok nitelikli kömür ve doğalgazın büyük bir oranı ithal olmaktadır.

Son dönemlerde coğrafi lokasyonu sebebiyle Türkiye, enerji pazarı adına fosil kaynaklardan petrol ile doğalgazın enerji iletim rotası durumundadır. Bölgesel etki sahibidir. Avrupa ve Asya'nın ortasında bulunan Türkiye 3 cephesi denizlerle çevrilmiştir (İlkiliç & Aydın, 2015).

Türkiye'nin bulunduğu coğrafya, yenilenebilir enerji çeşitlerinin birden fazlasından yararlanabilme şansı sağlamaktadır. AB ülkelerine kıyasla Türkiye bilhassa hidrolik, jeotermal, rüzgâr ve güneş enerjisi potansiyeli açısından verimli bir konumdadır (Karagöl & Kavaz, 2017). Türkiye'de geleneksel enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarından ilk başta rüzgâr ve güneş enerjisi büyük kapasite bulundurmaktadır. Türkiye yer şekilleri nitelikleri sayesinde mühim bir hidrolik enerji ve rüzgâr enerji potansiyeli bulundurur.

Son zamanlarda kamu ve özel sektörde yenilenebilir enerji kaynaklarından hidrolik enerjiye ilgi artmıştır (Süme & Türüt, Aşağı Çoruh ta Bulunan Barajların Hidroelektrik Potansiyeli ve Çevresel Etkileri, 2017). Dünya pazarında hidroelektrikten önce rüzgâr ile güneş enerjisinden yararlanan elektrik ortaya çıkarma adına ciddi adımlar atılmaktadır.

Ek 6'daki T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı: Bilgi Merkezi kaynağından alınmış veriler ile gerçekleştirilen grafiğe göre; 2022 Türkiye Elektrik Üretimini Enerji Kaynaklarına Göre Payı: Kömür 34,60% ,Doğalgaz 22,20% ,Hidrolik Enerji 20,60% ,Rüzgâr Enerjisi 10,80% ,Güneş Enerjisi 4,70% ,Jeotermal Enerji 3,30% ,Diğer kaynaklardan üretilen enerji 3,70% şeklindedir.

Jeotermal enerji kaynağı gereken özen karşılandığı zaman dünyada en temiz enerji kaynaklarından biridir. Geçmişten günümüze 50 yıllık süreçte jeotermal çalışmalar elektrik elde etmek ve direkt kullanımlar için Türkiye fark edilir ilerlemeler gerçekleştirmiştir (Şimşek, 2015). Türkiye coğrafi durumu ile jeotermal enerji için elverişlidir. MTA'ya göre termal ısı potansiyelinde Türkiye Avrupa'da ilk sırada dünyada 7. Sıradadır (Karagöl & Kavaz, 2017). Ortaya çıkartılan elektrik yenilenebilir enerji rezervuarlarının ölçülmesi, Türkiye adına arz emniyeti ve doğaya dair endişeler konusunda mühim bir öge durumundadır (İlkiliç & Aydın, 2015). Yatırımlar adına ihtiyaç duyulan fiyatın sağlanmasında, bankalarla gerçekleştirilecek kredi sözleşmelerinde ana alım ile fiyat güvenceleri bu enerjinin elektrik üretimi amacıyla değerlendirmesine yönlendirmektedir (Yılmaz & Hotunoğlu, 2015).

1.1. Birincil Enerji Tüketimi ve Türkiye'de Birincil Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen enerji kaynakları (kömür, petrol, doğalgaz vb.) birincil enerji kaynağı olarak isimlendirilir bununla beraber yenilenemeyen enerji kaynaklarından üretilen elektrik, petrol mamullerine ikincil kaynak denir (Çılbant & Alma, 2016). Fosil enerji kaynakları tükenebilen kaynaklardır, kaynaklar gittikçe azalmaktadır. Fosil yakıt kullanımının yaygın çapta olması doğa kirliliği ile finansal zorlukları doğurmaktadır. Kömür, doğalgaz ve petrol Dünya total birinci enerji arzının büyük bir kısmını karşılamaktadır.

Doğalgaz pazarı farklı arz ve alım şartları; ihtiyacın farklı özellikler içermesinden dolayı karmaşıktır. Doğalgazın kaynak bölgesinin Orta Asya-Hazar ve Ortadoğu gibi sınırlı alanlarda bulunması, ekonomide ve siyasi konularda etkilemesine sebebiyet vermiştir Rusya Federasyonu en büyük payla lider konumundadır. Bu sınırlı alandaki doğalgaz kaynağına sahip olan ülkeler, bu durumu sahip olmayanlara karşı diplomatik olarak güç göstermektedir. Kaynak, üretim, üretimin ulaştırılırken güvenliği durumlarında, diplomatik sözleşmeler gerçekleşmekte ve kimi zaman ülkeler arası ciddi anlaşmazlıklar gerçekleşebilmektedir.

Zamanında doğalgaz bir başka fosil yakıt olan petrol üretimi esnasında beliren faydasız bir atık kabul edilmiş bununla da kalmayıp petrol üretim sahalarında yakılma suretiyle imha edilmiştir (Bayraç, 2018). 1950'li yıllardan beri uluslararası

doğalgaz pazarı şekillenmeye başlamıştır. Dünyada 1950'li yıllarda birçok bölgede, bilhassa SSCB de mühim gaz yatakları tespit edilip kullanıma açılmıştır (Bayraç, 2018).

Doğalgaz kaynakları küresel ekonomide coğrafi olarak üretim-tüketimde kompleks oranlara sahiptir. Doğalgaz üreten ülkeler ile tüketilen ülkelerin arasında bulunan ülkeler konumları dolayısıyla piyasada önemli konumdadır. Doğalgaz piyasası bir ağa ihtiyacı olduğundan dolayı güç teşkil etmekte, diplomatik çapta rekabet eden piyasanın oluşmasını engelleyen sebeplerden sadece bir tanesidir (Bayraç, 2018). Bu ağ gereksinimi altyapı ile giderilir fakat yatırım maliyetleri oldukça fazladır.

Dünyada Avrupa ve Avrasya ülkelerinde kaynak olarak kömür daha fazla bulunur. Dünyada bulunan kömür kaynakları senelik üretim açısından 1 yy. daha ihtiyacı karşılayacak durumdadır bu durumda kömür fosil kaynaklar arasında daha fazla rezerv seviyesine sahiptir (Koç, Yağlı, Koç, & Uğurlu, 2018).

Kömür dünyada en fazla paya sahip enerji kaynaklarından biridir. Çeşitli ülkelerde karşılığında elektrik meydana getirmek için çok fazla kullanılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde kömür ihtiyacının artması gerçekleşmesi olası bir senaryodur.

Genel olarak en çok elektrik üretiminde kullanılır. Kullanımının doğaya ve insana olumsuz reaksiyonları mevcuttur. Kömür kullanımından dolayı gerçekleşen atık fazlalığı kaçınılmazdır. Bu atıklar genel olarak kömürün işlendiği tesislerden su yardımı ile nakledilip kül depo alanlarında depolanmaktadır fakat su ile birleşen atık barajlarında sızma veyahut patlamalarla madde külünün barındırdığı zehirli metallerin doğaya yayılabilmesi mümkündür (Sönmez & Işık, 2020).

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü: Kömür Arama Araştırmaları Önemli Kömür Sahaları ve Potansiyel Kullanım Alanları Haritasına göre: Türkiye'de Akdeniz, Doğu Anadolu, Ege, Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu, Karadeniz ve Marmara Bölgelerindeki kömür sahaları: Termik santral, Konut ısıtma, Sanayi sektöründe kullanılmak için değerlendirilmektedir.

1.2. Enerji Kaynak Kullanımında Sera Emisyonları

Dünya ekonomisi enerjiye büyük bir oranda tabiidir. Enerji kullanımı her sektörde etkin olduğu için enerji ile ekonomi arasında ayrılmaz bir bağ mevcuttur (Sungur , Özdoğan, Topaloğlu, & Namlı, 2017). Fosil kaynaklardan yararlanmanın çevreye ve insan sağlığına zararları söz konusudur. Fosil yakıtlar dünyadaki enerji potansiyelini karşılamada yeterli olmayacaktır. Farklı enerji çeşitleri araştırılmakta ve geleneksel enerji kaynakları gibi ileride rezerv sıkıntısı oluşturabilecek kaynaklar yerine; yenilenebilir enerji kaynakları üstüne arayışlar gerçekleştirilmektedir. Bu yetersizlik yenilenebilir enerji teknolojilerine teşvik konusuna doğrudan etki etmektedir. Yenilenebilir enerji, enerji harcamasının çabuk gelişen kısımlarındandır. Yenilenebilir enerji, konvansiyonel enerji bazlı problemlerin çözülmesinde devlet politikalarının yardımına gereksinim duymaktadır (Armağan & Dağlıoğlu Şanlı, 2017). Yenilenebilir enerji de bu zararları minimumda yansıtacağından tercih edilebilirlik oranını; ekonomi, çevre, sağlık çerçevesinde pozitif yönde etkileyebileceği düşünülmektedir. Enerji krizinin gerçekleştiği karışık zamanlarda; doğayı koruma adına verimli enerjiden yararlanmanın etkisi büyüktür. Birçok çalışmada enerji verimliliği hakkında nitelikli veri ve öğrenimi olan personelin yetersiz olması, enerji tüketimi biçimleri hakkında bilincin oluşmaması sebebiyle üretim endüstrisinin enerji verimliliğinin kavranmasının zayıflığını belirtmiştir (Aslani, Helo, Feng, Antila, & Hiltunen, 2013).

Sera gazı yayılımı ülkelerin nüfus yoğunluklarına, gelişmişlik seviyelerine vb. bağlı olarak farklı miktarlarda gerçekleşmektedir (Mercan & Karakaya, 2013). İleriki zamanlarda sürdürülebilirlik temin edebilmenin ve iklim değişiminin yani küresel ısınmanın daha da mühim bir noktaya gelmesi dolayısıyla, büyümekte olan devletler ivedi bir şekilde konvansiyonel enerjiden yenilenebilir enerjiye transfer niyetindedir. Türkiye’de mevcut geleneksel enerji kaynağı genellikle linyit olup kömürdür. Yararlanılan yüksek linyit miktarı sera gazı emisyonunu fazlalaştıracaktır (Melikoglu, 2017). Fosil yakıtlar arasında sera gazı emisyonlarının dağılımı incelendiğinde, dünyada en çok artışın kömürden dolayı meydana gelen emisyonlardan kaynaklı olduğu görülmektedir (Dulkadiroğlu, 2018). Sera gazı üretme açısından

kömürden sonra en çok etkisi olan fosil yakıt petroldür (Erdoğan, 2020).Karbondioksit gazı (CO₂),kirliliğe neden olan en mühim sera gazı olduğundan, sera etkisini oluşturan ana kaynak olarak karbondioksit kabul edilir ve gerçekleştirilen çalışmalar bunun özelinde artmaktadır (Mercan & Karakaya, 2013). CO₂ emisyonunun düşük oranlarda seyretmesi, etken olduğu güç ile güneş ışın radyasyonunu düzeltip güneş panellerinin ve dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının da tesirini artırır (Kholaf, Xiao, & Tang, 2022).İnsan etkinlikleri sebebiyle oluşan sera gazı emisyonları, tesirini arttırarak iklim değişikliğine neden olur.

1.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Dünyadaki seri nüfus artışı, teknolojik ürünlerin kişinin hayatında daha çok yer alması ve sanayileşme; enerji tüketiminde seri olarak artmaya sebep olmaktadır. Evde kullanılan teknolojik aletler, sokak lambaları, fabrikalar, atölyeler, demiryolu ulaşımı artı olarak elektrikli otomobiller gibi enerji bir hayli ana güç durumuna gelmiştir (Kaya, Şenel , & Koç, 2018).

Küresel enerji tüketimi tüm dünyada harcanan total enerji demektir. Dünyadaki enerji tüketiminin çeşitliliği birçok önemli sonuca sahiptir. Sosyal ve ekonomik bakımdan dünya hayat standartlarında ve ülkelerin kalkınmasında gelişmeyi neden olan en önemli etken enerjidir (Koç, Yağlı, Koç, & Uğurlu, 2018).Enerji kullanımı her sektörde etkin olduğu için enerji ile ekonomi arasında ayrılmaz bir bağ mevcuttur (Sungur , Özdoğan, Topaloğlu, & Namlı, 2017).Enerji kaynakları ile dünya liderliği birbiriyle doğrudan alakalıdır (Sevim, 2012). Gelişmekte olan ülkeler daha fazla oranda ekonomik büyüme gerçekleştirmek adına sanayileştirme yoluna başvurmuştur. Bu sanayileşme ile günümüzde fazlasıyla enerji tüketimini minimuma indirmenin alternatif yolları aranmaktadır.

Dünyada genel olarak birincil enerji üretiminde en büyük oran fosil kaynaklı yani tükenebilen enerji kaynaklarından meydana gelmektedir. Kömür, doğalgaz ve petrol Dünya total birinci enerji arzının büyük bir kısmını karşılamaktadır. Bu durumun beraberinde doğalgaz kaynaklarının Orta Asya-Hazar; petrol kaynaklarının Ortadoğu'da bulunması enerjiye olan gereksinimini kişisel olarak karşılayamayan ülkelere yenilenebilir enerji bir alternatiftir. Enerjideki yıllık arzın artması ile enerji

verimliliği ve yenilenebilir enerji kavramları üzerinde yoğunlaşmış; dünyada milletler arası sözleşme ve planlar üzerine çalışılmıştır.

Gittikçe çoğalan enerji ihtiyacı problemlerinin giderilmesinde yenilenebilir enerji büyük rol oynamakla beraber dışa bağımlılık durumu söz konusu olduğu için mecburiyet haline gelmiştir. Maliyet faktörü yenilenebilir enerji piyasasının büyümesini yavaşlatan en önemli faktörlerden biridir. Ufak çaplı yenilenebilir enerji çalışmalarının birçoğu fosil yakıtlara kıyasla daha maliyetlidir (Armağan & Dağlıoğlu Şanlı, 2017).

Günümüzde ülkelerin yenilenebilir enerji için amaç ve devlet politikalarının artış gösterdiği bir gerçektir (Armağan & Dağlıoğlu Şanlı, 2017). Enerji pazarının hareketlendirilmesi ve yenilenebilir enerjinin geleneksel enerjinin yerine geçmesinin teknolojik varyasyonlar ile pazar teşkili ile alakalı gelişmeler ile mevcuttur. Kazançlı yenilenebilir enerji imali ve enerjiyi muhafaza etme teknolojileri yenilenebilir enerji adına oldukça mühim inkılaplardır.

1.3.1. Biyokütle Enerjisi

Biyoenerji adına biyokütle; direkt tarım ürünü olarak mevcuttur veyahut tarım ürününün işlenmesinde ya da ağaç sanayiden ortaya çıkan malzemelerin atıklarından ortaya çıkar. Biyokütle, biyolojik olarak üretilen tüm maddeleri tanımlamak için kullanılan terimdir. Biyokütle; ağaç, bitki ve ürünlerden meydana gelen bütün doğal öğeler adına faydalanılan bir kavramdır. Tabiatla tedariki sağlanabilir ve genelde kırsal alanlarda kolayca üretilebilen; özel ve ümitlendirici, temiz enerji kaynağı çeşidi olarak biyokütle varsayılmaktadır. Biyokütle yenilenebilir karbon menşesidir. Biyokütle direkt bitkilerden ortaya çıkabileceği gibi bir şekilde endüstri, ev, tarım ve hayvancılık atıklarından ortaya çıkabilmektedir. Türkiye'de tarım işkolunda ortaya çıkan atıklar hayli fazla olmakta; bu atıklar doğa ve canlı yaşamında problemlere sebebiyet vermektedir. Biyokütle enerjisi zirai sahalarda fazlasıyla geçerlidir; büyük bir kısmı konut alanında kırsal toplumun yemek, temizlik, konut ısıtma gereksinimlerinde yararlanılmaktadır. Biyokütleden ortaya çıkan biyoenerji yemek yapmak ve ısınma gibi insani ihtiyaçların doğması itibaren binlerce senedir yararlanılmaktadır. Ülkemiz kuram bakımından biyokütle menşelerinden biyogaz ortaya çıkarabilme potansiyelindedir. Enerji menşesi olan biyokütle; muhafaza

edilebilmesi ile bütün sene farklı türlü kaynaklardan tedariki mümkün olması sebebiyle farklı yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla üstünlük sağlamaktadır (Öztürk, ve diğerleri, 2017).

Birçok biyokütle sınıflandırması mevcuttur. Bunlardan bazıları ürün, tarım atıkları, üretim veya sanayiden ortaya çıkan ikincil mahsul ile gıda, endüstriyel kalıntılardır (Shahteymur, Aslania, & Naaranoja, 2016). Ahşap da kırsal bölgelerde sıklıkla enerji kaynağı olarak kullanılır. Ahşap ile alakalı sanayiler ile konut sahipleri en çok biyokütle enerjisinden yararlananlardır. Peletleme adına popüler olarak faydalanılan biyokütle besleme istifleri ahşap sanayi kalıntıları, orman ve tarım atıkları, enerji bitkileri sadece birkaçıdır. Söz konusu ana maddelerden ortaya çıkan peletler fazlasıyla yoğun ve az nem içerir. Bu durum güçlü enerji transformasyon verimliliği gerçekleştirir ve peletleme yöntemiyle yoğunlaştırma işlemi, biyokütle yoğunluğunu mühim derecede fazlaştırır, bu sayede muhafaza etme ve lojistik vb. öge yöntemleri makul maliyetli ve ekonomik olarak sağlanabilir şekle gelmektedir (Pradhan, Mahajani, & Arora, 2018).

Genelde ticari olmayan enerji kaynakları olan; ısınmada kullanılan odun, hayvansal atık, tarım mahsul artıklarıdır (Kaygusuz & Şekerci, 2016). Uzun zamanlardır Türkiye'de yakıt olarak odun, hayvansal kalıntılar, zirai tortular ile tomruk kalıntılarından yararlanılmaktadır. Bunlara ticari olmayan enerji kaynakları adı verilmektedir fakat kırsal ve ekonomik olarak kısıtlı alanlarda odun birincil kaynak sayıldığı için ticareti gerçekleştirilebilmektedir. Türkiye'de tarım kapasitesi fazla olmasına karşın, mevcutta dönüştürülen atık oranı çok azdır (Öztürk, ve diğerleri, 2017). Hayvansal kalıntılardan genellikle tarımda gübre şeklinde faydalanılmasından dolayı biyoyakıt şeklinde yararlanma durumu kısıtlıdır. Hayvan gübresinin birim yakıt kütlelerinin içerdiği enerji miktarını arttırmak adına öncesinde kurutma işlemi gerçekleştirilir (Öztürk, ve diğerleri, 2017). Başka ilaveler de tüketici kalıntılarında meydana gelmektedir. Son tedbirler ile globalde geleneksel biyokütle dışında biyoenerjiye mühim bir gereksinim duyulmaktadır (Öztürk, ve diğerleri, 2017). Biyokütlenin, biyoenerji ortaya çıkarmada sonsuz ve sürdürülebilir bir mamba şeklinde yararlanılması mühim bir etki göstermektedir.

Çağdaş biyoenerji adına popüler olarak odun peletleri kullanılır (Pradhan, Mahajani, & Arora, 2018). Odun peletlerinden Çin, Japonya, Almanya, İngiltere, Hollanda vb. 'de biyoenerji ortaya çıkarmak adına yararlanılmaktadır.

Birden fazla ülkede biyoetanol ve biyodizel gibi biyoyakıtlardan yararlanılmaktadır. Biyokütle varlığı hayvan, odun ve bitki kalıntılarından oluşmaktadır. Biyokütle sadece petrolün yerine geçebilecek yenilenebilir ve doğal maddedir. Ülkemizde biyoyakıtlarla alakalı projeler 2000 yılı itibariyle fazlalaşmış, birçok kanun, bildiri ve talimatla hukuki zemini sağlanmış, enerji sağlama ve tüketmede kullanımı teşvik edilip ulaşımda faydalanılmasının yayılması planlanmıştır (Saraçoğlu, 2017). Türkiye'de ısı ve elektrik üretimine yönelik mevcut projeler ağırlıklı olarak yanmaya odaklanıyor. Bu, Türkiye'nin lider teknolojiye sahip olduğu ticari bir teknolojidir. Biyokütle elektrik veya ısı imali ya da birçok biyoyakıt tipinin yakılması adına yararlanılır (Shahteymur, Aslania, & Naaranoja, 2016). Bioısı ile bioenerji ortaya çıkarmak adına faydalanılan odun talaşları ufak ve otomatik ısıtma yapıları olduğu için gelişmiş ülkelerde yaygındır. Organik ve tarımsal atıklardan yakıt yerine faydalanılması, muhafaza sahasından ve açık yakma işleminden dolayı ortaya çıkan emisyonu düşürecek bununla beraber bütün ortaklar adına gelir menşei olacaktır (Pradhan, Mahajani, & Arora, 2018).

Kimyasal, termal ve biyokimyasal seçenekler vb. birçok değişik yol ile biyokütle; biyoyakıtla dönüştürülür (Shahteymur, Aslania, & Naaranoja, 2016).Biyokütle yakım işleminde odun, doğal atık mahsullerden ısı ile enerji ortaya çıkarmak adına kullanılır (Shahteymur, Aslania, & Naaranoja, 2016).Biogaz en çok kanalizasyon arıtma kuruluşlarında, katı atık muhafaza tesislerinde, orman işkolu uygulamaları ile tarımsal uygulamalar sayesinde biyokütle kalıntı mahsullerinden meydana gelmektedir (Kaygusuz & Şekerci, 2016).

Enerji üretimi için biyokütleden yararlanmayı incelemek adına akışın üç temel akışını gözden kaçırmamak mühimdir:

1-Biyokütle hammaddeleri

2-Biyokütle dönüşümü,

3-Enerji üretim teknolojileri (Shahteymur, Aslania, & Naaranoja, 2016).

Geçmişten günümüze Türkiye'de biyokütle enerjisi menşei olarak odun, fındikkabuğu, tarımsal çöp artıkları, atılan kâğıt, buğday samanı, çay çöpü ve zeytin kabuğu benzeri maddelerden enerji ortaya çıkarmak adına nice denemeler gerçekleştirilmiştir. Yeni nesil teknolojilerden yararlanılarak biyokütle; maddenin üç haline de tahvil edilebilmekte dolayısıyla bütün işkolları adına doğa dostu ve randımanlı bir enerji tedarikçisi olmaktadır.

Geleneksel enerji kaynakları tedariki doğaya zarar ve güvenlik problemleri gibi engelleri ortaya çıkartmaktadır. Engellere çözüm sağlamak adına hükümetler başka yöntemler sunmaktadırlar. Bu yöntemlerin başında yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına öncelik verilmesidir. Fiyatların daimi olarak yükselmesi, gaz fiyatlarında uyumsuzluklar ile globalde kimi alanlarda devam eden değişkenlik enerjide problemlere sebebiyet vermektedir. Geleneksel olmayan tükenmez enerji kaynakları global enerji ihtiyacını sağlayabilecek çeşitliliktedir. Geleneksel olmayan enerji kaynaklarının ilerideki süreçlerde mühim bir etki etmesi aşikârdır. Rezerv sıkıntısı yaratmaz, doğa dostu olduğundan sürdürülebilirdir. Bu yüzden yenilenebilir enerjiden yararlanmanın yaygınlaşması ve bu yönetime adaptasyonun sağlanması önemlidir. Biyokütle gücünü ortaya çıkarmada ve üretilmesinde tabii ki uluslararası anlaşmaların, teknolojik gelişmelerin olması önemli faktörlerdendir.

Sürdürülebilir enerji devletlerin daha çok sürdürülebilir gelişme ve iyileşmesine varmasında gerekli öğedir. Hindistan'da pirinç kabuğu biokütlesinden faydalanılarak Bihar kentinde zirai kısımlara kabuk güç ağı ile elektrik sağlanmıştır (Pradhan, Mahajani, & Arora, 2018). Hint sanayinde ısı ihtiyacının ortalama %10'luk dilimi, daha çok biyoenerji şeklindeki (genellikle küspe, pirinç kabuğu, pamuk ve saman saplarından) çağdaş geleneksel olmayan enerji kaynakları sayesinde giderilmektedir (Pradhan, Mahajani, & Arora, 2018).

Biyokütlenin doğal olarak genelde bulunduğu alan insan popülasyonundan uzakta olduğu için biyokütle uygulamalarını planlayanlar, enerjiyi onu kullanacak insan popülasyonunun çevresinde bir alana ya da ortaya çıkan biyokütle enerjisini uzaktaki tesisten aktarma seçeneği olacaktır (Searcy & Flynn, 2007). İnsan popülasyonuna

yakın tesis seçeneği düşünüldüğünde çevresel faktörler yani emisyon; uzak tesis tercih edildiğinde ise taşıma ve tesis kurulumu düşünüldüğünde ekonomik faktörler söz konusu olmaktadır.

Uygulamada biyokütlenin kaynak belirlenmesi, tarımsal üretimde rekabetin artması, maliyetli lojistik, hava ve ses kirliliği, trafik, yetersiz enerji gibi birçok soruna da yol açabilmektedir (Mafakheri & Nasiri, 2013).Biyokütlenin mühim iki dezavantajı, düşük enerji yoğunluğu ile lojistik ve muhafaza etme ile alakalı yüksek maliyetlerdir. Biyokütlenin lojistiği güç ve lojistiğin fiyatlandırılması ürün üretim ile ekonomiye bağlı istikrarsızdır. Arzın sezonsallığı ile biyokütlenin belirli bir coğrafi bölgede bulunmaması, bütün biyoenerji ağını daha karışık duruma getirmektedir. Farklı çevrelerde tedarik edildiği için fazla tutarda biyokütle atığının bir araya getirilmesi güçtür. Kaynak istikrarı, kullanıcı yardımı, değerlendirme gereksinimleri, atıkların yakacak olarak değerlendirilmesinin arazi verimini olumsuz etkilemesi, şeker ve kereste gibi firmaların çoğunlukla kırsal seçkinlerin elinde olması vb. gibi biyokütle ile alakalı sorunlar çözümlenip geliştirilmelidir.

1.3.2. Jeotermal Enerji

Jeotermal birçok element ve madde bulunduran sıcak su, buhar ve gazdır. Jeotermal enerji bu akışkanların ortaya çıkardığı enerjiye denir. Sürekli bir enerji kaynağı olmasından dolayı jeotermal enerji ülkelerin kullandıkları enerji çeşitleri arasındaki yerini almaktadır. Jeotermal enerji birçok enerji türüne dönüştürülebilir veya doğrudan ısı enerjisi yardımıyla yenilenebilir enerji olarak ortaya çıkmaktadır.

Devamlılığı olan enerji kaynağı olan jeotermal enerji ülkelerin sık yararlandığı yenilenebilir enerji kaynaklarındandır...

Jeotermal enerjiden 1914'den günümüze elektrik elde etme bütün dünyada yaygınlaştı. Jeotermal kaynaklardan elde etmek adına üç temel teknolojiye yararlanılmaktadır:

1-Kuru buhar santralleri,

2-Flaş buhar santralleri,

3-İkili enerji santralleri (Melikoglu, 2017).

Kuru buhar, buhar püskürtmeli, binary santraller elektrik üretmede kullanılan 3 farklı teknolojidir. Elektrik enerjisi üretmek için güçlü entalpili alanlardan faydalanılmaktadır. Orta entalpili alanlar birçok kurutma işinde, sera ile konut ısınmasında tercih edilmektedir. Düşük entalpili alanlardan da yüzme havuzları, balneolojik tedaviler artı olarak balık çiftlikleri gibi kurumlar yararlanmaktadır (Zaim & Çavşi, 2018).

Her tesiste olduğu gibi belirli su gereksinimleri jeotermal tesislerde de bulunmaktadır. Tesis için gerekli su tasarruflu bir biçimde kullanılmalı ve bu kullanımla alakalı kontroller sağlanmalıdır. Jeotermal saha gelişimi aşamasında su kullanımının, tarımsal ve diğer amaçlar için kullanılacak yerel su talebi ile koordinasyonunun sağlanması gerekmektedir. Tesis dışında diğer alanlarda ve faaliyetlerde kullanılacak olan su gereksinimini de öngörmek lazımdır.

Türkiye coğrafi durumu ile jeotermal enerji için elverişlidir. Jeotermal enerjide Türkiye jeotermal kapasiteden direkt yararlanma ve elektrik imalatı adına globalde en varyetli yedinci devlettir(Şengül, Eren, Shiraz, Gezder, & Şengül, 2015).

Geçmişten günümüze 50 yıllık süreçte jeotermal çalışmalar elektrik elde etmek ve direkt kullanımlar için ülkemiz mühim ilerlemeler gerçekleştirmiştir (Şimşek, 2015). Jeotermal üzerinde çalışmalar Türkiye’de MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü) öncülüğünde başlamıştır. Lokal jeotermal ısıtma sistemleri 1987 senesinden günümüze yapılmış, iktisadi ve teknik anlamda birden fazla büyüme gerçekleştirmiştir (Mertoğlu, Şimşek, Başarır, & Paksoy, 2019).Jeotermal enerjinin ülkemizde elektrik üretimi ve konut ısıdırma, sera ısıtmacılığı, jeotermalin direkt kullanımı (sıvı karbondioksit ve kuru buz üretimi),termal turizmi gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Türkiye’nin her tarafında yayılmış 1000 adet civarında doğal çıkış şeklinde farklı sıcaklıklarda pek çok jeotermal kaynak bulunmaktadır. •% 78'i Batı Anadolu'da, % 9'u İç Anadolu'da, % 7 si Marmara Bölgesinde, % 5'i Doğu Anadolu'da ve % 1'i diğer bölgelerde bulunmakta olup kaynakların %90 lık payı düşük ve orta sıcaklıktadır. Düşük ve orta sıcaklıktaki alanların direkt olarak faaliyetleri ısıtma, termal, turizm, farklı endüstriyel faaliyetler vb. kullanımına elverişlidir. Kalan %10'luk pay da dolaylı faaliyetler olan elektrik enerjisi imali için

elverişlidir.(Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Arama Çalışmaları:MTA Genel Müdürlüğü, 2023).

Son dönemlerde jeotermal enerji ağları üç temel grupta değerlendirilmektedir.

- 1-Direkt kullanım ile lokal ısıtma ağları,
- 2-Jeotermal enerji tesisleri vasıtasıyla elektrik üretimi,
- 3-Jeotermal ısı pompaları (Melikoglu, 2017).

Jeotermal enerji kaynağı gereken özen karşılandığı zaman dünyada en temiz enerji kaynaklarından biridir. Jeotermal santrallerde birim enerji başına çıkan CO₂ ,buhar ile flaş, fosil yakıtlı enerji santrallerine kıyasla büyük oranda azken, ikili çevrim santrallerinde hiç gerçekleşmemektedir (ADÜTEM, 2015). Rüzgâr ve güneş gibi iklime bağlı olmaması, çevreye dost enerji tesisi bulundurması konusunda yarar sağlayan jeotermal enerji minimum seviyede CO₂ salınımına sahiptir. Radyoaktif atık yok etme gereksinimi bulunmamakla birlikte jeotermal enerji tesislerinde partikül madde ya da azot oksit salınmamaktadır (ADÜTEM, 2015). Yani başka enerji kaynaklarından yararlanarak elektrik sağlamada, gaz emisyonu ve doğaya zarar açısından karşılaştırıldığı zaman jeotermal enerjinin olumsuz reaksiyonları daha azdır.

Sürdürebilirliği sağlamak adına jeotermal enerji tesislerinde jeotermal akışkanların kaynaklara tekrar verilmesi lazımdır. Süreç olarak maliyetlidir. Bu işlemler dizisine Reenjeksiyon denmektedir (Melikoglu, 2017).Reenjeksiyon hatasız gerçekleştiğinde ve bununla beraber jeotermal sahadan özenli bir şekilde yararlanılırsa, jeotermal enerjiden uzun vadede aralıksız yararlanılabilir. Türkiye’de jeotermal alanlar adına yönlü sondaj faaliyetleri ile bobin boru işleme faaliyetleri; başka mühim ekonomik ve çevresel yeniliklerdendir .

Çevreye zarar genel başlığında bir alt başlık olarak, doğaya ve yaşam alanlarına zarar noktasında en aza indirgeyebilmek için planların buna göre sağlanması lazımdır. Gürültü kirliliği açısından jeotermal enerji tesisinin yerleşimini daha büyük ve etraflı bir sahaya konumlandırmak, jeotermal enerji tesisinin gürültü durumuna çözüm olacaktır. Arazi içinde işgal ettiği alan araziye göre değişkendir. Yine de tesise

uzaklık arttıkça doğal olarak gürültü de azalacaktır. Jeotermal enerjiden daima yararlanma durumu kesin değildir, bu durumun sürdürülebilir olması uzun sürelerde tazeleme payı ile alana özel ısı ayırma işleminin devamlılığıyla ilişkilidir. Kaynaktan fazla yararlanmak onu daimi olmasa da bitirebilir; enerji sağlama durumunu sekteye uğratabilmektedir (Melikoglu, 2017).

Genelde potansiyel jeotermal enerji alanları ve tesisleri engebeli yapıda yüzeylerde kurulmaktadır. Doğal olarak heyelana yatkın alanlardır. Jeotermal tesislerde yüzey deforme olabildiği gibi çökme de yaşanabilir. Tribün ve kuleler jeotermal tesislere göre görüntü olarak çok daha fazla ilgi çekerler. Jeotermal enerji tesisleri, nükleer tesislere göre termal atık daha çok ortaya çıkarmaktadır. Yenilenebilir enerji seçeneklerinde en az alandan yararlanan jeotermaldir(Şengül, Eren, Shiraz, Gezder, & Şengül, 2015).

1.3.3. Rüzgâr Enerjisi

Yenilenebilir enerjilerden bir tanesi olan rüzgâr enerjisi; doğa dostu, güvenli, tükenmeyen ve maliyeti az enerji kaynağıdır. Kıyı kesimlerde rüzgâr ve güneş enerjisinden yararlanma durumu, maliyet veya yarar hesaba katılmadığında dahi fosil yakıtlar ile yarışabilir hale gelmektedir. Rüzgâr enerjisinden örnek vermek gerekirse Brezilya, Kanada, Meksika, Yeni Zelanda, Güney Afrika, Türkiye, Çin, Avustralya ve ABD ağ kaynaklı enerji bakımında en makul maliyetli alternatiflerden biridir (Karagöl & Kavaz, 2017).Yeryüzündeki enerji kaynaklarının tükenmesi söz konusudur fakat rüzgâr enerjisi tükenmezdir. Rüzgâr enerjisi tükenmez, nakliye problemi olmayan enerjiye dönüştürülmesi zor olmayan bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr enerji tesislerinde yakıt kullanılmadığından hava ve suya kirlilik gerçekleştirilmemektedir. Rüzgâr kaynağı havada mevcut olup doğaya zarar vermemektedir. Çevre kirliliği yaratmaz ve emisyonuz enerji ortaya çıkarabilmektedir. Geleneksel enerji kaynaklarından yararlanarak ortaya çıkarılan enerjinin maliyeti birçok değişken bulundurması nedeniyle istikrarlı değildir. Rüzgâr enerjisi ise istenildiğinde ulaşılabilir ve maliyetsizliği ile değişken fiyatlardan etkilenmemektir(Kaplan, 2015).Rüzgâr enerjisi tesisleri çok ileri teknolojilere ihtiyaç duymadan rüzgâr enerjisinin dönüşümünü sağlar, başka enerji değişim ağlarına kıyasla maliyeti daha düşüktür(Ilkiliç & Aydın, 2015).Yenilenebilir enerji

kaynaklarından rüzgârın diğerlerine göre seçkinliği, yarışılabilir maliyet ile fazla enerji ortaya çıkarabilme özelliği sayesinde (Sadorsky, 2021).

Tahliye veyahut nâkile ihtiyaç duyulmayan rüzgâr enerjisi tabii bir enerji kaynağıdır. Doğa problemleri, geleneksel enerji kaynaklarının sebebiyet verdiği sera gazı emisyonları ile hava kirliliğidir. Rüzgâr santralleri, sera gazı üretmediğinden çevre dostu olarak kabul edilmektedir. Konvansiyonel enerji kaynaklarından yararlanılmadığı için atmosferi kirletmemektedir.

Mekanik enerji için faydalanılan rüzgâr enerjisi çoğunlukla konut ve tarım/hayvancılık alanlarında sulama için değerlendirilmektedir. Rüzgâr enerjisi elektrik üretmede büyük bir paya sahiptir. Rüzgâr enerjisinin yerkürenin elverişli olan her alanında az maliyet, doğa dostu ve zengin memba vb. birden fazla üstünlüğü mevcuttur. Rüzgâr enerjisini üretmek için onu farklı bir enerji haline getirmek lazımdır. Bu durumda tribünlerden yararlanılmaktadır. Elektrik üretimi amacıyla tarihte rüzgar türbini ilk defa 1891 yılında Dane Poul LaCour eliyle ortaya çıkmış olmasına karşın, 1900-1950 yıllarında rüzgar enerjisi değil, ondan daha istikrarlı olan fosil yakıttan oluşan enerji üretim modellerinden faydalanılmaktaydı (Şenel & Koç , 2015).

Rüzgâr enerji potansiyellerinin saptanmasında en mühim değişkenlerden biri rüzgârın hızıdır. Rüzgâr çiftliklerinde türbinlerin inşa noktaları ile türbin tasarımının saptanmasında ortalama rüzgâr hızı fazlasıyla hayattır (Çetin, Balo, Eraslan , & Uçar, 2017). Rüzgâr türbin santrallerine finansal yatırım sağlanabilmesi için inşa edileceği sahada 50 m yükseklikteki ortalama rüzgâr hızının minimum 7 m/s olması lazımdır (Koç & Kaya, 2015).

Lokal, emniyetli, uygun maliyetli ve doğa dostu nitelikleri ile rüzgâr enerjisi birçok soruna çözüm olabilmektedir. Rüzgâr enerjisi tesisleri faaliyeti kolay olması ile hemen yürürlüğe koyulabilmekte, onarım ve faaliyet maliyetleri azdır (İlkiliç & Aydın, 2015). Türkiye'deki rüzgâr enerjisi kapasitesi mevcudiyeti çoktur ve enerji ihtiyacının sağlanması adına bunun üstünde dikkatli durmak önemlidir. Rüzgâr enerjisi Türkiye potansiyeli bulunmaktadır. Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyeli bakımından, enerjinin üretilebilir noktada olduğu ülkelerin başında gelmektedir. Avrupa ve Asya'nın ortasında bulunan Türkiye 3 cephesi denizlerle

çevrilmiştir(İlkiliç & Aydın, 2015). Başka mevsimlerde değişik basınç şekillerinin etkisindedir Hava akımlarındaki basınç değişkenlikleri ele alındığında en fazla kapasiteye sahip konumlar Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz'dir(İlkiliç & Aydın, 2015).Türkiye'de rüzgâr en fazla Ege ve Marmara kıyı çizgisinde devamlı ve istikrarlıdır(Kaplan, 2015). Çoğunlukla Türkiye'deki rüzgâr enerji kapasitesi sahaları kuzey ve kuzeybatı bölgelerinde; Ege ve Marmara Denizi kıyılarında bulunmaktadır(İlkiliç & Aydın, 2015). Derinlik açısından 25m derinliğinde daha az açık deniz sahalarında rüzgâr enerjisi menşei fazlasıyla mevcuttur(İlkiliç & Aydın, 2015).

Türkiye'de hâlihazırdaki faaliyetler belirlenen bölgeler adına rüzgar enerjisi kapasitesinin saptaması, rüzgârın hızı, sürekliliği, yararlılık ve yön vb. faktörlerle alakalı detaylı datanın incelenmesiyle gerçekleşmektedir. Rüzgâr türbinleri rüzgâr rezervuarının rahat ulaşılabilirdiği ve güçlü olduğu bölgede kurulmaktadır. Rüzgâr kuvvetinin en verimli, emniyetli ve dengeli olduğu rüzgârlar açık denizdedir. Bu yüzden açık deniz rüzgârı daha caziptir. Rüzgâr potansiyeli öğeleri denizde daha verimlidir(Kaplan, 2015).

İnşa edileceği bölgedeki arazi ve hayvansal faaliyetleri etkilememektedir(Kaplan, 2015).Birden çok seviyeli devlet yardımı, ileriye özgü düşük karbon içeren sanayilerin oluşturulması ile şansının olması ve emisyon oranlarının düşürülmesi, rüzgâr enerjisi kullanımının fazlaşmasında istenen kriterlerdir (Sadorsky, 2021).

Güneş ile rüzgâr enerjisinden belirli koşullarda yararlanıldığından, daima elektrik tedariki gerçekleşmemektedir. Vadesel ve coğrafi etmenler rüzgârda istikrarsızlığa neden olabilir (Kaplan, 2015).Güneş ve rüzgârın sürekli olmaması sebebiyle fazlaşan istihdam ile beraber çok daha geniş çapta kurulu güce gereksinim duyulmaktadır. Bu durum iş yaratma adına pozitif olsa da, enerji ağlarındaki keskin transformasyon enerji iş gücü fiyatlarını fazlaştırabilmekte ve mühim sonuçlara sebep olabilmektedir(Cameron & Zwaan, 2015).

Rüzgâr türbinler bütün ülkelerde denizde de karada da inşa edilebilmektedir. Karada gerçekleştirilen rüzgâr enerji faaliyetlerinde birtakım zorluklar mevcuttur. Doğa şartları ile ağlarla bağlantı adına deniz altı bağlantılarının fazla fiyatlandırma içermesi vb. donanım ve tasavvur engelleri de içerir(Kaplan, 2015).İnşa bölgelerinin

civarlarında gürültüye sebebiyet verebilmektedir. Kimi zaman göçmen kuşların gidiş rotasında bulunan türbinler kuş popülasyonuna zarar verebilmektedir(Kaplan, 2015).

1.3.4. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi artan global nüfus ve iktisadi mevcudiyetin getiri adına, artan enerji ihtiyacını sağlamada mühim bir menşei olabilir. Güneş enerjisi pazarını büyütme adına milletlerarası birlik seçeneği de değerlendirilmelidir. Güneş enerjisi fazla oranda mevcuttur, tedariki sağlanabilmektedir.

Fotovoltaik sistem:PV Panel,Dönüştürücü devre, Kontrolör ,Yük elementlerinden oluşmaktadır.

İyi bir plan ve işleyişe sahip PV sistemi cüzi miktarda güneş ışığıyla elektrik ortaya çıkarabilir. Çevre dostudur ve maliyeti azdır. Çevre dostu enerji üretimine hükümet teşviklerinin etkisi fazla olmuştur. Bunun başlıca nedenleri masraflar, enerji kıtlığı, ekonomik krizdir.

Güneş enerjisi kaynaklarının elverişli olduğu lokasyonlarda sağlanması mühimdir bu yüzden yer mevzusunun global, lokal ya da bölgesel çapta kabullenilmesinin yatırımların yeniden elde olması ve sosyal, iktisadi, teknolojik farklı neticeleri mevcuttur(Pravalié, Patriche, & Bandoc, 2019).

Güneş enerjisinden ısı ortaya çıkarılıp; ısı direkt ve elektrik sağlamak adına kullanılabilir. Elektrik enerjisi elde etmek için güneş enerjisi, türlü yoğunlaştırıcı sistemlerden yararlanır, ortaya çıkan yüksek sıcaklıktaki kızgın buhar geleneksel yöntemlerle enerji ortaya çıkarır. Bunlara birinci grup sistem denmektedir ve ikinci grup sistemlerde; PV güneş enerjisi sistemleri yarı iletken materyallerden meydana gelmektedir. Bu sistemler güneş ışığını direkt elektrik enerjisine dönüştürmektedir(Çanka Kılıç, 2015). PV güç mekanizmaları, konvansiyonel fosil kaynaklı enerji istasyonları gibi sera gazı emisyonlarını arttırmaz aksine düşürmektedir. Kazanımları, dünyanın büyük alanlarında güneş enerjisinin çok bulunması, yenilenebilirliği, yaşam alanlarına en az hasar, sanayi ya da lokal anlamda rahat faaliyete geçirilebilme ve yenilenebilir enerji kaynaklarında güç yoğunluğunun fazla olmasıdır.

Bu yüzden devamlılığı sağlanan tedarik zinciri sistemi dizayn etmek PV mekanizma fiyatlarını düşürmek adına elzemdir. Doğru lokasyon kaygısı PV tedarik zinciri adına yoğun yaşanmaktadır. Bunun sebebi güneş enerjisi sistemlerinin kurulması için alanların doğruluğu teknik, coğrafı ve sosyal faktörlerle alakalıdır. Bu yüzden güneş enerjisi projelerinin gerçekleşeceği lokasyonlara karar verirken farklı koşullara dikkat etmek mecburidir(Pravalie, Patriche, & Bandoc, 2019).

Geniş çaptaki PV mekanizmalarının inşası, büyük toprak yararlanma bölgelerini yok etmesi sebebiyle problem teşkil etmektedir(Pravalie, Patriche, & Bandoc, 2019). PV enerjisinden yararlanmayı özendirme adına politikaların faaliyete geçmesi, kimi devletlerde elektrik mekanizmalarında mühim istikrarsızlıklara ve elektrik maliyetlerinde dengesizliklere sebebiyet vermiştir.

Stratejik kararlar kurum adedi, lokasyonu ve potansiyelinden ortaya çıkan tedarik zinciri kararlarıyla alakalıdır.

Tahmini güneş enerjisi kapasitesi çok nitelikli işaretlerle ilgilidir. Bu işaretlerden bazıları; bölgesel enerji kaynakları, toprak örtüsü, teknolojik büyüme, güneş enerjisi mamullerinin tutumu ile devlet politikalarıdır. Bu etmenlerin hepsinin güneş enerjisi piyasasının büyümesine mühim katkıları mevcuttur.

Elektrik ağının erişiminin mevcut olmadığı, gereksinimi sağlayamayan elektriği gidermek için veya maliyet çıkaran bölgelerde enerji ihtiyacını gidermek adına ‘‘Fotovoltaik’’ sistemlerden yararlanılmaktadır. Güneş enerjisi kaynağından faydalanmada önemli aşama, PV güç santralleri adına elverişli lokasyonları saptamak ilk iş olmalıdır. Elverişli lokasyonların saptanması adına ilk başta yeryüzündeki asıl güneş enerjisi kapasitesinin ölçümü mecburidir(Zhang, Ren, Pu, & Wang, 2020).

Güneş enerjisinde elektrik imalat fiyatlarının fazlalığı, büyük çevrelerin güneş panelleriyle donatılmasından sebeple büyüme seviyesinde olup coğrafı pozisyonu sebebiyle güneş enerjisi kapasitesi fazladır. Güneş enerjisi teknolojileri hızlanmakta ve ileride güneş-PV parçalarının fiyatlandırmalarının azalması öngörülmekte; karışık rüzgâr güneş-PV enerji tesisleri, yenilenebilir güç randımanı ve fiyat bakımından karlı olduğu için yatırımcılar adına hibrit rüzgâr güneş-PV enerji tesisleri daha ilgi çekici hale gelecektir(Aydin, Kentel, & Duzgun, 2013).

Avrupa'daki total durmuş potansiyel, globaldeki total PV kapasitesinin ortalama %28,4'ünü oluştursa da,%86,8'i sadece yedi devlette mevcuttur(Mastrocinque, Ramírez, Honrubia-Escribano, & T. Pham, 2020).

Elektrik ağı olmayan, erişilmesi zor alanlarda fotovoltaik sistemler hayati önem taşır. Dağlık arazilerde, taşınabilir ağlarda faaliyet sağlayabilmesi, onarımının rahat olması ile çok mesafeli alanlarda ağa ihtiyacın doğmaması PV tesislerinin kolaylaştırıcı kriterlerindendir(Nili, Seyedhosseini, Jabalameli, & Dehghani, 2021).

Güneş ve rüzgârın sürekli olmaması sebebiyle fazlalaşan istihdam ile beraber çok daha geniş çapta kurulu güce gereksinim duyulmaktadır. Bu durum iş yaratma adına pozitif olsa da, enerji ağlarındaki keskin transformasyon enerji iş gücü fiyatlarını fazlalaştırabilmekte ve mühim sonuçlara sebep olabilmektedir(Cameron & Zwaan, 2015).

1.3.5. Hidroelektrik Enerji

Enerji ihtiyacının karşılanması için hâlihazırda bulunun su gücünden enerji ortaya çıkarma durumu ile ortaya çıkan enerji hidrolik enerjidir. Hidrolik enerji, su akışı ve düşüşünü elektriğe dönüşümü şeklinde ortaya çıkar. Hidroelektrik santral (HES), barajlarda birikmiş olan suyun potansiyel enerjisinin mekanizma içerisinde kullanarak kinetik enerjiye devamında da elektrik enerjisine dönüştürülmesidir. Hidroelektrikten enerji ortaya çıkarılırken çok fazla emisyon salgılanmamaktadır. Enerji güvenliği yerli üretim olduğu için mevcuttur. Özelliklerinin başında arzadaki değişkenliği gelmektedir(Alashan, Sen, & Toprak, 2016).

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında maliyeti daha kârlıdır. Bu yüzden dünya genelinde en çok yararlanılan yenilenebilir enerjilerdendir. Onarım ve onarım ve işletme masrafı bulunan ve asıl yakıt maliyeti bulunmayan hidroelektrik enerji kaynağıdır(Alashan, Sen, & Toprak, 2016). Yenilenebilir enerji çeşitlerinde teknoloji olarak gelişmişlik hidroelektrik enerjisindedir. Yenilenebilir enerji kavramının yaygınlaşması ile nehir tipi hidroelektrik tesisleri şeklinde su menşeinden yararlanmaya doğru projelerle beraber kara ve denizde güneş ile rüzgâr tesisleri adına taze projeler çoğalmaktadır(Emmanouil, Nikolopoulos, François, Brown, & Anagnostou, 2021).

Atmosferde toplanan CO₂ gazları küresel ısınmayı etkileyince, tabiatın hidrolojik düzeni olumsuz yönde etkilenmektedir. Düzensiz yağışlar, buzul ve karların eriyişi, fazlalaşan buharlaşma, arazi neminin farklılığı vb. durumlar son zamanlarda hidrolojik düzenin sarsıldığını belirtmektedir(Bayazıt, 2021).

Hidroelektrik sera gazı emisyonlarını minimize edebilen, uzun ömürlü ağ olarak geniş bir kapasiteyi içermektedir. Bu durum hidroelektrik enerjiyi, global ve ayrıca Türkiye'de küçük çaplı ağlarda önemli bir konum sağlamaktadır.

Hidroelektrik santraller yenilenebilir enerji kaynaklarından olup dünyadaki elektrik ihtiyacını karşılamada hatırı sayılır bir güce sahiptir. Hidroelektrik istasyonlar fonksiyonlarına göre; depolama, nehir tipi ile pompalama şeklinde üç adet kategoride açıklanmaktadır(Bilgili, Bilirgen, Ozbek, Ekinci, & Demirdelen, 2018).

Dünyada subtropikal kuşağında tabii olarak bulunan hidroelektrik enerjisi mühim yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir(Alashan, Sen, & Toprak, 2016)..

Hidroelektrik temel ve yerli olmasının yanında Türkiye'de kapasitesi çok büyüktür. Ana politika olarak Türkiye, hidroelektrik kapasitesini bilhassa ek hidroelektrik enerji üretim seçeneklerinin çok bulunduğu Güneydoğu ile Doğu bölgeleriyle Dicle ve Fırat nehirlerinin yukarı havzasına yoğunlaştırmaktır(Alashan, Sen, & Toprak, 2016). Türkiye'nin geniş kapasitedeki hidroelektrik tesisleri Fırat Nehri üstünde bulunmaktadır. Karadeniz'de fazla yükselti ve akımdaki, dik özellikte nehirler sebebiyle hidroelektrik kapasitesi fazladır(Bilgili, Bilirgen, Ozbek, Ekinci, & Demirdelen, 2018).

2022 Haziran ayı itibari ile Türkiye'nin hidroelektrik enerjisine dayalı elektrik kurulu gücü 31.558 MW olup toplam kurulu güç içerisindeki oranı %31 olarak hesaplanmıştır.(Enerji Hidrolik:ETKB, 2022).

Hidroelektrik santraller kaldırabileceği maksimum kapasitelerine göre büyük, orta ve küçük olarak sınıflandırılmaktadır. Rastgele bir alanın yer ve biçimi, hidroelektrik ile rüzgâr enerjisi vb. doğa dostu yenilenebilir enerji kaynakları bakımından etkindir. Hidroelektrik tesisler lokal şartları dahilinde planlanmaktadır. Düşey su menşelerinden az düzeyde olanlardan yararlanılması, daha az doğaya zarar veren taze

bir gelişmedir. Hidroelektrik enerjide elverişli teknoloji sağlandığı zaman doğaya minimum zarar ile mevcut alanlardan enerji imal etme kapasitesi büyüktür(Bilgili, Bilirgen, Ozbek, Ekinci, & Demirdelen, 2018). Ulaşılabilir uygun maliyeti ve enerji sektörü fiyatları ile yarışabilecek hidroelektrik enerji, baştaki mevduatın fazla olmasına rağmen yaşam süresinin fazlalığı, onarım ve yürürlük maliyetleri azdır(Bayazıt, 2021).

Son zamanlarda kamu ve özel sektörde yenilenebilir enerji kaynaklarından hidrolik enerjiye ilgi artmıştır(Süme, Özener, & Mete , Çoruh Nehri Yan Kolları Üzerinde Bulunan Hidroelektrik Santrallerin Hidroelektrik Potansiyeli, 2017).

Barajlar bilhassa mansapta bulunan yerleşim alanları ile ülkelerde taşkın ve kuraklık risklerine; konut, sanayi veyahut sulama maksadıyla su tedarikine katkıda bulunmaktadır(Alashan, Sen, & Toprak, 2016). Hidroelektrik enerji konvansiyonel enerji olmasa da çevresel faktörler nedeniyle toplum tarafından önyargı ile karşılanmaktadır. Çevreye olan olası dezavantajları; yaban yaşamı yerleşimi ile göç rotalarına etkileri, yağış rejimindeki değişiklikler, suyu baraj ağızından nehire ayarlı bir şekilde akıtmak, baraj kaynağının aşağısındaki yerleşim yerlerindeki toplumların mecburi nakli vb.dir(Bayazıt, 2021).

Küçük çaptaki hidroelektrik tesisler; temiz imalat, teknolojiye uygunluk, emniyetli, değişken işletim, onarım olasılığının yüksek olması, mali rezervuarların fazlalığı gibi artılara sahiptir. Artı olarak küçük çaptaki tesisler doğaya zarar vermemeleri, büyüyen ya da kırsal olan alanlarda az maliyet ile çok potansiyel elde etmektedir (Bilgili, Bilirgen, Ozbek, Ekinci, & Demirdelen, 2018).

Geniş çaptaki enerji önbelleği adına oturmuş en uygun teknoloji pompalı Hidroelektrik depolamadır. Depolanması gerçekleşen enerji ünitesi adedine oldukça az varlık maliyetine yaşam ömrü fazla depolama ile elverişlilik sağlamaktadır(Emmanouil, Nikolopoulos, François, Brown, & Anagnostou, 2021). Pompalı hidroelektrik depolama (PHS) farklı depolama çeşitleriyle karşılaştırıldığında tabii çevreye direkt bir zarar gerçekleştirmez.

Büyük çaptaki hidroelektrik tesisler; büyük ulaştırma ağlarının çevre doğasına olumsuz etkileri sebebiyle enerji eksikliği, orman ve yeryüzünün altındaki mühim

rezervuarların tahribi, imalat sürecinin uzunluğu gibi eksiler barındırmaktadır. Su seviyesinde ve sıcaklığındaki gerçekleşen değişme tarımsal ve iklim hususlarında tehlide sebebiyet vermektedir(evik, 2022).

Enerji santralinin inşa sahası etrafındaki kara canlılarının yaşam alanlarına etkisi; Deriner barajı çevresindeki dağ keçilerine inşanın başlangıcı itibariyle rastlanmaması bir örnektir(Süme, Özener, & Mete , Çoruh Nehri Yan Kolları Üzerinde Bulunan Hidroelektrik Santrallerin Hidroelektrik Potansiyeli, 2017).Flora ve tarım alanlarının yok olma olasılığı gibi HES yapılarının çevresel etkileri göz ardı edilemeyecek derecede ciddi sonuçlar doğurmaktadır. Hidroelektrik Santralleri alanında yaşayan halkın göç etmek zorunda kalması, tarıma elverişli havzalarının tahrip olması durumunda geçim sıkıntısı yaşanması, hava kirliliği sebebiyle sağlık problemleri ve göç etme durumları da mevcuttur(evik, 2022)

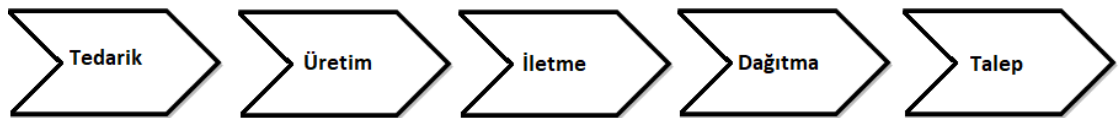
İKİNCİ BÖLÜM

2.YENİLENEBİLİR ENERJİ TEDARİK ZİNCİRİ

Tedarik zinciri, hizmet/ürünün dağıtımını ile nihai tüketimine ve ortadan kaldırılmasına kadar bütün eylemleri barındıran, başka lokasyonlarda ve ölçülerde etkinlik sağlayan, birçok katılımcıdan var olan; bu süreçte hizmet/ürünün üretimini, kurgusunu ve teslimatını barındıran birbirine bağımlı bir sistemdir (Fernando, Bee, Jabbour, & Thome, 2018). Enerji muhafaza ağları, enerji muhafaza yetilerine göre kısa ile uzun süreli gibi sınıflara bölünebilir (Ong, Chang, Tsai, & Chen, 2024).Tedarik zinciri uygulamaların ana madde temininden son mamul alıcısına dek bütün işlemleri içerdiğinden dolayı, tedarik zinciri kararları çevreye geniş tesirde bulunmaktadır.

2.1. Yenilenebilir Enerji Tedarik Zinciri

Tedarik zinciri tasarlama, büyüyen sanayilerin rekabet edebilmelerini sağlamaları adına öncelikli bir şarttır (Nili, Seyedhosseini, Jabalameli, & Dehghani, 2021). Başta enerji kısıntısına ve sera gazı emisyonlarının düşürülmesine olan yararı sebebiyle ve bununla beraber fazla giriş engelleriyle varlık ve teknoloji ağırlıklı olması sebebiyle alıcı ya da sanayi mamullerin tedarik zincirinden değişiktir doğru endüstri ve teshil politikaları faaliyetleri mevcut değilken yapımı ve işletmesi imkânsızdır(Mastrocinque, Ramírez, Honrubia-Escribano, & T. Pham, 2020).



Şekil 1:Yenilenebilir Enerji Tedarik Zincirinin Alanı (Aslani, Helo, Feng, Antila, & Hiltunen, 2013)

Enerji kaynaklarının satın alımından itibaren harcanması ile sona eren işlenmemiş enerjinin kullanıma hazır şekle getirilmesini kapsayan zaman dilimi yenilenebilir enerji tedarik zinciri olarak adlandırılır. Tedarik zinciri yönetimin yenilenebilir enerji ile bütünleşmesi sadece; ulaşılabilir enerji olanağı sağlamanın yanında yenilenebilir enerji transformasyon mekanizmasıyla geleneksel enerji kaynak dönüşümünü de kolaylaştırır (Fernando, Bee, Jabbour, & Thome, 2018).Tedarik zinciri yönetimi şuan yenilenebilir enerji üretiminde etkin bir faktördür. Yenilenebilir enerji tedarik zinciri, işlenmemiş enerjiyi kullanıma hazır enerjiye dönüşümüdür. Tedarik zinciri yönetimi ile yenilenebilir enerjinin bütünleşmesi ile yenilenebilir enerjinin etkisi tüm aşamalara tesir edecektir. Enerji tedarik mekanizmaları özellikleri uygulama, finansal, çevresel, sosyal bakımdan nitelendirilmektedir(Şengül, Eren, Shiraz, Gezder, & Şengül, 2015).

Yenilenebilir enerji tedarik zincirinin, faydalanılması, güçlendirilmesi, enerji transformasyonu gerçekleşinceye değin harcanan değerler, coğrafi engeller, dağıtım sistemleri, anapara tayini, devlet politikası ve ekonomik yaptırımları konusunda şimdi bile güçlük çekmektedir (Fernando, Bee, Jabbour, & Thome, 2018). Yenilenebilir enerji tedarik zincirinin verimi, yenilenebilir enerjiyi maliyet konusunda rekabet edilebilir duruma sokmak maksadı ile tedarik zinciri yönetiminin uyumluluğunu sağlayarak ve tedarik zincirlerinde maliyet denetimini sağlamak önemlidir.

Her tedarik zincirinde olduğu gibi yenilenebilir enerji tedarik zinciri, fiziksel veri ile finansal akışlar vb. faktörler barındırır (Fernando, Bee, Jabbour, & Thome, 2018). Yenilenebilir enerji tedarik zinciri yönetimi tüketim durakları içerisindeki geçişleri ilgilendiren pek çok aşamalı yönetim kavramına ihtiyaç duyar.

Yenilenebilir enerji tedarik zincirinde teknoloji verimliliği fazlaştırmak ve dağıtım şebekesini düzeltmek adına elzem bir etkidir (Fernando, Bee, Jabbour, & Thome, 2018). Yenilenebilir enerji tedarik zincirinin temel başlıkları enerji performansı sebebiyle; yenilenebilir enerjinin kullanılması ve tevzisi, muhafaza edilmesi, rantabilite ve ikincil uygulama rantabilitelerini kapsayan, rantabilite transformasyonu ile alakalı kontrol dışı parametrelerdir (Saavedra, Fontes, & Freires, 2018).

Yenilenebilir enerji ile muhafaza teknolojilerinin üretimi ve tevzisindeki iş yaratma biçimi, başka sermaye yatırım mamulleri pazarındakilerle emsaldır(Ram, Aghahosseini, & Breyer, 2020).

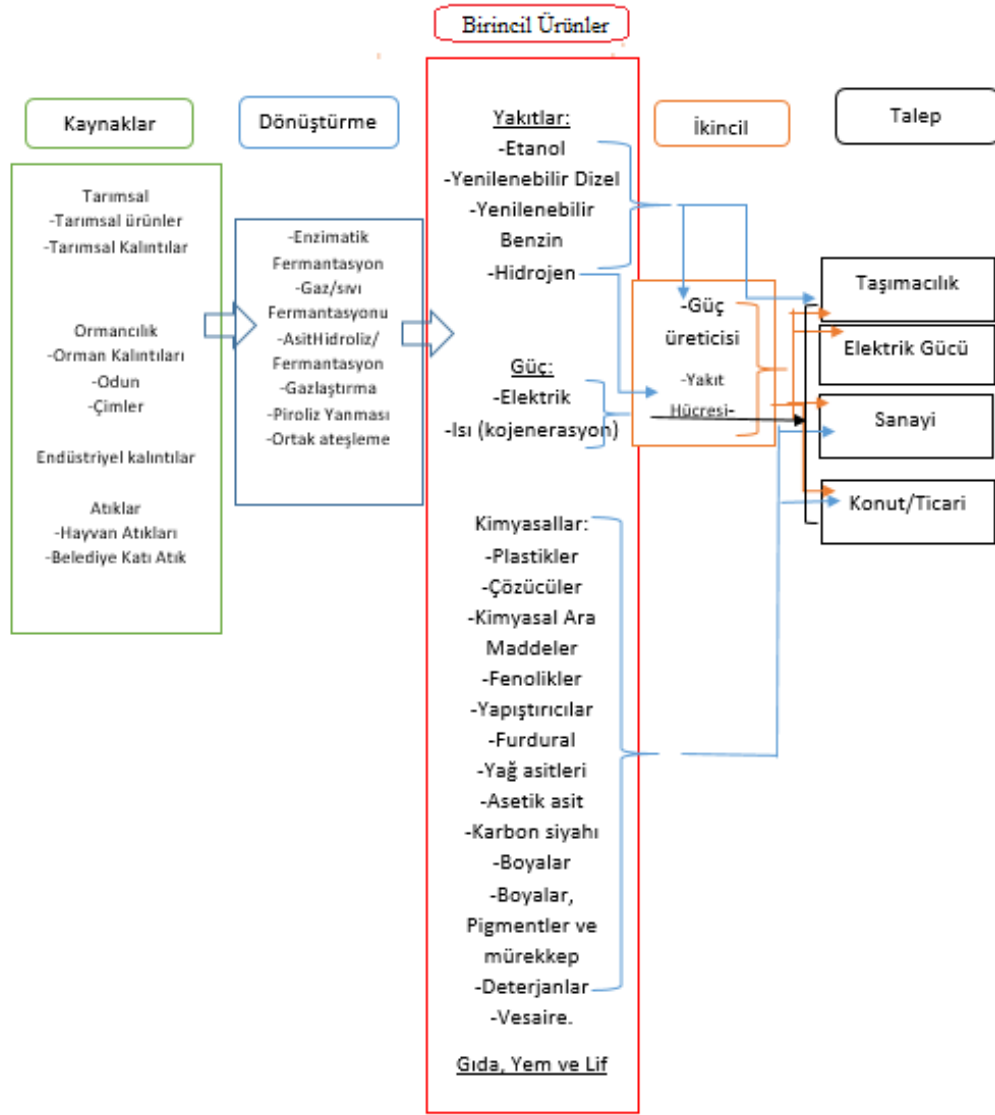
Tedarik zincirinin iktisadi ve sosyal uygulamalarının önemli tesiri sebebiyle sürdürülebilirlik konusu son zamanlarda çekici hale gelmiştir (Nili, Seyedhosseini, Jabalameli, & Dehghani, 2021). Sürdürülebilir üretim projeleri, yenilenebilir enerjide büyüme ve ticarete dökmeyi özendirmedi büyük etkiye sahiptir. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi çevresel, ekonomik ve sosyal alanlar olmak üzere bu alanların ilişkilerini sonuçlandırmaktadır (Chiaroni, ve diğerleri, 2015). Tedarik zinciri yönetiminin ana hedefi, total tedarik zinciri maliyetini minimize ederek kazancı maksimuma çekme sayesinde tedarik zincirinden fazlası olsa da bu düşüncenin istikrar sağlamayı hedefleyen daha büyük çapta düşünce olmalıdır.

2.1.1.Biyokütle Tedarik Zinciri

Enerji çeşitlerinden biyokütle insanoğlunun geçmişten beri yararlandığı enerji çeşitlerinden bir tanesidir. Biyoyakıt canlı yapılardan oluşturulan tüm yakıtı kapsamaktadır. Biyokütlenin yakımı ile üretilen enerji; tabii prosesleri yansılamaktadır. Bu nedenle biyokütleden ortaya çıkan enerji yenilenebilir enerji çeşididir ve ilke gereği ortaya çıkan bu enerjiden yararlanılması geleneksel enerji kaynak kullanımındaki gibi doğaya CO₂ vermemektedir. Değişik biyokütle çeşitlerinden biyogaz ortaya çıkartma,CO₂ emisyonlarının düşürülmesi ve doğanın muhafaza edilmesi bakımından önemli bir kapı açmaktadır. Elde bulunan biyokütlenin, başka türde sonuncu enerji çeşitlerine transformasyonu sağlanabilmektedir; elektrik enerjisi ve ısı... Elektrik elde etmek, konutısıtma, taşıtlara yakıt sağlama ve sanayi sahalarına proses ısısı vermek vb. birçok farklı enerji gereksinimini gerçekleştirmek için biyokütleden yararlanılmaktadır. Elektrik enerjisi ve ısı ortaya çıkarmak adına gelişmiş yanma teknolojilerinden yararlanılırken, tabii atıklardan da modern biyokütle şeklinde yararlanılabilmektedir.

Biyokütleden enerji ortaya çıkarabilmek için birçok teknolojik yöntem uygulanmaktadır.Biyokütle yakıt transformasyonu, bitkiler sayesinde yerleşik olduğunda yaklaşık sıfır net karbondioksit emisyonu oluşturur. Biyokütle ürünleri gaz şeklinde yakıtı çevrilir; biyogaz sonrasında buhar türbini sayesinde veyahut

direkt şekilde yanma türbini sayesinde enerji ortaya çıkarmak adına, buhar çıkarmak için bir kazanda yakılır.(Kaygusuz & Şekerci, 2016).



Şekil 2: Biyokütle enerji akışları (Wee, Yang, Chou, & Padilan, 2012)

Biyokütlede kaynaklar atık ve endüstriyel atık; tarım ve orman mahsul/kalıntılarından oluşmaktadır. Bu kaynaklar farklı dönüştürme seçenekleri ile yakıt, güç veyahut Gıda, Yem, Lif ortaya çıkmaktadır.

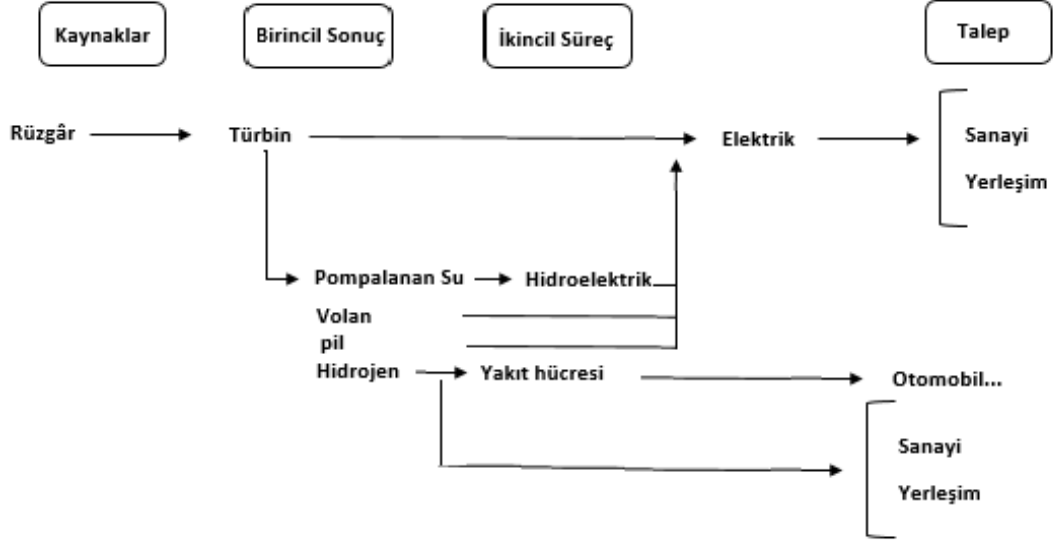
2.1.2. Jeotermal Enerji Tedarik Zinciri



Şekil 3: Jeotermal enerji süreç akışları (Wee, Yang, Chou, & Padilan, 2012)

Jeotermal enerji, depolama olarak birden fazla opsiyon barındırmaktadır. İlk ortaya çıkan Buhar ve Sıcaklık; hangi amaçla kullanılacağına (elektrik/ısı) göre bir takım tesis ve döngülerden geçmektedir. Elektrik elde etme, yerleşim veyahut sanayi, günlük ihtiyaçlar gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

2.1.3. Rüzgâr Enerjisi Tedarik Zinciri



Şekil 4:Rüzgâr enerjisi üretim akışları (Wee, Yang, Chou, & Padilan, 2012)

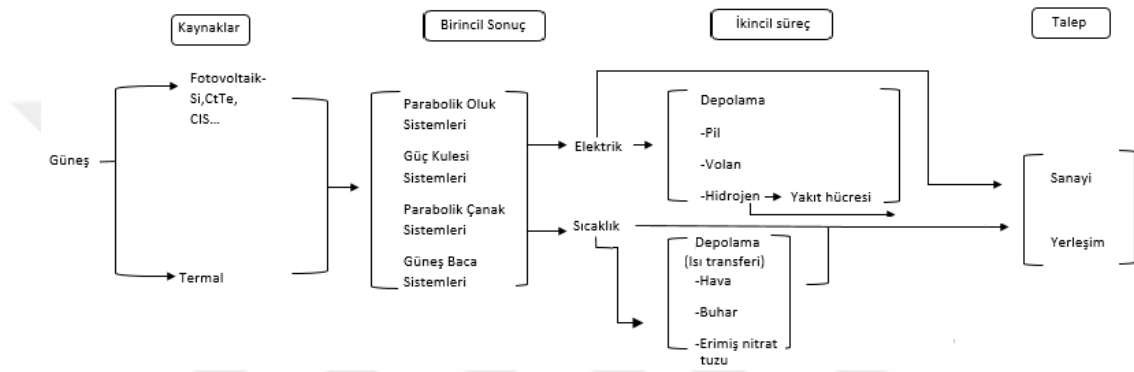
Rüzgâr enerjisinde kaynak rüzgârdır. Bölgenin uygunluğuna göre kurulan türbinlerden endüstriyel ya da günlük kullanım için elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Denize kurulan türbinlerde endüstriyel ya da günlük kullanımın yanında, bu enerji yakıt hücresine dönüşüp otomobil sektöründe de talep karşılayan bir enerjidir.

Talep edilen enerjinin vaktinde, doğru tutarda emniyetli ve aralıksız ağda tedariki sağlanabilmesi adına büyük süreçlere yayılan bir program gerçekleştirilmesi elzemdir. Bu programlamanın gerçekleştirilmesi, ana datanın dikkatli bir şekilde belirlenmesine bağlı olmaktadır.(İlkiliç & Aydın, 2015).

2022 Haziran ayı itibari ile Türkiye'nin rüzgâr enerjisine dayalı kurulu gücü 10.976 MW olup total kurulu güce oranı %10,81'dir (Yenilenebilir Enerji Kaynakları Rüzgar : ETKB, 2022).Kapasitesi yüksek diğer bölgeler: Gökçeada ve Bandırma bölgeleri Orta Karadeniz, Doğu Akdeniz ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu'daki Diyarbakır şehridir. Küçük ve orta çapta bugünkü rüzgâr değirmenleri kıyıya yakın, tepelere ve deniz sayesinde. Türkiye bilhassa Marmara ile Ege Bölgesi kıyılarında ve Kuzey ile Güney Anadolu kıyılarında güçlü bir rüzgâr

enerjisi kapasitesi bulundurmaktadır(İlkiliç & Aydın, 2015). Üç cephesinde deniz bulunan Türkiye, söz konusu tedarik zincirlerinin büyümesi adına kapasitesi değerlendirilmelidir.

2.1.4. Güneş Enerjisi Tedarik Zinciri



Şekil 5: Güneş enerjisi üretimi akışları (Wee, Yang, Chou, & Padilan, 2012)

Güneş enerjisinde kaynak güneş ışınıdır. Opsiyonel birçok işlemle ısı ya da elektrik üretmek adına güneş enerjisi ortaya çıkarılmaktadır. Hem endüstriyel hem de yerleşim, günlük kullanımda enerji ihtiyacı karşılayabilmektedir. PV tedarik zinciri, tedariki sağlayanlar, PV ağ kurgucuları, dağıtıcılar ile son kullanıcılar ya da alıcılar sayesinde ham mallardan ürün ve enerjinin transformasyon geçişlerine ve bununla beraber enerji tesislerinin tersine edinç ya da yok edilmesine kadarki bütün uygulamaları içermektedir (Mastrocinque, Ramírez, Honrubia-Escribano, & T. Pham, 2020).

Güneş enerjisi, işleyiş sürecinde mühim oranda emisyon ve kargaşa yaratmadan güneş ışığını emen sonrasında elektriğe çeviren PV mekanizmaları sayesinde ortaya çıkar. PV güneş enerjisinden yararlanmanın getirilerinden bir tanesi de devletlerin enerji bağlantılarının emniyetini ve seçeneklerini fazlalaştırmalarına fırsat vermesidir (Pravalié, Patriche, & Bandoc, 2019).

PV pazarında sürdürülebilir niyetler belirlemek, ham mal tedarik edenlerden yok edilmesine kadar PV tedarik zinciri boyunca bulunan ve bütün tedarik zinciri

adımlarına tesiri olan çokça koşuldandır sebeple daha külfetlidir(Mastrocinque, Ram3rez, Honrubia-Escribano, & T. Pham, 2020).

PV g¼ç mekanizmalarının maliyet verimini arttırmanın çözümlü, tedarik zincirlerini randımanlı dizayn etmektir. PV tedarik zinciri ağ tasarımı stratejik ve taktik karar aşmalarındaki kargaşaya yönelerek uygun olmayan tedarik zinciri verimliliğini düzelterek PV sanayini ticarileştirebilir(Pravalie, Patriche, & Bandoc, 2019). Tedarik zinciri uygulamalarının ana madde temininden son mamul alıcısına dek bütün işlemleri içerdüğinden dolayı, tedarik zinciri kararları çevreye geniş tesirde bulunmaktadır.

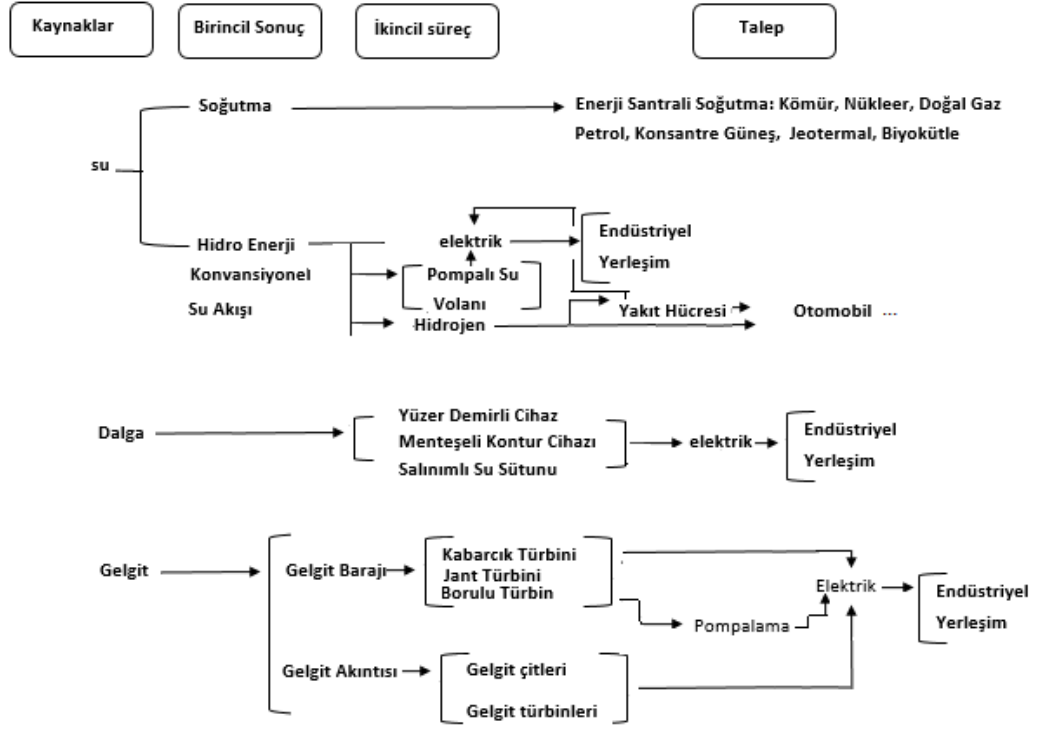
2.1.5. Hibrit Kullanım

Elektrik endüstrileşme, ekonomik gelişme ve şehirleşmesi adına mühim bir gerekliliktir. Elektrik imal etmek adına yararlanılan yenilenebilir ve geleneksel enerji kaynakları mevcuttur. Yenilenebilir hibrit enerji ağları, geleneksel ve geleneksel olmayan enerji kaynaklarının birleşimidir. Hibrit yapılar enerji muhafaza gereksinimini düşürebilir ve finansal uygulanabilirliği büyütebilmektedir(Aydin, Kentel, & Duzgun, 2013). İki veyahut ikiden çok yenilenebilir enerji menşeyinin karışık bir ağda bütünleştirilmesi bu güçlüğün düzelmesine destek olabilmekte, konvansiyonel enerji menşelerine olan tabiliği hafifletmektedir.

Hibrit enerji yapılarında enerji menşeyinde uyumluluğu artmaktadır. Hibrit yapılarda bir menşeyinin eksikliğini diğer menşelerin artlarıyla kapatmaktadır(Aydin, Kentel, & Duzgun, 2013).

Ağ birleşimi olan konvansiyonel olmayan hibrit kaynaklar, tabi olan istikrarsızlığa son verebilmektedir. Rüzgâr ile solar sistemlerden entegre olarak yararlanılabilmektedir. Rüzgâr türbini ve solar toplayıcılar beraber iki enerji kaynağından da enerji üretmek adına elverişli bir ağ sağlayabilmektedir(Kaplan, 2015).

2.1.6. Hidroelektrik Enerji Tedarik Zinciri



Şekil 6: Hidroelektrik proses akış türleri (Wee, Yang, Chou, & Padilan, 2012)

Türkiye hidrolik potansiyel olarak Avrupa'da ilk sıralardadır. Bu enerji potansiyeli dikkate alınacak olursa hidrolik enerjiye eğilim çoğalacaktır. Hidroelektrik enerjisi suyun yanında dalga ya da gelgit olaylarından enerjiye dönüşebilmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3.TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ

Yenilenebilir enerji ağları geleneksel enerji ağlarına göre çevreye tahribi minimumdur; bilhassa sera gazları bazında fiziksel atık oluşturmaz, tabii menşeleri bitirmez ve yararlandıkları şeyler tabiatta fazlasıyla mevcuttur. Üretim pazarlarının küresel ısınma, enerji kullanımı ve finansal sonuçları, geri tebliğ bağları, hareketlenme ve dolaylı etkileri birbirine bitişiktir(Kucukvar, Cansev, Egilmez, Onat, & Samadi, 2016)

3.1.Yenilenebilir Enerjinin Ekonomik Büyümeye Etkisi

Ekonominin yaşamasını sağlayan en önemli araç olan enerji, sosyal ve ekonomi iyileşmenin mühim vasıtalarından biri olup elzem stratejik sonuçlardandır. Enerji çatışmaların neticesine tesir eden, finansal iyileşmeyi arttıran veyahut baskılayan, doğaya zarar veren ya da vermeyen stratejik bir menşedir.Çağdaş dünyanın en mühim problemlerinden olan iklim krizi ve doğaya gerçekleştirdiği zararlarıdır. Beşerî aktiviteler en önemlisi enerji kullanımı son zamanlarda iklim krizine ek sağlayan temel etmenlerdendir. İleride doğada oluşabilecek bozulmalara karşı koymak adına, başka tedbirlerin yanında şuanda uygulanan enerji imal uygulamalarında da yenilik gerçekleşmesi lazımdır(İnglesi-Lotz, 2016). Geleneksel enerji kaynaklarından, gelişmekte olan milletlerde genelde enerji gayesi ile yararlanılmakta, bu kaynaklar konvansiyonel kaynaklar olduğundan rezervi devamlı değildir. Bununla beraber bu kaynakların imali,CO₂ emisyonlarını ve doğaya zararı minimize edebilen yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla doğayı tahrip edebilmektedir. Emisyonların minimize edilmesi, enerji performansının

fazlaştırılması ya da enerji isteminin idaresi vb. tedbirlerin finansal gelişmeye etkisi mevcuttur(Ozcan & Ozturk, 2019).

Global ve lokal seviyede nüfus artışı ile finansal gelişme,CO₂ emisyon düzeylerine mühim ve artı şekilde tesir etmektedir. Enerji tüketimi finansal gelişmenin sebebi ya da kolaylaştırıcısıdır(Ram, Aghahosseini, & Breyer, 2020).Finansal gelişme yaşandıkça emisyon fazlaşmakta ve finansal gelişme çoğu zaman fazlaşan enerji kullanımı ile yüksek seyir gösteren CO₂ emisyonlarını açıklamaktadır; bu yüzden geleneksel olmayan enerjiye finansal transferin özendirilmesi çevresel engellerin azaltılmasında etkin bir faktör olmaktadır(Dong, ve diğerleri, 2018).CO₂ emisyonları, finansal gelişme, nüfus fazlaşması ile yenilenebilir enerji ilişkisinin tam kavranması, siyasetçiler ve devlet sorumluları adına bilhassa katkı sağlamaktadır. Yenilenebilir elektriğin fazla oranlarına doğru transferinin artı üretim potansiyelleri, yatırım gereksinimleri ile sera gazı emisyonlarında düşme gibi reaksiyonlar barındırmaktadır.

Global nüfus 1950 senesinden günümüze kadar neredeyse 2,5 misli çoğalırken, enerji istemi de 7 misli çoğalmıştır(Şengül, Eren, Shiraz, Gezder, & Şengül, 2015). Şuan birçok ülke tarafından enerji ihtiyacı yenilenebilir olmayan, geleneksel enerji kaynaklardan sağlanmaktadır. Geleneksel enerji kaynakları rezerv olarak sonsuz olmamakla birlikte imali doğaya geri dönülemez hasarlar vermekte emisyon ve iklim krizlerine sebep olmaktadır. Finansal sınırlamaların ortadan kaldırılması tahmini birey bazında CO₂ emisyon düzeyini azaltırken, nüfusun artışı geniş zamanda alanlar arasında birey bazında CO₂ emisyon düzeyini fazlaştırmaktadır(Alper & Oguz, 2016). Geleneksel olmayan tükenmez enerji kaynakları CO₂ emisyonunun düşürülmesinde ve doğaya verilen zararın minimize edilmesinde rol oynarken, doğal kaynak olduğu için dışa bağımlılığı ortadan kaldırmakta ve istihdam sağlamaktadır.

Enerjiden yararlanmada sürdürülebilirlik gerçekleşmesi; tükenmeyen enerji menşeleri ile enerjide rantabilitenin sağlanması, elektriğe hızlı ulaşım, temiz doğa ve uygulamalara ilgiden dolayı envestismanların çoğalması gibi olası neticeler gerçekleşecektir(Bhattacharya, Paramati, Ozturk, & Bhattacharya, 2016). Emisyonları minimize etmenin, enerji emniyetini ve rakiplik potansiyelini yükseltmenin ve enerji fiyatlarını azaltmanın makul fiyatlı yöntemi enerji

verimliliğidir(Alper & Oguz, 2016).Geleneksel olmayan, tükenmez enerji imali ve kullanımının fazlaştırılmasıyla enerji verimliliği sağlanabilmektedir.

Globalin bolluk hasretindeki mevcut yönelim sürdürülebilir iyileşme olup finansal gelişme bundan böyle bolluğun ihtiyaç şartı, uygun şartı da sürdürülebilir iyileşme şeklinde kabul edilmektedir(Opeyemi, 2021). Geleneksel enerji kaynaklarından yararlanmanın doğaya olumsuz sonuçları mevcuttur bu yüzden enternasyonal çapta devletler yenilenebilir enerji kaynaklarından doğaya zarar vermeyen imalat yöntemlerini hedef almıştır.

Geleneksel olmayan enerji kaynakları, geleneksel enerji kaynaklarının yerine kullanılması ile daha zararsız enerji kullanımı adına uygundur bu yüzden CO₂ emisyonlarının azalmasına katkıda bulunmaktadır. Küresel ısınmayla mücadelenin yöntemi olarak geleneksel olmayan tükenmez enerji kaynakları, geleneksel enerji kaynaklarına güçlü bir seçenek ve sürdürülebilir gelişmeye doğru sıklıkla düşünülen bir yöntemdir. Yenilenebilir enerji menşelerinden enerji kullanımı son zamanlarda çabuk gelişen bir menşedir. İlerlemiş ekonomiler, enerji arz emniyetini sağlamlaştırmak ve emisyonları denetleme gayesi ile yenilenebilir enerji menşelerine özendirilmektedir(İnglesi-Lotz, 2016). Enerji serbestliği, emisyon düşürülmesi ve nitelikli atmosfer, geleneksel olmayan teknolojilerin hayata geçirilmesi için etkili kanıtlardandır(Cameron & Zwaan, 2015). Üstelik Avrupa Birliği'nce CO₂ emisyonlarının düşürülmesi adına önlemler onaylanmıştır(Mastrocinque, Ramírez, Honrubia-Escribano, & T. Pham, 2020).

Üçlü Sonuç İlkeleri sürdürülebilirliğin finansal, sosyal, çevresel esaslarına dayanmakta, konvansiyonel finansal nitelikle beraber çevresel ile sosyal sürdürülebilirliği oluşturma hususunda hükümet ve endüstrilere zorluklar gerçekleştirmiştir(Mastrocinque, Ramírez, Honrubia-Escribano, & T. Pham, 2020).Halihazırdaki şartlarda mutlak finansal bakış açısının ilerisine giden, çevresel ve sosyal nitelikleri de kapsayan daha geçerli karar proseslerine gereksinim vardır.

Global seviyede geleneksel olmayan enerji konsantrasyonunun fazlalaşması CO₂ emisyonlarında düşmeye katkıda bulunabilmektedir(Dong, ve diğerleri, 2018). Küresel ısınma ile mücadele adına milletlerarası veyahut yerel seviyede beraberliğe gereksinim duyulmaktadır. Tükenmeyen enerji, fazlalaşan ehemmiyetine ve tüketim

seviyesine nazaran, geleneksel enerji menşelerine göre global enerjide yeterli oranda değildir. Global çapta enerji rağbetinin fazlaşması ile güneş ve rüzgâr vb. geleneksel olmayan yenilenebilir menşeler mühim duruma gelmiştir. Gelişme sürecinde olan ekonomilerin geneli daha çok sonuç imal edebilmek adına geleneksel enerji menşelerine fazlasıyla bağılı payı bulundurmaktadır. Güncelde ilerlemiş ve gelişme sürecinde olan devletlerde fazla miktarda yenilenebilir enerji faaliyeti bulunup, yenilenebilir enerji menşelerinin ileride total enerji isteminin mühim bir parçası olacağı öngörülmektedir(Aydin, Kentel, & Duzgun, 2013).

Tabiatta enerji direkt ana enerji menşelerinden ortaya çıkartılır. Petrol, gaz ile kömür fosil yakıttır. Güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle, hidroelektrik yenilenebilir enerji menşeleridir. İkincil enerji menşei olan elektrik geleneksel ve yenilenebilir enerji menşelerinin transformasyonu ile imal edilmektedir.

Enerji pazarında yüksek oranda karbon içerenler petrol, doğalgaz ile kömürdür. Fosil yakacak menşelerinden ortaya çıkan konvansiyonel enerjiden yararlanmak, küresel ısınmaya neden olan sera gazların başı çeken payı şeklinde açıklanmaktadır(Maji, Sulaiman, & Abdul-Rahim, 2019). Enerji pazarı finansal gelişme, doğa gereksinimleri ve sosyal üstünlükler gittikçe daha büyük oranda beraber olduğundan, sosyal aşamaların enerji yapılarının teknik ve finansal çözümlenmeleriyle uyumlaşması mecburidir(Ram, Aghahosseini, & Breyer, 2020).

İklim değişimi problemlerinin üzerinde durulmasının çoğalmasi ile sürdürülebilir finansal gelişmeyi oluştururken sera gazlarını düşürmenin yöntemini saptama gereksinimi büyük oranda mevcuttur. Avrupa finans yapısı bununla beraber enerji ile menşelere tabidir ve fazlaşan enerji maliyetleri ve ham mal maruzatı sarılmalarına savunmasız durumdadır; bu nedenle politika sağlayıcılara ekstra yeşil ve menşei bakımından randımanlı bir ekonomi için doğru kararlar vermeye teşvik edilmektedir(Kucukvar, Cansev, Egilmez, Onat, & Samadi, 2016).Avrupa üretim endüstrisi bu yüzden seri alaka lüzumu olan mühim politika kapsamlarından bir tanesi olarak belirtilmektedir.1990 yılları düzeylerine kıyasla AB, sera gazı emisyonlarını 2/5 değerinde düşürmek adına 2030 senesini düşünerek Enerji ve İklim Çerçevesini onaylamıştır(Markandya, Arto, Román, & González-Eguino, 2016).

Enerji sıklığının düşürülmesi, enerji istem emniyetinin gerçekleştirilmesi, bağımlılıktan sebepli tehlikelerin minimize edilmesi, iklim değişiminin önüne durma faaliyetinin fazlalaşmasına doğru uygulamalar amaçlanmalıdır(Şengül, Eren, Shiraz, Gezder, & Şengül, 2015).Elektrik imal etmek adına geleneksel olmayan enerji teknolojileri, birden fazla ilerlemiş ve gelişmekte ülke tarafından fazlaca yararlanılan enerji kaynaklarıdır.

Yenilenebilir enerjinin başlı başına bir faktör durumunda değerlendirilmesi, ferdi yenilenebilir enerji menşelerinin farklı niteliklerini gölgeleyebilir bu durum da uygun bir tedbir yöntemliliği gerçekleşmesine yardımcı olabilmektedir. Millî siyaset gerçekleştirenler, inceleme neticelerini göz önüne alarak enerji, doğa ve finans ilişkisini bağdaştırarak kaliteli iyileşme taktikleri hayata geçirebilmektedirler. Gelişme sürecindeki çoğu devlet, ilerlemiş devletlere benzer olarak geleneksel olmayan enerji yatırımlarını fazlalaştırarak geleneksel kaynaklara olan tabiiyet payını düşürmek istemektedir(Ozcan & Ozturk, 2019).

Avrupa Birliği'ne üye devletlerde geleneksel olmayan tükenmez enerji kaynaklarının enerji verimliliğinde etkisi fazla olsa da yeni Avrupa Birliği'ne üye devletler, ilerlemiş Avrupa Birliği devletlerine nazaran çok yüksek oranda fosil kullanmaktadır. Bu devletlerin Avrupa Birliği'nde bulunması sebebiyle paydaş tedbirlere riayet etmesi gerektiğinden şahsi menfaatleri için de yenilenebilir enerji imalini ve kullanımını hızla fazlalaştırmaları lazımdır(Alper & Oguz, 2016). Avrupa Birliği amaçlarını hayata geçirmek adına, entegre sürelerle global iklim değişimiyle savaşmayı ve Avrupa Birliği'nin enerji emniyetini büyütmeyi hedefleyen iklim ve enerji politikaları için eş zamanlı bir politika yöntemi tasarlamıştır(Kucukvar, Cansev, Egilmez, Onat, & Samadi, 2016). Yanlı önlem faaliyetlerinin finansal verime yarar sağlayamayacağı düşünüldüğünde, enerji tedbirlerinin itinalı planlanması ve bundan dolayı seçenekleri arttırılmış politikalar gerçekleştirilmelidir(Ozcan & Ozturk, 2019).

Birden fazla devlet konvansiyonel ile tükenmeyen enerji kaynakları ile büyük bir oranda rakip durumundadır. Elektrik pazarında güncel zamanda gelişmeye rüzgâr, güneş PV ile hidrolik enerji öncü olmaktadır(Bhattacharya, Paramati, Ozturk, & Bhattacharya, 2016). Gelişmekte olan ülkeler yenilenebilir enerjiden yararlanmada

tarımsal bölgelerde elektrik enerjisini her alanda kullanılabilir duruma getirme ile elektriğe zor ulaşma problemlerine çare sağlamaktadır (Inglesi-Lotz, 2016). Bütün devletler iyileşme proseslerinde enerji pazarına fazla oranda bağımlıdır ve global enerji ihtiyacı gün geçtikçe fazlalaşmaktadır. İleride devletler fosil içeren menşelerin fazla tüketim paylarını azalttıklarında bu payın çoğalması öngörülmektedir.

Kömür, petrol bilhassa doğalgaz gibi konvansiyonel enerji kaynaklarının fazla ve istikrarsız maliyetleri, iklim değişikliği ve emisyonların doğaya zararları ile alakalı kaygıların fazlalaşmasıyla, yenilenebilir enerji global enerji kullanımının mühim bir parçası haline gelmiştir (Alper & Oguz, 2016). Elektrik imalatının global sera gazı emisyonlarının ortalama 1/4'ünü karşıladığını ele alırsak, bu işkolundaki emisyonların düşürülmesi, düşük karbonlu iyileşmeye transferde hayati bir parçadır. Globalleşme döneminde enerji ihtiyacının fazlalaşması ile devletlerin enerjiye tabiiyeti ileriki çağlarda enerjinin global anlamda problem teşkil edeceğini işaret etmektedir. Yenilenebilir enerji kullanımında fazlalaşmanın nedeni geleneksel enerji kullanımının yerini alma amacındandır. Yenilenebilir enerji kullanımının artması az seviyede CO₂ emisyonu ile neticelenmekte olup CO₂ emisyonlarının müspet ve istatistik nitelikte tesiri mevcuttur (Saidi & Hammami, 2015).

Yardımcı devlet uygulamaları yenilenebilir enerji kaynakları bazında maliyet rakipliğini ortaya çıkardı. Taze sanayiler, başlıca devletlerin birinci adım artılarını daha geniş vakit muhafaza etmelerini sağlamaktadır çünkü birçok hususta işgücü fiyatları bazında çekişme yaratmak imkanı yoktur ve bu durum yer evrimleştirme ihtimalini limitlemektedir (Markandya, Arto, Román, & González-Eguino, 2016). Yenilenebilir enerjide gelişme yakın dönemlerde devlet destekleri, vergi vererek ile başka özendirmeler sayesinde yardımcı devlet uygulamalarıyla gerçekleşmiştir (Bhattacharya, Paramati, Ozturk, & Bhattacharya, 2016). Geleneksel olmayan tükenmez enerji tedariki adına vergi borçları, tükenmez enerji sistemlerinin kurulmasında ıskontolar, portföy politikaları ile enerji maruzatını garanti ederek enerji karışımını seçenektirmek adına tükenmez geleneksel olmayan enerji belgelendirilmesi şeklinde piyasalar yaratmak gibi farklı yöntemler uygulanmaktadır (Ozcan & Ozturk, 2019). Enerji isteminin alternatifleştirmenin gerçekleşmesi hedefi ile elektrik imalatında yerli ve yenilenebilir enerji menşelerinin

çok fazla seviyede yararlanılması hedeflenmektedir(Şengül, Eren, Shiraz, Gezder, & Şengül, 2015).

Yenilenebilir enerji menşelerinin son enerji kullanımındaki oranının 2030 senesinde 1/5'e ulaşması amaçlanmaktadır(Ozcan & Ozturk, 2019).Azalan teknoloji fiyatlandırmaları, geleneksel olmayan enerji imalatında yatırımları özendirmiş ve enerjinin eşitlenmiş maliyeti görünümünden sebeple, globalde birden fazla devlet tarafından yenilenebilir enerjiler geleneksel enerji kaynaklarından daha çekici bir yatırım seçeneği durumuna gelmiştir(Ram, Aghahosseini, & Breyer, 2020). Bu anlamda CO₂ emisyonlarının düzenli denetimi adına, az ya da fazla rantabl olan alan gibi bütün alanın, geleneksel olmayan enerjinin total enerji gereksinimi arasındaki oranını fazlaştırmaya özgü çalışmalar gerçekleştirmesi ve kavram adına etkin tedbirler gerçekleştirmesi lazımdır(Dong, ve diğerleri, 2018).

Değişik enerji çeşitlerinde yakıtlar arasında yerine koyma mevzu, enerji finansmanının yaygın bölgesinde mühim bir incelenme kısmı şeklinde büyümüştür. Global çapta, enerji kullanımına geleneksel enerji kaynakları egemendir. Konvansiyonel enerjiler genellikle fazla karbon emisyonuna ehil fosil yakacaklar olduğundan, enerji kullanımındaki egemenlikleri, sadece menşein sürdürülebilirliği bakımından değişmekte onunla beraber çevresel sürdürülebilirlik bakımından da sürdürülebilir iyileşme bakımından mühim neticeler ortaya çıkarmaktadır(Opeyemi, 2021).

Sürdürülebilirlikteki iyileşme alanında global anlamda dikkat çekmiş, son zamanlarda tükenmeyen enerji kullanımını arttırdı. Yenilenebilir enerji planlamaları yalnızca Avrupa ve ABD ülkeleri ile sınırlı olmamakla beraber, Avrupa ile ABD ülkeleri haricinde tükenmeyen enerji uygulamalarını önceden görülmemiş imalatçı ve yapıcılarını oluşturdu(Bhattacharya, Paramati, Ozturk, & Bhattacharya, 2016).

Sürdürülebilir imalat, Avrupa Birliği'nin azaltılmış karbonlu ve enerji randımanlı imalat ve ekonomi sayesinde sürdürülebilir sanayinin gelişmesini özendirmeye yönelik 2020 yöntem tasarısını sübvans eden Avrupa Birliği'nin sürdürülebilir iyileşme tasarılarının en çok üstünde durduğu kavram durumuna gelmiştir(Kucukvar, Cansev, Egilmez, Onat, & Samadi, 2016).

Avrupa Birliği'nin sürdürülebilir uygulamaları hızlandırması ve tevzi adına uygun organizasyonu sağlaması ve dolayısıyla geleneksel enerji kaynaklarından yararlanmasından ortaya çıkan CO₂ emisyonlarını denetlemesi mühim bir ehemmiyet belirtmektedir(Alper & Oguz, 2016).Gelişme sürecindeki pazar finanslarının genelinde geleneksel olmayan tükenmez enerji menşelerinden elektrik imali ve kullanımı, OECD ekonomileri vb. ilerlemiş devletlerle kıyaslandığında daha azdır(Ozcan & Ozturk, 2019).Ulaştırma işkolu ve konut kullanımından sonra Avrupa üretim pazarı total enerji kullanımının %25'ini oluşturmaktadır(Kucukvar, Cansev, Egilmez, Onat, & Samadi, 2016).

Avrupa'daki elektrik ile doğalgaz sağlama işkolunun iş gücü sistemindeki transformasyon, mühim oranda AB'ye katılma isteğindedir. Üretim uygulamaları Avrupa finans yapılarına mühim yararlar katarken insanlara önemli sosyo-ekonomik yararlar gerçekleştirirken, total enerji kullanımındaki ve global iklim değişimi reaksiyonlarındaki oranları da içerdiğini menşei ve enerji sıklaşması sebebiyle başka pazarlarla kıyaslandığında çok daha fazladır(Kucukvar, Cansev, Egilmez, Onat, & Samadi, 2016).

Şuan ile kıyaslandığında 2030 senesinde global enerji kullanımının %40-%50 payında çoğalması, Türkiye bazında bu kullanımın %100 çoğalacağı öngörülmektedir(Şengül, Eren, Shiraz, Gezder, & Şengül, 2015).

Çok çabuk endüstrileşme ve şehirleşmeden dolayı globalde son senelerde eşsiz bir finansal değişim yaşanmıştır. Enerji ile büyüme ilişkisi, mühim siyasi neticelerinden sebep politika yapanlar bir yana iktisatçıların da dikkatini yoğunlaştırdığı konulardandır. Finansal gelişme ve nüfus fazlaşmasının neticelerinde bir tanesi global alanda fazlaşma gösteren enerji kullanımındır(Dong, ve diğerleri, 2018).

Global alanda kimi mühim hadise ve hızlanmalar, geleneksel menşelerden yenilenebilir enerjiye transferi serileştirmiştir. Bu hızlanmalardan enerji emniyeti ile alakalı fazlaşan kaygılar, iklim krizi, sera gazı emisyonlarının düşürülmesi için politik ve çevre zorlamaları, fazla ve istikrarsız petrol maliyetleri ve yerli olmayan enerji menşelerine fazla bağımlılığı içermektedir(Ozcan & Ozturk, 2019).

Global çapta geleneksel enerji tüketimi küresel ısınmanın ana sebeplerindendir. Son senelerde geleneksel olmayan tükenmez enerjinin imalatı ve tüketimini özendirmek adına çok fazla efor sağlanmıştır.

Ulusal Kalkınma ve Düzenleme Komisyonu ile Ulusal Enerji Ajansı ana ve lokal seviyelerde amaçların tayininden mesuldür(Bhattacharya, Paramati, Ozturk, & Bhattacharya, 2016).Kyoto Protokolü ile Birleşmiş Milletler Hükümetler Arası İklim Değişikliği Panelinin 5. Değerlendirme Raporu vb. birtakım politikalar, iklim değişimi ve enerji performansını fazlalaştırmayı isteklendirmek hedefiyle faaliyete geçirilmiştir(Mastrocinque, Ramírez, Honrubia-Escribano, & T. Pham, 2020). İhracat özgü birtakım devletler, başka devletlerin de söz konusu teknolojilerin takdimini izleyerek özgü sektörler adına taze pazarlar durumunda olma ümidiyle, bu sanayinin büyümesi adına doğru alanlar sağlamışlardır(Markandya, Arto, Román, & González-Eguino, 2016).

Yenilenebilir enerji kullanımına özendirme tercihi sadece enerji pazarının yenilenmesine değil, bununla beraber farklı devletlerin iktisadi iyileşme ve sürdürülebilirlik amaçlarına yardım edilmesine de sebep olacaktır. Yenilenebilir enerji pazarını daha cazip hale getirme ve büyütme adına devlet; gözlem, piyasa büyüme ve planlama yatırımlarına isteklendirecek bütünleşik yenilenebilir enerji düzenlemesi ve yatırımı yaratmalı ve büyütmelidir(Opeyemi, 2021).Yenilenebilir enerji pazarı ile yenilenebilir enerji menkul değer ölçütleri gerçekleştirerek yenilenebilir enerjiden faydalanmaya özendiren devlet tedbirlerinin yalnızca çevresel şartları düzeltme amaçlı değil bununla beraber genel ekonomi için yararlarını arttırmaktadır.

Fakat seri artış gösteren enerji isteği, bilhassa geleneksel enerji kaynaklarının kullanılmasından dolayı fazlalaşan CO₂ emisyon yoğunlaşmalarının yaşattığı global iklim krizi ilk olmak üzere, önemli doğa sorunlarını beraberinde getirmiştir.Emniyetli, sürdürülebilir enerjinin uygun fiyat ve yüksek performansta tüketimini gerçekleştirmek, sera gazı emisyonlarını düşürmek lazımdır.

Fosil yakacak enerji menşelerinin kullanımından meydana gelen sera gazlarını düşürme gereksinimi; konvansiyonel olmayan tükenmez enerji karışımının total enerji karışımındaki oranının fazlalaştırılması gereksinimi; temiz enerjinin fazla

seviyede yararlanışına ihtiyaç haline getiren sürdürülebilir finansal gelişme ile iyileşmenin gerçekleştirilmesi gereksinimi mevcuttur(Maji, Sulaiman, & Abdul-Rahim, 2019).

Rüzgâr, güneş, hidrolik enerji imalat proseslerinde yararlanıldığında CO₂ yaymaması ile fosil yakacak enerjisi gibi sınırlı rezerv bulundurmamaktadır, globalin üstünde varlığı sürekli mevcuttur. Tükenmez ve geleneksel olmayan enerji kaynaklarından yararlanmak enerji itimatsızlığı, iklim krizi, atmosferin kirlenmesi ile alakalı kaygılardan olayı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Fazlalaşma gösteren CO₂ emisyonlarından dolayı global iklim krizleri, geniş etkide kaygıları arttırdı; mevcut durum (UNFCCC) gibi mühim milletler arası kurumların faaliyete başlamasını ve 2015 Paris İklim Konferansı gibi milletlerarası iklim krizi konferanslarının faaliyete geçmesi ile görülmektedir(Dong, ve diğerleri, 2018).

2015 senesi World Bank bildirisine üzerine, birincil enerji kullanımı global CO₂ emisyonununun 3/5'inden çoğunu yaratmakta bu durum da küresel ısınmanın fazlalaşmasına sebep olmaktadır.(Maji, Sulaiman, & Abdul-Rahim, 2019). Endişelerin neticesinde yenilenebilir enerji menşeleri cazip durumdadır; çoğu devlet temiz enerji pazarlarına yatırımı fazlalaştırmakta ve sübvansede etmektedir(Ozcan & Ozturk, 2019).

İstikbal adına sağlanması lazım olan sürdürülebilir iyileşme amaçlarını tam gerçekleştirilememişken, toplum şahsi enerji emniyetini sağlamadığından sebeple çevresel, finansal, sosyal ve politik problemlerle karşı karşıya kalmıştır.Sürdürülebilir iyileşme, mevcut jenerasyonun gereksinimlerini sağlamak adına ilerideki jenerasyonun gereksinimlerinden taviz verilmediyse sağlanabilecektir. Sürdürülebilir iyileşmenin genelleyiciliği ile çevresel tutarlılığı gerçekleştirmesinin lazım olduğunu ve ileri jenerasyonların gereksinimlerini ortadan kaldırmadan insanların şuan ki gereksinimini sağlayacak bolluğu güvence altına alarak fakirliğin önünde durmasını sağlaması gerektiğini doğrulamaktadır(Opeyemi, 2021).

Bilhassa çevresel faktörlerin üretim pazarlarının tedarik zincirlerinin birinci, ikinci, üçüncü ve daha ileri seviyelerinde değişimde olması sebebiyle sürdürülebilir tedarik zinciri idaresinde ağ kavramı mühimdir(Kucukvar, Cansev, Egilmez, Onat, & Samadi, 2016).Geçerli kararda olma, bir ağ tasarlama düşüncesini ve global anlamda

entegre üretim pazarlarının fazlalaşan devingen kargaşasının algılanması lazımdır(Kucukvar, Cansev, Egilmez, Onat, & Samadi, 2016).

Yenilenebilir enerji kaynaklarından imalat proseslerinde aktif rol almayan ülkelerde finansal verim adına az tesirin olmasına karşı yardımcı siyasi müşavirler envestismana yoğunlaşmalıdır(Bhattacharya, Paramati, Ozturk, & Bhattacharya, 2016). Bu pazarın uzun süreçte takviye tasarıları ile iklimin muhafaza edilmesiyle ilgili global bir ele alış biçimi gibi devamlı ve makul bir biçimde planlanmış siyaset vesileleri ile yatırım taktikleri tarafından özendirilmesi lazımdır(Ram, Aghahosseini, & Breyer, 2020).

Yenilenebilir enerji pazarında alakalı ortaklar adına verimli bir alan yaratmanın yanında, fazla karbon oluşturan geleneksel enerji menşelerinin tüketiminden vazgeçirecek tümleyici tedbirler de eklenmelidir(Opeyemi, 2021).Serbest yenilenebilir enerji yapıları ile alakalı önemli problemlerden bir tanesi dengesiz hava ve iklim şartları sebebiyle istikrarsız enerji imalatıdır. Yenilenebilir güç teknolojilerinin çevresel neticelerinin geneli, yenilenebilir güç yapılarının coğrafi lokasyonu ile direkt bağlantılıdır ve doğru alan tercihi ile söz konusu neticeler azaltılabilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları bulunan elverişli ülkelerde mali planlama ve ağ uyumu karşılaşılabilen mühim engellerden bazılarıdır. Serbest yenilenebilir enerji ağlarına başlıca eksilerden birkaçı, uzun ve kısa süreçli hava ve iklim şartlarına tabi olmalarıdır; rüzgâr ve güneşten imali sağlanan yenilenebilir enerji dengesizdir bu yüzden bir yenilenebilir enerji menşeinden yararlanmakla devamlı enerji bulundurmak güç olacaktır.

Doğaya minimum hasarı oluşturan enerjilerden yararlanılması haklı olarak öne sürülmektedir. Enerjinin uygun maliyetli, verimli, dakik ve emniyetli şekilde ortaya konulması devlet idaresinin başlıca hususlarından bir tanesidir(Şengül, Eren, Shiraz, Gezder, & Şengül, 2015).

2007-2008 yıllarındaki ekonomik krizin ertesinde, işsizlikteki büyüme ile değişik devletlerin çevresel zorlamalarını düşürmek adına belirttikleri üstlenmeler, bununla beraber "yeşil işler" sağlamak isteyen farklı politikaların yürürlüğe girmesine

sebebiyet vermiştir(Markandya, Arto, Román, & González-Eguino, 2016). Mühim oranda yeni kurulum gerçekleştiğinde, sağlanan total iş yaratma durumu seri fazlalaşmaya meyillidir(Ram, Aghahosseini, & Breyer, 2020).

Tükenmez, geleneksel olmayan teknolojiden yararlanmanın mühim oranda iş yaratma ortaya koyabileceği ve hiç değilse hâlihazırdaki sanayi açısından, konvansiyonel enerji imalatından birim kurulu güç başına çok oranda istihdam sağlayabilmektedir(Cameron & Zwaan, 2015). İlerisi için minimize edilmiş karbon içeren transformasyonun sağladığı teknoloji evrimleri iş yaratmaktadır. Başka finansal ve teknolojik transformasyonlar görüldüğü üzere, azalmış karbon ekonomisine transfer, artı istihdama, başka işlerin yerine geçilmesine veyahut işlerin ömrünün bitmesine ve hali hazırdaki işlerin transformasyonuna neden olacaktır(Ram, Aghahosseini, & Breyer, 2020).

Yenilenebilir enerji tevzinin her bir temel seviyesi (üretim, kurulum, işletme ve bakım) adına direkt iş yaratma değişkenleri mevcuttur(Cameron & Zwaan, 2015).Bu amaçların faaliyete geçmesi ile beraber, geleneksel olmayan enerji menşelerinin büyümesini sağlamak adına minimum 20 senedir uygulanmakta olan program güvenceleri ile Emisyon Ticaret Planı vb. değişik vasıtalar döneme katılmıştır(Markandya, Arto, Román, & González-Eguino, 2016). Fazla derecede yenilenebilir elektriği mevcut lokal enerji ağlarına transfer, geniş çapta mühim bir iş yaratımına yardımcı olabilmektedir(Cameron & Zwaan, 2015)Global enerji yapısı, global GSYİH'nin ortalama %8'lik oranına karşılık geldiğinden mühim bir ekonomik iş koludur. Bu işkolundaki yatırım ile iş yaratma global alanda ekonomiler için mühimdir(Ram, Aghahosseini, & Breyer, 2020).

Uzun sürelerde konvansiyonel enerji menşelerinden yenilenebilir enerji menşelerine transfer gerçekleştiren hükümetlerin çoğunda bu transformasyonun sağlanmasında finansal istihdam ortaya çıkarmaktadır(Bhattacharya, Paramati, Ozturk, & Bhattacharya, 2016).Veriler, Avrupa üretiminin Avrupa Birliği'nin GSYİH'sinin ortalama %26,8'ini ve iş yaratma durumunun %22,6'sını karşıladığını ve 30 milyondan daha çok iş yarattığını işaret etmektedir(Kucukvar, Cansev, Egilmez, Onat, & Samadi, 2016).

Elektrik ve gaz bulundurma pazarında transformasyonun olduğu AB devletlerinden değişik olarak başka üye devletlerde 176.000 istihdam sağlanmıştır(Markandya, Arto, Román, & González-Eguino, 2016).

İş yaratma meyilleri değişik enerji imalat teknolojilerine göre mühim oranda değişiklik göstermektedir(Ram, Aghahosseini, & Breyer, 2020).

Finansal gelişmeye ekli olarak fazlalaşan verimlilik, bazı işleri düşürmektedir; bu sadece geleneksel enerji değil başka tüm teknolojilere tesir eden bir reaksiyondur. Bu fazlalaşan sanayi üretkenliği ve yenilenebilir enerji ile muhafaza teknolojilerine yönelik devamlı incelemeye karşı ileriki süreçlerde fazla oranda iş sağlanabilmektedir.(Ram, Aghahosseini, & Breyer, 2020).

3.2. Literatür Taraması

Ulusal ve uluslararası çalışmalar aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 1: Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Gayri Safi Yurtiçi Hasıla İlişisini İnceleyen Ampirik Çalışmalar

YAZAR, SENE	ÇALIŞMA PERİYODU	BAZ ALINAN ÜLKE / ÜLKELER	DEĞİŞKENLER	YÖNTEM
(Fatima, Naz, & Khan, 2023)	2001-2020	Gelişmekte Olan 5 Güney Asya Ülkesi	GDP, RNW, NRNW, FDI	Panel-ARDL, Pedroni Panel Eşbütünleşme testi
(Fan & Hao, 2020)	2000-2015	31 Çin Eyaleti	GDP, RNW, FDI	Eşbütünleşme testi, Vektör hata düzeltme modeli, Granger nedensellik testi
(Muazu, Yu, & Liu, 2022)	1990-2018	54 Afrika Ülkesi	GDP, RNW, EI, UL, PY, K,L,OP, PS, ES, CPI	Panel eşik regresyon modeli
(Hasnisah, Azlina, & Taib, 2019)	1980-2014	Asya'daki 13 gelişmekte olan ülke	GDP, RE,CO ₂ ,F OSS	Panel Eşbütünleşme, OLS

(Zhao, Zhang, Ali, & Chen, 2023)	1975-2020	Gelişmekte olan Asya ülkeleri	REC, NREC, GDP, CC, URB, TIN	STIRPAT modeli, AMG
(Wang, Ali, Chen, & Xu, 2023)	1970-2020	Yedi Kuzeydoğu Asya Ülkesi	REC, NREC, GDP, CO ₂	Panel nedensellik, FMOLS, DOLS
(Eren, Taspınar, & Gokmenoglu, 2019)	1971-2015	Hindistan	REN, GDP, FD	Granger nedensellik, VECM
(Aneja, Banday, Hasnat, & Koçoglu, 2017)	1990-2012	BRICS ülkeleri	RE, NRE, GFC	Panel eşbütünleşme, VECM
(Koşaroğlu & Kaya, 2022)	1990-2019	Türkiye	REC, FDI, GDP	Fourier ADL eşbütünleşme testi
(Karaaslan & Çamkaya, 2022)	1980-2016	Türkiye	REC, NREC, GDP, CO ₂ , HE	ARDL, Toda-Yamamoto
(Mahmood, Wang, & Hassan, 2019)	1980-2014	Pakistan	GDP, REC, NREC; HC, TR	VECM, Granger nedensellik testi
(Ocal & Aslan, 2013)	1990-2010	Türkiye	GDP, RE, K, L	ARDL, Toda-Yamamoto
(Lin & Moubarak, 2014)	1977-2011	Çin	RE, GDP, CD, LB	ARDL, Johansen Eşbütünleşme
(Shahbaz, Loganathan, Zeshan, & Zaman, 2015)	1972-2011	Pakistan	GDP, RNE, K, L	VECM, Granger Nedensellik, ARDL
(Durğun & Durğun, 2018)	1980-2015	Türkiye	GDP, RNW	ARDL, Toda-Yamamoto
(Özşahin, Mucuk, & Gerçekler, 2016)	2000-2013	BRICS ülkeleri Ve Türkiye	GDP, ENERGY, CAPITAL, LABOR	Panel ARDL

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4.METODOLOJİ ve YÖNTEM

4.1. Veri Seti

Veriler 1991 ile 2020 yılları arasındaki 30 adet yıllık veri şeklinde, World Bank kaynak olmak üzere; kalkınma göstergelerinin birincil derlemesi olan Dünya Kalkınma Göstergelerinden (WDI) sağlanmıştır. Ayrıca araştırmanın bu kısmında araştırma modeli, araştırmada kullanılan değişkenler ve veri analizi sırasında faydalanılan ekonometrik yöntemler belirtilmiştir.

4.2. Araştırma Modeli

Araştırma kapsamında yenilenebilir enerji tüketiminin Gayri Safi Yurt İçi Hasıla üzerindeki etkisini tespit etmek üzere denklem 1’de yer alan araştırma modelinin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır.

$$\ln GDP_t = \alpha + \beta \ln RNE_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Denklemde yer alan t alt imi zaman boyutunu ifade etmekte ve 1991 ile 2020 yılları arasındaki 30 adet yıllık gözlemden oluşmaktadır. α sabit terimi ifade ederken ε pür rastsal yürüyüş sürecinde olduğu varsayılan denklem hata terimlerini göstermektedir. ($\varepsilon \sim N(\mu, \sigma)$). β ise yenilenebilir enerji tüketiminin Gayri Safi Yurt İçi Hasıla üzerindeki etkisini tahminin tahmini olan katsayıdır. Değişkenlerin önünde yer alan \ln ön ekleri değişkenlerin modelde logaritmik olarak yer aldığını göstermektedir.¹ GDP Türkiye ekonomisi için 2015 yılları ile sabit Dolar cinsinden Gayri Safi Yurt İçi Hasıla iken, RNE toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji tüketim yüzdesini ifade etmektedir.

¹Farklı büyüklükte değişkenlerin aynı modelde yer alması tahmin parametrelerinin çok büyük veya çok küçük katsayılar ile hesaplanmasına neden olmaktadır. Bu sebeple söz konusu değişkenlerin doğal logaritmaları alınmak suretiyle dönemler arasındaki farkların yüzde (%) fark olması sağlanarak hesaplanan parametrelerin de % değişim olarak ifade edilebilmesi sağlanmıştır (Wooldridge, 2013).

4.3. Veri Analizi

Zaman serileri analizlerinde durağanlık koşulu bulunmaktadır. Durağan olmayan zaman serileri arasında saptanan ilişkilerin ise sahte olma tehlikesi bulunmaktadır. Sahte regresyon durumunda tahmin edilen modeller genellikle iyi sonuçlar vermektedir. Fakat yüksek R^2 ve istatistiksel olarak anlamlı parametrelere rağmen tahmin edilen parametrelerin genellikle anlamsızdır. Bunun temel nedeni değişkenlerin birbiri ile ilişkili olması değil, durağan dışı değişkenlerin tesadüfi olarak aynı yönde hareket etmesidir. Sahte regresyon birbiri ile tamamen ilgisiz iki durağan dışı değişken arasında meydana gelebileceği gibi birbiri ile ilişkili makroekonomik ve finansal serilerde de ortaya çıkabilir (Sevütekin & Çınar, 2017, s. 559).

Çalışmada serilerin durağan olup olmadıkları Augmented Dickey–Fuller (ADF) birim kök testi ve Phillips–Perron (PP) birim kök testleri ile sınanmıştır. (D.Dickey & W.A.Fuller, 1979, s. 427-431)(Phillips & P.Perron, 1988) ADF testi için gerekli optimal gecikme uzunluğunun seçimi Akaike Bilgi Kriterine göre, PP birim kök testi için gerekli optimal bant genişliğinin seçimi ise Newey-West yönteminden kriter olarak alınmıştır. (Sevütekin & Çınar, 2017) Diğer yandan yapısal kırılma görülen değişkenler için durağanlık durumlarına karar verebilmek amacıyla Yapısal Kırılmalı ADF birim kök testleri de uygulanmış ve durağanlık kararlarına bulguların karşılaştırılması ile karar verilmiştir.

Düzeide durağan olmayan fakat birinci devresel farkında durağanlaşan değişkenler için geleneksel ekonometride değişkenlerin farklarını alınarak kullanılması yaygın bir uygulamadır. Fakat uzun dönem ilişkiyle ilgili bilgiyi ortadan kaldırması sebebiyle durağan olmayan değişkenlerin bu şekilde kullanılmasının uygun olmadığı Granger ve Newbold tarafından açıklanmıştır. (Granger & P.Newbold, 1977)

Modern ekonometri de durağan olmayan değişkenler arasındaki ilişkilerin eş bütünleşme analizleri ile incelenmesi önerilmektedir. Eş bütünleşme kavramı literatüre Engle-Granger tarafından kazandırılmıştır. Eş bütünleşmenin iktisadi

yorumuna göre, iki veya daha fazla seri, uzun döneme yayılan bir denge eşitliği oluşturacak bir biçimde birbirleriyle ilişkili iseler, seriler skolastik trend içerseler (durağan olmasalar) dahi, zaman içinde birbirleriyle yakın hareket ederler ve aralarındaki fark istikrarlı yani durağandır. Bu durumda eş bütünleşme kavramı, ekonomik sistemin zaman içinde yakınsadığı ve uzun dönem denge ilişkisinin varlığı anlamına gelmektedir.(Harris & Sollis, 2003, s. 22)

Araştırma kapsamında durağan olmadıkları tespit edilen değişkenler arasındaki ilişkilerin ARDL eş bütünleşme yaklaşımı ile incelenmesi amaçlanmaktadır.

ARDL sınır testi yaklaşımı iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama değişkenler arasında uzun dönem ilişkinin varlığını sınanır. İkinci aşamada ilk aşamada eş bütünleşik oldukları tespit edilen serilerin kısa ve uzun dönem katsayıları hesaplanır. Anlaşılabilirlik amacıyla iki değişkenli bir araştırma modeli için sınır testi yaklaşımında uzun dönemli ilişkinin sınanması amacıyla aşağıdaki denklem tahmin edilir. (Pesaran & Y.Shin, 2001)

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \lambda_i \Delta X_{t-i} + \mu_t \quad (2)$$

Eşitlikteki;

p= bağımlı değişkendeki optimal gecikme sayısı

q =bağımsız değişkendeki optimal gecikme sayısı

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \delta_i$ ve λ_i katsayıları

Δ = Değişkenin farkını ifade eder.

Değişkenler arasındaki eş bütünleşme ilişkisi için sıfır hipotezi şu şekildedir;

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0$$

Hesaplanan test istatistiği belirlenmiş alt kritik sınırdan küçük ise eş bütünleşme ilişkisinin olmadığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilemez, test istatistiği belirlenmiş üst kritik sınırdan büyük ise eş bütünleşme ilişkisinin olmadığını ifade

eden sıfır hipotezi reddedilerek eş bütünleşmenin olduğuna karar verilir. Test istatistiğinin alt ve üst sınır değerleri arasında olması durumunda ise eş bütünleşme konusunda karar verilemez.

Seriler arasında eş bütünleşme olduğu tespit edildikten sonra ARDL(p,q) modeli tahmin edilir. ARDL(p,q) modeli aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir.

$$Y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \delta_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \lambda_i X_{t-i} + \mu_t \quad (3)$$

ARDL(p,q) modelinde bağımsız değişken için uzun dönem katsayıları aşağıdaki gibi tahmin edilir.

$$\theta_i = \frac{\lambda_0 + \lambda_p + \dots + \lambda_p}{1 - \delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_q} \quad (4)$$

Uzun dönem katsayıların tahmin edilmesinden sonra hata düzeltme modeli kurularak kısa dönem katsayıları elde edilir.

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 EC_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \lambda_i \Delta X_{t-i} + \mu_t \quad (5)$$

Denklemdaki EC hata düzeltme terimini ifade eder, bağımsız değişkenlerden bağımlı değişkene doğru nedensellik ilişkisinin varlığını test etmek için hata düzeltme teriminin anlamlı ve 0 ile -1 aralığında yer alması gerekir.

Toda-Yamamoto nedensellik analizi genişletilmiş VAR modeline dayalıdır. Genişletilmiş VAR modeli iki farklı gecikme uzunluğu içerir. Birincisi standart VAR modelinin optimal gecikme uzunluğu(k) iken, ikincisi VAR modeline dahil edilen değişkenlere ait en yüksek(d_{max}) bütünleşiklik derecesidir. İki değişken için karşılıklı nedenselliklerin incelenmesi şu şekilde yapılmaktadır;

$$Y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} Y_{t-1} + \sum_{i=k+1}^{k+d_{max}} \beta_{2i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \delta_{1i} X_{t-i} \quad (6)$$

$$+ \sum_{i=k+1}^{k+d_{max}} \delta_{2i} X_{t-i} + \mu_{1i}$$

$$X_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_{1i} X_{t-1} + \sum_{i=k+1}^{k+d_{\max}} \alpha_{2i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^k \theta_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=k+1}^{k+d_{\max}} \theta_{2i} Y_{t-i} + \mu_{2i} \quad (7)$$

Denklemler VAR sistemi ile tahmin edildikten sonra Wald testi ile açıklayıcı değişkenlerin katsayılarının birlikte anlamlılığı test edilir. Katsayıların birlikte sıfırdan farklı olması söz konusu açıklayıcı değişkenin açıklanan değişken üzerindeki nedensel bir etkisinin olduğu şeklinde yorumlanır.(Toda & Yamamoto, 1995)

4.4. Bulgular

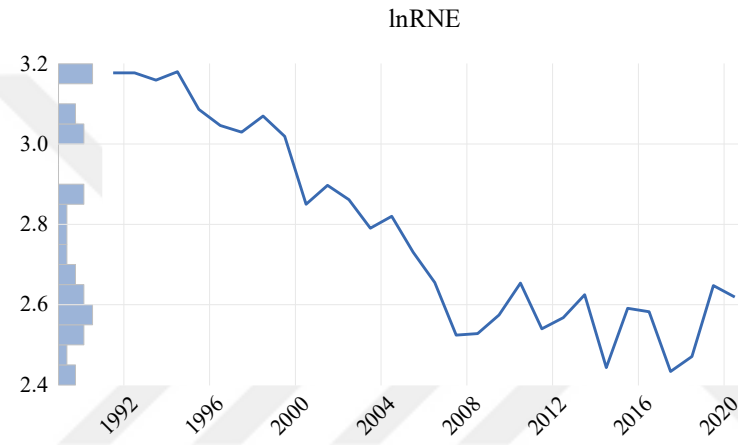
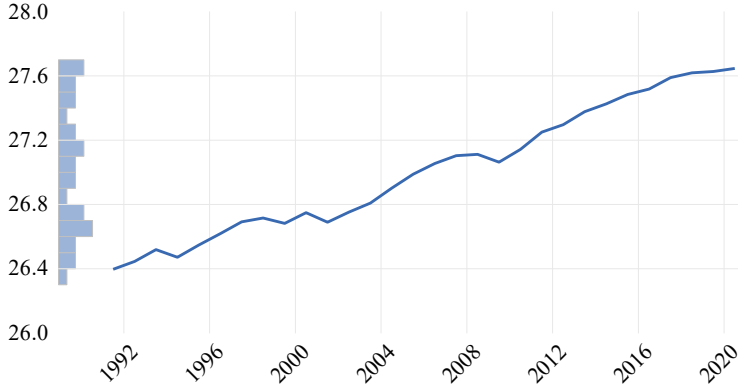
Araştırmanın bu kısmında ver analizi sonucu elde edilen bulgular tartışılmaktadır. Araştırma modelinde yer alan değişkenlere ait betimsel istatistikler Tablo 2'deki gibidir.

Tablo 2: Değişken Betimsel İstatistikleri

İstatistik	lnGDP	lnRNE
Ortalama	27.010	2.778
Medyan	27.021	2.693
Maksimum	27.647	3.180
Minimum	26.396	2.434
Standart Sapma	0.401	0.249
Çarpıklık Katsayısı	0.168	0.350
Basıklık Katsayısı	1.727	1.698
Jarque-Bera Normallik Testi	$\chi^2(02)=2.168$ [0.338]	$\chi^2(02)=2.733$ [0.255]
Gözlem Sayısı	30	30

lnGDP değişkeni minimum 26.396 ile maksimum 27.647 değerleri arasında 27.010 ortalama etrafında normal dağılım göstermektedir. ($\chi^2(02)=2.168$). lnRNE değişkeni ise minimum 2.434 ile maksimum 3.180 değerleri arasında 2.778 ortalama etrafında normal dağılım göstermektedir. ($\chi^2(02)=2.733$) Değişken zaman seyir grafikleri Grafik 1'deki gibidir.

Grafik 1: Değişken Zaman Seyir Grafikleri



Grafik 1 incelendiğinde lnGDP değişkeninin yukarı yönlü bir zaman trendine sahip olduğu ve belirgin bir yapısal kırılma göstermediği görülürken, lnRNE değişkeninin aşağı yönlü bir zaman trendi ile birlikte yapısal kırılma özelliklerine sahip olduğu görülmektedir. Bu sebeple değişkenlerin birim kök süreçlerinin incelenmesi esnasında yapısal kırılmalı birim kök testlerinin de incelenmesi faydalı olacaktır.

ADF ve PP birim kök testi bulguları Tablo 3'deki gibidir.

Tablo 3: ADF ve PP Birim Kök Testi Bulguları

Değişken	ADF		PP	
	Sabit	Sabit Ve Trend	Sabit	Sabit Ve Trend
LnGDP	-0.132 ⁽⁰⁾	-2.391 ⁽⁰⁾	0.068 ^{6}	-2.458 ^{3}
	[0.937]	[0.376]	[0.958]	[0.345]
Δ LnGDP	-5.252 ^{(0)***}	-5.159 ^{(0)***}	-5.723 ^{{6}***}	-5.674 ^{{6}***}
	[0.000]	[0.001]	[0.000]	[0.000]
LnRNE	-1.765 ⁽²⁾	-1.887 ⁽¹⁾	-1.549 ^{0}	-1.613 ^{2}
	[0.389]	[0.635]	[0.495]	[0.763]
Δ LnRNE	-5.765 ^{(1)***}	-6.286 ^{(1)***}	-6.391 ^{{0}***}	-7.634 ^{{4}***}
	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]

*** (%1), ** (%5), * (%10) Anlamlılık Düzeyinde Anlamlılığı İfade Etmektedir. Birim Kök Testleri İçin H_0 : Seri Birim Kök İçermektedir. (Seri durağan değildir.) Δ : Değişkenin Birinci Devresel Farkını İfade Eder, [Köşeli Parantez İçindeki Değerler Test Anlamlılık Değerini içerir], (Parantez İçindeki Değerler Optimal Gecikme (Lag) değerlerini İçermekte Olup Maksimum 4 Gecikmeye Kadar Olan Gecikmeler Arasından Schwarz Bilgi Kriteri Doğrultusunda Belirlenmiştir. {Küme Parantezi İçerisindeki Değerler PP Testi İçin Optimal Bant Genişliğini İçermekte Olup Newey-West Kriteri Doğrultusunda Belirlenmiştir.}

Tablo 3’de lnGDP değişkeni için yapılan ADF ve PP birim kök testleri sabit ile sabit ve trendli modeller için hesaplanan test istatistikleri doğrultusunda değişkeninin düzey de durağan olmadığı ($p > 0.10$) fakat birinci devresel farkında durağanlaşan bir değişken olduğu görülmektedir. ($p < 0.01$). Benzer şekilde lnRNE değişkeni için yapılan ADF ve PP birim kök testleri sabit ile sabit ve trendli modeller için hesaplanan test istatistikleri doğrultusunda değişkeninin düzey de durağan olmadığı ($p > 0.10$) fakat birinci devresel farkında durağanlaşan bir değişken olduğu görülmektedir. ($p < 0.01$).

Değişkenlere uygulanan yapısal kırılmalı ADF birim kök testi bulguları ise Tablo 4’teki gibidir.

Tablo 4: Yapısal Kırılmalı DF Birim Kök Testi Bulguları

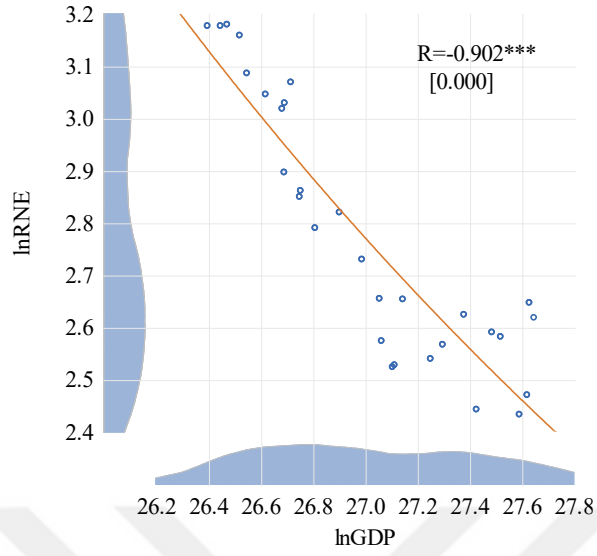
Değişken	ADF Spesifikasyonları			
	Sabit	Kırılma Spesifikasyonları		
		Trend Ve Sabit		
		Sabit	Trend	Sabit Ve Trend
LnGDP	-1.753 ⁽⁰⁾	-5.025 ^{(2)**}	-4.837 ^{(3)**}	-5.181 ^{(2)**}
	[0.999]	[0.031]	[0.020]	[0.049]
Δ lnGDP	-5.897 ^{(0)***}	-5.025 ^{(2)**}	-5.379 ^{(0)***}	-6.176 ^{(0)***}
	[0.000]	[0.031]	[0.000]	[0.000]
LnRNE	-2.991 ⁽²⁾	-3.481 ⁽⁰⁾	-4.911 ^{(1)**}	-6.271 ^{(1)***}
	[0.691]	[0.704]	[0.017]	[0.000]
Δ lnRNE	-7.436 ^{(1)***}	-7.239 ^{(1)***}	-6.964 ^{(1)***}	-7.738 ^{(1)***}
	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]

*** (%1), ** (%5), * (%10) Anlamlılık Düzeyinde Anlamlılığı İfade Etmektedir. Birim Kök Testleri İçin H_0 : Seri Birim Kök İçermektedir. (Seri durağan değildir.) Δ : Değişkenin Birinci Devresel Farkını İfade Eder,[Köşeli Parantez İçindeki Değerler Test Anlamlılık Değerini içerir], (Parantez İçindeki Değerler Optimal Gecikme (Lag) değerlerini İçermekte Olup Maksimum 4 Gecikmeye Kadar Olan Gecikmeler Arasından Schwarz Bilgi Kriteri Doğrultusunda Belirlenmiştir. Kırılma dönemleri içsel olarak Dickey-Fuller Min-t istatistiği tarafından belirlenmektedir.

Tablo incelendiğinde gerek lnGDP gerekse lnRNE değişkenleri için ADF ve PP birim kök testi bulguları ile uyumlu bulguların elde edildiği görülmektedir. Bu durumda araştırma modellerinde yer alan değişkenlerin her ikisinin de birinci mertebeden durağan (I(1)) değişkenler oldukları söylenebilir.

Araştırma modelinin çözümünden önce değişkenler arasındaki korelasyonel ilişkilerin incelenmesi amacıyla saçılım grafiği ve değişkenler arası korelasyon katsayısı Grafik 2’te sunulmuştur.

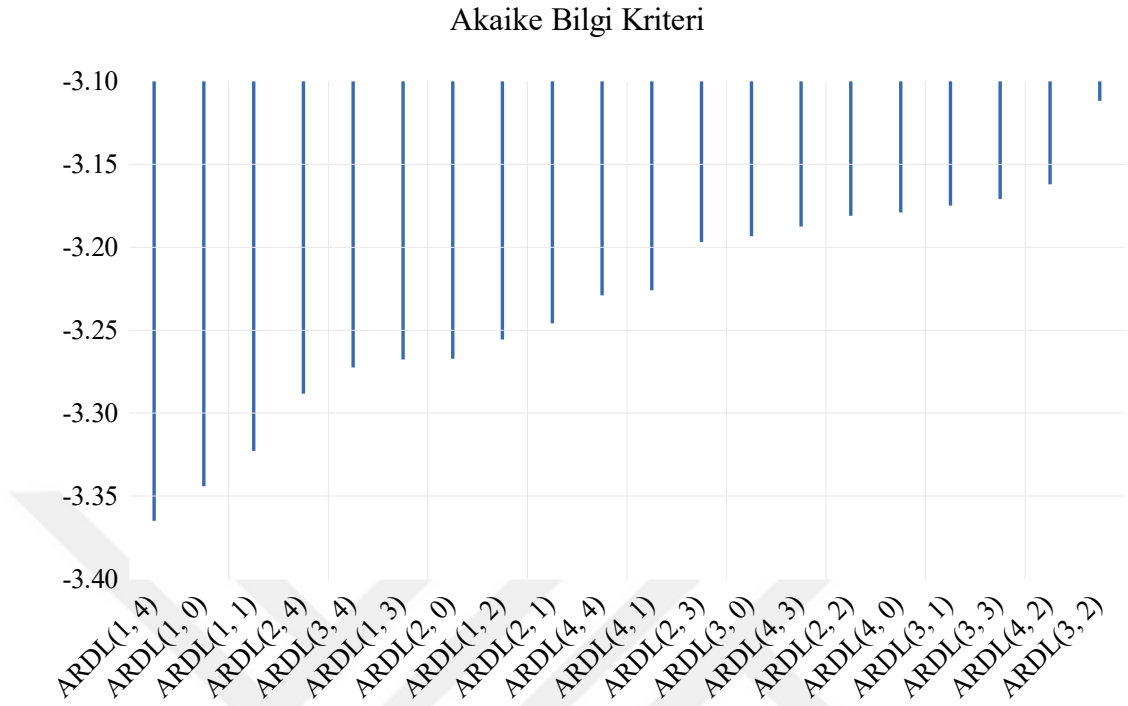
Grafik 2: Değişkenler Arası Saçılım Grafiği



Grafik incelendiğinde lnRNE ile lnGDP değişkenleri arasında ters yönde oldukça kuvvetli bir korelasyon ilişkisinin olduğu gözlemlenmektedir. Değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı ise -0.902 oldukça yüksek şiddette negatif korelasyona işaret etmektedir.

Araştırma modelinin ilk aşamada ARDL F Sınır Testi yöntemi ile çözümlenmesine karar verilmiştir. ARDL modeli için optimal gecikmelerin seçilmesi amacıyla Akaike Bilgi Kriteri karşılaştırmaları Grafik 3'te sunulmuştur.

Grafik 3: Akaike Bilgi Kriteri Karşılaştırmaları



Grafik 3'te görüldüğü üzere optimal (en küçük) Akaike Bilgi Kriteri değeri ARDL (1, 4) modeli için hesaplanmıştır. Diğer bir ifade ile bağımlı değişkenin 1, bağımsız değişkeninin 4 gecikme aldığı model optimaldir.

ARDL model tahmin bulguları Tablo 5'te yer almaktadır. Tabloda önce otoregresif gecikmesi dağıtılmış model bulguları, ardından F sınır testi istatistikleri, uzun dönem katsayıları ve hata düzeltme modeli ile kısa dönem katsayıları yer almaktadır. Son kısımda ise tanısal testlere dair bulgular yer almaktadır. ARDL model için gecikmesi dağıtılmış otoregresif model katsayılarının uzun veya kısa dönem katsayısı olarak yorumlamanın mümkün olmadığı söz konusu katsayıların uzun dönem katsayı hesabında kullanıldığı bilinmektedir. Bu sebeple yorumlar uzun dönem ve kısa dönem katsayılar ile eş bütünleşme testi çerçevesinde gerçekleştirilecektir.

Tablo 5: Model Tahmin Bulguları

Otoregresif Model: Bağımlı Değişken lnGDP				
Değişken	B	S.H	T	p
lnGDP _{t-1}	0.888	0.065	13.553***	[0.000]
lnRNE _t	-0.088	0.111	-0.793	[0.438]
lnRNE _{t-1}	0.211	0.125	1.684	[0.109]
lnRNE _{t-2}	0.033	0.123	0.265	[0.794]
lnRNE _{t-3}	-0.069	0.134	-0.512	[0.615]
lnRNE _{t-4}	-0.241	0.127	-1.901*	[0.073]
Sabit Terim	3.524	2.034	1.733*	[0.099]
F Sınır Testi İstatistikleri: H₀: Eş-Bütünleşme Yoktur.				
F=9.327***	Anlamlılık		I(0)	I(1)
	10%		3.303	3.797
	5%		4.090	4.663
	1%		6.027	6.760
Uzun Dönem İstatistikleri: Bağımlı Değişken lnGDP				
Değişken	B	S.H	T	p
lnRNE	-1.372	0.353	-3.888***	[0.001]
Sabit Terim	31.377	0.975	32.180***	[0.000]
Hata Düzeltme Modeli Ve Kısa Dönem İstatistikleri: Bağımlı Değişken ΔlnGDP				
Değişken	B	S.H	T	p
ΔlnRNE _t	-0.088	0.096	-0.914	[0.372]
ΔlnRNE _{t-1}	0.277	0.116	2.380**	[0.028]
ΔlnRNE _{t-2}	0.310	0.127	2.444**	[0.024]
ΔlnRNE _{t-3}	0.241	0.119	2.029*	[0.057]
ECT _{t-1}	-0.112	0.020	-5.561***	[0.000]
Tanısal İstatistikler				
Wald Test	F(7, 19)=330.851***			[0.000]
Determinasyon	R ² =0.991		D.R ² =0.987	
LM Otokorelasyon Testi	χ ² (02)=1.856			[0.395]
Breusch-Pagan Heteroskedastisite Testi	χ ² (06)=2.702			[0.845]
Ramsey Reset Test	F(1, 18)=0.746			[0.399]
Jarque-Berra Normallik Testi	χ ² (02)=8.517**			[0.014]

*** (%1), ** (%5), * (%10) Anlamlılık Düzeyinde Anlamlılığı İfade Etmektedir. [Köşeli parantez içleri test anlamlılık değerlerini içerir.] Δ : Değişkenin Birinci Devresel Farkını İfade Eder. χ²:Ki-Kare test istatistiği, F: F-Test istatistiği, (parantez içleri test serbestlik derecelerini içerir.)

Tabloda tanısal istatistikler incelendiğinde LM otokorelasyon test doğrultusunda modelde %10 anlamlılık düzeyinde bir otokorelasyon sorunu görülmezken (χ²(02)=1.856, p>0.10), Breusch-Pagan Heteroskedastisite Testi doğrultusunda da modelde %10 anlamlılık düzeyinde bir değişen varyans sorunu olmadığı görülmektedir. (χ²(06)=2.702, p>0.10) Ramsey Reset testine göre modelde

spesifikasyon hatası görülmemiştir. ($F(1, 18)=0.746, p>0.10$) Model hata terimleri ise %5 anlamlılık düzeyinde normal dağılıma uymaktadır. ($\chi^2(02)=8.517, p>0.05$)

Modelde uzun dönem ilişkinin varlığını incelemek üzere eş bütünleşme hipotezinin sınanması amacıyla F sınır testi istatistiği incelendiğinde %1 anlamlılık düzeyi için $I(1)$ kritik değerini aştığı görülmektedir. ($F=9.327>F_{0.01}=6.760$) Bu durumda eş bütünleşme olmadığı yönündeki sıfır hipotezinin reddi ve eş bütünleşme olduğu yönündeki alternatif hipotezinin kabul edildiği söylenebilir. Diğer bir ifade ile değişkenler arasında %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli bir eş bütünleşme ilişkisinin olduğu söylenebilir.

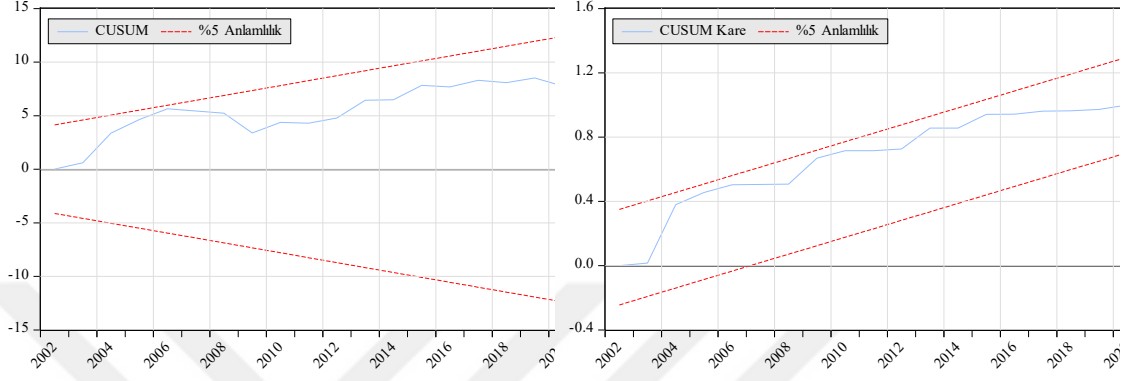
Uzun dönem katsayı incelendiğinde %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir katsayı tahmin edildiği görülmektedir. ($\beta=-0.1372, p<0.01$). Daha açık bir ifade ile ele alınan dönem boyunca toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji yüzdesinin artması Gayri Safi Yurt İçi Hasılayı azaltmaktadır. Veya benzer şekilde toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji yüzdesinin azalması GSYİH'yi arttırmaktadır.

Hata düzeltme modeli bulguları incelendiğinde hata düzeltme teriminin %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı, negatif ve mutlak değerce 1'den küçük olduğu görülmektedir. ($ECT=-0.112, p<0.01$) Bu durumda hata düzeltme mekanizmasının işlevsel olduğu söylenebilir. Diğer bir ifade ile uzun dönem sapmalarının dönemler boyunca 0.112 uyarlama katsayısı ise tekrar denge konumuna geldiği söylenebilir. Uyarlama katsayısı büyüklüğü ise ($1/0.112=8.9$) dengenin uyarlamasının yaklaşık 9 yılda gerçekleştiğini göstermektedir.

Kısa dönem katsayıları incelendiğinde gecikmesiz değişkenin istatistiksel olarak anlamsız olduğu fakat 1 ile 3 gecikme arasındaki katsayıların istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif olduğu görülmektedir. Bu durumda yenilenebilir tüketiminin toplam enerji tüketimi içerisindeki yüzdesinin gecikmeli olarak Gayri Safi Yurt İçi Hasıla üzerinde pozitif etkilerinden bahsedilebilir. Söz konusu etkiler kısa dönemli olmakla beraber cari dönemdeki etkinin istatistiksel olarak anlamsız olduğunu hatırlatmakta fayda olacaktır.

ARDL model çerçevesinde tahmin edilen katsayıların istikrar koşulunu sağlayıp sağlamadığının incelenmesi amacıyla yapılan Cusum ve Cusum Kare testi bulguları Grafik 4'teki gibidir.

Grafik 4: Cusum Ve Cusum Kare Testi Bulguları



Grafikler incelendiğinde Cusum ve Cusum Kare istatistiklerinin %5 anlamlılık bandının dışına çıkmadığı görülmektedir. Bu durumda ARDL model için hem Cusum hem de Cusum Kare testi doğrultusunda %5 anlamlılık düzeyinde istikrar koşullarının sağlandığı söylenebilir.

Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerinin incelenmesi amacıyla Toda Yamamoto Nedensellik analizine başvurulmasına karar verilmiştir. Bu bağlamda kurulacak VAR modeli için uygun gecikmenin belirlenmesi amacıyla yapılan bilgi kriteri karşılaştırmaları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6: VAR Modeli İçin Bilgi Kriteri Karşılaştırmaları

Gecikme Sayısı	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	NA	0.000035	-4.597042	-4.403489	-4.541306
1	25.35730*	1.49e-05*	-5.441954*	-5.054848*	-5.330481*
2	2.520415	0.000018	-5.260283	-4.679623	-5.093074
3	6.962901	0.000017	-5.339418	-4.565205	-5.116473
4	4.310725	0.000019	-5.301146	-4.333380	-5.022464

* optimal değeri ifade eder.

Tablo 6 incelendiğinde incelenen tüm bilgi kriterlerine göre 1 gecikmeli var modeli optimaldir. Toda Yamamoto prosedürü çerçevesinde optimal gecikmeye değişkenlerden en yüksek mertebeden durağan olanın derecesi eklendiğinde ² ($d_{\max}=1$) 2 gecikmeli bir VAR modeli kurulmuştur. Söz konusu VAR modeli için

² Her iki değişken de aynı mertebeden durağandır. I(1)

otokorelasyon, değişen varyans, hata terimleri normal dağılımı ve sistem karakteristik köklerinin birim çember içerisinde yer alıp almadığı incelenmiş ve herhangi bir varsayım sapması görülmemiştir. (EK23-EK24-EK25-EK26)

VAR modelinin yeterliliğinden emin olunduktan sonra VAR modeli üzerinden kurulan sistemin Görünürde İlişkisiz Regresyon Yöntemi ile çözümlenmesinin ardından uygulanan nedensellik sınaması bulguları Tablo 7'deki gibidir.

Tablo 7:Toda Yamamoto Nedensellik Analizi Bulguları

Hipotez	Test İstatistiği	P
lnRNE lnGDP 'nin nedeni değildir.	$\chi^2(02)=2.343$	[0.309]
lnGDP lnRNE 'nin nedeni değildir.	$\chi^2(02)=12.359^{***}$	[0.002]

*** (%1), ** (%5), * (%10) Anlamlılık Düzeyinde Anlamlılığı İfade Etmektedir. [Köşeli parantez içleri test anlamlılık değerlerini içerir.] Δ : Değişkenin Birinci Devresel Farkını İfade Eder. χ^2 :Ki-Kare test istatistiği,(parantez içleri test serbestlik derecelerini içerir.)

Tablo incelendiğinde “lnRNE lnGDP 'nin nedeni değildir.” Şeklindeki sıfır hipotezinin %10 anlamlılık düzeyinde dahi reddedilemediği görülmektedir. ($\chi^2(02)=2.343$, $p>0.10$) Diğer bir ifade ile yenilenebilir enerji tüketim oranından Gayri Safi Yurt İçi Hasılaya doğru bir nedenselliğın olmadığı söylenebilir. Diğer yandan “lnGDP lnRNE 'nin nedeni değildir.” Hipotezinin %1 anlamlılık düzeyinde reddedildiği görülmektedir. ($\chi^2(02)=12.359$, $p<0.01$) Gayri Safi Yurt İçi Hasıladan yenilenebilir enerji tüketim oranına doğru istatistiksel olarak önemli bir nedensellik saptanmıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yenilenebilir enerji kullanımını fazlaştıran sebeplerin en başında nüfusun artması gelmektedir. Enerji gereksinimindeki büyüme, ülkelerin mevcuttaki enerji kaynaklarını değerlendirmeye ve yenilenebilir enerjiye eğilimi arttırmıştır. Malum enerji, ülkelerin yalnızca içindeki faaliyetleri barındırmamakla birlikte, politik ve askeri faaliyetleri de barındıran, milletler arası bağlantılara etken önemli bir veridir. Son zamanlardaki askeri faaliyetlerinin en güçlü faktörü enerji rezervuarlarına sahiplik isteğidir.

Bütün topluluklar, ana insan gereksinimlerini gerçekleştirmek ve verimli proseslere hizmet sağlamak adına enerji hizmetlerine gereksinim duyar. Bu neden ülkeleri enerji ortaya çıkarma araştırmalarına yönlendirmiştir. Türkiye’de enerji gereksinimindeki sistematik yükselme, dışarı bağımlılığı ve dolayısıyla enerji problemlerine sebep olmaktadır.

Enerjiyi ortaya çıkarabildiği periyotta; ortaya çıkan enerjinin faydalanılmayan kısmını ya da tümünü, diğer zamanlarda faydalanmak için muhafaza edilmesi yenilenebilir enerjinin benimsenmesinde büyük oranda rol oynar. Yenilenebilir enerji sektöründe son yıllardaki gelişme oranı incelendiğinde ciddi bir büyüme göstermiştir. Sürdürülebilirlikte ana faktörlerden biri olan yenilenebilir enerji kullanımı ile finansal gelişme arasındaki bağın önemi büyüktür.

Bu çalışma kapsamında yenilenebilir enerji tüketiminin Gayri Safi Yurt İçi Hasıla üzerindeki etkisini tespit etmek istenmektedir. Bu kapsamda çalışma 1991 ile 2020 yılları arasındaki 30 adet yıllık gözlemden oluşmaktadır. GDP Türkiye ekonomisi için 2015 yılları ile sabit Dolar cinsinden Gayri Safi Yurt İçi Hasıla iken, RNE toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji tüketim yüzdesini ifade etmektedir.

Çalışmada serilerin durağan olup olmadıkları Augmented Dickey–Fuller (ADF) birim kök testi ve Phillips–Perron (PP) birim kök testleri ile sınanmıştır. Değişkenler için ADF ve PP birim kök testi bulguları ile uyumlu bulguların elde edildiği görülmektedir. Bu durumda araştırma modellerinde yer alan değişkenlerin her ikisinin de birinci mertebeden durağan (I(1)) değişkenler oldukları saptanmıştır. Değişkenler arasında %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli bir eş bütünleşme ilişkisinin vardır.

Uzun dönem katsayı incelendiğinde %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir katsayı tahmin edildiği görülmektedir. Yani ele alınan dönem boyunca toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji yüzdesinin artması Gayri Safi Yurt İçi Hasılayı azaltmaktadır. Veya benzer şekilde toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji yüzdesinin azalması Gayri Safi Yurt İçi Hasılayı artırmaktadır.

Kısa dönem katsayıları incelendiğinde gecikmesiz değişkenin istatistiksel olarak anlamsız olduğu fakat 1 ile 3 gecikme arasındaki katsayıların istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif olduğu görülmektedir. Bu durumda yenilenebilir tüketiminin toplam enerji tüketimi içerisindeki yüzdesinin gecikmeli olarak Gayri Safi Yurt İçi Hasıla üzerinde pozitif etkilerinden bahsedilebilir. Söz konusu etkiler kısa dönemli olmakla beraber cari dönemdeki etkinin istatistiksel olarak anlamsız olduğunu hatırlatmakta fayda olacaktır.

Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulandığında yenilenebilir enerji tüketim oranından Gayri Safi Yurt İçi Hasılaya doğru bir nedenselliğin olmadığı saptanmış olup; Gayri Safi Yurt İçi Hasıladan yenilenebilir enerji tüketim oranına doğru istatistiksel olarak önemli bir nedensellik saptanmıştır.

Araştırmada Türkiye'deki yenilenebilir enerji tüketiminin Gayri Safi Yurt İçi Hasıla üzerindeki etkisini tespit edilmiş olup, mevcut araştırmanın daha kapsamlı bir şekilde yenilenebilir enerji tüketiminin Gayri Safi Yurt İçi Hasıla üzerindeki etkisini tespit edebilmek adına, ilerideki çalışmalarda başka ülkeler ile de entegre edilmesi önerilmektedir.

EKLER

Ek 1:Dünyada 2012-2022 Yılları Arasında Bölgelerin Total Enerjiden Kaynaklanan Karbondioksit Emisyonları

(Milyon ton CO ₂ eşd.)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Kuzey Amerika	6134.1	6302.6	6299.0	6182.7	6075.0	6043.6	6043.6	6020.4	5380.6	5728.4	5851.4
Güney &Orta Amerika	1289.1	1342.4	1366.6	1356.7	1320.9	1310.0	1272.3	1244.3	1108.6	1247.5	1257.9
Avrupa	4540.0	4433.4	4203.5	4212.1	4256.3	4304.0	4249.1	4077.5	3621.3	3845.2	3769.8
Avrasya	2085.2	2046.4	2063.2	1995.1	2022.9	2026.9	2112.3	2092.1	1986.0	2142.0	2033.0
Orta Doğu	1826.3	1892.0	1945.8	2012.7	2084.2	2101.2	2108.5	2103.0	2027.1	2101.3	2200.0
Afrika	1136.8	1167.4	1196.4	1210.3	1244.5	1268.1	1278.5	1308.2	1237.0	1306.3	1306.7
Asya & Pasifik	15208.3	15492.6	15704.7	15804.2	15814.3	16252.5	16799.4	17198.5	16924.3	17681.5	17955.4

Kaynak:Energy Institute: Statistical Review of World Energy 2023(Wayth & Davenport , 2023)

Ek 2:Dünyada 2012-2022 Yılları Arasında Bölgelerin Total Birincil Enerji Tüketimi

Exajoule	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Kuzey Amerika	112.30	115.09	116.03	115.14	115.04	115.76	119.18	118.32	109.71	115.23	118.78
Güney &Orta Amerika	28.63	29.26	29.57	29.53	29.24	29.52	29.29	29.01	26.81	28.93	30.11
Avrupa	87.34	86.51	83.28	84.10	85.20	86.17	86.21	84.93	79.24	82.98	79.81
Avrasya	37.42	36.84	37.19	36.32	37.11	37.57	39.08	38.88	37.72	40.70	38.36
Orta Doğu	31.75	32.68	33.89	34.96	36.20	36.77	36.91	37.25	36.26	37.52	39.13
Afrika	16.80	17.27	17.74	18.18	18.66	19.14	19.56	20.02	18.96	20.20	20.26
Asya & Pasifik	213.72	219.55	225.17	229.17	232.54	240.67	250.82	258.98	257.78	271.84	277.60

Kaynak:Energy Institute: Statistical Review of World Energy 2023(Wayth & Davenport , 2023)

Ek 3:Türkiye'de 2012-2022 Yılları Arasında Birincil Enerji Tüketimi (Exajoule (EJ))

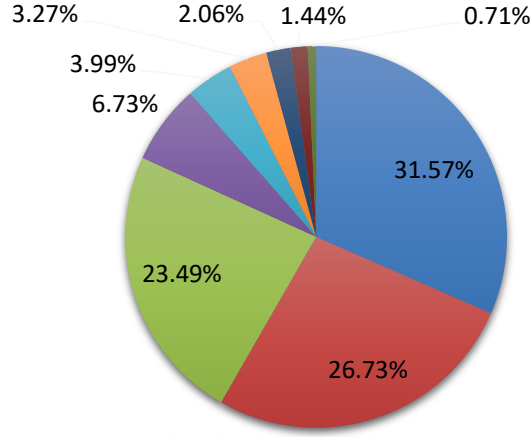
Yıl	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Exajoule (EJ)	5.15	5.11	5.26	5.78	6.07	6.43	6.36	6.60	6.49	6.96	7.01

Kaynak:Energy Institute: Statistical Review of World Energy 2023(Wayth & Davenport , 2023)



Ek 4: 2022 Kaynaklara Göre Küresel Enerji Tüketimi

2022 Kaynaklara Göre Küresel Enerji Tüketimi



Kaynak: (Energy consumption by source, World : Our World in Data)

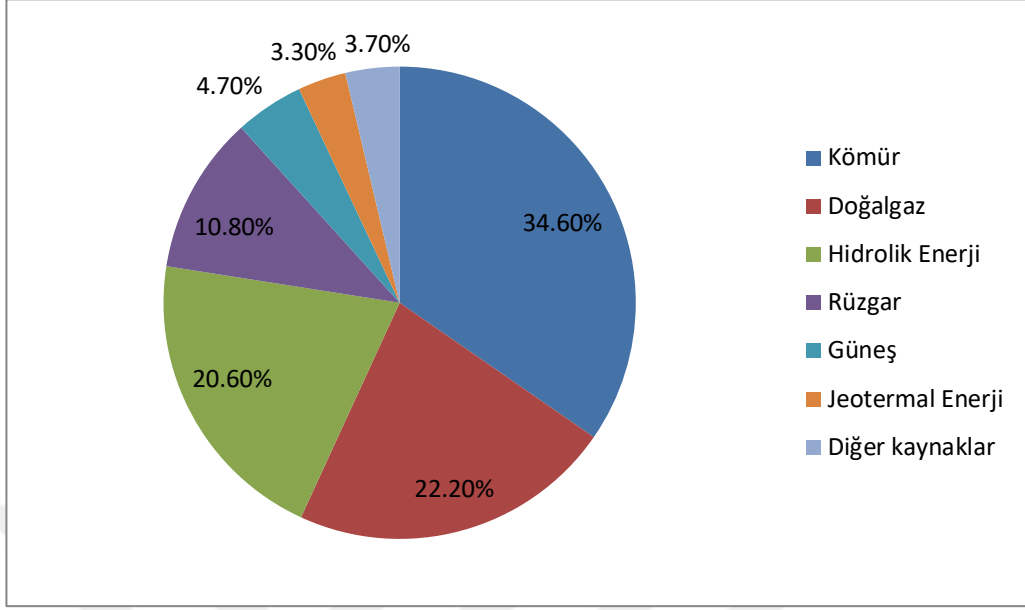
Ek 5:Türkiye 2010-2020 Arası Sabit Satın Alma Gücü Paritelerinde GSYH'nin Enerji Yoğunluğu (koe/\$15p :kilo petrol eşdeğeri 2015 yılı sabit döviz kuru, fiyat ve satın alma gücü paritelerine göre dolar)

Yıl	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
koe/\$15p	0,074	0,071	0,071	0,064	0,063	0,064	0,066	0,066	0,063	0,062	0,060

Kaynak:(World Energy & Climate Statistics – Yearbook 2021:Enerdata)



Ek 6:2022 Türkiye Elektrik Üretiminin Enerji Kaynaklarına Göre Payı



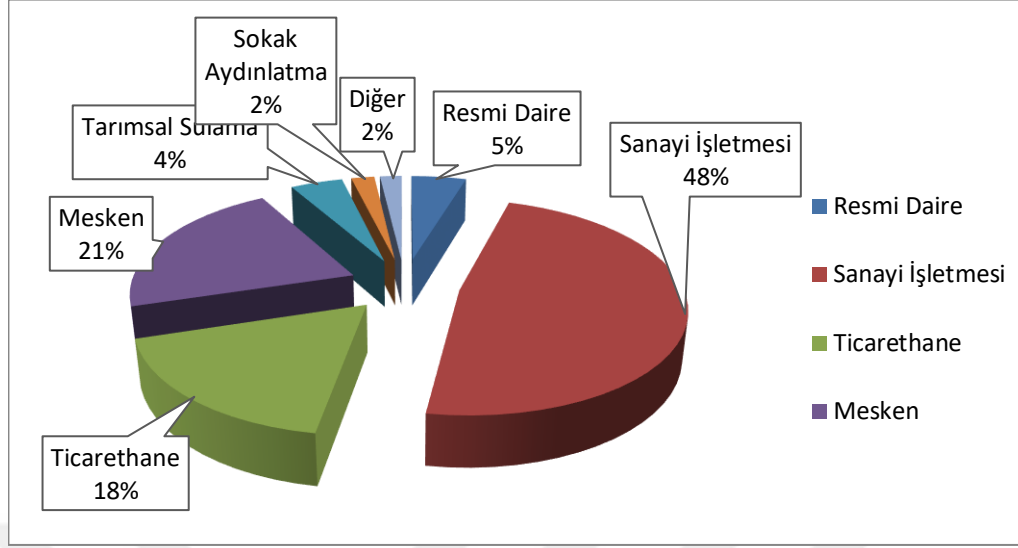
Kaynak: (Bilgi Merkezi: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı)

Ek 7:Türkiye'nin Sektörlere Göre Sera Gazı Emisyonları (1990-2021)
(Milyon ton CO₂ eşd.)

	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Toplam Emisyon	219,5	298,9	398,8	475,0	501,1	528,6	523,1	508,7	524,0	564,4
Enerji	139,5	216,0	287,9	342,0	361,7	382,4	373,4	365,6	366,6	402,5
Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	22,9	26,2	49,1	59,7	63,8	66,6	67,7	59,0	68,0	75,1
Tarım	46,1	42,3	44,4	56,1	58,9	63,3	65,3	68,0	73,2	72,1
Atık	11,1	14,3	17,4	17,1	16,7	16,3	16,6	16,1	16,3	14,7

Kaynak: (Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2021:Türkiye İstatistik Kurumu)(Haber Bülteni : TÜİK, 2023).

Ek 8:Kullanım Alanlarına Göre 2021 Türkiye Elektrik Tüketimi (MWh)



Kaynak: (İstatistik Veri Portalı :Türkiye İstatistik Kurumu)

Ek 9: Türkiye Doğal Gaz ve Petrol Boru Hatları Haritası



Kaynak: (Doğal Gaz ve Petrol Boru Hatları Haritası: Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi)

Ek 10:2012-2022 Yılları Arasında Türkiye Doğalgaz Tüketimi (bcm/yıl)

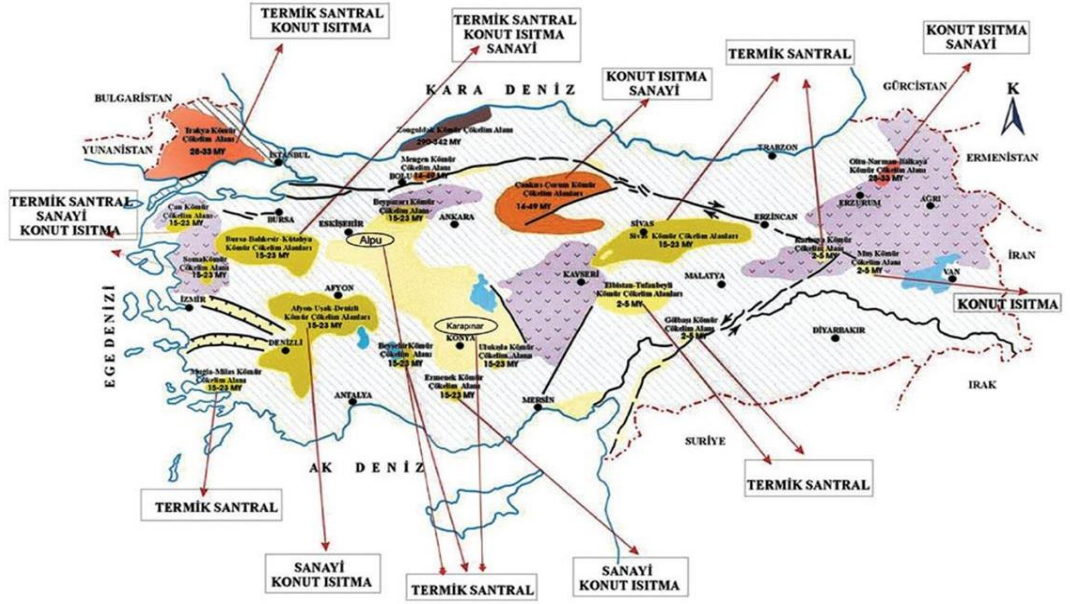
Yıl **2012** **2013** **2014** **2015** **2016** **2017** **2018** **2019** **2020** **2021** **2022**

(bcm/yıl)	45,2	45,9	48,7	48	46,4	53,9	49,3	45,3	48,2	61,6	53,3
------------------	------	------	------	----	------	------	------	------	------	------	------

Kaynak: (Alternatif Enerji Kaynakları ve Doğal Gaz Lojistiği Raporu:TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ)



Ek 11: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü: Kömür Arama Araştırmaları Önemli Kömür Sahaları ve Potansiyel Kullanım Alanları Haritası



Kaynak: (KÖMÜR ARAMA ARAŞTIRMALARI: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü) (Kömür Arama ve Aratırmaları: MTA Genel Müdürlüğü)

Ek 12: 2018-2022 Yılları Arası Türkiye Kömür Tüketim Miktarları

Yıl	2018	2019	2020	2021	2022
(Mt)	123,9	122,5	106,7	116,7	119,8

Kaynak: (Tabii Kaynaklar Kömür: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı).



Ek 13:2022 Yılı Türkiye Enerji Arz Tablosu (Bin Tep)

2022	Total (Bin Tep)
Yerli Üretim	508.830
İthalat	125.129
İhracat	10.893
İhrakiye	4.796

Kaynak:ETKB,2022 (EİGM Raporları: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023).



Ek 14:Türkiye Biyoenerji Potansiyeli Atlası Türkiye Genel Bilgi

Öğeler	Bilgi
Hayvan Sayısı (adet) :	422.832.374
Hayvansal Atık Miktarı (ton/yıl) :	193.878.079
Hayvansal Atıkların Teorik Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl) :	4.385.371
Hayvansal Atıkların Ekonomik Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl) :	1.084.506
Bitkisel Üretim Miktarı (ton/yıl) :	171.399.002
Bitkisel Atık Miktarı (ton/yıl) :	62.206.754
Bitkisel Atıkların Teorik Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl):	25.384.268
Bitkisel Atıkların Ekonomik Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl) :	1.462.159
Belediye Atıkları Miktarı (ton/yıl) :	32.170.975
Belediye Atıkların Teorik Enerji Eşdeğerleri (TEP/yıl) :	3.373.011
Belediye Atıkların Ekonomik Enerji Eşdeğerleri (TEP/yıl) :	485.858
Orman Varlığı Artıkları (ster / yıl) :	3.914.904
Orman Varlığı Artıklarının Enerji Eşdeğeri (TEP / yıl) :	859.899
Atıkların Toplam Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl) :	34.002.549

Kaynak:(BEPA : T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı)

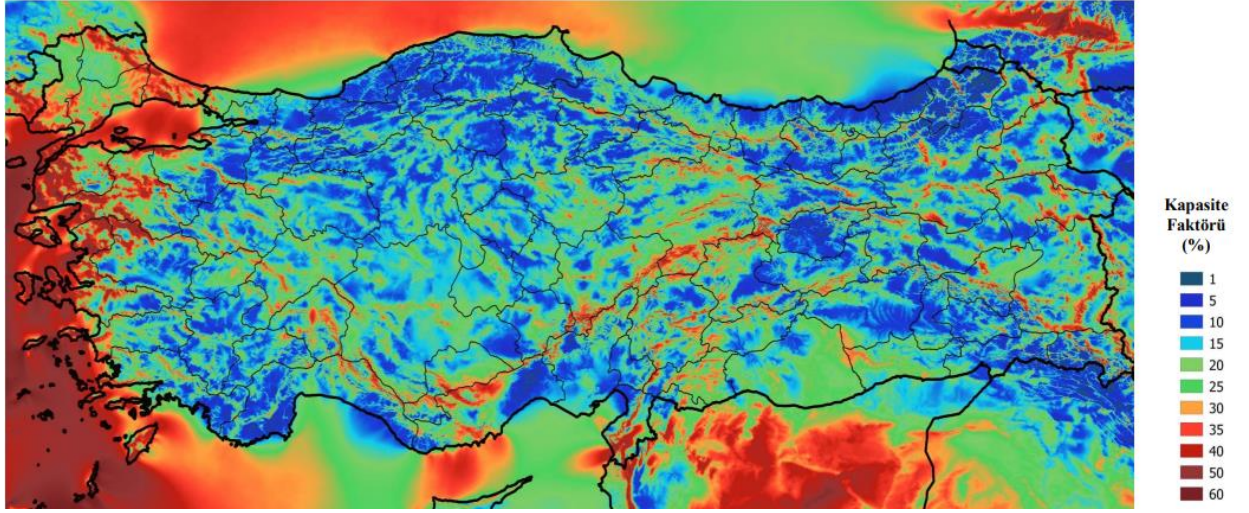
Ek 15: Türkiye Jeotermal Kaynaklar ve Dağılımı ve Uygulama Haritası

TÜRKİYE JEOTERMAL KAYNAKLAR DAĞILIMI VE UYGULAMA HARİTASI



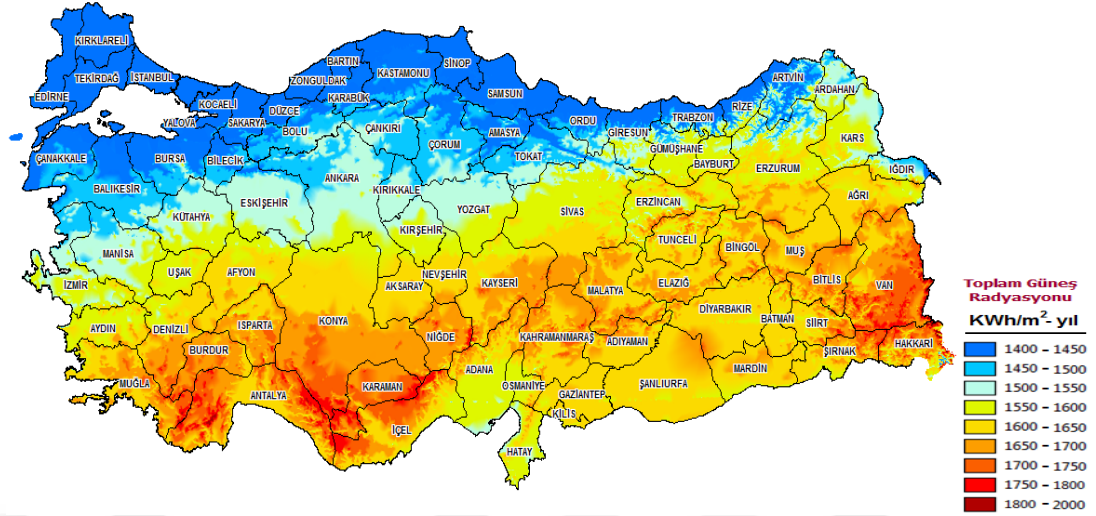
Kaynak: <https://www.mta.gov.tr>(Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Arama Çalışmaları:MTA Genel Müdürlüğü, 2023).

Ek 16:Türkiye Rüzgâr Kapasite Faktörü Dağılımı



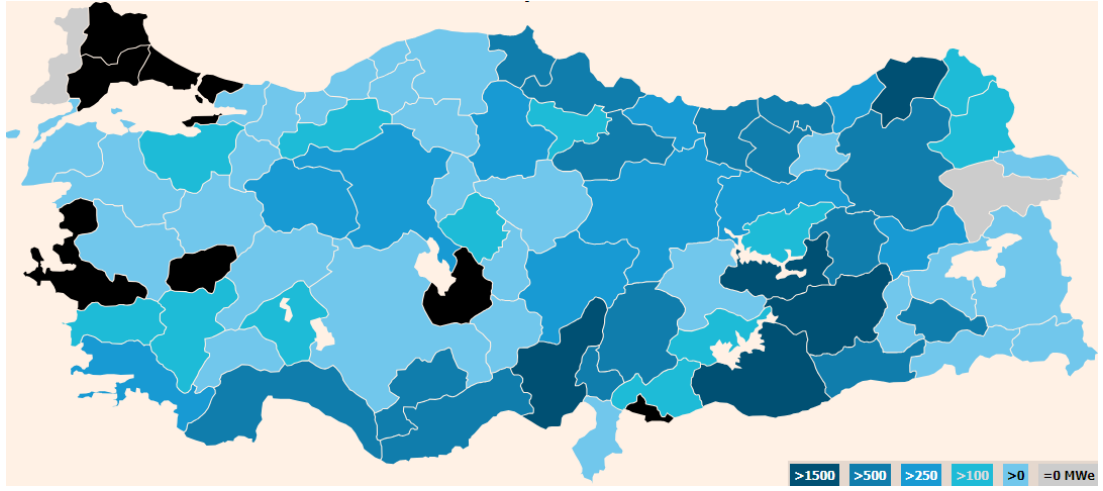
Kaynak: <https://repa.enerji.gov.tr>(Yenilenebilir Enerji Kaynakları Rüzgar : ETKB, 2022).

Ek 17: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası



Kaynak: <https://gepa.enerji.gov.tr>(Yenilenebilir Enerji Güneş: ETKB, 2022).

Ek 18: Türkiye HES Potansiyelleri Haritası



TR Hidroelektrik Santraller

Kurulu Güç (MWe)

Türkiye Toplam

31.556

Kaynak: <https://www.enerjiatlası.com>(Yılmaz A. , 2014)

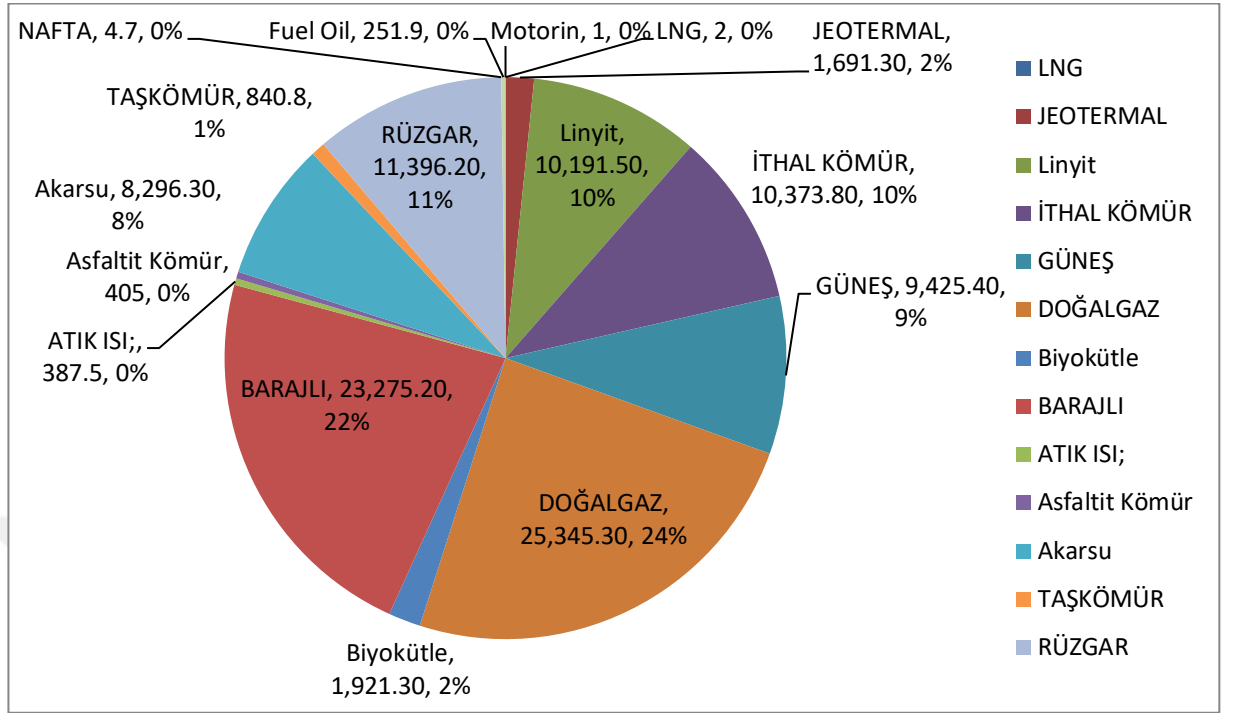
Ek 19:2012-2022 Yılları Arası Kurulu Güç Gelişimi

Yıl	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(M)	57.05	64.00	69.51	73.14	78.49	85.2	88.55	91.2	95.8	99.81	103.8
(W)	9,4	7,5	9,8	6,7	7,4	00	0,8	67	90	9,6	09,3

Kaynak: TEİAŞ YÜK TEVZİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI - KURULU GÜÇ RAPORU-ARALIK 2022 (TEİAŞ Yük Tevzi Dairesi Başkanlığı : Kurulu Güç Raporu Aralık 2022).



Ek 20: Türkiye Aralık 2022 Kaynaklara Göre Kurulu Güç Dağılımı



Kaynak: TEİAŞ YÜK TEVZİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI - KURULU GÜÇ RAPORU-ARALIK 2022 (TEİAŞ Yük Tevzi Dairesi Başkanlığı : Kurulu Güç Raporu Aralık 2022).

Ek 21: TEİAŞ 2024 Ocak Ayı Kurulu Güç Tablosu

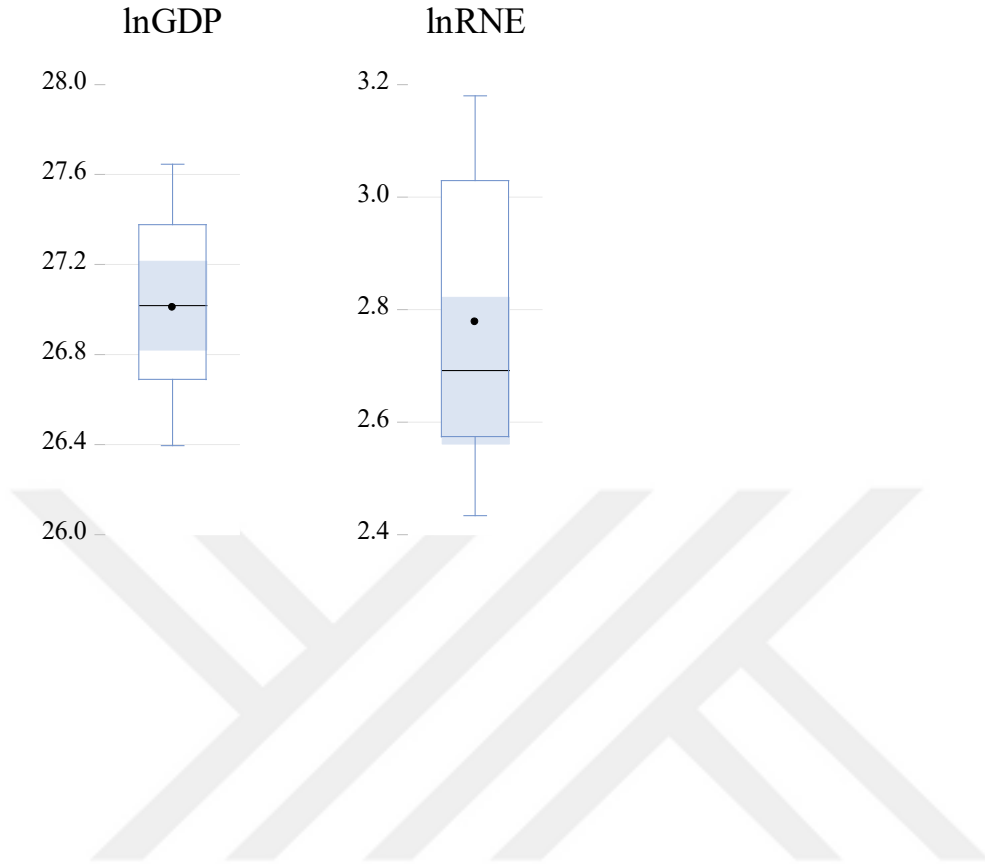
KAYNAK **SANTRAL ADEDİ** **KURULU GÜÇ (MW)**

Güneş	10.043	11.707
Akarsu	642	8.134
Barajlı	100	23.650
Rüzgâr	97	11.803
Biyokütle	89	2.072
Jeotermal	15	1.691
Toplam	10.986	59.237

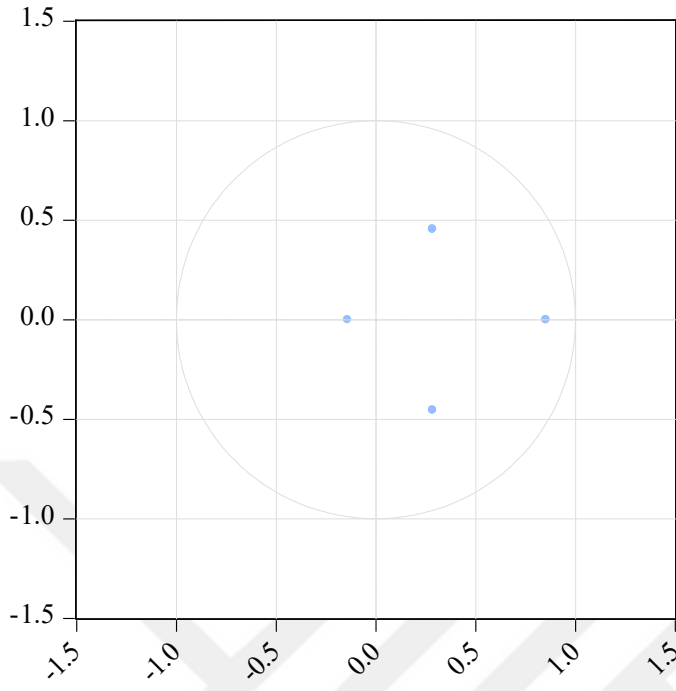
Kaynak: <https://enerjijansi.com.tr/> (Çinkaya, 2024)



EK 22: Değişken Kutu Diyagramları



EK 23: VAR Modeli Sistem Karakteristik Kökleri
Sistem Karakteristik Kökleri



EK 24: VAR modeli için LM Otokorelasyon Testi

H: Birinci gecikmeden 3 gecikmeye kadar otokorelasyon yoktur.						
Lag	LRE	s.d.	p	Rao	s.d	p
1	5.124	4	0.275	1.334	(4, 38.0)	0.275
2	13.370	8	0.100	1.850	(8, 34.0)	0.102
3	16.197	12	0.182	1.471	(12, 30.0)	0.190



EK 25: VAR Modeli İçin White Değişen Varyans Testi

Bağımlı	R-Kare	F(10,17)	p	Ki-Kare (10)	Prob.
res1*res1	0.344	0.891	0.560	9.629	0.474
res2*res2	0.264	0.610	0.785	7.393	0.688
res2*res1	0.395	1.109	0.409	11.052	0.354
Birleşik Test		30		25.747	0.688



EK 26: VAR Modeli Hata Terimleri Normal Dağılım Testi

Bileşen	Jarque-Bera	s.d	Prob.
1	5.735	2	0.057
2	0.545	2	0.762
Birleşik Test	6.280	4	0.179



KAYNAKÇA

- Enerji Hidrolik:ETKB.* (2022, Haziran). ETKB Web Sitesi: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-hidrolik> adresinden alındı
- ADÜTEM. (2015). Jeotermal Enerjinin Çevresel Etkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Rektörlüğü Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayınları*, 1-18.
- Alashan, S., Sen, Z., & Toprak, F. (2016). Hydroelectric Energy Potential of Turkey: A Refined Calculation Method. *Arab J Sci Eng*, 1511–1520.
- Alper, A., & Oguz, O. (2016). The role of renewable energy consumption in economic growth: Evidence from asymmetric causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 953–959.
- Aneja, R., Bandy, U. J., Hasnat, T., & Koçoglu, M. (2017). Renewable and Non-renewable Energy Consumption and Economic Growth: Empirical Evidence from Panel Error Correction Model. *Jindal Journal of Business Research*, 76-85.
- Armağan, R., & Dağlıoğlu Şanlı, İ. (2017). Sürdürülebilir Kalkınma Perspektifinden Yenilenebilir Enerji: Kamu Politikalarının Gerekliliği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 93-109.
- Aslani, A., Helo, P., Feng, B., Antila, E., & Hiltunen, E. (2013). Renewable energy supply chain in Ostrobothnia region and Vaasa city: Innovative framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 405–411.
- Atılğan, İ. (2000). Türkiye'nin Enerji Potansiyeline Bakış. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31-47.
- Aydın, N. Y., Kentel, E., & Duzgun, H. S. (2013). GIS-based site selection methodology for hybrid renewable energy systems: A case study from western Turkey. *Energy Conversion and Management*, 90-106.
- Bayazıt, Y. (2021). The effect of hydroelectric power plants on the carbon emission: An example of Gokcekaya dam, Turkey. *Renewable Energy*, 181-187.
- Bayraç, H. N. (2018). Uluslararası Doğalgaz Piyasasının Ekonomik Yapısı ve Uygulanan Politikalar. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF dergisi*, 13-36.
- Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I., & Bhattacharya, S. (2016). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. *Applied Energy*, 733-741.
- Bilgili, M., Bilirgen, H., Ozbek, A., Ekinci, F., & Demirdelen, T. (2018). The role of hydropower installations for sustainable energy development in Turkey and the world. *Renewable Energy*, 755-764.

- Cameron, L., & Zwaan, B. v. (2015). Employment factors for wind and solar energy technologies: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 160–172.
- Chiaroni, D., Chiesa, M., Chiesa, V., Cucchiella, F., D'Adamo, I., & Frattini, F. (2015). An Analysis of Supply Chains in Renewable Energy Industries: A Survey in Italy. *Green Energy and Technology* 173:47-71, 47-71.
- Çanka Kılıç, F. (2015). Güneş Enerjisi, Türkiye'deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri. *Mühendis ve Makina*, 56(671), 28-40.
- Çetin, B., Balo, F., Eraslan, G., & Uçar, U. Ü. (2017). Rüzgar Çiftliği Fizibilitesi için Rüzgar Hızı Değerlerinin Tahmin Edilmesinde Yapay Sinir Ağları Modeli. *Uluslararası Mühendislik Araştırmaları Sempozyumu (UMAS'2017)* (s. 117-126). Düzce: Düzce Üniversitesi.
- Çevik, S. N. (2022). SUYUN METALAŞMASI BAĞLAMINDA TÜRKİYE'DE HİDROELEKTRİK SANTRALLER: FINDIKLI ÖRNEĞİ. *İŞLETME EKONOMİ VE YÖNETİM ARAŞTIRMALARI DERGİSİ*, 138-151.
- Çılbant, C., & Alma, D. (2016). Türkiye'de Doğal Gaz Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki. *BEU Akademik İzdüşüm*, 1-11.
- Çinkaya, N. (2024, Şubat 1). *TEİAŞ 2024 Ocak Ayı Kurulu Güç Raporu Yayınlandı: Enerji Ajansı*. Şubat 6, 2024 tarihinde Enerji Ajansı Web Sitesi: <https://enerjiajansi.com.tr/teias-2024-ocak-ayi-kurulu-guc-raporu-yayimlandi/> adresinden alındı
- D.Dickey, & W.A.Fuller. (1979). Distribution of the Estimates for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 427-431.
- Dong, K., Hochman, G., Zhang, Y., Sun, R., Li, H., & Liao, H. (2018). CO2 emissions, economic and population growth, and renewable energy: Empirical evidence across regions. *Energy Economics*, 180–192.
- Dulkadiroğlu, H. (2018). Türkiye'de Elektrik Üretimini Sera Gazı Emisyonları Açısından İncelenmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1), 67-74.
- Durğun, B., & Durğun, F. (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasında Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. *International Review of Economics and Management*, 1-27.
- EİGM Raporları: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı*. (2023, 12 05). ETKB Web Sitesi: <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari> adresinden alındı
- Emmanouil, S., Nikolopoulos, E. I., François, B., Brown, C., & Anagnostou, E. N. (2021). Evaluating existing water supply reservoirs as small-scale pumped hydroelectric storage options e A case study in Connecticut. *Energy*, 1-16.
- Erdoğan, S. (2020). Enerji, Çevre ve Sera Gazları. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 277-303.
- Eren, B. M., Taspınar, N., & Gokmenoglu, K. K. (2019). The impact of financial development and economic growth on renewable energy consumption: Empirical analysis of India. *Science of The Total Environment*, 189-197.

- Fan, W., & Hao, Y. (2020). An empirical research on the relationship amongst renewable energy consumption, economic growth and foreign direct investment in China. *Renewable Energy*, 598-609.
- Fatima, M., Naz, S., & Khan, S. U. (2023). Energy Consumption, Economic Growth and Environmental Quality in South Asian Developing Countries: A Panel Data Analysis. *Research Journal of Social Sciences & Economics Review*, 244-258.
- Fernando, Y., Bee, P. S., Jabbour, C. C., & Thome, A. M. (2018). Understanding the effects of energy management practices on renewable energy supply chains: Implications for energy policy in emerging economies. *Energy Policy*, 418-428.
- Granger, C., & P. Newbold. (1977). *Forecasting Economic Time Series*. London: Academic Press.
- Haber Bülteni : TÜİK. (2023, Mart 29). TÜİK Türkiye İstatistik Kurumu: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672#:~:text=Sera%20gaz%C4%B1%20envanteri%20sonu%C3%A7lar%C4%B1na%20g%C3%B6re,CO2%20e%C5%9Fd.%20olarak%20hesapland%C4%B1>. adresinden alındı
- Harris, R., & Sollis, R. (2003). *Applied Time Series*. John Wiley & Sons.
- Hasnisah, A., Azlina, A. A., & Taib, C. M. (2019). Impact of Renewable Energy Consumption on Carbon Dioxide Emissions: Empirical Evidence from Developing Countries in Asia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 135-143.
- İlkiliç, C., & Aydın, H. (2015). Wind power potential and usage in the coastal regions of Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78-86.
- İnglesi-Lotz, R. (2016). The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application. *Energy Economics*, 58-63.
- Kaplan, A. Y. (2015). Overview of wind energy in the world and assessment of current wind energy policies in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 562-568.
- Karaaslan, A., & Çamkaya, S. (2022). The relationship between CO2 emissions, economic growth, health expenditure, and renewable and non-renewable energy consumption: Empirical evidence from Turkey. *Renewable Energy*, 457-466.
- Karagöl, E. T., & Kavaz, İ. (2017). Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji. *SETA*, 7-30.
- Kaya, K., Şenel, M. C., & Koç, E. (2018). Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi. *Technological Applied Sciences*, 219-234.
- Kaygusuz, K., & Şekerci, T. (2016). Biomass for efficiency and sustainability energy utilization in Turkey. *Journal of Engineering Research and Applied Science*, 332-341.
- Khare, V., Nema, S., & Baredar, P. (2016). Solar-wind hybrid renewable energy system: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 23-33.
- Kholaif, M. M., Xiao, M., & Tang, X. (2022). Covid-19's fear-uncertainty effect on renewable energy supply chain management and ecological sustainability performance; the moderate effect of big-data analytics. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 1-17.

- Koç, A., Yağlı, H., Koç, Y., & Uğurlu, İ. (2018). Dünyada ve Türkiye'de Enerji Görünümünün Değerlendirilmesi. *Mühendis ve Makina*, 86-114.
- Koç, E., & Kaya, K. (2015). ENERJİ KAYNAKLARI–YENİLENEBİLİR ENERJİ DURUMU. *Mühendis ve Makina*, 56(668), 36-47.
- Koşaroğlu, M., & Kaya, H. İ. (2022). Analysis of The Relationship between Renewable Energy and Foreign Direct Investments for Turkey. *Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*.
- Kömür Arama ve Aratırmaları: MTA Genel Müdürlüğü.* (tarih yok). 12 01, 2023 tarihinde MTA Genel Müdürlüğü Web Sitesi: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/komur-arama-arastirmalari> adresinden alındı
- Kucukvar, M., Cansev, B., Egilmez, G., Onat, N. C., & Samadi, H. (2016). Energy-climate-manufacturing nexus: New insights from the regional and global supply chains of manufacturing industries. *Applied Energy*, 889–904.
- Lin, B., & Moubarak, M. (2014). Renewable energy consumption – Economic growth nexus for China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 111-117.
- Mafakheri, F., & Nasiri, F. (2013). Modeling of Biomass-to-Energy Supply Chain Operations: Applications, Challenges and Research Directions. *Energy Policy*, 116-126.
- Mahmood, N., Wang, Z., & Hassan, S. T. (2019). Renewable energy, economic growth, human capital, and CO2 emission: an empirical analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 20619–20630.
- Maji, I. K., Sulaiman, C., & Abdul-Rahim, A. (2019). Renewable energy consumption and economic growth nexus: A fresh evidence from West Africa. *Energy Reports*, 384–392.
- Markandya, A., Arto, I., Román, M. V., & González-Eguino, M. (2016). Towards a green energy economy? Tracking the employment effects of low-carbon technologies in the European Union. *Applied Energy*, 1342–1350.
- Mastrocinque, E., Ramírez, F. J., Honrubia-Escribano, A., & T. Pham, D. (2020). An AHP-based multi-criteria model for sustainable supply chain development in the renewable energy sector. *Expert Systems With Applications*, 1-17.
- Melikoglu, M. (2017). Geothermal energy in Turkey and around the World: A review of the literature and an analysis based on Turkey's Vision 2023 energy targets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 485-492.
- Mercan, M., & Karakaya, E. (2013). Sera Gazı Salınımının Azaltımında Alternatif Politikaların Ekonomik Maliyetlerinin İncelenmesi: Türkiye İçin Genel Denge Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*(42), 123-159.
- Mertoğlu, O., Şimşek, Ş., Başarır, N., & Paksoy, H. (2019). Geothermal Energy Use, Country Update for. *Turkey European Geothermal Congress* (s. 1-10). Den Haag: EGEC Geothermal.

- Muazu, A., Yu, Q., & Liu, Q. (2022). Does renewable energy consumption promote economic growth? An empirical analysis of panel threshold based on 54 African countries. *International Journal of Energy Sector Management*.
- Nili, M., Seyedhosseini, S. M., Jabalameli, M. S., & Dehghani, E. (2021). A multi-objective optimization model to sustainable closed-loop solar photovoltaic supply chain network design: A case study in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1-27.
- Ocal, O., & Aslan, A. (2013). Renewable energy consumption–economic growth nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 494-499.
- Ong, C. W., Chang, N., Tsai, M.-L., & Chen, C.-L. (2024). Decarbonizing the energy supply chain: Ammonia as an energy carrier for renewable power systems. *Fuel* 360, 1-16.
- Opeyemi, B. M. (2021). Path to sustainable energy consumption: The possibility of substituting renewable energy for non-renewable energy. *Energy*, 1-8.
- Ozcan, B., & Ozturk, I. (2019). Renewable energy consumption-economic growth nexus in emerging countries: A bootstrap panel causality test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30–37.
- Öktem, B. (2020). Sera Gazı Emisyon Muhasebesi ve Raporlanmasının GRI 305: Emisyon Standardı Çerçevesinde İncelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(2), 186-211.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M., & Gerçekler, M. (2016). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 111-130.
- Öztürk, M., Saba, N., Altay, V., Iqbal, R., Hakeem, K. R., Jawaid, M., & Ibrahim, F. H. (2017). Biomass and bioenergy: An overview of the development potential in Turkey and Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 1285–1302, 1285–1302.
- Pesaran, M., & Y. Shin. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Econometrica*, s. 289-326.
- Phillips, P. B., & P. Perron. (1988). Testing for unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 335-346.
- Pradhan, P., Mahajani, S. M., & Arora, A. (2018). Production and utilization of fuel pellets from biomass: A review. *Fuel Processing Technology*, 215-232.
- Pravalie, R., Patriche, C., & Bandoc, G. (2019). Spatial assessment of solar energy potential at global scale. A geographical approach. *Journal of Cleaner Production*, 692-721.
- Ram, M., Aghahosseini, A., & Breyer, C. (2020). Job creation during the global energy transition towards 100% renewable power system by 2050. *Technological Forecasting & Social Change*(51), 1-19.
- Saavedra, M., Fontes, C. H., & Freires, F. M. (2018). Sustainable and renewable energy supply chain: A system dynamics overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 247-259.

- Sadorsky, P. (2021). Wind energy for sustainable development: Driving factors and future outlook. *Journal of Cleaner Production*, 1-15.
- Saidi, K., & Hammami, S. (2015). The impact of CO2 emissions and economic growth on energy consumption in 58 countries. *Energy Reports*, 62-70.
- Saraçoğlu, S. (2017). Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Biyokütle Üretimini Dünyada ve Türkiye'de Durumu. *Fiscaoeconomia* , 126-155.
- Searcy, E., & Flynn, P. C. (2007). The Relative Cost of Biomass Energy Transport. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 137-140.
- Sevim, C. (2012). Küresel Enerji Jeopolitiği ve Enerji Güvenliği. *Journal of Yasar University*, 4378-4391.
- Sevütekin, M., & Çınar, M. (2017). *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi*. Bursa: Dora Basın Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Shahbaz, M., Loganathan, N., Zeshan, M., & Zaman, K. (2015). Does renewable energy consumption add in economic growth? An application of auto-regressive distributed lag model in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 576-585.
- Shahteymur, A., Aslania, A., & Naaranoja, M. (2016). Analysis of Diffusion of Biomass Energy Utilization. *Computational Research Progress in Applied Science & Engineering*, 101-105.
- Sönmez, G., & Işık, M. (2020). Kömür Yanma Atıklarının Çevresel Etkileri ve Kullanım Alanları. *Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 72-83.
- Sungur , B., Özdoğan, M., Topaloğlu, B., & Namlı, L. (2017). Küresel Enerji Tüketimi Bağlamında Mikro Kojenerasyon Sistemlerinin Teknik ve Ekonomik Değerlendirilmesi. *Mühendis ve Makina*, 1-20.
- Süme, V., & Türüt, R. (2017). Aşadı Çoruh ta Bulunan Barajların Hidroelektrik Potansiyeli ve Çevresel Etkileri. *Türk Hidrolik Dergisi*, 13-18.
- Süme, V., Özener, A. Y., & Mete , B. (2017). Çoruh Nehri Yan Kolları Üzerinde Bulunan Hidroelektrik Santrallerin Hidroelektrik Potansiyeli. *Türk Hidrolik Dergisi*, 1-6.
- Şenel, M. C., & Koç , E. (2015). Dünyada ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Durumu-Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 56(663), 46-56.
- Şengül, Ü., Eren, M., Shiraz, S. E., Gezder, V., & Şengül, A. B. (2015). Fuzzy TOPSIS method for ranking renewable energy supply systems in Turkey. *Renewable Energy*, 617-625.
- Şimşek, Ş. (2015). Dünya'da ve Türkiye'de Jeotermal Gelişmeler. *III. Jeotermal Kaynaklar Sempozyumu* (s. 1-17). Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- TEİAŞ Yük Tevzi Dairesi Başkanlığı : *Kurulu Güç Raporu Aralık 2022*. (2022, Aralık). TEİAŞ Yük Tevzi Dairesi Başkanlığı: <https://www.teias.gov.tr/kurulu-guc-raporlari> adresinden alındı
- Toda, H., & Yamamoto, T. (1995). Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 225-250.

- Turgut, A., & Budak, T. (2022). Lojistik ve Taşımacılığın Karbon Ayak İzi: Sistematik Bir Literatür İncelemesi. *KENT AKADEMİSİ*, 916-930.
- Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Arama Çalışmaları:MTA Genel Müdürlüğü.* (2023, 12 01). MTA Genel Müdürlüğü Web Sitesi: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari> adresinden alındı
- Wang, Q., Ali, A., Chen, Y., & Xu, X. (2023). An empirical analysis of the impact of renewable and non-renewable energy consumption on economic growth and carbon dioxide emissions: evidence from seven Northeast Asian countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-17.
- Wayth , N., & Davenport , J. (2023). *Energy Institute: Statistical Review of World Energy 2023.* Edinburgh: KPMG,KEARNEY. Energy Institute Web Sitesi. adresinden alındı
- Wee, H.-M., Yang, W.-H., Chou, C.-W., & Padilan, M. V. (2012). Renewable energy supply chains, performance, application barriers,and strategies for further development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 5451-5465.
- Wooldridge, J. M. (2013). *Introduction of Econometrics A Modern Approach* . South-Western:Nobel.
- Yenilenebilir Enerji Güneş: ETKB.* (2022, Haziran). ETKB Web Sitesi: <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes> adresinden alındı
- Yenilenebilir Enerji Kaynakları Rüzgar : ETKB.* (2022, Haziran). ETKB Web Sitesi: <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar> adresinden alındı
- Yılkırkan , N., & Doğan , H. (2020). Türkiye'nin Enerji Görünümü ve 2023 Yılı Birincil Enerji Arz Projeksiyonu. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 10(2), 77-92.
- Yılmaz, A. (2014, Mart 1). *Türkiye HES Potansiyelleri Haritası : Enerji Atlası.* Kasım 2, 2023 tarihinde Enerji Atlası: <https://www.enerjiatlası.com/hes-haritasi/turkiye> adresinden alındı
- Yılmaz, O., & Hotunoğlu, H. (2015). Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 74-97.
- Zaim, A., & Çavşı, H. (2018). Türkiye'deki Jeotermal Enerji Santrallerinin Durumu. *Mühendis ve Makina*, 45-58.
- Zhang, Y., Ren, J., Pu, Y., & Wang, P. (2020). Solar energy potential assessment: A framework to integrate geographic, technological, and economic indices for a potential analysis. *Renewable Energy*, 577-586.
- Zhao, J., Zhang, T., Ali, A., & Chen, J. (2023). An empirical investigation of the impact of renewable and non-renewable energy consumption and economic growth on climate change, evidence from emerging Asian countries. *Frontiers in Environmental Science*.